ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»

На правах рукописи

Ярцева Наталья Васильевна

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

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

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук, профессор
Долганова Наталья Вадимовна

Астрахань – 2022

Содержание

Введение 4
1 Научные и практические аспекты совершенствования технологии фарша из прудовой рыбы 12
1.1 Современное состояние аквакультуры и особенности рыбохозяйственного комплекса Каспийского региона 12
1.2 Анализ современных технологий производства пищевого рыбного фарша и их особенности 19
1.2.1 Анализ классических технологий производства рыбного фарша 19
1.2.2 Применяемые подходы при введении функциональных компонентов в технологию рыбных фаршей 26
1.3 Заключение по литературному обзору 28
2 Организация эксперимента, объекты и методы исследования 30
2.1 Схема и методика постановки экспериментальных исследований 30
2.2 Объекты и методы исследований 30
3 Обоснование целесообразности расширения ассортимента кулинарной продукции из рыбного фарша прудовых рыб. Маркетинговые исследования предпочтений при выборе рыбной кулинарной продукции в г. Астрахани 42
4 Совершенствование технологии производства обогащенного лактулозой фарша из прудовых видов рыб 50
4.1 Исследование технологических свойств фаршей из прудового сырья и их оптимизация 50
4.2 Исследование влияния промывки на качество фаршей из прудовой рыбы 56
4.3 Исследование влияние промывки на продолжительность хранения фаршей из прудовой рыбы 73
4.4 Установление возможности введения лактулозы в рыбные фарши с улучшенными функционально-технологическими свойствами из прудовых рыб 82

4.5 Влияние гранулирования на хранимоспособность пищевых промытых фаршей из прудовой рыбы, обогащенных лактулозой 86
5 Совершенствование технологии кулинарных изделий из обогащенного лактулозой гранулированного рыбного фарша из прудовых рыб 112
5.1 Совершенствование технологии производства гранулированного промытого фарша из прудового вида сырья 112
5.2 Моделирование, разработка рецептурных композиций кулинарных изделий из обогащенного лактулозой гранулированного рыбного фарша прудовых рыб и их товароведная оценка качества 116
5.3 Экономическая эффективность производства кулинарных изделий из обогащенного лактулозой гранулированного рыбного фарша прудовых рыб на предприятиях общественного питания 138
Заключение 140
Список литературы 142
Приложение А Сводные таблицы описания органолептических показателей.... 162
Приложение Б Методика определения криоскопической температуры образцов 170
Приложение В Математическое решение уравнения переноса тепловой энергии для выявления температурного варьирования по объему объекта 171
Приложение Г Анкеты 174
Приложение Д Технико-технологические карты 178
Приложение Е Документы, подтверждающие апробацию результатов исследования 189
Приложение Ж Патент № 2473223 «Способ получения пищевого рыбного фарша» 193
Приложение И Технологическая документация на фарш промытый из прудовых видов рыб 194
Приложение К Технологическая документация на фарш гранулированный из прудовых видов рыб 197

Введение

Актуальность темы исследования. Согласно Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 г., состояние рыбохозяйственного комплекса оказывает влияние ряд глобальных факторов, вызовов и угроз внешнего и внутреннего характера. К ключевым глобальным факторам относятся прогнозируемый рост населения Земли, рост урбанизации и увеличение среднего класса в развивающихся странах, изменение потребительских предпочтений – развитие сегмента сферы услуг и канала сбыта товаров с непосредственным потреблением товара в месте продажи (сегмент HoReCa), рост интереса к здоровому образу жизни, в том числе изменение предпочтений в питании. Каждый такой фактор создает перспективы дополнительного спроса на рыбную продукцию. При этом основные виды водных биологических ресурсов, осваиваемые отечественными предприятиями, имеют высокий потенциал глобального рыночного спроса ввиду их высокой пищевой ценности как одного из немногих и ограниченных в предложении природных натуральных источников белка и полезных для человеческого организма элементов.

Товарная аквакультура (товарное рыбоводство) по-прежнему занимает невысокое место в производственной и экономической структуре рыбохозяйственного комплекса. В течение последних пяти лет доля товарной аквакультуры (товарного рыбоводства) в общем объеме предложения рыбной продукции и продукции из гидробионтов остается на уровне 3,7 % (239 тыс. т рыбоводной продукции) в 2020 г. 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 [129]. 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 [129].

Во многих хозяйствах введены в эксплуатацию рыбоперерабатывающие цеха по изготовлению полуфабрикатов из товарной аквакультуры: рыбное филе, фарши, кулинарные полуфабрикаты в охлажденном или замороженном состоянии [129]. Рыбная продукция, обладающая полезными и вкусными 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.

Из перечня функциональных веществ, исследований по введению 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.

Применение процедуры замораживания рыбной продукции с целью сохранения полезных свойств и увеличения продолжительности сроков хранения, имеет больше преимуществ. Так, при высушивании или консервировании теряется часть биологически полезных веществ и необходимы большие затраты на производство.

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, так фарш из карпа или щуки имеет серый оттенок, а фарши из белого амура и толстолобика белые

или кремовые, но плохо формуются. Поэтому необходимо подобрать такую технологическую операцию, которая позволит улучшить органолептические и физико-химические свойства фаршей и переработать сырье совместно.

Помимо переработки фарша, нужно было решить проблему его хранения. Так расфасовка в небольшую тару требует экономических затрат на тарные материалы и ведет к удорожанию конечной продукции. Расфасовка в брикеты большой массы ведет к увеличению товарных потерь при хранении и последующем размораживании, неудобна для потребителя. Поэтому 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 биологической ценность, а введение функционального углеводного компонента придаст продукту интерес потребителей, следящих за питанием и здоровьем. 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 же в условиях производства можно использовать для изготовления кормовой и технической продукции.

Степень разработанности проблемы. 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, 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.

В связи с этим **целью** работы является совершенствование технологии рыбного фарша из прудовых рыб и товароведная оценка качества кулинарных изделий из него.

Для решения поставленной 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 соответствует пунктам п. 6, 8, 11 и 13 паспорта специальности 05.18.15 – Технология и товароведение пищевых продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания.

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 рациональные 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, при этом в результате их внедрения отмечено стабильное повышение спроса на предложенные к реализации кулинарные изделия. Соответственно на внедряемые технологии и изделия разработана и утверждена техническая документация: ТУ 9260-019-00471704-2016 «Фарш пищевой промытый из прудовых видов рыб. Технические условия», ТУ 9260-020-00471704-2020 «Фарш гранулированный из прудовых видов рыб». Имеется положительная апробация технологических решений кулинарных изделий из промытого гранулированного рыбного фарша с добавлением лактулозы в учебных и промышленных условиях ООО НПП «ИнТехПрод», ООО «ИнфоПрод», «Ассоциация кулинаров и рестораторов Астраханской области» (г. Астрахань).

Научная новизна подтверждена патентом РФ № 2473223 «Способ получения пищевого рыбного фарша».

Диссертационная работа выполнена в соответствии с НИР Астраханского государственного технического университета 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 теоретических и эмпирических исследований применялись как известные, так и оригинальные методики при решении задач, поставленных в отдельных разделах диссертации при учете их взаимосвязи и принципов системного подхода.

Следует отметить, что выбранные объекты и способы изучения и анализа выбирались или разрабатывались, опираясь на принципы научного поиска, теоретические положения и эмпирические подходы, обоснованная комбинация кото-

рых позволяет с максимальной адекватностью анализировать сложные механизмы протекания тех или иных 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.

Достоверность полученных результатов 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 диссертационного исследования. Основные выводы, сделанные в результате диссертационного исследования обсуждались с 2008–2019 гг. на международных и всероссийских конференциях: «Проблемы питания: гигиена, безопасность, регионально ориентированный подход» (Киров, 2008), «Экологически безопасные ресурсосберегающие технологии и средства переработки сельскохозяйственного сырья и производства продуктов питания» (Москва, 2009), «Управление торговлей: теория, практика инновации» (Москва, 2009), «Актуальные проблемы потребительского рынка товаров и услуг» (Киров, 2009), «Наука в современном мире» (Москва, 2010), Конференции профессорско-преподавательского состава АГТУ (Астрахань, 2010-2013), АСТИНТЕХ-2010 (Астрахань, 2010), «Теория и практика актуальных исследований» (Краснодар, 2012), «Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленно-

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

Структура диссертации. Работа 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 185 наименований.

1 Научные и практические аспекты совершенствования технологии фарша из прудовой рыбы

1.1 Современное состояние аквакультуры и особенности рыбохозяйственного комплекса Каспийского региона

Товарная аквакультура (товарное рыбоводство) по-прежнему занимает относительно невысокое место в производственной и экономической структуре рыбохозяйственного комплекса. Несмотря на опережающие темпы среднегодового роста производства – порядка 15 % в течение последних пяти лет – доля товарной аквакультуры (товарного рыбоводства) в общем объеме предложения рыбной и иной продукции из водных биологических ресурсов остается на относительно низком уровне (3,7 %, или 239 тыс. т рыбоводной продукции в 2018 г.).

Темпы и масштабы развития товарной аквакультуры (товарного рыбоводства) в России значительно отстают от уровня лидирующих в данном направлении государств, в частности Китая, Вьетнама, Норвегии и др.

Значительная часть производства приходится на карповые, включая растительноядные, виды рыб. В последние годы выращивание лососевых видов рыб развивается динамичными темпами. Российская индустрия аквакультуры испытывает по перспективным объектам товарного рыбоводства затруднения в поставках высокопродуктивного рыбопосадочного материала, высокоэффективных комбикормов, современных средств диагностики, профилактики и лечения заболеваний объектов аквакультуры, а также специальной техники и оборудования для выращивания. В отдельных сегментах, таких, как получение посадочного материала высокоценных пород лососевых рыб, морских видов рыб, устриц, уровень зависимости от импортных поставок приближается к 100 %.

Исторически отечественная аквакультура практически полностью ориентирована на удовлетворение потребностей внутреннего рынка. В настоящее время данная тенденция сохраняется.

Среди ключевых факторов, способствующих развитию прудовых рыбных хозяйств, специалисты выделяют рост численности мирового населения и увеличение потребностей в водных биоресурсах в условиях сокращения добычи дикой рыбы [114; 66]. Кроме того, благоприятные условия для роста этого рынка создает глобализация, приводящая к улучшению логистических систем, торговых условий и расширению рынка розничной торговли [109]. Наряду с этим развитию аквакультуры (выращивание товарной рыбы), способствует улучшение технологий разведения водных биоресурсов и диверсификация видов (рисунок 1) [114].

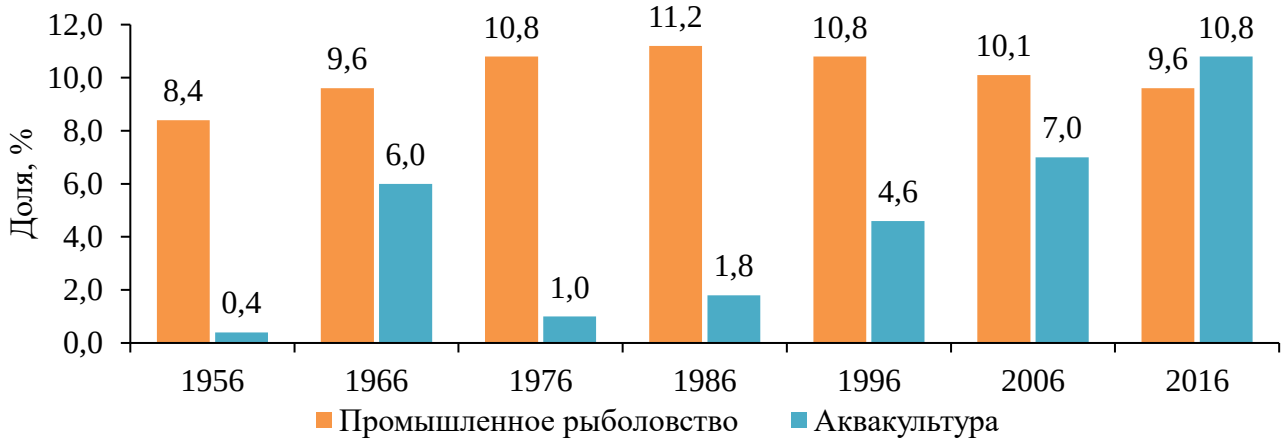


Рисунок 1 – Доля аквакультуры и промышленного рыболовства в поставках рыбы для продовольствия в мире (потребление на душу населения, кг)

В период с 1961 по 2016 г. темпы роста потребления рыбы в мире (3,2 %) превышали темпы прироста населения планеты (1,6 %). Потребление рыбы растет быстрее, чем потребление всех видов мяса в целом (2,8 %). Душевое потребление рыбы увеличилось с 9 кг в 1961 г. до 20,4 кг в 2016 г., среднегодовой рост составил 1,5 % (рисунок 1). Помимо роста производства, увеличению потребления способствовали и другие факторы, включая сокращение потерь и отходов. Более того, для приблизительно 3,2 млрд чел. рыба обеспечила около 20 % общего объема

потребляемого в среднем на душу населения белковых веществ животного происхождения [114].

В рамках Государственной программы «Развитие рыбохозяйственного комплекса РФ до 2030 г.», в соответствии с постановлением Правительства РФ от 15 мая 2014 г. № 314, объем производства продукции товарной аквакультуры до 2020 г. в России должен достигнуть 232,3 тыс. т (рисунок 2).

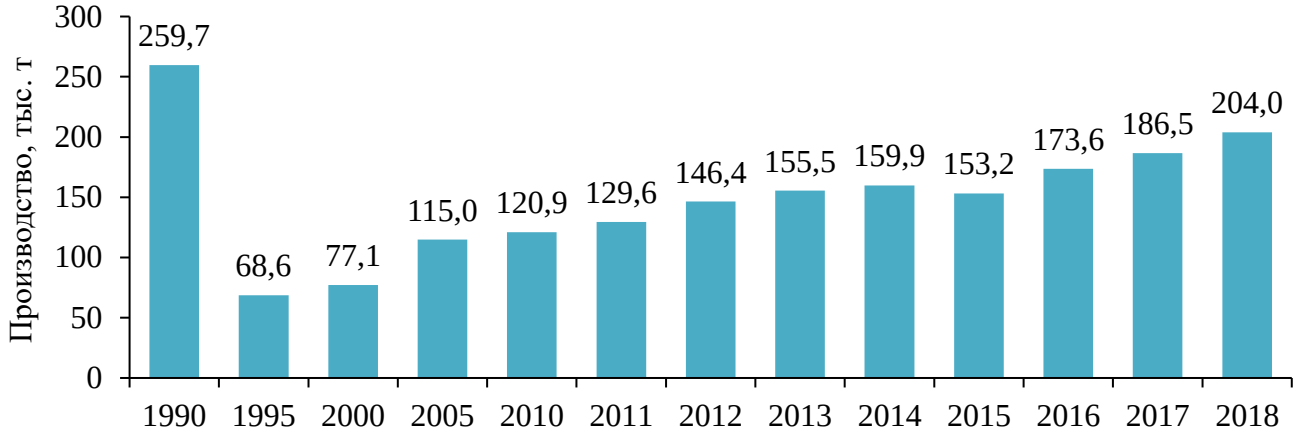


Рисунок 2 – Производство товарной рыбы и других объектов промышленного рыбоводства в России, тыс. т

В 2018 г. в Российской Федерации производство (выращивание) товарной рыбы и других объектов промышленного рыбоводства составило 204 тыс. т, что на 33,2 % больше уровня 2015 г. (рисунок 2). В рыбохозяйственном ареале водоемов на территории РФ имеется озер, водохранилищ, сельскохозяйственных водоемов комплексного использования 22,5; 4,3 и 0,96 млн га соответственно, 142,9 тыс. га прудов и 523 тыс. км рек, при этом товарный уровень рыбоводной отрасли достаточно низок и не отвечает имеющемуся природному потенциалу. С целью получения товарной продукции рыбоводными предприятиями аквакультуры освоено примерно 110 тыс. га прудов, общая площадь садков и бассейнов рыбоводных хозяйств превышает 500 тыс. м² [114]. На территории РФ функционирует примерно 3 тыс. рыбоводных предприятий, преимущественно малогабаритных, добывающих до 500 т рыбной продукции ежегодно. В настоящий момент прослеживается тен-

денция к росту, как числа рыбоводных организаций и, как следствие, количества получаемой ими рыбной продукции [114].

Лидером производства товарной рыбной продукции является Южный федеральный округ – около 30 % всего объема по стране. Традиционно наибольшее количество продукции выращивается в Ростовской области и Краснодарском крае – 18,3 и 18,1 тыс. т соответственно. Ко вторым по масштабу получения товарной рыбной продукции можно причислить Северо-Западный и Центральный федеральные округа – 31,5 и 23,5 тыс. т соответственно, где лидирующее положение занимают Мурманская область и Республика Карелия – 10,9 и 12,5 тыс. т соответственно [66; 109; 114].

В 2015 г. рыбоводными хозяйствами было произведено при осуществлении прудовой деятельности – 104,0 тыс. т товарной рыбы, или 68 % от общего объема производства. Наибольшие объемы товарной рыбы производятся в Краснодарском, Ростовском, Астраханском и Ставропольском регионах страны – 18,1; 18,3; 17,3 и 9,6 тыс. т соответственно [114].

Что касается Астраханской области, то рыбодобывающая и перерабатывающая отрасли в ней традиционно являются одними из ведущих в региональной экономике. Их долевое участие в общем количестве выпускаемой в регионе пищевой продукции составляет примерно 45 %, а доля в промышленном производстве составляет 9 %.

По потреблению на душу населения рыбной продукции Астраханский регион занимает одно из лидирующих положений в РФ (больше 20 кг по сравнению с 9 кг по РФ), при этом объем сырьевых ресурсов рыбной промышленности считается неудовлетворительным [113].

На 1 июня 2019 г. в Астраханской области зарегистрировано 167 организаций и 117 индивидуальных предпринимателей (ИП), чьим основным видом экономической деятельности является «Рыболовство и рыбоводство», о деятельности «Переработка и консервирование рыбы, ракообразных и моллюсков» заявили 79 организаций и 72 ИП [70]. В 2018 г. на предприятиях, занимающихся рыболовством и рыбоводством, трудились 3 460 чел., рыбопереработкой и консервированием рыбы было занято 534 чел. [70].

Значительный потенциал развития в Астраханской области имеет осетровый вид аквакультуры, в том числе в прудах, садках, а также с рыбоводными установками с замкнутым обеспечением водой. В то время как объем продукции, добываемой рыбным промыслом, остается постоянным, объем прудовой рыбы в 2018 г. по отношению к 2017 г. вырос в 1,3 раза и составил более 4,6 тыс. т [70].

В настоящий момент существенное внимание уделяется, как в государстве, так и в регионах, проблемам состояния и перспектив интенсивного и экстенсивного развития объектов прудового рыбного промысла. Преимущественно спектр товарной рыбопродукции Астраханского региона составляют рыбы карповых и других растительноядных пород, в частности белый и пестрый толстолобик, а также белый амур. Научное обеспечение работы прудового и индустриального рыбоводства осуществляют ФГУП «КаспНИРХ», ФГБОУ ВО «АГТУ» и ФГУП НПЦ «БИОС» являющиеся головными компаниями не только в РФ, но и в мире по вопросам осетроводства и аквакультуры других видов рыб Каспийского бассейна.

Основные объекты прудового рыбоводства Астраханской области – толстолобик, карпа, белый амур и щука (таблица 1).

Таблица 1 – Выращивание прудовой рыбы в Астраханской области

Вид рыбы	2001	2005	2010	2015	2020
Карп	146,00	159,20	174,30	188,71	283,80
Белый амур	158,60	163,00	187,110	210,85	326,10
Толстолобик	1 022,10	1 060,40	1 170,90	1 434,50	2 735,00
Остальные	3 005,20	3 139,60	3 167,99	3 670,75	5 482,20
Всего	**4 331,90**	**4 506,20**	**4 759,30**	**5 753,20**	**6 698,10**

Толстолобик (*Hypophthalmichthys*) – пелагическая растительноядная рыба. Длина тела достигает 1 м, а масса 16 кг. Обычно в уловах встречается толстолобик длиной от 20 до 75 см и массой от 0,1 до 5,6 кг. Присутствие толстолобиков дает возможность повысить производительность рыбоводных хозяйств почти в 2 раза, так как посредством своего цедильного механизма во рту, толстолобик отделяет от детрита зацветшую и мутную водную среду, вследствие чего при

необходимости осветления воды в пруду, помимо очистных сооружений, их запускают в водоем. Также мясо толстолобика имеет повышенную жирность, нежную консистенцию и приятный вкус, оно может применяться как компонент диетического питательного рациона. Мясо толстолобика имеет сбалансированный химический состав, его успешно используют в жаренном и тушеном виде, для варки на пару, запекании, для приготовления котлетного фарша.

Карп (*Cyprinus carpio*) является одомашненной формой сазана, подвид лучеперых рыб из семейства карповых и основным объектом прудового хозяйства. К важным особенностям культурного карпа относится быстрота роста, раннее наступление половой зрелости, большая жизнеспособность и выносливость.

На втором году жизни карп уже имеет товарную массу 400–600 г. Размеры и масса прудового карпа могут значительно колебаться в зависимости от климатических условий, норм посадки рыбы в пруды, кормления и системы ведения хозяйства. Длина четырехлетней особи может достигать 50 см, а массы 7,7 кг, массовая доля икры у такой рыбы составляет порядка 27,3 %. Карп является ценной промысловой рыбой, его мясо очень жирное, которое подвергается многим кулинарным способам обработки, таким как жарка, варка, копчение, реже его используют при производстве консервов.

Несмотря на то, что в России распространен двухлетний оборот карпового прудового хозяйства, тогда как в ряде стран Западной Европы – трехлетний, в ряде случаев целесообразно применять и трехлетнее выращивание карпа. Конечная цель трехлетнего оборота – выращивание более крупной товарной рыбы весом не менее 1 кг, а обычно 1,2–1,5 кг и даже свыше 2 кг. К тому же карп весом 200–300 г является хорошим посадочным материалом в неспускные пруды и озера, где для борьбы с сорной рыбой культивируется щука.

Белый амур (*Ctenopharyngodon idella*) является рыбой семейства карповых, представитель рода *Ctenopharyngodon*. Его тело удлиненное, почти не сжатое с боков, покрыто плотной чешуей. Длина до 120 см, а вес до 40 кг. Отличается довольно быстрым ростом.

Белый амур, поедая водную растительность в водоемах, сохраняет их чистоту, спасая от зарастания водорослями и последующего заиливания. Этот вид отличается чрезвычайной выносливостью, но при этом рыба осторожная, кормится в основном ночью (поведение сходно с сазаном), но в определенные периоды и днем, особенно в тихие теплые пасмурные дни.

Благодаря пристрастию этой рыбы к водным растениям, мясо белого амура маложирное, сливочно-белого оттенка, не содержит личинок паразитов. По своим вкусовым качествам мясо амура на порядок вкуснее и нежнее, чем у карпа и многих других карповых рыб, но костей несколько больше, хотя это не уменьшает его ценности. Белый амур, как и карп, подвергается многим кулинарным способам обработки, таким как жарка, варка, запекание и копчение холодным и горячим способом.

Щука (*Esox lucius*) – ценная промысловая хищная рыба семейства щуковые (*Esocidae*). Длина щуки достигает 1,0 м, масса – 16 кг, промысловая масса колеблется от 1 до 3 кг. Щука населяет водоемы с разными гидрологическими режимами, предпочитает озера и озероподобные расширения и заливы рек. Щука переходит на хищный режим питания в первый год жизни. В рационе питания щуки преобладают малоценные, причем многочисленные виды рыб. В связи с этим щука не способна нанести существенный вред рыбному хозяйству. Если щука как хищник исчезает из водоема, то это в первую очередь свидетельствует о том, что начался неконтролированный рост численности других видов хищной рыбы, такой как окунь и ерш. Эти небольшие по сравнению со щукой хищники могут активно поедать икру других видов рыб, что наносит значительный ущерб популяции различных видов рыб, в том числе и щуки.

Щука активно выращивается в искусственных условиях, поскольку считается наиболее полезным диетическим продуктом. В мясе щуки содержится большое количество белков и всего 1–3 % жиров, не считая других полезных компонентов, которые легко усваиваются организмом человека, поэтому рыба должна присутствовать в рационе питания человека. Щука является довольно популярной про-

мысловой рыбой, а также активно выращивается в прудовых питомниках и является объектом, как любительской, так и спортивной рыбалки.

Ихтиологическими специалистами обосновано, что присутствие щуки является целесообразным для рационального ведения рыбного хозяйства [128]. В случае ее отсутствия или недостаточной численности в прудовых акваториях наблюдается их зарыбление мелким окунем и ершом, на которые спрос невелик, к тому же они малоэффективно поглощают корм. Проведенные исследования показали, что прудовая щука растет в 3–5 раз быстрее, чем особи в естественных водоемах [128; 129]. В случае пищевого изобилия прудовые сеголетки щуки росли примерно до 450 г, а отдельные экземпляры – до 500 г и более [128].

Выращивание товарной прудовой рыбы, которое возрастает с каждым годом, благоприятно сказывается как на экономике региона, так и на производстве товарной рыбной продукции в целом. Системное развитие аквакультуры, являющейся важным сегментом товарного рыбопроизводства, позволит не только повысить статус региона, но и конкурировать с другими поставщиками товарной рыбы на российском рынке.

1.2 Анализ современных технологий производства пищевого рыбного фарша и их особенности

1.2.1 Анализ классических технологий производства рыбного фарша

В зависимости от применяемых способов обработки на разных этапах производства выпускается рыбный фарш следующих видов:

– стабилизированный;

– промытый водой;

– вареный или готовый к употреблению;

– соленый;

– сушеный;

– ферментированный.

Представленную классификацию следует понимать скорее как условную, поскольку существует фарш с признаками, отвечающими одновременно нескольким его видам [18; 58; 61; 139].

Технология изготовления фарша в значительной степени определяет его физические и химические свойства, от которых, в свою очередь, зависят способы его дальнейшей переработки.

Наибольший интерес с технологический и экономической точки зрения представляет стабилизированный фарш, так как он по химическому составу и свойствам незначительно отличается от измельченного мяса рыбы [1; 61; 83; 139]. Цель стабилизации – увеличить продолжительность хранения фарша. Главным стабилизирующим фактором в таком фарше являются химические вещества естественного происхождения или искусственные, которые консервируют мясо, но существенно не изменяют его основных исходных свойств. Наибольшее значение для улучшения сохранности рыбного фарша имеют антиокислители и антиденатуранты. Применение антиокислителей необходимо для предотвращения окисления жира, особенно это касается фарша из жирной рыбы. Применение антиденатурантов имеет большое значение, особенно для увеличения стойкости при хранении фарша из тощей рыбы.

На практике, в измельченное мясо рыбы вносят одновременно несколько добавок с дополняющими друг друга функциональными свойствами. Однако количество вносимых добавок обычно не превышает 10 %, как правило, среднее количество вносимых добавок составляет 0,2–5 % к массе. В наибольших количествах добавляют сахара (5–8 %), в минимальных – приправы, эмульгаторы и антиокислители (0,006–0,15 %).

Стабилизация путем перемешивания свежеприготовленного измельченного мяса рыбы в течение 2–10 мин (в зависимости от вида) при температуре 5–15 °С

позволяет получить фарш с хорошей липкостью. Этот эффект обусловлен в основном взаимодействием некоторых азотистых веществ с жировыми, в результате чего процесс автоокисления жира замедляется. То есть из многих азотистых веществ в реакции с жирными кислотами участвуют главным образом щелочные и серосодержащие аминокислоты, а также некоторые пептиды. Эти продукты могут образовываться в измельченном мясе под влиянием перемешивания, которое облегчает также связывание вновь образованных и существующих в мясе азотистых веществ с жиром, в результате чего предотвращается окисление жира. Описанный выше способ удлинения срока хранения мороженого рыбного фарша особо эффективен для жирной рыбы, у которой изменения липидов является главной причиной снижения качества.

Стабилизация путем перемешивания измельченного мяса с водой основа на том, что вода действует как антиокислитель, вероятно, в результате разведения субстратов катализаторов химических реакций, а также образования естественных защитных оболочек. Добавление воды оказывает катализирующее влияние на протеолитические процессы и может вызвать образование естественных антиокислителей в мясе подобно тому, как это происходит в процессе перемешивания фарша без добавления воды. Приведенные выше теоретические основы могут служить предпосылками для разработки технологии стабилизации фарша путем добавления воды.

Стабилизация рыбного фарша путем понижения кислотности основана на том, что pH влияет на активность деметилазы, разлагающей триметиламиноксид до диметиламиноксида и метиламиноксида. Следовательно, изменяя pH фарша в кислотном и щелочном диапазоне, можно значительно снизить активность ферментов и тем самым уменьшить количество образующегося в мясе формальдегида, который, как известно, вызывает неблагоприятные изменения в белках. Однако понижение pH в кислотном диапазоне вызывает денатурацию белков и ухудшает функциональные свойства фарша, который из-за этого имеет ограниченное применение при производстве рыбных продуктов. Зато повышение pH до 8 снижает активность деметилазы почти так же эффективно, как и подкисление до pH

6, но не вызывает уменьшения растворимости мышечных белков. Напротив, такой фарш во время хранения в мороженом виде характеризуется значительно более высокой растворимостью белков по сравнению с фаршем, имеющим естественный pH, что согласуется с широко известной зависимостью между pH и растворимостью белков мяса рыбы.

Известны также способы биохимической модификации рыбного фарша, основанные на применении ферментов растительного (например, папаин, фицин), животного (трипсин, виокиназа) и грибкового происхождения (опизин и теризин). Их добавляют в основном с целью частичного гидролиза мяса и улучшения таким способом его функциональных свойств.

Стабилизация фарша с помощью физической модификации, заключается в насыщение фарша инертным газом, чаще всего диоксидом углерода или азотом. Газ вводится в массу во время интенсивного перемешивания в герметичном куттере. В зависимости от давления газа и интенсивности перемешивания фарш насыщается газом, благодаря чему его структура становится пористой. Это позволяет не только улучшить стойкость фарша при хранении, но и придавать ему желательные реологические свойства. Дополнительным преимуществом использования диоксида углерода вместо других газов (например, азота) для стабилизации фарша является то, что этот газ частично реагируя с аммиаком и триметиламином, улучшает органолептические свойства фарша.

Основным процессом, улучшающим качество и стойкость фарша при хранении, является промывка измельченного мяса водой для удаления веществ, прямо или косвенно вызывающих неблагоприятные химические и физические изменения в процессе хранения мороженого фарша – гемопротеидов, небелковых азотистых веществ, например ТМАО, ферментов саркоплазмы. Дополнительным результатом промывки является увеличение содержание в фарше миофибриллярных белков и улучшение его реологических свойств – эластичности и плотности после термической обработки. Увеличение содержание миофибриллярных белков, однако, происходит за счет уменьшения содержания белков саркоплазмы, которые из многократно промытого фарша вымываются практически полностью. С эконо-

мической точки зрения производство промытого фарша менее оправдано, чем производство стабилизированного фарша, так как, кроме нежелательных компонентов, во время промывки удаляются также высокоценные пищевые компоненты. Кроме того, после промывки фарш обычно стабилизируют соответствующими добавками.

Промывка оказывает благоприятное воздействие на свойства фарша, особенно на его цвет, запах и консистенцию, кроме того, промывка улучшает реологические свойства – способность к образованию геля, эластичности и др. [22].

В основе технологии пастеризации рыбного фарша лежит использование тепловой обработки для инактивации ферментов, вызывающих неблагоприятные изменения в мороженом сыром мясе; денатурация нативных мышечных белков для перевода их в менее активную форму; уменьшение активности воды в результате частичного обезвоживания фарша (термическое удаление клеточного сока); частичное удаление с клеточным соком нежелательных химических соединений – минеральных солей, триметиламиноксида, летучих соединений, свободных жирных кислот и т. п.; частичное отбеливание фарша в результате разложения натуральных красящих веществ мяса – миоглобина, гемоглобина и др.

По этим же причинам физико-химические изменения, происходящие в пастеризованном рыбном фарше во время хранения в мороженом виде, значительно менее выражены, чем в сыром. Это особенно касается реологических свойств фарша, а также изменений продуктов ферментативного разложения триметиламиноксида во время хранения мороженого фарша. Плотность вареного фарша лишь незначительно увеличивается в процессе хранения, а его эластичность даже имеет тенденцию уменьшаться, тогда как в сыром фарше эти изменения весьма заметны и свидетельствуют о неблагоприятном явлении желатинизации.

Изменения содержания летучих оснований в пастеризованном мороженом фарше минимальны по сравнению с изменениями в сыром фарше, особенно после длительного хранения.

Известно, поваренная соль и мышечные белки обладают высоким сродством к воде. При низкой концентрации соли молекулы белка абсорбируют на по-

верхности ионы хлора, набухают и их способность связывать воду увеличивается. Вода перемещается из раствора соли (тузлука) в мясо до достижения равновесия. Фарш в этом случае становится более липким, при органолептической оценке его консистенция часто определяется как «мажущаяся». При высокой концентрации ионов, когда количество доступной свободной воды уменьшается, между белками и солью обнаруживается конкуренция за оставшуюся свободную воду. Поскольку ионы электролита связаны с водой сильнее, чем частицы белка, вода перемещается в обратном направлении: с частиц мяса в окружающую жидкую фазу (тузлук). Происходит осаждение белков из раствора, называемое высаливанием, коагуляцией или денатурацией.

Соль выполняет при этом двойную функцию: коагулирует мышечные белки и связывает отнятую воду, а также консервирует продукт, предохраняя его от порчи. Однако чтобы денатурирующее действие соли было эффективным, ее концентрация в измельченном мысе должна быть соответствующей. Высокая концентрация соли необходима с микробиологической точки зрения, а также для максимальной анактивации тканевых ферментов. Оптимальное количество соли прямо пропорционально водоудерживающей способности мышечной ткани. Рыба с низкой водоудерживающей способностью мяса требует меньшее количество соли, чем рыба с высокой ВУС. Мясо, недостаточно насыщенное солью, превращается в густую, липкую массу, трудно отдающую воду в процессе прессования. Вместе с тем, если соли слишком много, фарш после прессования становится хрупким и ломким. При производстве фарша из жирной рыбы необходимо добавлять много соли, поскольку присутствующий в мясе жир не только затрудняет ее проникновение в мышечные волокна, но и защищает мышечные белки, снижая их способность к денатурации.

Способ изготовления сушеного фарша основан на предварительной варке или пропаривании мяса рыбы для удаления избытка воды с последующим высушиванием полученной массы либо сушке подвергается непосредственно сырое мясо. Сырьем для производства сушеного фарша обычно служит тощая рыба с белым мысом, которая в процессе сушки не окисляется так быстро, как жирная

рыба. Например, по технологии, разработанной во ВНИРО, сырьем для производства фарша служит обезглавленный хек, замороженный блоками. Сушку производят горячим воздухом (40 °С), пропускаемым через слой фарша со скоростью 204 см/с. Для увеличения поверхности испарения фарш, уложенный слоями, непрерывно перемешивают. Повышение температуры сушки сверх 40 °С заметно уменьшает растворимость белка и ухудшает функциональные свойства продукта.

Согласно технологии, разработанной в Научно-исследовательском институте рыбной промышленности (FIRI) в ЮАР, сырьем для производства сушеного фарша служит филе хека. Филе режут на куски длиной 15 см и варят в течение 15 мин, после чего заворачивают в полотно и прессуют в течение 10 мин под давлением около 60 кПа, при этом масса мяса уменьшается примерно наполовину. Отжатую массу измельчают в течение нескольких секунд в обычном куттере и направляют на вальцовую сушилку. Иногда к отжатому мясу добавляют вещества, предотвращающие нежелательные изменения в процессе сушки – БОТ (0,05 %), пиросульфат натрия и др.

В США разработан метод сушки сырого фарша, по которому измельченное мясо тихоокеанского хека, предварительно перемешанное с хлористым натрием (0,5 %), высушивается в вальцовой сушилке. Температура поверхности валков сушилки 150 °С, продолжительность нахождения слоя фарша (0,8–0,13 мм) на барабане около 20 с. Содержание воды в конечном продукте 5–8 %. Это позволяет при соответствующей упаковке хранить продукт при комнатной температуре минимум 3 мес. без значительного ухудшения качества. Для получения качественного продукта необходимо, чтобы измельченное мясо рыбы содержало не более 2 % жира. В противном случае жир, налипая на барабан, ухудшает условия сушки, из-за чего консистенция массы становится клейкой.

Большие надежды связывают с сублимационной сушкой измельченного мяса рыбы, которая позволяет значительно уменьшить потерю растворимого белка по сравнению с обычной сушкой.

1.2.2 Применяемые подходы при введении функциональных компонентов в технологию рыбных фаршей

Интерес к пищевым добавкам, как полезным для здоровья продуктам натурального происхождения, сильно возрос за последние 20 лет. Первая причина интереса - относительный дефицит и высокая стоимость многих современных лекарственных препаратов, что вырастает в серьезную проблему для многих больных с хроническими заболеваниями, нуждающихся в многократном курсовом или непрерывном приеме лекарств. Вторая причина связана с тем, что широкое применение лекарственных препаратов (особенно при неоправданной их комбинации, когда больной одновременно принимает от 4 до 6 различных средств параллельно, без учета их взаимодействия) привело к появлению большого числа побочных реакций и осложнений, иногда небезопасных для здоровья больного. В то же время пищевые добавки могут оказывать более гармоничное действие, чем синтетические средства. Третья причина связана с активным внедрением в общественное сознание идей о возможности эффективной профилактики многих заболеваний с помощью пищевых добавок, оказывающих комплексное детоксицирующее, адаптогенное, иммуностимулирующее, онкопрофилактическое и другие виды действий [72; 83; 112; 113].

Поскольку мясо рыбы бедно углеводами, они вносятся извне в виде различных добавок или их смесей. В этих добавках сахара могут находиться в форме полисахаридов (например, пшеничная мука, отруби, вареный картофель, крахмал и др.) или олигосахаров (сахароза, мальтоза и др.).

Одним из самых перспективных пребиотиков на текущий момент времени является лактулоза [184]. Лактулоза не расщепляется пищеварительными ферментами в верхних разделах желудочно-кишечного тракта; в неизмененном виде достигает нижних разделов ЖКТ (толстой кишки); избирательно стимулирует рост и развитие защитной (полезной) микрофлоры кишечника – бифидобактрий, лак-

тобактерий; расщепляется ферментами кишечной микрофлоры до молочной, уксусной, масляной кислоты.

Многочисленные исследования лактулозы доказали ее лечебные и профилактические свойства, что стимулировало внедрение лактулозы как в фармацевтическую, так и в пищевую промышленность [94; 167; 177; 180].

Известны способы введения лактулозы в молочные и кондитерские изделия, в хлебобулочную продукцию, реже в мясные продукты. Исследований по введению лактулозы в рыбные продукты недостаточно.

Одно из направлений использования лактулозы – это ее включение в состав многокомпонентных продуктов на мясной и рыбной основе. При термической обработке происходит диффузия лактулозы в молекулу белка, однако при этом не происходит химической реакции. Лактулоза сохраняет свою структуру и бифидогенную активность в поликомпонентной системе. При этом происходит снижение энергии, система стабилизируется, что приводит к улучшению функционально-технологических свойств продуктов и оказывается существенное влияние на выход продукции [177].

Введение лактулозы в мясное сырье приводит к повышению уровня pH, который находится выше изоэлектрической точки основных белков мышечной ткани. Поскольку при этом большая часть влаги связана с белками, это создает барьер для диффузии. При этом повышается влагосвязывающая способность, снижаются потери при термической обработке продукта, что способствует повышению сочности и нежности продукта.

Кроме того, введение пребиотика на основе лактулозы в пищевые продукты придает им функциональные свойства, позитивно влияющие на здоровье индивидуума.

1.3 Заключение по литературному обзору

Обзор рыбоводно-биологических особенностей основных объектов прудового рыбоводства Астраханской области, показал, что совместное выращивание товарных видов карпа, белого амура и толстолобика, а также сеголетков щуки в прудах приносит двойную пользу: с одной стороны, хозяйство получает дополнительную продукцию за счет щуки, а с другой – повышается продуктивность основных объектов выращивания – карпа, белого амура и толстолобика.

К преимуществам производства рыбного фарша как способа комплексной переработки водного сырья относятся: возможность обработки разных видов рыбы, в том числе не пригодных для филетирования на механизированных линиях; сохранение только мяса рыбы, что позволяет улучшить экономические показатели использования холодильных камер; снижение трудоемкости обработки рыбы благодаря большим возможностям механизации и автоматизации процессов производства фарша; простота получения из фарша различных современных рыбных продуктов.

Перспектива производства гранулированного рыбного фарша с добавлением функционального ингредиента заключается в том, что введение добавок в сухом виде в рыбный фарш, целесообразнее, так как сухие материалы при смешивании с рыбным фаршем адсорбируют воду и переводят ее из свободного состояния в связанное, причем связанная вода практически не замерзает. Перераспределение влаги при внесении сухих компонентов, частично связывающих воду при уменьшении общего количества воды в свободном состоянии в смеси, уменьшают продолжительность заморозки, а значит и снижают энергетические затраты на заморозку. Внесение в рыбный фарш лактулозы, являющейся сложным углеводом, повышает пищевую и энергетическую ценность изделий из него при сохранении требуемых к данному виду продукции потребительских свойств.

Проведенный анализ доступных научных источников и патентный поиск показал, что вопросы, связанные с получением гранулированных рыбных промы-

тых фаршей, обогащенных функциональными пребиотическими добавками, на основе которых можно проектировать рецептурный состав новых рыбных кулинарных изделий, сбалансированных по биологической, пищевой и энергетической ценности, рассмотрен мало. Поэтому тема диссертационных исследований является актуальной для Астраханской области и РФ в целом.

2 Организация эксперимента, объекты и методы исследования

2.1 Схема и методика постановки экспериментальных исследований

Основные стадии представленного исследования проведены в подразделениях ФГБОУ ВО Астраханский государственный технический университет (АГТУ):

– в прошедшей аккредитацию «Лаборатории пищевых технологий», а также на лабораторной базе кафедры «Технология товаров и товароведение», являющейся структурным подразделением института рыбного хозяйства, биологии и природопользования;

– на лабораторной базе кафедры «Технологические машины и оборудование», являющейся структурным подразделением института нефти и газа.

Тестирование представленных технологических решений проводилось на производственной базе ООО «Успех», город Москва, в астраханских научно-производственных организациях: ООО НПП «ИнфоПрод» и ИнтехПрод» и в крестьянском фермерском хозяйстве (КФК) «Каспийская Корона».

Схема технологических исследований представлена на рисунке 3.

2.2 Объекты и методы исследований

На разных этапах работы объектами исследований служили:

– охлажденные прудовые виды рыб: толстолобик (*Hypophthalmichthys molitrix*), белый амур (*Ctenopharyngodon idella*), карп (*Cyprinu scarpio carpio*) и обыкновенная щука (*Esox lucius*);

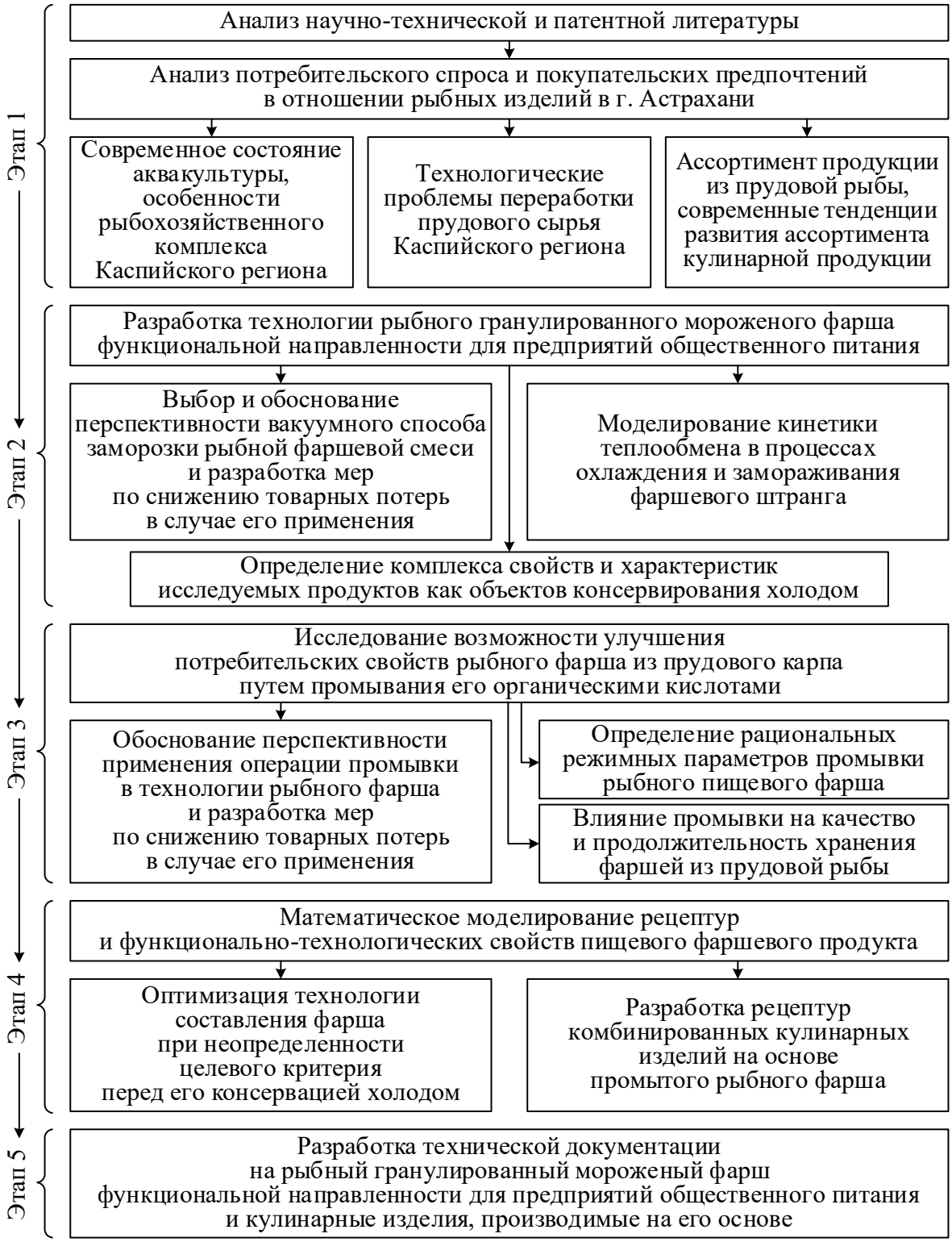


Рисунок 3 – Схема постановки эксперимента

– лактулоза сироп (производитель АО «АВВВ РУС»), лактулоза порошок (производитель ООО ВТФ), лимонная кислота (производитель ООО ГК «Глав-

Хим»), янтарная кислота (производитель ООО ГК «ГлавХим»), препарат «Лимонтар» (ООО «МНПК Биотики»);

– полуфабрикаты из мышечной ткани прудовых рыб: фарш из толстолобика; фарш из карпа; фарш из белого амура; фарш из карпа и щуки; фарш из толстолобика с добавлением лактулозы; фарш из карпа с добавлением лактулозы; фарш из белого амура с добавлением лактулозы; фарш из карпа и щуки с добавлением лактулозы; промытый фарш из толстолобика; промытый фарш из карпа; промытый фарш из белого амура; промытый фарш из карпа и щуки; промытый фарш из толстолобика с добавлением лактулозы; промытый фарш из карпа с добавлением лактулозы; промытый фарш из белого амура с добавлением лактулозы; промытый фарш из карпа и щуки с добавлением лактулозы;

– кулинарные изделия из рыбных полуфабрикатов: рыбные котлеты из карпа и щуки, из толстолобика, из белого амура; рыбные котлеты из карпа и щуки, из толстолобика, из белого амура с лактулозой; «рыбные шарики» из карпа и щуки, из толстолобика, из белого амура; «рыбные шарики» из карпа и щуки, из толстолобика, из белого амура с добавлением лактулозы; «рыбные каштаны» из карпа и щуки, из толстолобика, из белого амура; «рыбные каштаны» из карпа и щуки, из толстолобика, из белого амура с добавлением лактулозы; «рыбный рулет» из карпа и щуки, из толстолобика, из белого амура; «рыбный рулет» из карпа и щуки, из толстолобика, из белого амура с добавлением лактулозы; «рыбные трубочки» из карпа и щуки, из толстолобика, из белого амура; «рыбные трубочки» из карпа и щуки с из толстолобика, из белого амура добавлением лактулозы.

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. Повторность опытов – 3–5-кратная. Математическая обработка и графические интерпретации результатов исследований проводились с использованием пакета программ в MS Office 2003–2007: MS Word, MS Excel; Math14.0; STATISTICA 6.1.

Отбор проб сырья проводили согласно ГОСТ 31339-2006 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб». Отбор проб рыбного фарша проводили согласно ГОСТ Р 55505-2013 «Фарш рыбный пищевой мороженый. Технические условия».

Разработка ТТК на фирменные и новые блюда и изделия, представленные в работе, осуществлялась в соответствии с ГОСТ 32691-2014 «Услуги общественного питания. Порядок разработки фирменных и новых блюд и изделий на предприятиях общественного питания».

В настоящее время, как правило, подавляющее большинство предприятий разрабатывают фирменные блюда, которым может считаться любое блюдо, изготовленное не по сборнику технологических нормативов, или сборнику рецептур. На такие изделия (блюда), предприятия должны разрабатывать ТТК, форму, и содержание которой с 1 января 2015 г. регламентирует ГОСТ 31987-2012 [52]. На многих предприятиях разработка ТТК сводится к составлению рецептуры и заполнению технологии приготовления, но подобная документация не соответствует Техническому регламенту Таможенного союза ТР ТС 021/2011 [111].

Физико-химические и органолептические показатели определяли в соответствии с ГОСТ 7631-2008 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей» ориентированы на унифицированные бальные шкалы с последующим графическим отображением в виде профильной диаграммы [40; 54; 55; 121]. Органолептические параметры включали оценку внешнего состояния и цветовой палитры образцов, их консистенции, аромата и вкусовых ощущений. Шкала для дегустационной оценки сформирована по ГОСТ Р ИСО 5492-2005, ГОСТ Р 53104-2008 и представлена в приложении А.

Определение размерного состава проводили согласно ГОСТ 1368-2003 «Рыба. Длина и масса». Определение массового состава рыбы проводили в соответствии с инструкцией по разделке и мойке рыбы [77]. Массу каждой части тела определяли взвешиванием и рассчитывали ее в процентах к массе целой рыбы.

Определение влаги проводили термогравиметрическим методом согласно ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа» [56].

Определение активной кислотности (pH) осуществляли по потенциометрической методике pH-метром по ГОСТ 8756.16-91 «Консервы и продукты из рыбы и нерыбных объектов промысла. Метод определения активной кислотности (pH)» [57].

Определение влагоудерживающей способности проводили согласно ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа» [56].

Определение минеральных веществ проводили согласно ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа» [56]. Содержание минеральных веществ проводилось термогравиметрическим методом и сводилось к минерализации проб в муфельной печи при температуре 600–700 °С.

Определение общего азота проводили методом Къельдаля с предварительной минерализацией проб согласно ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа» [56]. Определение общего белка осуществляли путем разрушения органического вещества навески концентрированной серной кислотой с последующей отгонкой и титрованием. Для пересчета на содержание белка количество азота, содержащегося в навеске, умножали на соответствующий коэффициент. Коэффициенты пересчета выведены на основании процентного содержания азота в отдельных видах продуктов.

Определение небелкового, общего водорастворимого и формольно-титруемого азота проводили согласно ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа» [56] в модификации А. П. Черногорцева и Р. Г. Разумовской [130].

Определение липидов проводили согласно ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы

анализа» [56] методом Сокслета. Определение липидов метод сводилось к экстракции жира из исследуемого продукта петролейным эфиром в экстракционном аппарате Сокслета и последующем весовом определении количества жира по разности между навеской исследуемого вещества до и после экстракции.

Определение кислотного числа (Кч) и перекисного числа (Пч) проводили согласно ГОСТ 7636-85 [56].

Определение азота летучих оснований и азота концевых аминогрупп проводили согласно модификации А. П. Черногорцева и Р. Г. Разумовской [130].

Определение общей кислотности проводили титрометрическим методом согласно ГОСТ 25555.0-82 «Продукты пищевые консервированные. Метод определения титруемой кислотности» [42].

Определение буферности проводили согласно ГОСТ 19182-89 «Пресервы рыбные. Методы определения буферности».

Содержание углеводов определяли цианидным методом. Метод основан на способности редуцирующих сахаров восстанавливать в щелочном растворе гексацианоферрат (III) калия в гексацианоферрат (II) калия. Фотоколориметрический метод с использованием феррицианида калия основан на колориметрировании избытка щелочного раствора феррицианида калия после реакции с редуцирующими сахарами.

Аминокислотный анализ проводили капиллярно-электрофоретическим методом на аппарате «Капель-103РТ» [119].

Жирнокислотный состав липидов, выделенных их изделий, определяли методом разделения смеси метиловых эфиров жирных кислот на газовом хроматографе «Кристаллюкс-4000М». Липиды экстрагировали смесью хлороформа и этанолом по модифицированному методу Фолча. Для количественного расчета данных применяли вычисление площадей пика на хроматограмме [174].

Определение витаминного состава проводили методом капиллярного электрофореза на аппарате «Капель-103РТ» методом обращенно-фазовой ВЭЖХ с использованием жидкостного хроматографа «Люмахром», а также флуорометрическим методом на аппарате «Флюорат 02-2М» [104].

Энергетическую ценность рассчитывали согласно общепринятым методам на 100 г готового продукта с учетом энергетической ценности каждого компонента рецептуры.

Предельное напряжение сдвига определяли согласно ГОСТ Р 50814-95 [59] на пенетрометре ПМДП. Предельное напряжение сдвига Q_0, Па, определяли по зависимости П. А. Ребиндера по формуле (1):

$$Q_0 = \frac{К \cdot m}{h^2}, \quad (1)$$

где К – константа используемого индентора, равная 2,13 Н/кг; m – рабочая масса подвижной части прибора, равная 0,15 кг; h – максимальная глубина погружения индентора в продукт при заданной массе m, при равновесии сил тяжести и сопротивления измеряемого объекта, м.

Фракционный состав белков определяли с учетом растворимости белков в воде, средних растворах нейтральных солей и слабых щелочей с последующим определением остаточного азота методом Къельдаля [139].

Отбор проб для проведения микробиологических исследований осуществляли согласно ГОСТ 31904-2012 «Продукты пищевые. Методы отбора проб для микробиологических испытаний» [51].

Определение микробиологических показателей проводили согласно ГОСТ 10444.15-94 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов» [39], ГОСТ 31747-2012 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)» [50], ГОСТ 30726-2001 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий вида *Escherichia coli*» [48], ГОСТ 10444.12-13 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов» [38].

Определение показателей безопасности проводили атомно-абсорбционным методом с предварительной минерализацией проб согласно ГОСТ 26929-94 «Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов» [44]; содержание ртути – ГОСТ 26927-86 «Сырье и продукты пищевые. Метод определения ртути» [43], кадмия – ГОСТ 26933-86 «Сырье и продукты пищевые. Метод определения кадмия» [47], мышьяка – ГОСТ 26930-86 «Сырье и продукты пищевые. Метод определения мышьяка» [45], свинца – ГОСТ 26932-86 «Сырье и продукты пищевые. Метод определения свинца» [46].

Определение гидромодуля (фарш – вода), промывного раствора и времени промывки фарша осуществляли следующим образом: в стаканы вместимостью 2 000 см³ помещали 200 г гомогенизированного рыбного фарша, заливали 0,1 % растворами органических кислот в соотношении фарш – вода соответственно 1:2, 1:3, 1:5, 1:10. Образцы ставили на электрическую мешалку «Экрос-6410М» с частотой 400 об/мин и каждые 5 мин в течение 40 мин замеряли выход фарша. В полученных промытых образцах фарша определяли выход и комплекс органолептических и физико-химических показателей.

Концентрацию кислот и времени промывки определяли следующим образом: в стаканы вместимостью 1 000 см³ помещали по 200 г гомогенизированного рыбного фарша, заливали растворами органических кислот с различной концентрацией и ставили на электрическую мешалку «Экрос-6410М» с частотой 400 об/мин. Каждые 5 мин в течение 40 мин определяли выход фарша и комплекс органолептических и физико-химических показателей.

Сроки хранения определяли следующим образом: образцы фаршей упаковывали в полиэтиленовые пакеты под вакуумом и хранили в течение 6 мес. при температуре (−18 ± 2) °С.

Органолептические показатели качества фаршей после размораживания определяли следующим образом: образцы формовали в виде шариков массой 20–25 г и варили в воде без добавления соли при слабом кипении в течение 10 мин.

Органолептическая оценка качества приготовленных образцов оценивалась по следующим показателям: внешний вид, консистенция, запах, цвет и вкус.

В методике проведения органолептической оценки готовых замороженных полуфабрикатов применялось шеннонское (вероятностное) энтропийное значение, которое можно определить по алгоритму, представленному в приложении А [110].

Криоскопическая температура определялась экспериментально по горизонтальной площадке термограммы, которая строилась путем проведения исследования на оригинальном измерительном лабораторном стенде, скомпонованным из электронного термометра «ЛТ-300», криоскопическоой термостатной установки «LOIP FT-311-25» и компьютера с установленным программным продуктом ThermoChart (приложение Б). Методика решения зависимости процентного содержания вымерзшей влаги в продукте от температуры объекта исследования подробно описана в работе [5].

Определение теплофизических характеристик фаршей осуществлялось по методу В. В. Красникова, А. С. Панина и В. Д. Скверчака [89; 123] с использованием лабораторного электронного термометра «ЛТ-300». Опыты сводились в таблицу и согласно методике [89] производился расчет необходимых теплофизических характеристик для объекта исследования. В случае варьирования температуры от минус 5 °С до криоскопического значения, связь теплофизических характеристик со средней температурой объекта рассчитывается аддитивно только для теплоемкости материала, так как остальные характеристики не подчиняются правилу аддитивности.

Определение массовой доли связанной влаги в образцах фаршей осуществляли тензометрическим способом Ван-Бамелена [6; 13; 99; 126].

Изучение вязкостных характеристик образцов фаршей осуществляли на ротационном вискозиметре.

Для выявления температурного варьирования по объему объекта при комплексной операции формовки и снижения температуры штранга рыбного фарша применялось численное интегрирование уравнения переноса тепловой энергии, которое подробно описано в приложении В.

Математическая модель определения рецептурного состава изделий включает стадию определения произвольного ареала G многофакторной и мерной области R_n, при соблюдении соответствующих проектных ограничений:

$$R = \{-\infty < x_k < \infty\}, \tag{2}$$

где x_k – проектный критерий.

В таком варианте многомерной областью служит линейная форма типа:

$$f(x_1, \ldots, x_n) = \sum_{i=1}^{m} \sum_{k=1}^{m} C_i x_k, \tag{3}$$

где x_k – рецептурный ингредиент; C_i – массовое процентное относительное содержание i-го ингредиента в x_i ингредиенте.

Ареал G обусловлен системой неравенств в виде двух- и односторонних ограничений доли рецептурного b_i ингредиента:

$$b_{i\,\min} \le \sum_{k=1}^{m} C_i x_k \le b_{i\,\max}. \tag{4}$$

В результате математических трансформаций задачу можно свести к нахождению в линейной форме экстремума, а с учетом комплекса ограничительных условий был рекомендован его мультипликативный аналог:

$$D = \sqrt[m]{\prod_{i=1}^{m} d_i}, \tag{5}$$

где D – обобщенный критерий; d_i – критерии по любому из x параметров.

Единичный критерий d_i является относительным показателем с величиной от 0 до 1, обусловленной массовым рецептурным относительным содержанием любого. Для его определения применяется функционал желательности Харрингтона. Модельный параметр трансформируется в безразмерный вид и обусловливает соответствие его величины эталонному значению.

Функционал Харрингтона с учетом шкал желательности можно охарактеризовать следующим образом: значительно плохо ($d \in [0…0,2]$), просто плохо ($d \in [0,2…0,37]$), удовлетворительно ($d \in [0,37…0,63]$), хорошо ($d \in [0,63…0,8]$), и отлично ($d \in [0,8…1]$). Достоинства данного функционала обусловлены ее безразмерностью, дающей возможность унифицировать процедуру моделирования при наличии параметров с варьируемыми единицами измерения и интервалом разброса величин, сделать программирование более гибким.

Мультипликативное моделирование предусматривает отыскание максимума обобщенного параметра по соотношению (6). Единичные функционалы желательности предварительно запрограммированы с учетом эталонной величины выбранного фактора, ее дисперсии и типа ограничительных условий.

Вычисление b_i осуществляли на базе материального баланса:

$$b_i = \frac{\sum_{k=1}^{n} b_{ik} \cdot C_k x_k}{\sum_{k=1}^{n} C_k x_k}, \qquad (6)$$

где C_k – относительное массовое содержание сложного компонентного комплекса в x_i ингредиенте композиции, %; b_{ik} – массовое относительное содержание i-го компонента в сложном макропитательном ингредиенте C_k в x_i ингредиенте рецептурной композиции.

Меняя содержание компонентов x_{ik}, определяется содержание x ингредиентов в рецептурной композиции, обусловливающее формирование величин част-

ных функционалов желательности любого компонента. Для аминокислотного состава материальное балансовое уравнение принимает вид:

$$A_i = \frac{\sum_{k=1}^{n} a_{ik} \cdot p_k x_k}{\sum_{k=1}^{n} p_k x_k}, \qquad (7)$$

где A_i – массовое относительное содержание i-й аминокислоты в белковой фракции модельной рецептуры, %; a_{ik} – оно же в белковой фракции k-го компонента, %; p_k – массовое относительное содержание белковой фракции в k-м компоненте, %.

Начальными параметрами для моделирования аминокислотного состава будет комплекс показателей по содержанию белковой фракции и аминокислот в конкретных компонентах. При моделировании липидно-кислотного состава можно воспользоваться материальным балансовым соотношением:

$$L_i = \frac{\sum_{k=1}^{n} l_{ik} \cdot q_k x_k}{\sum_{k=1}^{n} q_k x_k}, \qquad (8)$$

где L_i – относительное массовое содержание i-х жирных кислот в липидной рецептурной фракции, %; l_{ik} – относительное массовое содержание i-х жирных кислот в липидной фракции k-го ингредиента, %; q_k – относительное массовое содержание липидной фракции в k-м ингредиенте, %.

За критерий сбалансированности принимали соотношение между НЖК, МНЖК и ПНЖК в долях соответственно 3:6:1.

3 Обоснование целесообразности расширения ассортимента кулинарной продукции из рыбного фарша прудовых рыб. Маркетинговые исследования предпочтений при выборе рыбной кулинарной продукции в г. Астрахани

Современные перспективные научные и технические разработки по продвижению инновационных индустриальных технологий выявили значимость и целесообразность производства фаршевой продукции из определенных видов сырья рыбной природы [19; 102; 165]. В различных областях пищеперерабатывающей промышленности существует разнообразный спектр продуктов животного и растительного происхождения, подчас в комбинации с тестовыми материалами (манты, пельмени, хинкали, пироги, пирожки и т. п.), спектр которых занимает существенную нишу в ассортименте готовых пищевых и кулинарных замороженных изделий [64; 117], в том числе и функционального назначения.

Кулинарное производство на современном этапе включает и выработку рыбных полуфабрикатов [30; 127]. Для производства широкого ассортимента из рыбного фарша, в частности, фрикаделек, биточков, котлет и тефтелей применяют рыбное сырье, не пользующееся достаточным спросом в традиционных технологиях, а также замороженные рыбные фарши индустриальной заготовки. Особое внимание в этом аспекте следует уделить сбалансированным рецептурам изделий из рыбного фарша, включающим растительные и яичные компоненты [78].

В современных условиях ассортимент изделий рыбной кулинарии имеет множество наименований, что обусловлено разработками оригинальных технологических решений, потребительскими предпочтениями и спросом на новые продукты высокого качества. Необходимо учесть, что российский потребитель перманентно ужесточает свои требования при выборе продуктов питания, включая кулинарные производства. Однако наличие обширного ассортимента кулинарных рыбных продуктов не обеспечивает повсеместное их изготовление в РФ, а их

производство связано с проблемами, обусловленных, в частности, недостатком или отсутствием современного аппаратурного обеспечения технологических процессов, отвечающим последним научно-техническим достижениям в этой области. Также следует отметить, что ассортимент кулинарной продукции из пресноводных видов рыб менее разнообразен, по сравнению с морскими и океаническими видами [65]. Специалисты отмечают, что основной причиной является то, что пресноводное сырье в силу своих природных особенностей создает определенные трудности при кулинарной обработке [65; 90].

Рост потребительского спроса, на готовую к употреблению товарную продукцию, обусловил развитие современной рыбной кулинарной продукции. Одним из перспективных путей развития рыбного кулинарного производства является выработка замороженных блюд и полуфабрикатов, в частности, рыбных фаршевых полуфабрикатов, выпуск которых повышает возможность обеспечения населения продуктами для их быстрого приготовления [65; 78; 127].

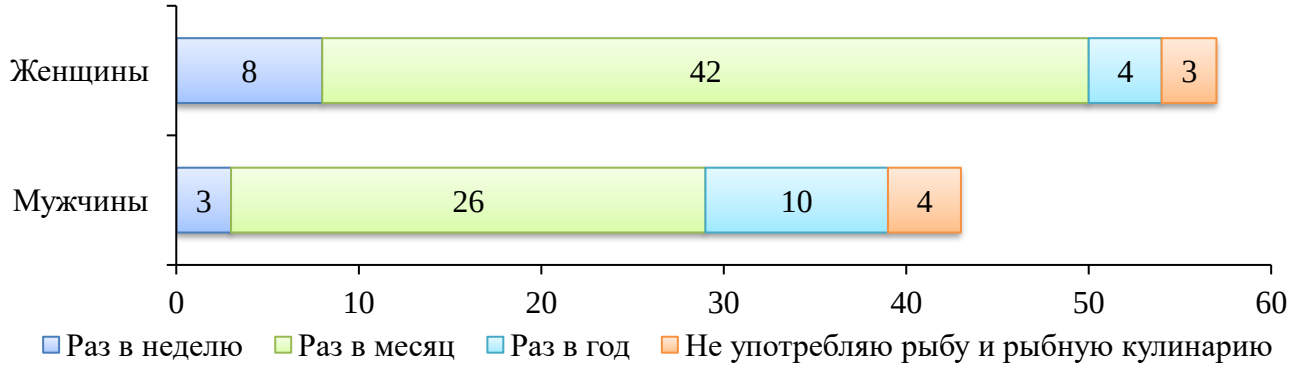
Рыбные полуфабрикаты из фарша по своим показателям часто не уступают, а порой и превосходят ряд продукции из натурального рыбного сырья. Следует отметить, что технология их приготовления требует меньших трудозатрат по отношению к мясным фаршевым продуктам и дает возможность перерабатывать нестандартное или поврежденное рыбное сырье [159].

Основная цель маркетингового исследования в г. Астрахани – это изучение потребительских предпочтений при выборе рыбы и рыбной кулинарии, потребности населения в рыбных продуктах, а также отношения жителей региона к экологической обстановке.

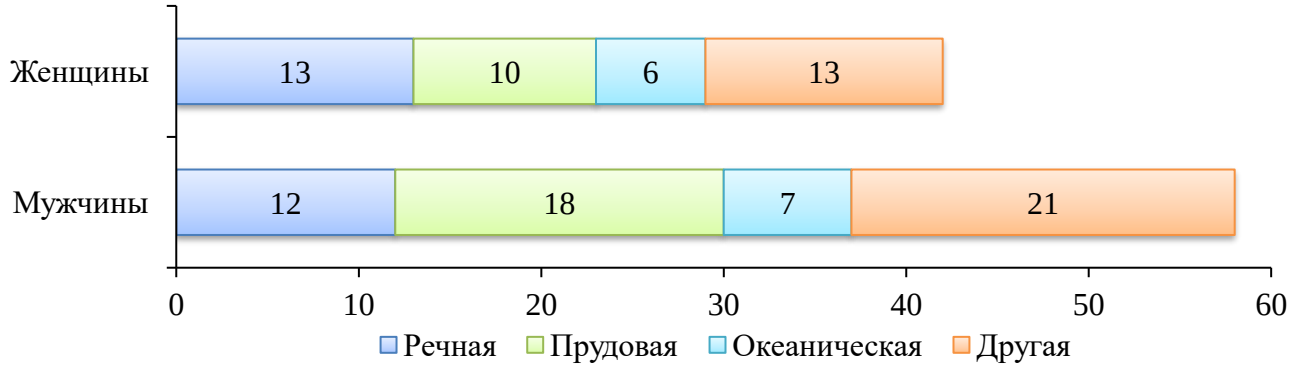
Исследование проводилось в осенний и весенний период 2020 г., Системный опрос составил 0,5 % от генеральной совокупности населения Астраханской области, зафиксированной на вторую половину 2020 г. В опросе участвовали респонденты разного возраста, социального статуса и степени достатка, включая 350 покупателей и 141 специалиста мест продажи товаров. Сбор данных проводился путем контактного и бесконтактного опроса.

Анкета для маркетинговых исследований в виде опроса приведена в приложении Г.

Маркетинговый анализ показал популярность рыбы и рыбной продукции в регионе (рисунок 4). Так, 68 % респондентов покупают рыбу или рыбную продукцию раз в месяц. Лишь 14 % опрошенных покупают рыбу раз в год, обосновывая это тем, что не особо любят рыбу, но понимают, что она полезна и иногда ее необходимо употреблять в пищу.



а – распределение по частоте покупки рыбы и рыбной кулинарии



б – распределение предпочтений опрошенных по виду рыбы

Рисунок 4 – Распределение предпочтений опрошенных

Анализ предпочтений по выбору вида рыбы показал, что астраханцы покупают как речную (25 %), прудовую (28 %), так и океаническую (13 %) рыбу, а 34 % опрошенных не делают различий между прудовой, речной или океанической рыбой, так как покупка зависит от наличия в месте покупки качественного товара.

Одним из вопросов, задаваемых респондентам, был связан с мнением о привлекательных характеристиках рыбы или рыбной кулинарии. Усредненные данные потребительских предпочтений распределились таким образом: цена (38 %), внешний вид и вкусовые характеристики (21 %) и качество (26 %). Несколько человек (3 %) указали на калорийность продукции и 12 % затруднились ответить на данный вопрос.

В ходе анализа анкет установлено, что преимущественно потребители отдают предпочтение: рыбному фаршу (31 %), рыбной кулинарии (22 %), замороженным полуфабрикатам из рыбы (20 %) и рыбному филе (18 %), значительно меньше востребована не разделанная рыба (9 %), так как многие не хотят тратить время на ее разделку и обработку (рисунок 5).

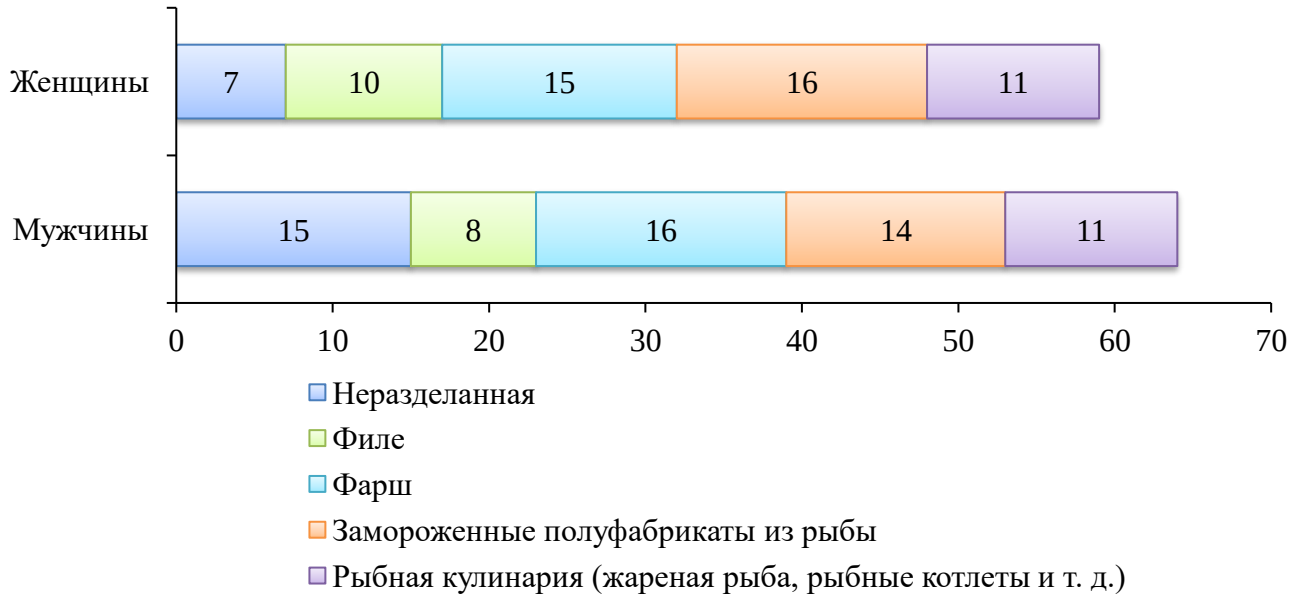


Рисунок 5 – Распределение потребительских предпочтений при приобретении рыбы и рыбных товаров

При покупке кулинарной продукции из рыбы большинство респондентов отдают предпочтения рыбным котлетам (31 %) и жареной рыбе (28 %), так как решающим фактором является цена (рисунок 6).

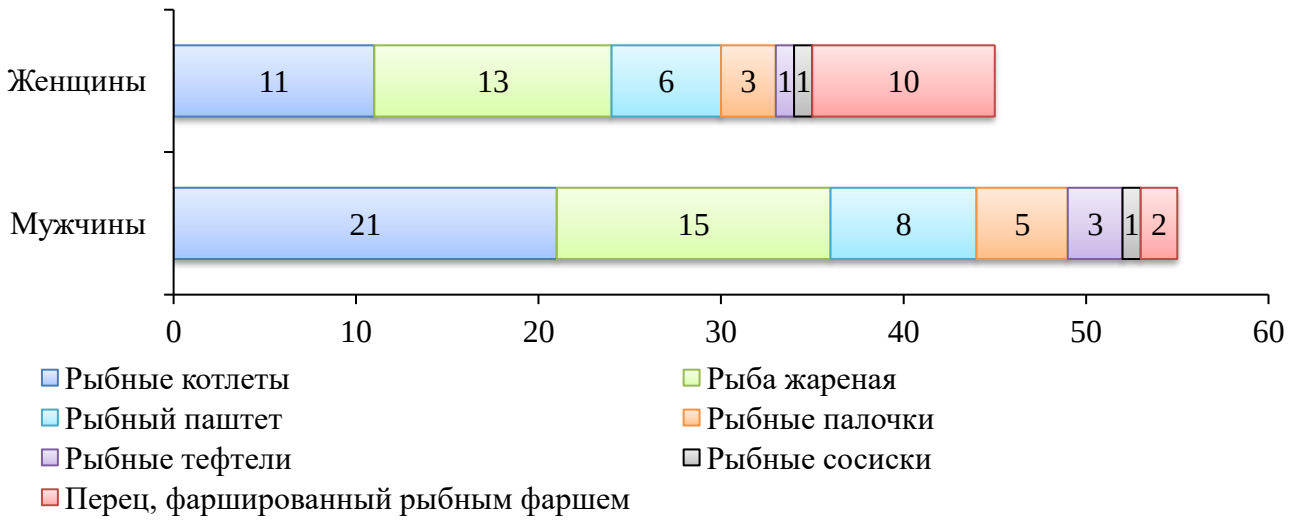


Рисунок 6 – Распределение потребительских предпочтений при приобретении рыбной кулинарной продукции

На вопрос о важности производителя продукции положительно ответили 73 % респондентов. В основном предпочтительнее по результатам опроса оказалась продукция рыбных комбинатов (81 %) и в меньшей степени кустарного изготовления (19 %). В настоящий момент реализация кулинарных изделий проводится в развес, в термотаре и др. Необходимо учесть, что привлекательная упаковка позволяет порой скрыть негативные показатели ее содержимого, что отметило множество респондентов, ряд из которых посетовали на посторонние запах и привкус.

Основная часть респондентов выразили недовольство объемом продуктов, направляемых в розничную торговлю. Ассортиментом, при возможности выбора нужного товара, удовлетворены немногие опрошенные. Так, 66 % респондентов считают, что ассортимент рыбной кулинарии можно и нужно расширять, причем за счет новых кулинарных блюд. Одним из основополагающих параметров, оказывающих влияние на потребительскую востребованность, служит стоимость готовой продукции. Основная часть респондентов выразила удовлетворенность ценой на рыбные кулинарные продукты. К обогащенным рыбным продуктам многие опрошенные относятся осторожно (64 %), так как предпочитают традиционные

товары. Но некоторые из респондентов высказали желание попробовать новые изделия, при информировании о составе и технологии изготовления.

Результаты оценки экологической обстановке в регионе показали, что большинство астраханцев (81,4 %) считают ее неблагоприятной и это влияет не только на здоровье жителей, но и на качество местной продукции, в частности рыбы.

Анализируя результаты опроса, было определено, что большая часть астраханцев употребляет рыбную продукцию и рыбные кулинарные полуфабрикаты. Однако малые объемы ее продаж приводят к снижению удовлетворенности потребителя при выборе нужного товара, что обусловливает целесообразность расширения ассортимента рыбных продуктов кулинарного производства.

Итоги анкетирования на местах продажи данной продукции в городской черте астраханского региона показаны на рисунке 7.

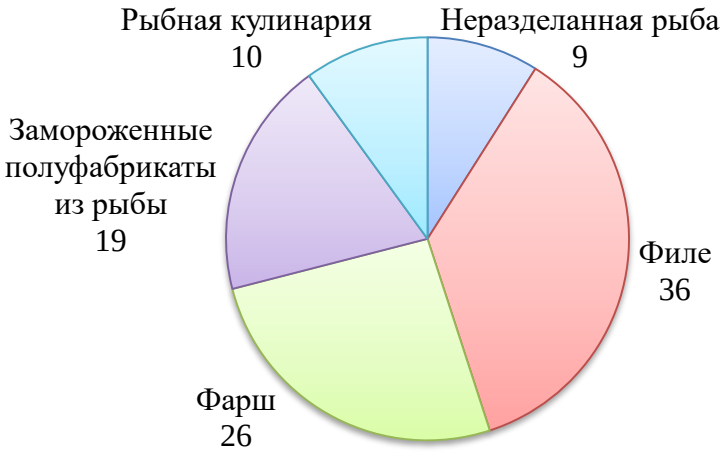


Рисунок 7 – Соотношение спроса при приобретении рыбной продукции, %

Из графической зависимости (рисунок 8) следует, что преимущественно востребовано рыбное филе (36 %). Далее по списку находится рыбный фарш (26 %) и замороженные полуфабрикаты из рыбы (19 %), рыбные кулинария составляет 10 % и неразделанная рыба – 9 %.

Результаты опроса с мест продаж показали, что торговые организации, обеспеченные рыбной кулинарной продукцией, составляют всего 39% от общего

числа магазинов, причем эти торговые точки в большинстве своем не являются специализированными.

Число продавцов с мест продаж, ответивших положительно на вопрос о важности изготовителя продукции, составило 76 % от общего количества числа опрошенных. Таким образом, по словам респондентов, изготовитель продукции имеет существенное значение, так как потребитель сначала интересуется изготовителем товара и только потом другой информацией о выбранном им рыбном продукте.

При подведении итогов исследования был сделан ряд рекомендаций, способствующих улучшению состояния торговли рыбной кулинарии и в конечном счете повышению спроса населения на эти товары:

– расширение ассортимента рыбной кулинарии за счет более дешевых сортов и видов;

– развитие сети магазинов, реализующих продукцию производителей напрямую, без посредников (это позволит реализовывать продукцию по более низким ценам и высокого качества);

– обращение внимания на реализацию не только предприятий торговли, но и заводов-изготовителей;

– оказание большего внимания рекламе рыбной кулинарии, в конечном счете существенно влияющей на спрос потребителей. Реклама не только позволяет информировать потребителей о товаре, на который есть спрос на рынке, но и создавать этот спрос, в особенности на развивающихся рынках. С помощью применяемых анкет, опросов, сбора мнений, анализа процесса реализации товаров поддерживается обратная связь с рынком и потребителем. Это позволяет контролировать продвижение товаров на рынок, создавать и закреплять у потребителей устойчивую систему предпочтений к ним, в случае необходимости быстро корректировать процесс сбытовой и рекламной деятельности;

– проведение маркетинговых исследований для осуществления изучения и анализа покупательского спроса, таким образом обращение внимания на поку-

пательские предпочтения, быстро реагировать на их изменения, и на основе этого формировать торговый ассортимент;

– изучение существующих и планировать будущее товаров, то есть разрабатывать концепции создания новых товаров и (или) модернизации старых, включая их ассортимент и параметрические ряды, упаковку и т. д.

– планирование товаропродвижения и сбыта, включая создание, при необходимости, соответствующих сбытовых сетей со складами и магазинами и (или) агентских сетей.

Также предлагается расширять ассортимент исходя из того, что продукцию могли бы купить люди со среднем достатком.

4 Совершенствование технологии производства обогащенного лактулозой фарша из прудовых видов рыб

4.1 Исследование технологических свойств фаршей из прудового сырья и их оптимизация

Разработка технологических режимов получения рыбного фарша с заданными технологическими характеристиками зависит от химического состава объектов переработки, критериальных показателей качества, позволяющих обосновать выбор сырья и возможные направления его использования.

В качестве объектов исследования были выбраны белый амур (*Ctenopbaryngodon idella*), карп (*Cyprinus carpio*), толстолобик (*Hypopbtbalmicbtbys molitrix*) и щука (*Esox lucius*). Одним из главных критериев для рекомендации способов переработки, является размерно-массовый и физико-химический состав (таблица 2), а также гигиеническое состояние объектов переработки.

Таблица 2 – Размерно-массовый состав прудового сырья

Вид рыбы	Размерный состав		Массовый состав при ручной разделке, %					
	Длина, см	Масса, г	Тушка	Филе	Фарш	Отходы	Потери	Всего отходов и потерь
Белый амур	24,0–31,0	210–550	64,5 ± 2,0	55,3 ± 2,8	47,7 ± 2,4	44,7 ± 2,2	7,6 ± 0,4	52,3 ± 2,6
Карп	18,0–27,0	110–356	52,4 ± 2,6	38,4 ± 19	31,6 ± 1,6	61,6 ± 3,1	6,1 ± 0,3	67,7 ± 3,4
Толстолобик	35,0–39,0	300–610	55,6 ± 2,8	42,3 ± 2,1	37,5 ± 1,9	57,2 ± 2,9	5,3 ± 0,3	62,5 ± 3,1
Щука	31,8–55,0	300–810	65,8 ± 3,3	50,1 ± 2,5	43,2 ± 2,2	47,6 ± 2,4	9,2 ± 0,5	56,8 ± 2,8

Как видно из таблицы 2, исследованные виды прудового сырья можно отнести как к мелким (масса до 250 г), так и к крупным экземплярам (масса до 600 г включительно). Длина и масса рыбы позволяют направлять ее для производства

филе и фарша, причем размер рыбы позволяет применить автоматизированную технику (размер рыбы не менее 18 см). Ручная разделка, как видно из таблицы 2, нецелесообразна и экономически невыгодна из-за больших отходов и потерь.

Химический состав мышечной ткани с кожей представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Химический состав прудового сырья

Вид сырья	Наименование органов и тканей рыбы	Химический состав				Калорийность, ккал/100 г
		Белок, %	Липиды, %	Минеральные вещества, %	Вода, %	
Белый амур	Мясо с кожей	18,7 ± 1,0	6,0 ± 0,3	1,5 ± 0,1	73,8 ± 4,1	128,8 ± 6,4
Толстолобик		17,0 ± 0,9	10,5 ± 0,7	1,5 ± 0,1	67,7 ± 3,7	162,5 ± 8,1
Карп		16,4 ± 0,8	4,5 ± 0,2	1,2 ± 0,9	77,8 ± 4,3	106,1 ± 5,3
Щука		18,4 ± 1,1	1,1 ± 0,1	1,5 ± 0,1	79,0 ± 4,2	83,5 ± 4,2

Полученные данные свидетельствуют, что выбранные объекты исследование можно отнести к белковым (16–18 % белка) среднежирным (2–8 % липидов) рыбам. Содержание белка в диапазоне 16–18 % подразумевает сбалансированный набор почти всех незаменимых аминокислот. Количество жира в пределах 1–20 % легко усваивается, отличается преобладанием ненасыщенных жирных кислот, включая незаменимые, обуславливая высокую пищевую ценность сырья.

Важным аспектом при направлении прудовой рыбы на производство пищевой продукции является проверка ее гигиенического состояния (таблица 4), отсутствие у рыбы инфекционных, инвазионных и других заболеваний, а также определение содержания в рыбы пестицидов и других вредных веществ.

Таблица 4 – Санитарно-эпидемиологическое состояние прудового сырья

Показатель качества	ТР ЕАС 040/2016	Белый амур	Карп	Толстолобик	Щука
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	$1{,}0 \cdot 10^5$	$8{,}8 \cdot 10^3$	$8{,}1 \cdot 10^3$	$5{,}2 \cdot 10^3$	$6{,}4 \cdot 10^3$
БГКП в 0,001 г	Не допускается	Не обнаружены			
S. aureus в 0,01 г	Не допускается	Не обнаружены			
Патогенные, в том числе сальмонеллы и *L. monocytogenes*, в 25 г	Не допускается	Не обнаружены			

Санитарно-гигиенические показатели качества прудового сырья соответствуют требованиям ТР ЕАС 040/2016.

Одним из критериев при получении пищевых продуктов являются органолептические свойства рыбного сырья, а также изменение этих показателей в процессе обработки.

На основании разработанной бальной шкалы были определены начальные органолептические показатели качества фарша, которые затем были использованы в качестве образцов для сравнения (контрольные образцы) (рисунок 8).

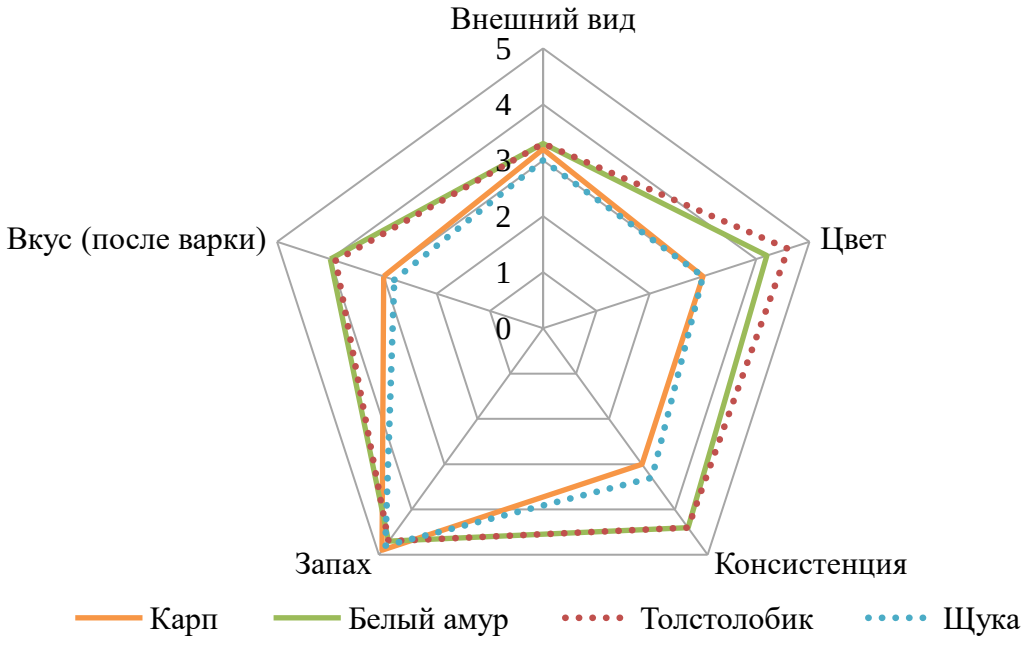


Рисунок 8 – Профилограммы органолептических показателей фаршей из прудовых видов рыб

Основополагающей характеристикой при производстве фарша является его цвет и консистенция. Исследованные виды рыб имеют схожее морфометрическое строение, в частности во всех экземплярах преобладают светлые мышцы, но ввиду использования сырья с механическими повреждениями, мясо может иметь сероватый оттенок, консистенция может становится мажущейся, что отрицательно влияет на формуемость.

Химический состав фаршей из прудовой рыбы представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Химический состав фарша из прудового сырья

Наименование показателей	Вид сырья			
	Белый амур	Карп	Толстолобик	Щука
Белок, %	18,1 ± 0,9	17,5 ± 0,9	17,9 ± 0,9	18,4 ± 0,9
Липиды, %	6,0 ± 0,3	6,0 ± 028	6,5 ± 0,3	1,1 ± 0,1
Минеральные вещества, %	1,2 ± 0,1	1,1 ± 0,1	1,3 ± 0,1	1,2 ± 0,1
Вода, %	74,6 ± 3,7	75,3 ± 3,8	74,3 ± 3,7	78,6 ± 3,9
Калорийность, ккал/100 г	128,0 ± 6,4	112,0 ± 5,6	135,0 ± 6,8	83,5 ± 0,9

Исходя из данных химического состава фаршей из прудовой рыбы, их можно отнести к белковому, среднежирному сырью. Мягкая и водянистая консистенция свидетельствует о плохой формуемости и неспособности к удержанию влаги (ВУС 69,9–72,5 %). Придание светлого оттенка фаршу и повышение влагоудерживающей способности позволит улучшить формуемость фарша и повысить его органолептические характеристики.

С точки зрения пищевой и технологической пригодности, белок является наиболее ценным компонентом рыбного фарша, а изменения белков (рисунки 9 и 10) отражаются на функциональных свойствах фарша.

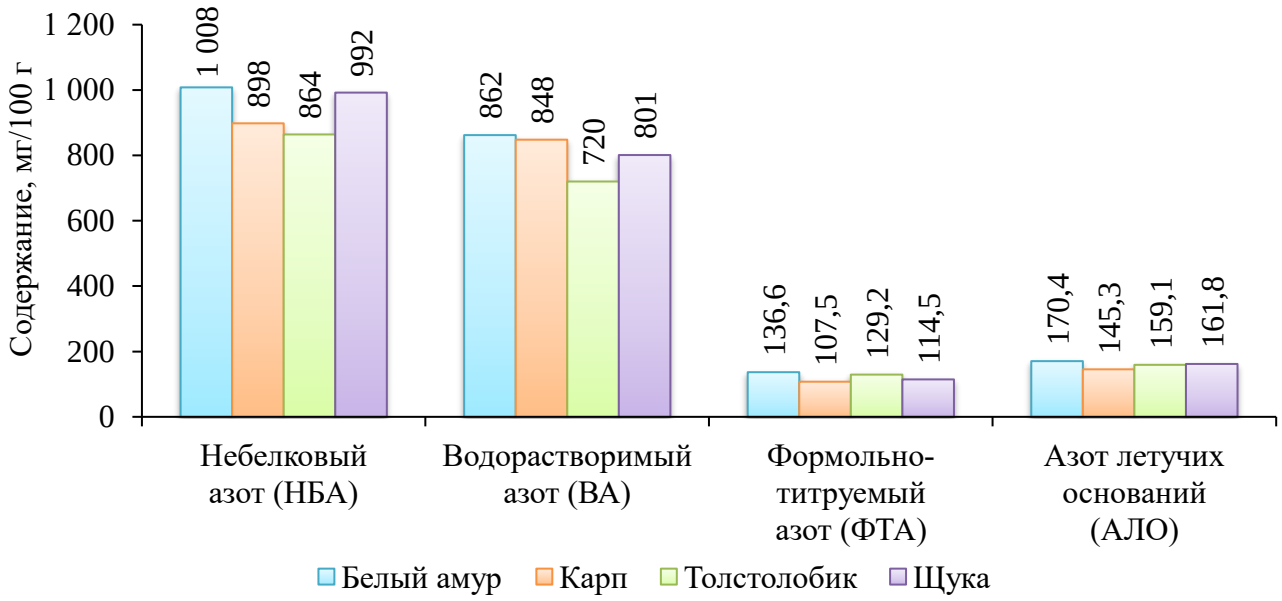


Рисунок 9 – Азотистый состав фаршей из прудовой рыбы

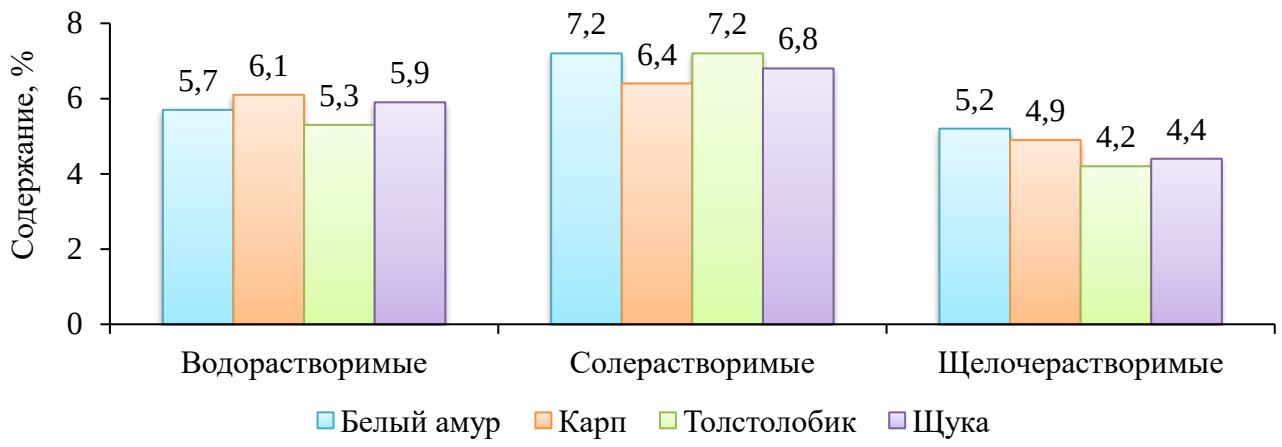


Рисунок 10 – Фракционный состав фаршей из прудовой рыбы

Анализ азотистого состава показал, что в фаршах из прудовой рыбы преобладают небелковые азотистые соединения (750–900 мг/100 г), среди фракций преобладают солерастворимые белки (6,5–7,3 %).

При характеристике пищевых ресурсов важнейшее значение имеет оценка состава входящих аминокислот, как главного критерия оценки биологической ценности (таблица 6).

Таблица 6 – Показатели биологической ценности фаршей из прудового сырья

Показатель	Карп		Толстолобик		Белый амур		Щука		Шкала ФАО/ВОЗ, г/100 г
	мг/г	г/100 г	мг/г	г/100 г	мг/г	г/100 г	мг/г	г/100 г	
Незаменимые аминокислоты (НАК)									
Валин	1 105	6,31	765	4,27	884	4,88	1 001	5,44	5,00
Изолейцин	892	5,10	551	3,08	381	2,10	917	4,98	4,00
Лейцин	1 601	9,15	1 073	5,99	663	3,66	1 463	7,95	7,00
Лизин	1 706	9,75	1 161	6,49	1 164	6,43	1 614	8,77	5,50
Метионин + цистеин	700	4,00	714	3,99	764	4,22	871	4,73	3,50
Треонин	903	5,16	569	3,18	903	4,99	886	4,82	4,00
Триптофан	211	1,21	221	1,23	206	1,14	220	1,20	1,00
Фенилаланин-тирозин	1 314	7,51	1 514	8,46	1 463	8,08	1 209	6,57	6,00
Сумма НАК	8 432	48,18	6 220	36,69	6 428	35,51	8 181	44,46	36,00
Сумма ЗАК	9 069	51,82	10 733	63,31	11 674	64,49	10 220	55,54	–

Продолжение таблицы 6

Показатель	Карп		Толстолобик		Белый амур		Щука		Шкала ФАО/ВОЗ, г/100 г
	мг/г	г/100 г	мг/г	г/100 г	мг/г	г/100 г	мг/г	г/100 г	
Общая сумма	17 501	100,00	16 953	100,00	18 102	100,00	18 401	100,00	–
C_{min}, %	–	114,00	–	77,00	–	52,00	–	109,00	–
R_p, доли ед.	–	0,85	–	0,76	–	0,53	–	0,88	–
σ, г/100 г белка-эталона	–	6,27	–	11,65	–	32,27	–	8,46	–
КРАС, %	–	17,36	–	25,93	–	49,66	–	14,93	–
БЦ, %	–	82,61	–	74,07	–	50,34	–	85,07	–

Как видно из таблицы 6, мышечная ткань прудового сырья содержит полный набор незаменимых аминокислот. Их суммарное количество примерно одинаково. Лимитирующими аминокислотами являются: у карпа – метионин и цистеин, у толстолобика – треонин, а белого амура – лейцин, а у щуки – валин. При этом биологическую ценность рыб возможно расположить в виде убывающего ряда: щука-карп-толстолобик-белый амур.

Исследование функционально-технологических свойств объектов исследований весьма важный этап в рациональных подходах переработки сырья, так как они определяют качество готовых продуктов и степень их приемлемости для производства продуктов различных ассортиментных групп.

Испытания продукции по показателям безопасности были проведены в соответствии с ТР ЕАС 040/2016. Результаты проведенных исследований образцов фаршей из прудовых видов рыб не превышают требования, регламентируемые ТР ЕАС 040/2016 в части микробиологических и гигиенических требований безопасности рыбной продукции.

4.2 Исследование влияния промывки на качество фаршей из прудовой рыбы

Одним из важных процессов в формировании структуры рыбного фарша является измельчение. При измельчении происходят не только механические, но и химические изменения, обуславливающие связывание воды с белком и способствующие эмульгированию жира. Так, при измельчении происходит интенсивное перемешивание кусков и измельчение частиц мышечной ткани, при этом общая поверхность частиц увеличивается, влага из свободной переходит в поверхностно-связанную, происходит образование новой структуры, характеризующейся высокими структурно-механическими свойствами. Ряд авторов подтверждает, что оптимальную степень измельчения имеют частицы размером 3–4 мм. Фарши с такой степенью измельчения можно направлять на гранулирование с целью улучшения структурно-механических, гигиенических характеристик полуфабриката, а также для эффективного хранения и перевозок на предприятия общественного питания.

Как видно из рисунка 8, органолептические показатели качества фаршей из белого амура и толстолобика позволяют направлять фарши на гранулирования без дополнительных операций по улучшению внешнего вида. Для фаршей из карпа и щуки, имеющих серый цвет и мажущуюся консистенцию, необходимо применять дополнительные операции по улучшению внешнего вида и консистенции.

Органолептический анализ показал, что фарши их карпа и щуки имеют сниженные показатели качества по сравнению с фаршами из белого амура и толстолобика. Так, фарши из щуки и карпа темнее, консистенция фарша из карпа расслаивающаяся и влажная, что затрудняет формование, а из щуки липкая и плотная, что улучшает формование. Поэтому было решено скомбинировать данные виды фаршей и изучить их свойства.

Первым этапом исследований являлось определение рационального соотношения между двумя фаршами карпа и щуки при их смешивании.

По разработанным 5-балльным органолептическим шкалами экспертной комиссией, состоящей из ученых АГТУ и специалистов в области питания из организаций, являющихся членами Ассоциации астраханских рестораторов и кулина-

ров, были проведенные исследования. Результаты экспертизы сведены в приложении А, а усредненные данные представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Сводная таблица средней органолептической оценки показателей фарша

Соотношение щука/карп, %	Средняя оценка, поставленная экспертами, $P_{ср}$, балл				
	Внешний вид	Цвет	Запах	Консистенция	Вкус (после варки)
20:80	3,6	3,8	4,2	4,8	3,8
30:70	3,9	4,2	4,2	4,9	4,8
40:60	3,8	3,8	4,1	4,9	4,5
50:50	3,6	3,8	4,0	4,9	4,5
60:40	3,6	3,8	3,7	4,5	4,5
70:30	3,6	3,7	3,2	4,5	4,0
80:20	3,6	3,6	3,2	4,5	4,0

Полученные средние значения по каждому дескриптору были трансформированы в энтропийные посредством использования формул для пересчета (А.1)–А.5), представленных в приложении А. Трансформацию балльных оценок получают, используя методику, подробно описанную во второй главе. Полученные данные графически интерпретированы в виде профилограммы (рисунок 11).

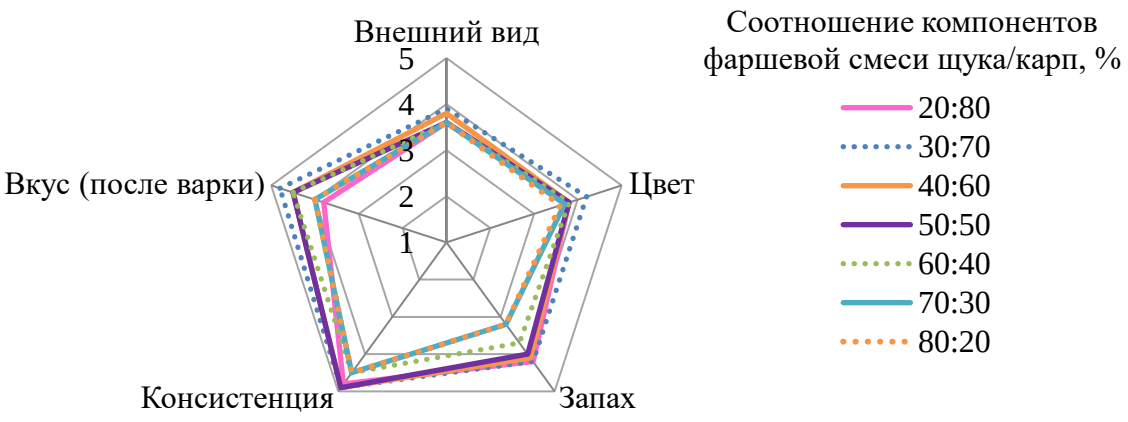


Рисунок 11 – Профилограмма результатов оптимального соотношения компонентов фаршевой смеси

Необходимо отметить, что при формировании перечня дескрипторов надо принимать во внимание параметры их значимости, которые можно определить при систематизации потребительского ранжирования от максимально к минимально значимой описательной характеристики исследуемого продукта. С целью расчета процентной доли значимости дескрипторных факторов всем респондентам рекомендовали расположить описательные показатели изделия по рангу, т. е. по уровню значительности с условием простого перехода от 5-балльных оценок к 100-балльным, после чего для любого параметра рассчитывалось процентное долевое участие при условии, что при суммировании долей должно получаться число 100. Опираясь на полученные результаты, составлена гистограмма значимости всех дескрипторов, представленная на рисунке 12.

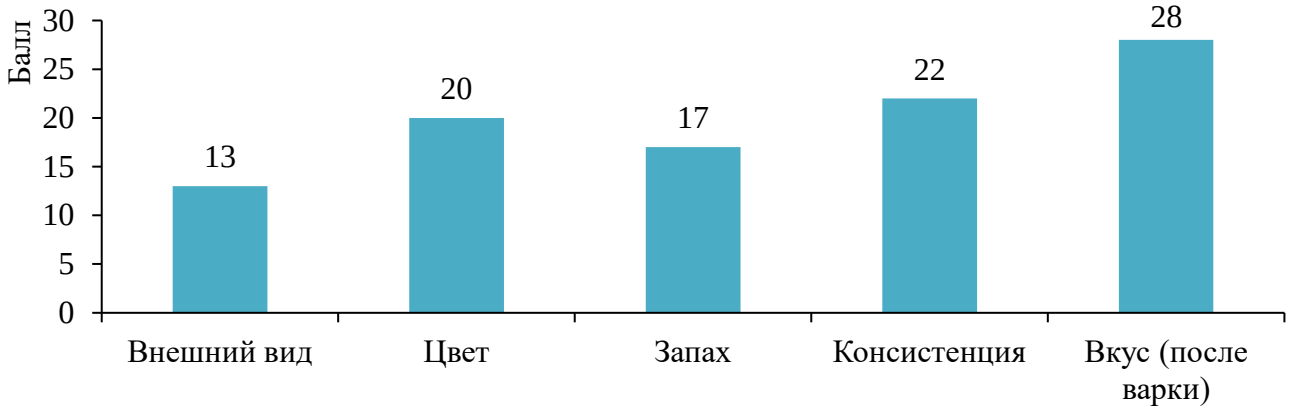


Рисунок 12 – Гистограмма значимости описательных характеристик

Учитывая свойство аддитивности энтропийной оценки, можно получить общий энтропийный показатель $\tilde{E}_{\text{пок}}$, включающий все полученные оценки по каждому дескриптору, например, для мороженых фаршевых гранул с соотношением щука к карпу 20:80 он будет составлять:

$$\tilde{E}_{\text{пок}} = 13 \cdot 4,28 + 20 \cdot 4,33 + 17 \cdot 4,43 + 22 \cdot 4,56 + 28 \cdot 4,33 = 439,11. \quad (9)$$

При дальнейшем анализе резонно исключить связь энтропии $\tilde{E}_{пок}$ с процентной долей дескрипторной значимости, для чего $\tilde{E}_{пок}$ заменяем на ее удельную величину $E_{пок}$, приведенную к единице значимости. В итоге получим следующий результат, представленный в виде гистограммы (рисунок 13).

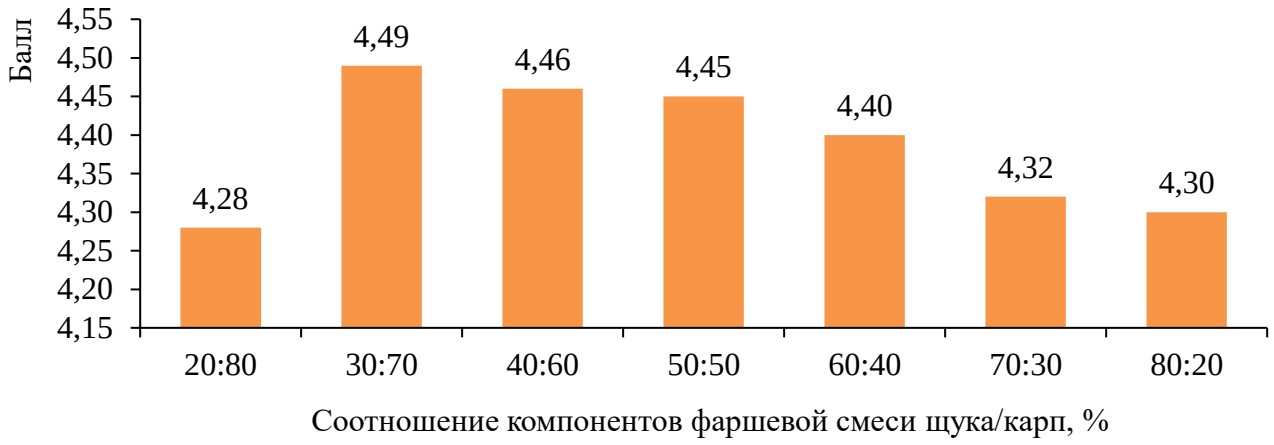


Рисунок 13 – Гистограмма результатов оптимального соотношения компонентов фаршевой смеси

Результирующая сатисфакторная оценка энтропии $E_{пок}$, полученная по принципу аддитивности и приведенная к единице значимости всех описательных характеристик, позволила при сравнении различных образцов (рисунок 12) прийти к наиболее лучшему по органолептическим показателям из них. Максимальное значение $E_{пок}$ наблюдается у фаршевой смеси с процентным соотношением щука к карпу 30:70, поэтому именно данное соотношение между объектами исследования будет применяться в дальнейшей разработке полуфабрикатов из рыбного сырья.

Однако полученные в результате органолептического анализа параметры не в полной мере соответствуют нормативным отечественным и зарубежным требованиям, поэтому комбинированный фарш из щуки и карпа с подобными результатами может не соответствовать требованиям стандартов для предприятий питания.

Рациональным выходом в сложившейся ситуации является поиск технологических подходов, дающих возможность без существенных затрат изготавливать

рыбный фарш с варьируемыми априорно заданными качественными показателями, без существенного изменения режима криообработки. В процессе проведения серии постановочных опытов были протестированы методы облагораживания рыбного фарша: осветление и окраска химическими композициями, тепловая обработка, конверсия части белковых комплексов, водное промывание, измельчение и перемешивание, введение различных добавок. Использование процедуры промывки может дать положительный эффект, так как произойдет удаление компонентов, обусловливающих характерные аромат и вкус, за счет чего улучшатся реологические параметры при росте доли солерастворимых белков и уменьшение водной растворимости.

Процедура промывания дает возможность корректировать химический состав рыбного фарша, что обусловливает возможность изготовления фаршей для выработки продукции широкого спектра назначения. Причем в случае целесообразности возможна эффективная комбинация данной процедуры с иными методами облагораживания фаршей.

Э. Н. Колаковским [84] и другими учеными было выявлено, что кратковременная однократная промывка фаршей позволит сохранить органолептический и химический состав рыбного сырья и внедрить необходимое количество дополнительных компонентов. Эффективность промывки рыбного фарша зависит от многих факторов – свежести и степени измельчения мяса рыбы, подвергаемого промывке, качества используемой воды, соотношения мяса рыбы и воды в процессе промывки, числа промывок, температуры и продолжительности процесса промывки.

Таким образом, вторым этапом исследований являлась возможность улучшения внешнего вида и консистенции комбинированного фарша из щуки и карпа путем промывания.

При проведении экспериментальных исследований комбинированный фарш промывали водой с pH 5,5, растворами лимонной кислоты, янтарной кислоты и их смесью в соотношении 1:4 соответственно («Лимонтар»). Янтарная и лимонная кислоты полностью разлагаются до воды и углекислого газа, накопления в орга-

низме не происходит, но они положительно влияют на органолептические показатели фарша. В ходе постановки эксперимента подбирали оптимальный гидромодуль, концентрацию кислот и время промывания. В качестве контроля ориентировались на фарш, промытый водой. Результаты изменения органолептических показателей представлены на профилограммах (рисунок 14).

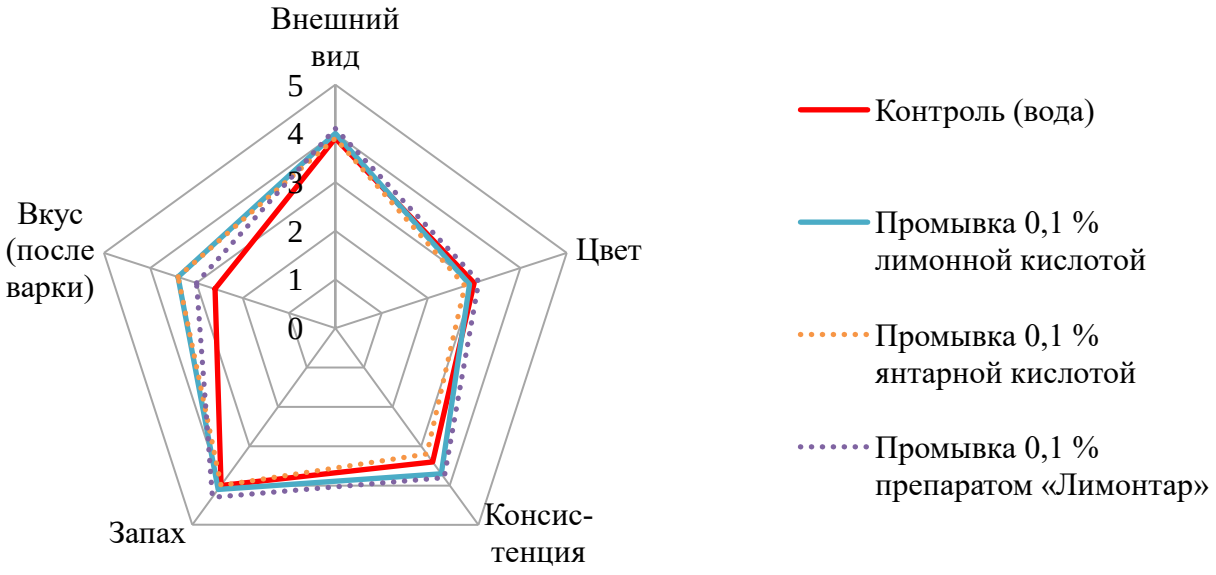


Рисунок 14 – Профилограмма органолептических показателей комбинированного фарша (щука/карп 30:70) в зависимости от вида промывного раствора

Анализируя представленные профилограммы (рисунок 14) было выявлено, что промывка препаратом «Лимонтар» с начальной концентрацией 0,1 % к массе фарша и продолжительностью не более 30 мин, улучшает внешний вид комбинированного фарша из карпа и щуки: фарш держит форму, вымываются посторонние включения, а также остатки кожи и пленки. Цвет фарша имеет приятный бело-серый или розовато-кремовый оттенок, рыбный запах практически не чувствуется, но чувствуется гармоничный свежий запах продукта, консистенция нежная, мягкая, упругая.

Далее был поставлен ряд экспериментов по увеличению концентрации промывочного раствора, варьированию продолжительности промывки, подбору оп-

тимального гидромодуля. Экспериментально установлено, что с возрастанием концентрации промывного раствора и времени промывании более 30 мин наблюдается ухудшение консистенции – она становится мажущаяся, распадающаяся и водянистая.

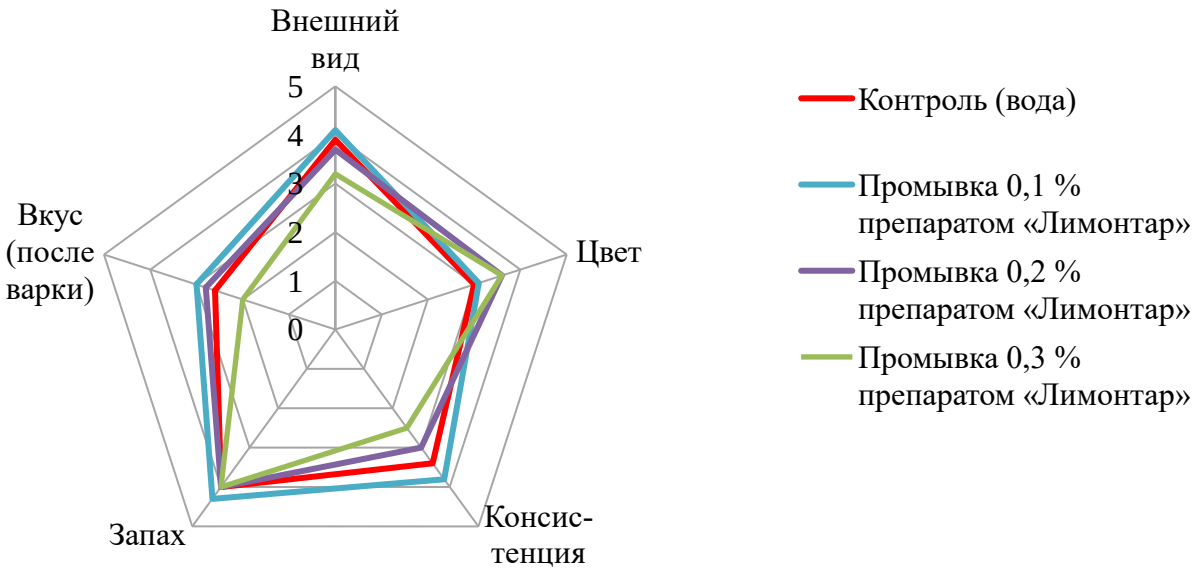


Рисунок 15 – Профилограмма органолептических показателей комбинированного фарша (щука/карп 30:70) в зависимости от концентрации препарата «Лимонтар»

Далее была исследована динамика изменения выхода комбинированного фарша в процентном выражении в зависимости от вида и концентрации промывного раствора, времени промывки и гидромодуля фарш – промывочная жидкость. В качестве контрольных образцов был взят фарш после промывки водой.

Результаты представлены на рисунке 16, из анализа которого следует, что при промывании фарша водой в соотношении 1:3 наблюдается наибольший выход промытого фарша (95,1–97,3 %) в первые 15 мин промывки. При использовании лимонной кислоты 0,1 % в качестве промывного раствора наибольший выход фарша приходится на 15–20 мин после промывки независимо от соотношения фарша и раствора.

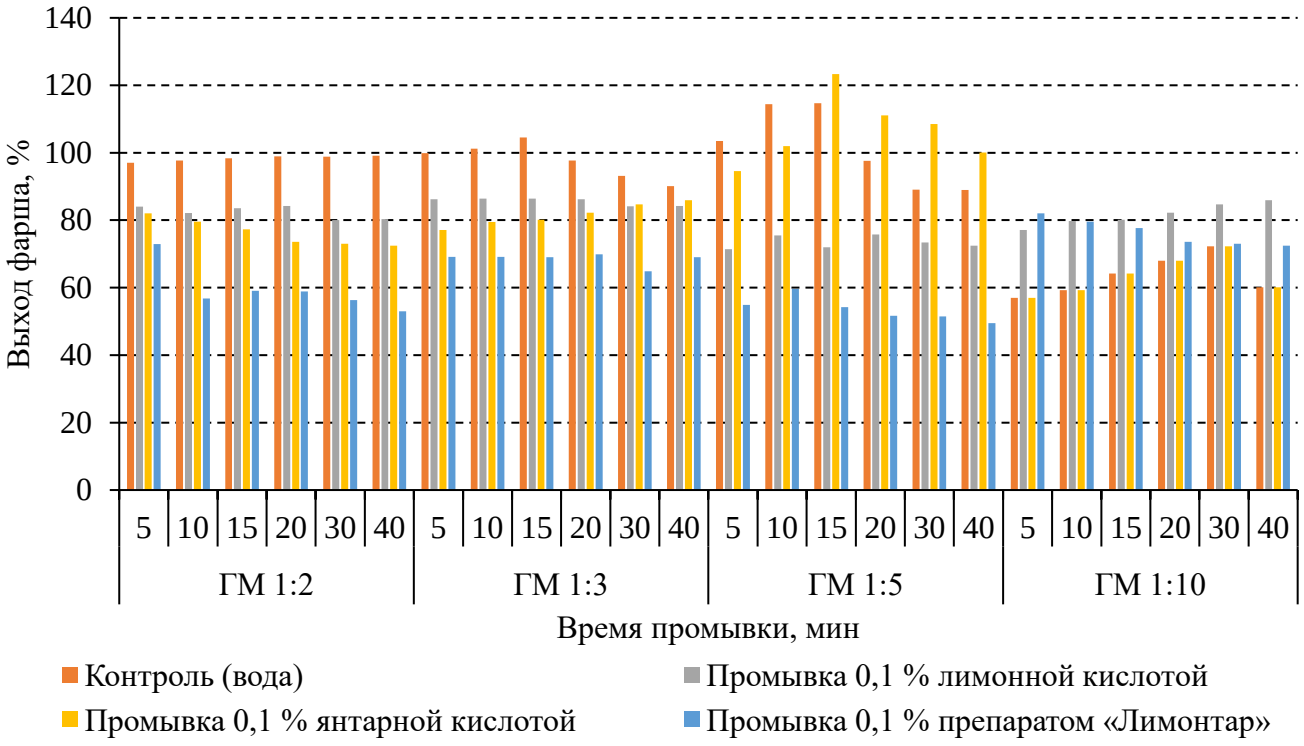


Рисунок 16 – Динамика выхода комбинированного фарша в зависимости от промывного раствора, гидромодуля раствора (ГМ) и времени промывания

Использование в качестве промывного раствора 0,1 % янтарной кислоты показало, что наибольший процент выхода промытого фарша (96,4–98,4 %) приходится на первые этапы промывки – 5–15 мин при соотношении фарш – раствор 1:5 либо 1:10.

В результате исследования химического состава образцов фарша из комбинированного фарша, промытого различными способами (таблицы 8–10) было выявлено, что промывка влияет на изменение химического состава, в частности промывные растворы вызывают увеличение влажности продукта, снижают содержание белка, минеральных веществ и липидов. Динамика изменения химического состава находится в непосредственной зависимости от продолжительности промывочной операции.

Таблица 8 – Динамика химического состава промытого фарша с использованием препарата «Лимонтар»

Физико-химические показатели	Время промывки с 0,1 % препаратом «Лимонтар», мин					
	5	10	15	20	30	40
ГМ 1:2						
Белки, %	15,3 ± 0,8	14,0 ± 0,8	12,7 ± 0,6	12,3 ± 0,6	12,0 ± 0,5	10,5 ± 0,3
Жиры, %	1,7 ± 0,1	1,7 ± 0,1	1,7 ± 0,1	1,6 ± 0,1	1,5 ± 0,1	1,3 ± 0,0
Минеральные вещества, %	0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,4 ± 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	81,3 ± 4,4
Энергетическая ценность, ккал	80,4 ± 4,0	74,8 ± 0,3	69,2 ± 0,3	67,1 ± 0,3	64,8 ± 0,3	56,6 ± 0,2
ГМ 1:3						
Белки, %	17,2 ± 0,9	16,4 ± 0,8	15,0 ± 0,8	10,0 ± 0,6	8,6 ± 0,4	7,3 ± 0,4
Жиры, %	3,8 ± 0,2	3,02 ± 0,2	2,7 ± 0,1	2,2 ± 0,1	2,0 ± 0,1	1,9 ± 0,1
Минеральные вещества, %	0,6 ± 0,1	0,6 ± 0,1	0,5 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,3 ± 0,0	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	88,8 ± 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	48,1 ± 2,4
ГМ 1:5						
Белки, %	16,5 ± 0,8	16,0 ± 0,8	15,6 ± 0,8	15,1 ± 0,8	14,2 ± 0,7	13,7 ± 0,7
Жиры, %	1,4 ± 0,1	1,3 ± 0,1	1,2 ± 0,1	1,1 ± 0,1	1,1 ± 0,1	1,0 ± 0,1
Минеральные вещества, %	0,5 ± 0,1	0,3 ± 0,1	0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,1
Вода, %	81,8 ± 3,9	82,4 ± 4,1	82,8 ± 4,1	84,3 ± 4,2	84,7 ± 4,2	85,9 ± 4,3
Энергетическая ценность, ккал	87,5 ± 4,4	76,5 ± 3,8	65,6 ± 3,3	59,4 ± 3,0	50,1 ± 2,5	47,1 ± 2,4
ГМ 1:10						
Белки, %	12,3 ± 0,6	10,6 ± 0,5	9,2 ± 0,5	9,0 ± 0,4	8,8 ± 0,5	8,2 ± 0,4
Жиры, %	1,3 ± 0,1	1,3 ± 0,1	1,3 ± 0,1	1,2 ± 0,1	1,1 ± 0,1	1,0 ± 0,1
Минеральные вещества, %	0,6 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0
Вода, %	85,9 ± 4,3	87,6 ± 4,4	89,0 ± 4,5	89,2 ± 4,5	90,2 ± 4,5	90,8 ± 4,5
Энергетическая ценность, ккал	83,5 ± 4,2	80,4 ± 4,0	77,5 ± 3,9	74,5 ± 3,7	70,7 ± 3,5	67,3 ± 3,4

Из табличных данных следует, что существенный рост влагосодержания комбинированного фарша наблюдается после промывочной операции в течение более 15 мин. Это значение является предельным.

Таблица 9 – Динамика химического состава промытого фарша с использованием лимонной кислоты

Физико-химические показатели	Время промывки с 0,1 % раствором лимонной кислоты, мин					
	5	10	15	20	30	40
ГМ 1:2						
Белки, %	15,8 ± 0,8	14,6 ± 0,7	13,4 ± 0,7	11,9 ± 0,6	11,3 ± 0,6	10,2 ± 0,5
Жиры, %	4,2 ± 0,2	3,9 ± 0,2	3,6 ± 0,2	3,2 ± 0,2	2,9 ± 0,2	2,4 ± 0,1
Минеральные вещества, %	0,7 ± 0,0	0,7 ± 0,0	0,7 ± 0,0	0,7 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,4 ± 0,0
Вода, %	78,4 ± 3,9	80,1 ± 4,0	82,6 ± 4,2	84,8 ± 4,2	85,4 ± 4,3	87,1 ± 4,4
Энергетическая ценность, ккал	105,4 ± 5,3	97,5 ± 4,9	89,7 ± 4,5	79,7 ± 4,0	74,4 ± 3,7	65,2 ± 3,3
ГМ 1:3						
Белки, %	15,8 ± 0,8	14,3 ± 0,7	13,6 ± 0,7	12,9 ± 0,7	12,6 ± 0,6	12,4 ± 0,6
Жиры, %	4,9 ± 0,3	4,7 ± 0,2	4,4 ± 0,2	4,1 ± 0,2	3,8 ± 0,2	3,2 ± 0,2
Минеральные вещества, %	0,9 ± 0,0	0,8 ± 0,0	0,8 ± 0,0	0,8 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,0
Вода, %	78,4 ± 4,0	78,9 ± 4,0	80,1 ± 4,0	80,6 ± 4,1	81,8 ± 4,1	84,3 ± 4,2
Энергетическая ценность, ккал	111,7 ± 5,6	103,5 ± 5,2	97,8 ± 5,0	92,1 ± 4,6	88,1 ± 4,4	81,8 ± 4,1
ГМ 1:5						
Белки, %	14,9 ± 0,8	14,2 ± 0,7	13,3 ± 0,7	12,8 ± 0,6	12,0 ± 0,6	11,2 ± 0,6
Жиры, %	2,2 ± 0,1	1,8 ± 0,1	1,4 ± 0,1	1,4 ± 0,1	1,3 ± 0,1	1,2 ± 0,1
Минеральные вещества, %	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,9 ± 0,0	0,9 ± 0,1	0,7 ± 0,0
Вода, %	82,0 ± 4,1	83,7 ± 4,2	83,8 ± 4,2	84,4 ± 4,2	85,6 ± 4,3	86,0 ± 4,3
Энергетическая ценность, ккал	81,7 ± 4,1	76,9 ± 3,8	69,4 ± 3,5	67,3 ± 3,4	63,0 ± 3,2	58,6 ± 2,9
ГМ 1:10						
Белки, %	14,5 ± 0,7	14,1 ± 0,7	12,8 ± 0,6	12,5 ± 0,6	11,9 ± 0,6	10,6 ± 0,5
Жиры, %	1,8 ± 0,1	1,4 ± 0,1	1,1 ± 0,1	0,9 ± 0,1	0,9 ± 0,1	0,4 ± 0,0
Минеральные вещества, %	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	–	–	–
Вода, %	83,4 ± 4,2	84,5 ± 4,2	86,1 ± 4,3	86,5 ± 4,3	87,2 ± 4,4	89,0 ± 4,5
Энергетическая ценность, ккал	78,2 ± 3,9	72,8 ± 3,6	64,6 ± 3,2	61,5 ± 3,1	58,9 ± 3,0	48,9 ± 2,4

Содержание минеральных веществ в рыбном фарше меняется аналогично содержанию в нем белковых веществ. Следует отметить, что в интервале от 15 до 20 мин происходит наибольшая потеря микро- и макроэлементов в исследуемом образце.

Таблица 10 – Динамика химического состава промытого фарша с использованием янтарной кислоты

Физико-химические показатели	Время промывки с 0,1 % раствором янтарной кислоты, мин					
	5	10	15	20	30	40
ГМ 1:2						
Белки, %	17,7 ± 0,9	16,6 ± 0,8	15,4 ± 0,7	14,3 ± 0,7	13,9 ± 0,6	13,5 ± 0,6
Жиры, %	4,0 ± 0,2	4,0 ± 0,2	3,8 ± 0,2	3,0 ± 0,1	2,7 ± 0,1	2,4 ± 0,1
Минеральные вещества, %	0,8 ± ,03	0,6 ± 0,0	0,6 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,0
Вода, %	77,4 ± 3,9	78,1 ± 4,0	79,8 ± 4,0	82,5 ± 4,0	83,1 ± 4,1	84,7 ± 4,1
Энергетическая ценность, ккал	111,7 ± 5,3	107,0 ± 5,0	100,0 ± 4,5	88,1 ± 4,0	83,7 ± 3,7	79,3 ± 3,4
ГМ 1:3						
Белки, %	17,9 ± 0,9	17,7 ± 0,9	17,6 ± 0,9	15,4 ± 0,8	13,8 ± 0,7	13,2 ± 0,7
Жиры, %	4,2 ± 0,2	3,8 ± 0,2	3,2 ± 0,2	2,9 ± 0,2	2,4 ± 0,1	2,3 ± 0,1
Минеральные вещества, %	0,6 ± 0,0	0,6 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,0
Вода, %	76,9 ± 3,9	77,1 ± 3,9	77,7 ± 3,9	78,0 ± 3,9	79,2 ± 4,0	79,7 ± 4,0
Энергетическая ценность, ккал	114,3 ± 5,7	109,9 ± 5,5	104,0 ± 5,2	91,9 ± 4,6	80,6 ± 4,0	77,1 ± 3,9
ГМ 1:5						
Белки, %	16,4 ± 0,8	15,8 ± 0,8	14,8 ± 0,7	13,0 ± 0,7	12,8 ± 0,6	12,2 ± 0,6
Жиры, %	4,0 ± 0,2	3,6 ± 0,2	3,0 ± 0,2	2,7 ± 0,1	2,2 ± 0,1	1,7 ± 0,1
Минеральные вещества, %	0,6 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0
Вода, %	77,0 ± 3,9	78,5 ± 3,9	79,6 ± 4,0	80,1 ± 4,0	81,1 ± 4,1	82,5 ± 4,3
Энергетическая ценность, ккал	106,1 ± 5,3	99,9 ± 5,0	90,3 ± 4,5	79,9 ± 4,0	74,5 ± 3,7	67,4 ± 3,4
ГМ 1:10						
Белки, %	16,1 ± 0,8	15,4 ± 0,8	14,1 ± 0,7	13,2 ± 0,1	12,9 ± 0,7	12,0 ± 0,6
Жиры, %	4,0 ± 0,2	3,4 ± 0,2	3,0 ± 0,2	2,4 ± 0,1	2,0 ± 0,1	1,4 ± 0,1
Минеральные вещества, %	0,5 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Вода, %	78,7 ± 3,9	79,7 ± 4,0	80,0 ± 4,0	83,8 ± 4,2	84,7 ± 4,2	85,1 ± 4,3
Энергетическая ценность, ккал	104,8 ± 5,2	96,4 ± 4,8	87,3 ± 4,4	78,0 ± 3,9	73,1 ± 3,7	63,9 ± 3,2

Из анализа таблиц 8–10 следует, что рациональным соотношением между исследуемым фаршем и промывочным раствором можно считать соотношение 1:3. При таком условии потери белка, минеральных веществ и липидов в фарше будут минимальны, а выход готового полуфабриката и его ВУС не превысят допустимых пределов.

При росте продолжительности промывочной операции минимальные потери минеральных компонентов наблюдаются при промывании кислотной композицией, а при промывании отдельными кислотами потери перманентно растут.

При промывочной операции комбинированного фарша янтарной кислотой в большей степени сохраняется белковая и липидная фракции, минеральные компоненты, и, как следствие – энергетическая ценность, но лимонная кислота улучшает внешний вид продукта, поэтому было решено исследовать промывание фаршей в смеси лимонной и янтарной кислот при соотношении между ними 1:3.

Выбранное соотношение между используемыми кислотами обосновывается лечебным метаболическим и антиоксидантным действием на организм человека. Данное функциональное воздействие кислотами на организм, при соответствующей их пропорции, широко применяется в медицинской практике, где в качестве лечебного препарата рекомендуется порошковая смесь «Лимонтар», в котором и наблюдается данное соотношение. Начальная концентрация «Лимонтар» была выбрана 0,1 % к массе фаршей, так как именно при этом значении появляются эмпирически определяемые изменения физико-химических показателей от его введения в промывную жидкость.

Относительно доли беловой фракции в комбинированном фарше из щуки и карпа, можно заметить, что максимально теряются белковые комплексы, растворимые в воде, – саркоплазматические белковые комплексы. Доля титруемого формольного азота, обусловливающая свежесть сырьевых материалов, снижается, так как с белковыми комплексами, растворимыми в воде удаляются не только ценные компоненты, но и побочные ингредиенты, снижающие качественные показатели рыбного фарша.

Принято считать, что влагоудерживающая способность – информативный показатель, определяющий технологические свойства фарша, поэтому было решено исследовать динамику изменения влаги и ВУС в зависимости от гидромодуля и продолжительности промывки. Результаты исследования представлены на рисунке 17.

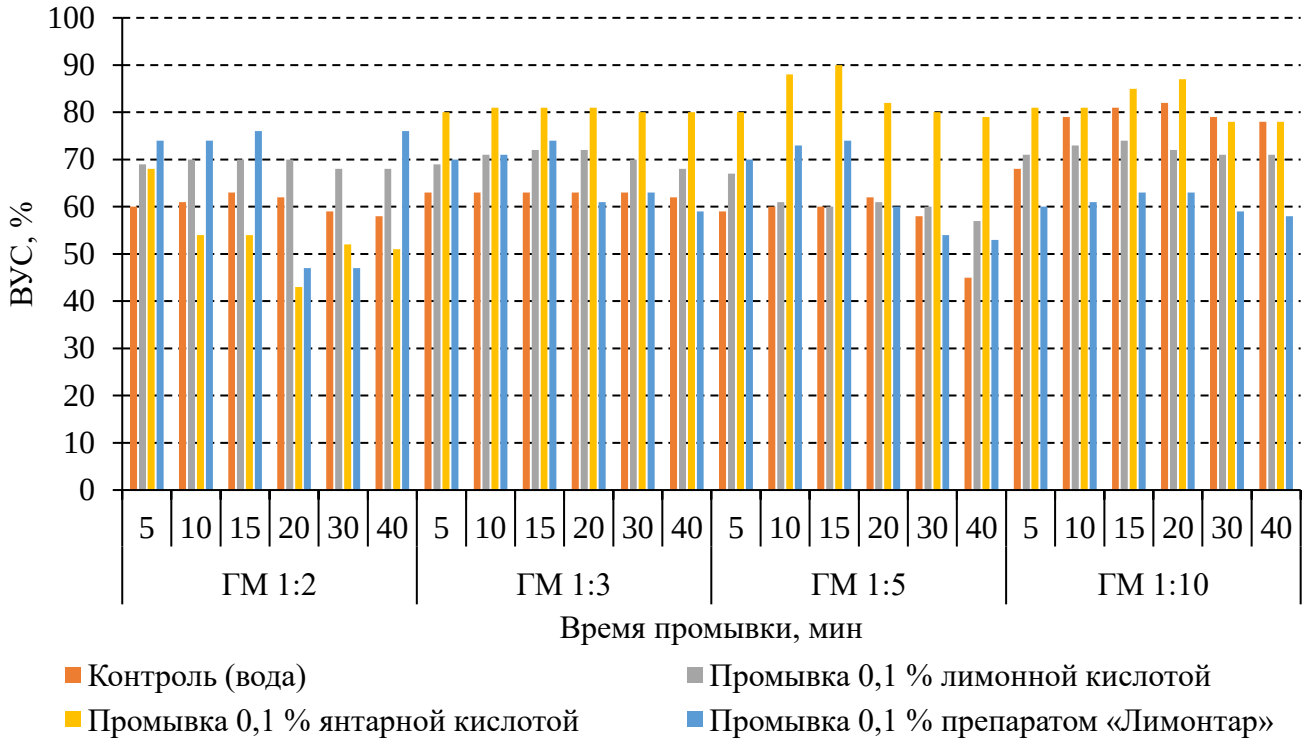


Рисунок 17 – Динамика ВУС комбинированного фарша в зависимости от промывного раствора, гидромодуля раствора (ГМ) и времени промывания

Из ряда работ [22; 84; 91] следует, что рост влагосодержания может как позитивно, так и негативно влиять на водоудерживающую способность, как в сторону ее возрастания, так и в сторону падения. Излишек количества воды оказывает негативное влияние на фарш, обусловливая повышение его мажущей способности.

Анализ гистограммы, приведенной на рисунке 17, показывает, что водное промывание и промывка янтарной кислотой с гидромодулем 1:3 могут привести к падению водоудерживающей способности рыбного фарша, но эта процедура кислотной композицией по отношению к промыванию лишь лимонной кислотой уже приводит к росту ВУС в образце, но с меньшей интенсивностью. Также из гистограмм видно, что после промывки более 15 мин изменения ВУС практически не наблюдается, поэтому целесообразно осуществлять эту технологическую операцию не более 15 мин.

Из анализа данных таблиц 8–10 и графической зависимости (рисунок 18), где приведена динамика доли азотистых в процессе промывки следует, что максимальные потери общего азота наблюдаются в случае применения «Лимонтар», причем доля водорастворимых веществ, небелковых компонентов и формольного-титруемого азота является такой же, как и в случае промывочной операции с использованием кислот по отдельности.

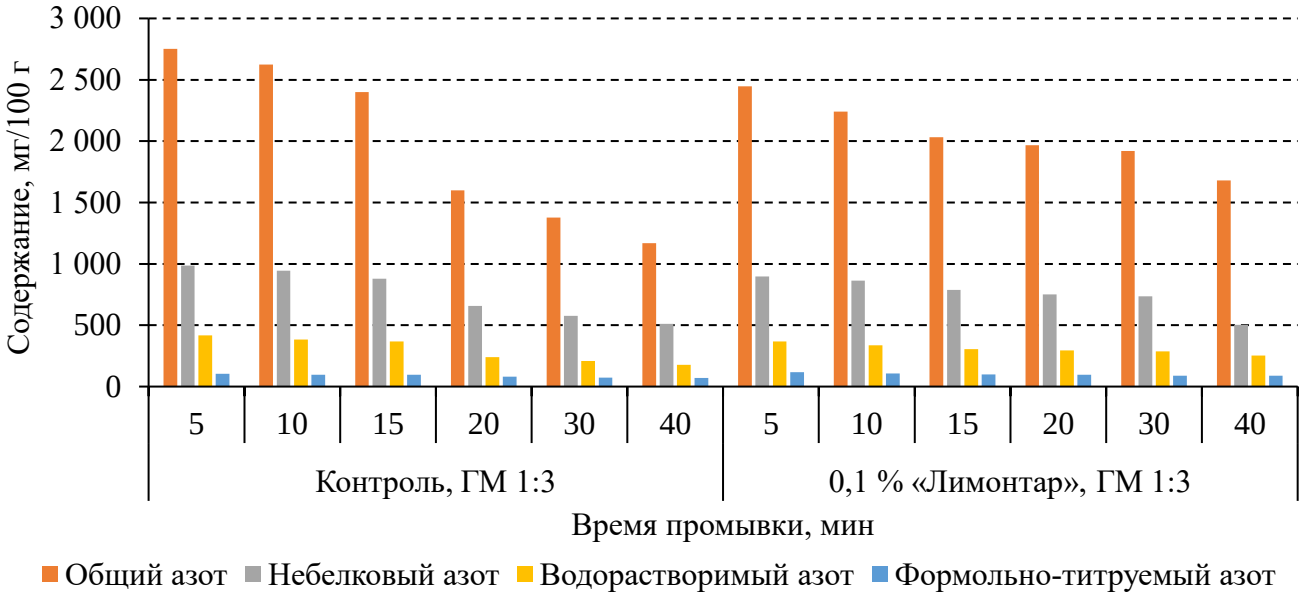


Рисунок 18 – Динамика белковых фракций комбинированного фарша в зависимости от промывного раствора, гидромодуля раствора и времени промывания

Таким образом, можно заключить, что при промывании 0,1 % раствором «Лимонтар» утрачиваются в большинстве своем компоненты белкового обмена веществ в рыбных тканях, которые оказывают нежелательное влияние на реологические и физико-химические характеристики промытого комбинированного фарша. К тому же превышение предельного значения, равного 15 мин, продолжительности промывочной операции не оказывает заметного влияния на трансформации состава белковых комплексов.

Замечено, что буферная емкость растет только при промывании лимонной кислотой, что, по всей видимости, обусловлено образованием цитратов. Снижение буферной емкости в остальных случаях свидетельствует о том, что накопления продуктов распада белка не происходит, то есть гидролиз не протекает. Значительного накопления кислотности в промывке не наблюдается, что связано с низкой концентрацией используемых кислот.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что при промывке фарша лимонной кислотой влажность продукта значительно повышается после 20 мин осуществления промывочной процедуры. Повышенное влагосодержание ведет к ухудшению структурных и реологических параметров рыбного комбинированного фарша при ослаблении консистенции и, в результате, рыбный фарш подвержен расслоению, что усложняет операцию формовки. Применение янтарной кислоты приводит к падению водоудерживающей способности рыбного комбинированного фарша и росту органолептических и формообразующих характеристик фарша. Изменение других химических показателей стабильны, однако наиболее выгодным, согласно всем проведенным исследованиям, является промывка рыбного фарша именно смесью кислот. В этом случае происходит взаимодополнение свойств янтарной и лимонной кислот, отмечено, что реологические характеристики промытого фарша этим видом промывочной жидкости является наиболее привлекательным.

В дальнейшем выбор концентрации кислот сводился к увеличению концентрации раствора смеси янтарной и лимонной кислот до 0,5 % и определению их влияния на технологические параметры полученных образцов.

Опираясь на эмпирические результаты исследования, построены графические зависимости варьирования выхода рыбного комбинированного фарша и водоудерживающий способности от продолжительности промывочной операции и типа промывной среды (рисунок 19).

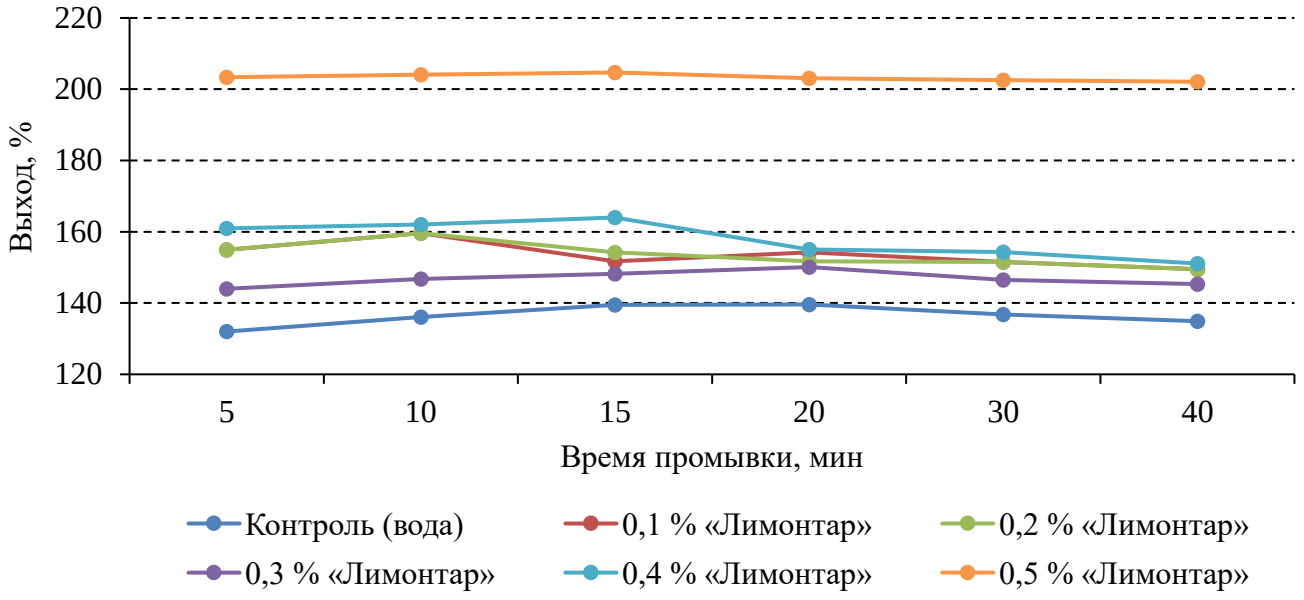


Рисунок 19 – Динамика выхода комбинированного фарша
в зависимости от концентрации промывного раствора и времени промывания

Визуальный анализ рыбного промытого фарша показывает, что с повышением концентрации раствора улучшается текстура продукта, он становится студнеобразным, пластичным, светлым, но его обработка свыше 15–20 мин в целом ухудшает консистенцию, фарш становится водянистым, распадается и не держит форму.

При промывании фарша в течение 15–20 мин наблюдается рост ВУС, но при увеличении времени на технологическую операцию величина этого показателя уже резко снижается, что объясняется пресыщением влаги в продукте (рисунок 20). При исследовании содержания белковых веществ видно, что повышение концентрации раствора сказывается на динамике общего азота – его содержание падает, но вымываемость небелкового и водорастворимого азота понижается, т. е. происходит вымывание аминокислот и продуктов их распада. С повышением концентрации раствора также возрастают потери общего азота, минеральных веществ, жиров. Также увеличение концентрации раствора ведет к закономерному повышению кислотности промывочной жидкости.

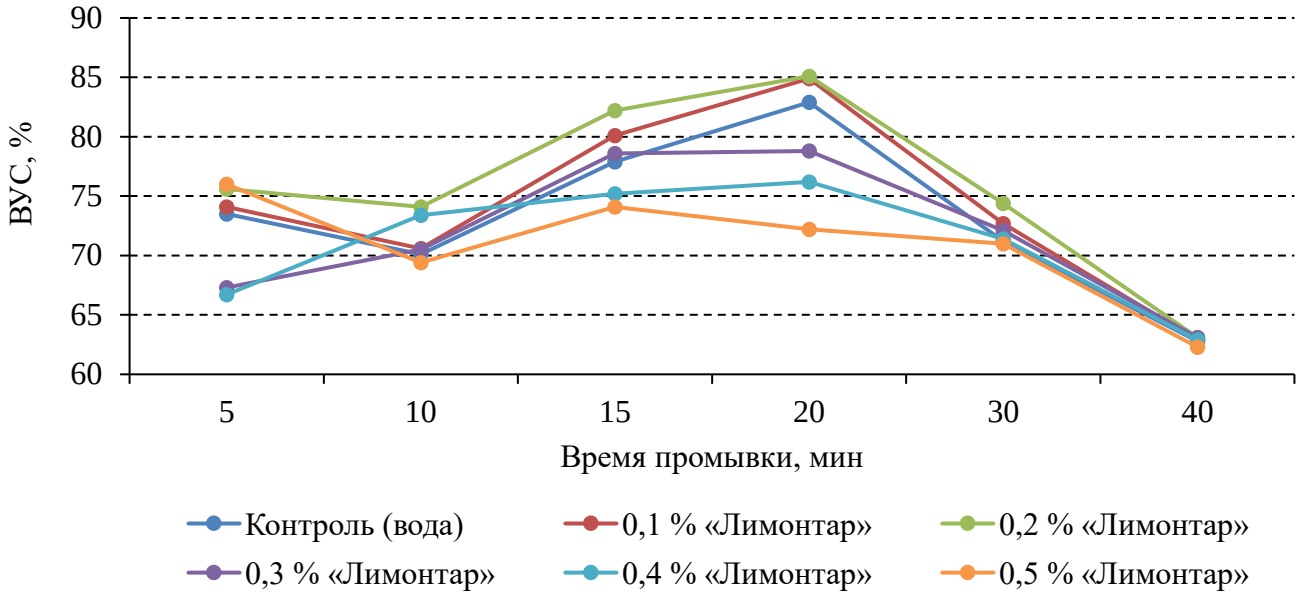


Рисунок 20 – Динамика изменения влагоудерживающей способности комбинированного фарша в зависимости от концентрации промывного раствора и времени промывания

Таким образом, увеличение концентрации раствора промывки органическими кислотами ведет к нежелательным изменениям потребительских свойств рыбного фарша: мясо накапливает влагу, что негативно сказывается на консистенции; вымываются необходимые белки, аминокислоты и минеральные вещества.

Отметим, что варьирование концентрации промывной жидкой среды дает возможность корреляции необходимых свойств рыбного промытого фарша при ориентации на различные группы покупателей.

В итоге экспериментально установлено, что рациональными параметрами, улучшающими органолептические и физико-химические показатели комбинированного фарши из карпа и щуки являются: 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 (таблица 11), а влагоудерживающая способность находится в диапазоне 75–85 %, что свидетельствует о хорошей формующей способности фаршевого полуфабриката. Органолептические показатели, в частности консистенция и цвет,

улучшаются. Значительного накопления кислотности во всех проведенных экспериментальных исследований по промывке не происходило, что связано с низкой концентрацией кислот.

Таблица 11 – Химический состав комбинированного фарша из щуки и карпа

Наименование показателей	Комбинированный фарш из щуки и карпа	
	Контроль	Опытный образец
Выход фарша после промывания, %	–	104,5
Влага, %	79,2 ± 4,0	80,1 ± 4,0
Минеральные вещества, %	1,1 ± 0,1	0,5 ± 0,0
Липиды, %, в том числе:	6,0 ± 0,3	1,7 ± 0,1
НЖК	28,5 ± 1,4	–
МНЖК	62,7 ± 3,1	–
ПНЖК	8,8 ± 0,4	–
Белок, %, в том числе:	17,5 ± 0,9	12,7 ± 0,6
НАК	46,5 ± 2,3	31,8 ± 1,6
ЗАК	53,5 ± 2,8	68,2 ± 3,4
Калорийность, ккал/100 г	112,8 ± 5,6	69,2 ± 3,5

Параллельно были проведены серии опытов по возможности улучшения качества фарша из толстолобика и белого амура разработанным способом. Результаты экспериментов подтвердили возможность использования отработанного способа промывки на фаршах из прудовых видов рыб.

4.3 Исследование влияние промывки на продолжительность хранения фаршей из прудовой рыбы

В настоящее время сроки хранения рыбного промытого фарша, на основании ГОСТ Р 55505-2013 «Фарш рыбный пищевой мороженый. Технические усло-

вия» в зависимости от вида фарша составляют от 4 до 10 мес. при температуре не выше минус 18 °С.

Чтобы судить о допустимых сроках хранения, необходимо изучить изменения органолептических, физико-химических, структурно-технологических и микробиологических показателей рыбных фаршей в процессе холодильного хранения.

Органолептические параметры подвергались оценке сотрудниками кафедры технологии товаров и товароведения АГТУ и специалистами Астраханской торгово-промышленной палаты. Экспертный состав включал 10 чел.

Органолептические показатели определяли после размораживания промытого по вышеописанной технологии фарша следующим образом: образцы фарша из прудовых видов рыб подвергали формовке в шарики массой 20–25 г и варили в несоленой водной среде при слабом кипении 10 мин. При проведении органолептических исследований учитывали способность изделий сохранять форму после варки, изменение вкусовых характеристик, свойственных рыбному продукту, но с учетом изменений в процессе хранения. Результаты органолептической оценки промытого рыбного фарша из прудового карпа в процессе холодильного хранения представлены на рисунке 21.

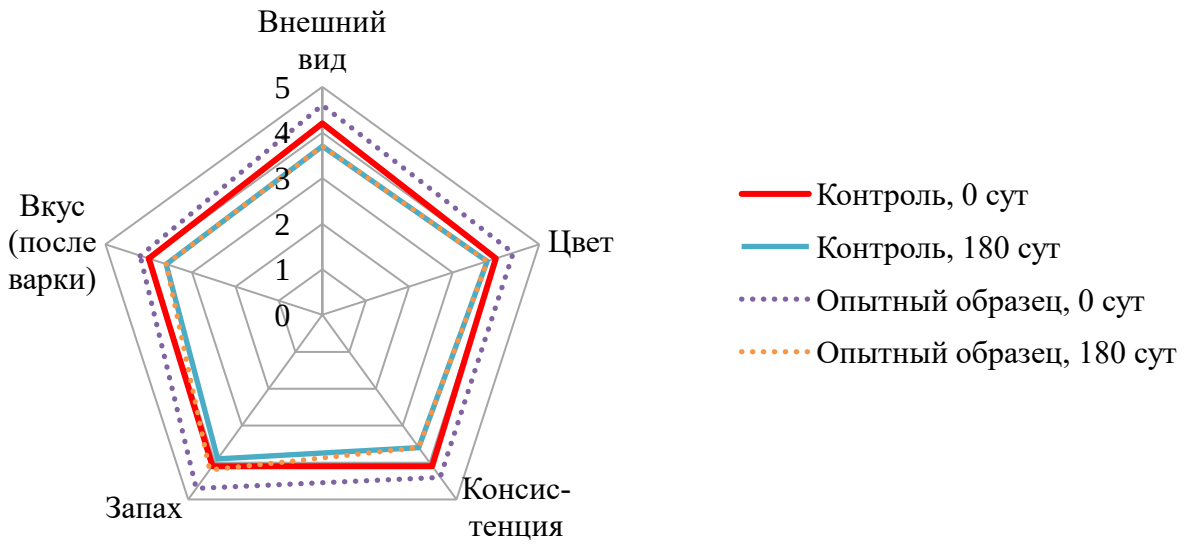


Рисунок 21 – Профилограмма органолептических показателей промытого комбинированного фарша в процессе холодильного хранения

Анализируя результаты органолептической оценки опытных образцов промытого фарша из прудового карпа в процессе холодильного хранения, следует сделать вывод, что его качество заметно снижается, но критичное изменение наступает с 6-го месяца. Данный вывод следует из того, что после 6 мес. хранения, несмотря на хороший внешний вид, изделия из фарша получаются деформированными, влажными и при их формовании распадаются. Запах при этом остается свойственным промытому фаршу, но в нем уже появляются негативные нотки прудовой рыбы, консистенция становится дряблой, влажной, а цвет серым, бледным. Вкус становится не свойственным вареному изделию, появляется посторонний кисловатый привкус.

Что касается консистенции, то это один из органолептических показателей, который тесно связан с технологическим параметром продукта – предельным напряжением сдвига (ПНС, Па). Результаты изменения данного показателя отражены в таблице 12.

Таблица 12 – 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

После 6 мес. холодильного хранения наблюдалось уменьшение предельного напряжения сдвига, как у опытных, так и у контрольных образцов фаршей. Это можно объяснить разрушением структурных связей под действием комплекса микробиологических и биохимических процессов.

Результаты изменения химического состава фаршей показали, что комбинированный фарш после промывочной операции имеют пониженные доли белковой и липидной фракций, минеральных компонентов и повышенное влагосодержание, при этом уменьшается калорийность. Потери белковой фракции при промывочной операции органической кислотной композицией находились в пределах 10,0–28,0 %, липидной фракции – 46,1–68,4 %, минеральных компонентов – 60,0–65,5 %, а при промывочной водной процедуре теряется до 42,5 % белковой фракции, 70,3–71,6 % липидной фракции и 68,2–78,3 % минеральных компонентов. Следует отметить, что большая доля липидной фракции до промывочной операции может привести к ее окислению. При промывочной операции часть липидной фракции теряется, что повышает время хранения фарша.

Для подтверждения сроков хранения были изучены изменение массы, влаги, ВУС, состав белковых веществ не только фарша из прудового карпа, но и таких видов рыб, как белый амур и толстолобик, часто применяемых в прудовом ведении хозяйств. Величина усушки фаршей обуславливается разностью между влагосодержанием воздуха и влагосодержанием продукта, являющейся движущей силой влагоудаления. Усушка в процессе холодильного хранения вызывает не только уменьшение массы продукта, но и существенное снижение его качества, так как приводит к снижению органолептических характеристик, в частности консистенции.

Динамика варьирования массы образцов, влагосодержания и ВУС показаны на рисунках 22–24.

Потеря массы в контрольных образцах за 6 мес. составила 1,9–2,8 %, а в опытных – 3,0–3,4 %, что связано с повышенной влажностью опытных образцов (рисунок 22). Как видно из рисунков 23 и 24, в контрольных образцах фаршей за 6 мес. произошло снижение влажности на 13,5–15,0 % и влагоудерживающей способности на 19,5–21,0 %. В опытных образцах фаршей за тот же период влажность снизилась на 8,7–13,0 %, влагоудерживающая способность – на 12,1–29,2 %. Принято считать, что качество фарша при ВУС в диапазоне 50,0–64,5 % признается удовлетворительным.

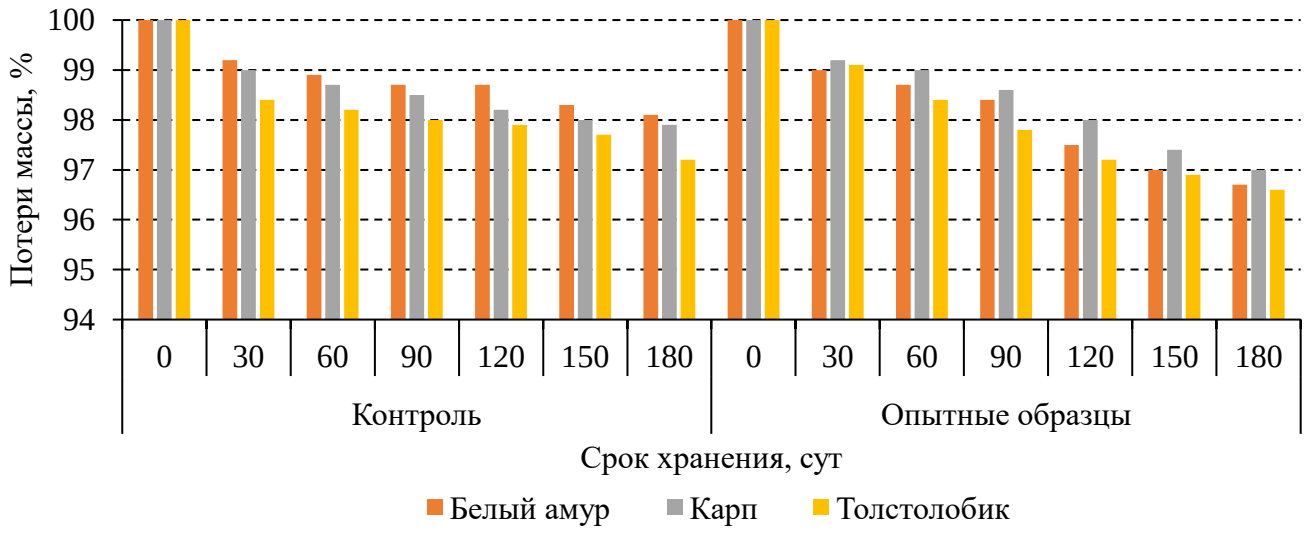


Рисунок 22 – Динамика массы мороженых промытый фаршей из прудовой рыбы в процессе холодильного хранения

Несмотря на более медленное, по сравнению с контрольными образцами фарша, изменение влаги и влагоудерживающей способности, качество промытого фарша в процессе холодильного хранение падает и к 6-му месяцу хранения качество снижается.

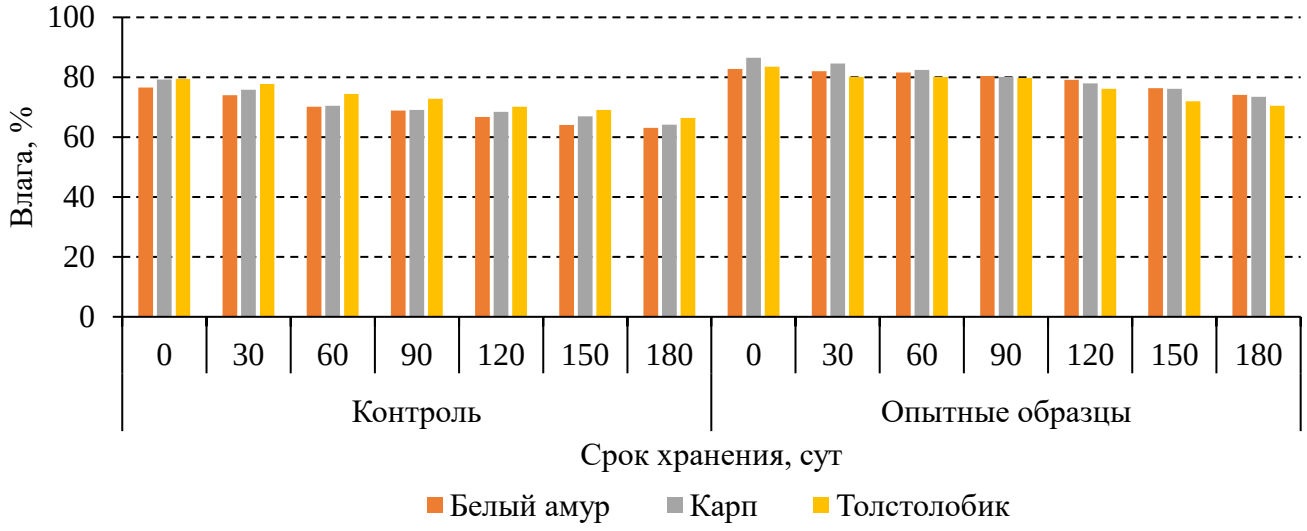


Рисунок 23 – Динамика влаги в мороженых промытых фаршах из прудовой рыбы в процессе холодильного хранения

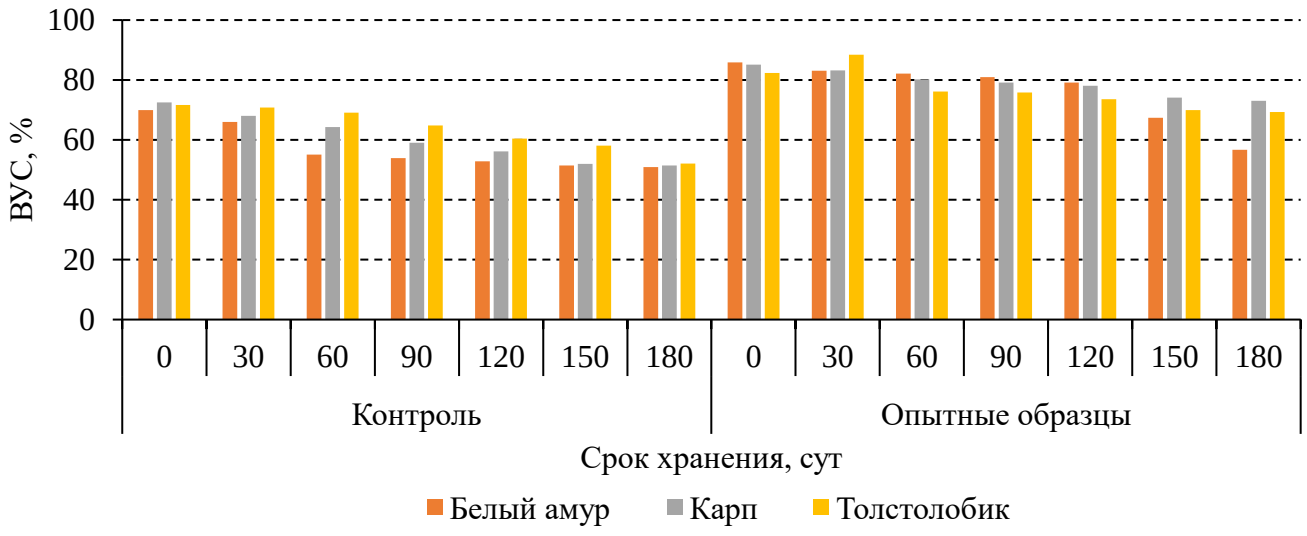


Рисунок 24 – Динамика ВУС в мороженых промытых фаршах из прудовой рыбы в процессе холодильного хранения

Качество фаршей также зависит от изменения белков. В процессе криообработки наблюдается белковая денатурация, обусловливающая резкое варьирование растворимости, снижение способности набухать, степени удержания тканевого сока, что приводит к падению качественных показателей рыбного фарша, ввиду его сухости и жесткости, снижение степени липкости и формующей способности. Изменение растворимости белков в процессе холодильного хранения представлено в таблице 13.

Таблица 13 – Динамика растворимости белков в комбинированном промытом фарше из щуки и карпа

Белки	Фракционный состав белков, % к общему азоту			
	в начале холодильного хранения (0 сут)		по окончании холодильного хранения (180 сут)	
	Контроль	Опытный образец	Контроль	Опытный образец
Саркоплазматические	33,4 ± 5,0	22,1 ± 3,3	24,8 ± 3,7	17,5 ± 2,6
Миофибриллярные	45,6 ± 6,8	60,2 ± 9,0	26,4 ± 3,4	42,5 ± 6,0
Щелочерастворимые	4,5 ± 0,7	5,6 ± 0,7	37,6 ± 4,5	30,2 ± 4,5
Белки стромы	16,5 ± 1,9	12,1 ± 1,8	11,2 ± 1,3	9,8 ± 1,5

В процессе хранения в контрольных образцах увеличивалось содержание щелочерастворимых белков и снижалось содержание саркоплазматических и миофибриллярных, что указывает на денатурацию белков и, как следствие, снижение качества фаршей. В контрольных образцах фаршей количество саркоплазматических белков изменилось с 33,4 % до 24,8 % (на 8,6 %), миофибриллярных – с 45,6 % до 26,4 % (на 19,2 %).

В опытных образцах, несмотря на концентрированное содержание миофибриллярной фракции, количество саркоплазматических белков изменилось с 22,1 % до 17,5 % (на 4,6 %), миофибриллярных – с 60,2 % до 42,5 % (на 17,7 %). Содержание щелочерастворимых белков в обоих образцах увеличилось в среднем на 29,0 %.

При продолжительном криогенном хранении наблюдается белковая денатурация, при которой белковые комплексы и коллоидная мышечная рыбная ткань подвергаются кардинальной необратимой деструкции, что приводит к снижению ВУС мяса при дефростации и повышению степени сухости. Кроме того, белковые комплексы подвержены автопротеолизу под воздействием собственных ферментных комплексов.

При оценке качества фарша при холодильном хранении большое значение также имеет и изменение содержания аминоаммиачного азота, этот показатель характеризует степень протеолиза белка и накопления продуктов его распада. Результаты исследований фарша из широко распространенных прудовых видов рыб, таких как карп, белый амур и толстолобик, представлены на рисунке 25.

Как видно из рисунка 25, в процессе холодильного хранения в контрольных образцах фаршей доля формольно-титруемого азота растет с 107,5 до 173,4 мг/100 г, а в опытных образцах – с 104,5 до 124,4 мг/100 г. Данные подтверждают, что малая скорость процесса автопротеолиза в опытных образцах фаршей, приводит к вымыванию небелковых веществ, а также с особенностями органических кислот, используемых при промывке.

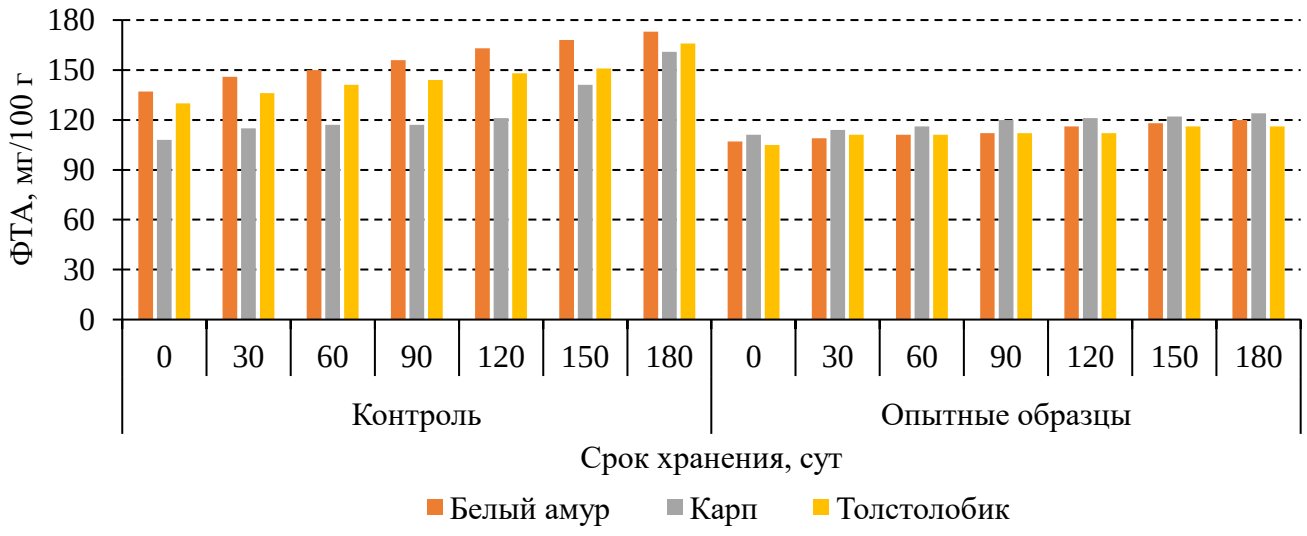


Рисунок 25 – Динамика ФТА в мороженых промытых фаршах из прудовой рыбы в процессе холодильного хранения

Наиболее лабильными макроингредиентами биологических систем являются жиры, которые в зависимости от уровня ненасыщенности существенно склонны к окислению с появление прогорклости. Изменения кислотного и перекисного числа отражены в таблице 14.

Таблица 14 – Динамика кислотного и перекисного числа в образцах фаршей в процессе хранения

Срок хранения, сут	Кислотное число, мг КОН/г		Перекисное число, моль O_2/кг	
	Контроль	Опытный образец	Контроль	Опытный образец
0	2,1 ± 0,3	1,2 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0
30	2,3 ± 0,3	1,2 ± 0,2	0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0
60	2,3 ± 0,4	1,2 ± 0,1	0,4 ± 0,0	0,1 ± 0,0
90	2,5 ± 0,3	1,3 ± 0,2	0,6 ± 0,0	0,2 ± 0,0
120	2,4 ± 0,3	1,3 ± 0,3	0,7 ± 0,1	0,1 ± 0,0
150	3,0 ± 0,5	1,3 ± 0,2	1,0 ± 0,1	0,2 ± 0,0
180	3,6 ± 0,5	1,3 ± 0,2	1,0 ± 0,1	0,6 ± 0,1

В контрольных образцах фаршей наблюдается увеличение как кислотного, так и перекисного числа, что связано с окислением липидов. В опытных образцах

фаршей наблюдается стабильность показателей, что связано с низким содержанием липидов после промывки, а также антиокислительным действием лимонной кислоты, содержащейся в промывочной воде. Остатки лимонной кислоты препятствуют окислению липидов в мороженом фарше путем разрушения перекисей жира.

Результаты исследования микробиологических показателей качества фарша показали, что содержание 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 практически осталось уровне $5{,}4 \cdot 10^3$ КОЕ/г (таблица 15). Это связано с подавлением жизнедеятельности бактерий в процессе замораживания и как следствие снижение их количества сразу после замораживания. БГКП (колиформы) в 0,001 г, *S. aureus* в 0,01 г, патогенные микроорганизмы, включая сальмонеллы, в 25 г не найдены ни в одной пробе фаршей на протяжении всего времени хранения, как в контрольных, так и в экспериментальных пробах.

Таблица 15 – Санитарно-эпидемиологическое состояние фаршей в процессе холодильного хранения

Показатель качества	ТР ЕАС 040/2016	Фарш из белого амура		Комбинированный фарш из щуки и карпа		Фарш из толстолобика	
		Контроль	Опытный образец	Контроль	Опытный образец	Контроль	Опытный образец
КМАФАнМ, КОЕ/г	Не более $1{,}0 \cdot 10^5$	$5{,}5 \cdot 10^3$	$1{,}78 \cdot 10^2$	$5{,}4 \cdot 10^3$	$1{,}64 \cdot 10^2$	$5{,}0 \cdot 10^3$	$1{,}76 \cdot 10^2$
БГКП	Не допускается в 0,001 г	Не обнаружены					
S. aureus	Не допускается в 0,01 г	Не обнаружены					
Патогенные, в том числе сальмонеллы и *L. monocytogenes*	Не допускается в 25 г	Не обнаружены					

Из анализа комплекса характеристик промытых фаршей и результатов исследования можно рекомендовать срок хранения для промытых пищевых фаршей

из прудовой рыбы, который не должен превышать 6 мес. при температуре (−18 ± 0,5) °С. При соблюдении этих условий при приготовлении кулинарной продукции возможно исключение из рецептурных композиций веществ, улучшающих вкусовые и структурно-механические характеристики фаршевых систем.

4.4 Установление возможности введения лактулозы в рыбные фарши с улучшенными функционально-технологическими свойствами из прудовых рыб

Вторым этапом органолептических исследований является определение величины рационального внесения функциональной добавки из лактулозы в комбинированный фарши из карпа и щуки, а также в фарши из толстолобика и белого амура.

Исходя из того, что фаршевая продукция с добавлением лактулозы имеет функциональную, а не лечебную направленность, рекомендуемая дозировка сухого препарата «Лактулоза» на 1 кг готовой продукции составляет не более 1,5 г [164].

С целью обоснования рекомендованного содержания сухой добавки с функциональной направленностью «Лактулоза» в комбинированном промытой фарше из карпа и щуки, а также рационального соотношения между основными компонентами фарша, была проведена органолептическая оценка качества в соответствии с ГОСТ Р 55505-2013 [62]. С органолептической точки зрения [138] рыбный фарш должен отвечать требованиям, ссылки на которые представлены во второй главе.

Произведенные по предложенной технологии образцы комбинированного промытого фарша были подвергнуты тестовой пятибалльной оценке экспертной комиссией, состоящей из ученых АГТУ и специалистов в области питания из ор-

ганизаций, являющихся членами ассоциации Астраханских рестораторов и кулинаров. Результаты экспертизы сведены в приложении Б, а усредненные данные представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Сводная таблица средней органолептической оценки показателей мороженого фарша

Количество сухой лактулозы, % к массе фарша	Средняя оценка, поставленная экспертами, $P_{ср}$, балл				
	Внешний вид	Цвет	Запах	Консистенция	Вкус (после варки)
0 (контроль)	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
2	4,5	4,5	4,4	4,6	4,5
5	4,6	3,8	4,3	4,9	3,8
10	4,8	4,5	4,5	5,0	4,2
15	4,8	4,6	4,3	4,7	4,7

Полученные средние значения по каждому дескриптору были трансформированы в энтропийные и для лучшей наглядности результата, графически интерпретированы в виде профилограммы, которая представлена на рисунке 26.

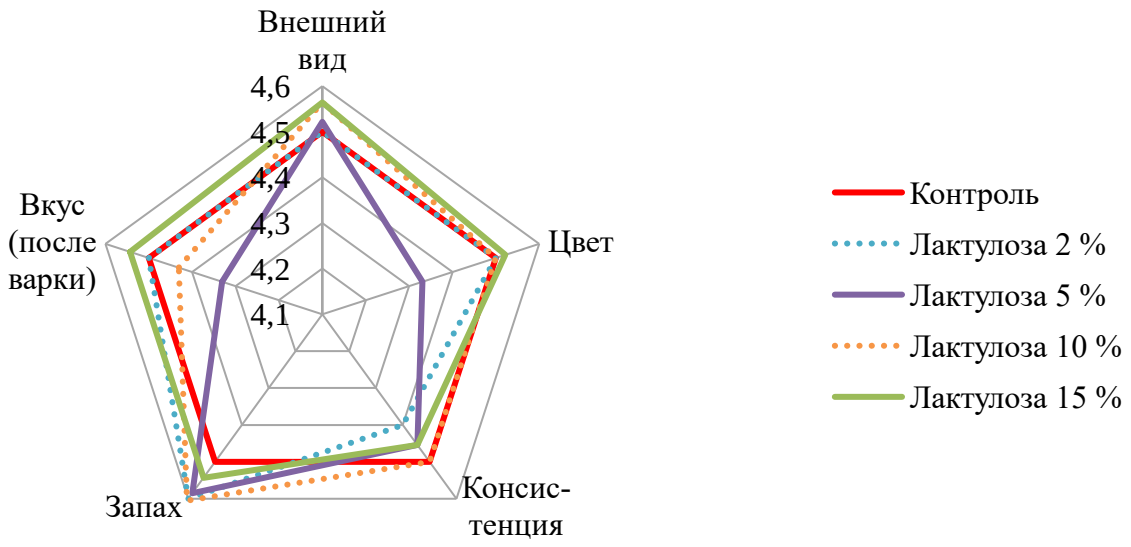


Рисунок 26 – Профилограмма органолептических показателей комбинированного фарша в зависимости от количества функциональной добавки

Далее, отталкиваясь от результатов проведенных экспертных оценок и их энтропийных аналогов, можно получить относительные значения $E_{пок}$ для каждого опытного образца. В итоге полученные значения $E_{пок}$ можно представить в виде гистограммы (рисунок 27), на основании которой можно будет дать рекомендации о рациональном количестве внесения лактулозы.

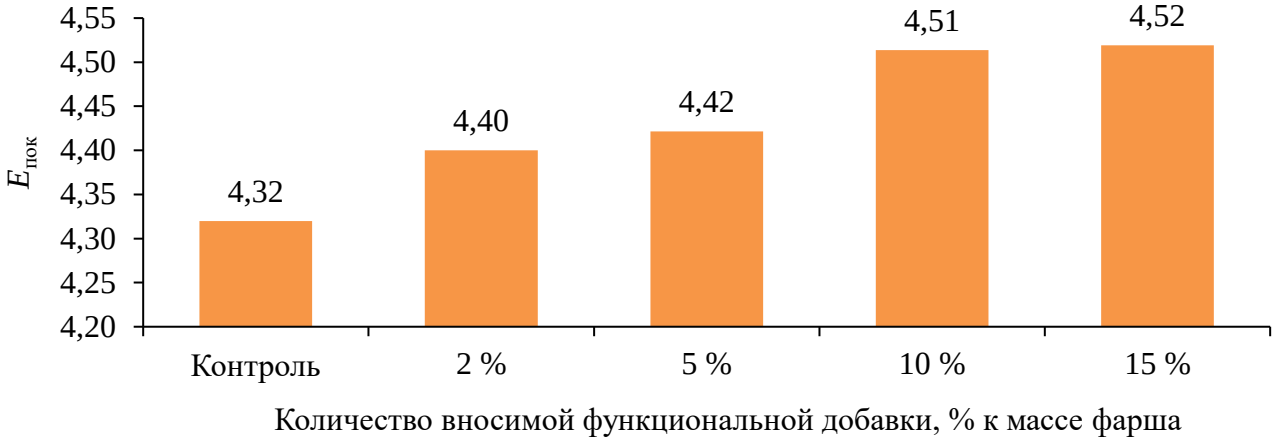


Рисунок 27 – Гистограмма оптимального количества функциональной добавки

Результирующая сатисфакторная оценка энтропии $E_{пок}$, полученная по принципу аддитивности и приведенная к единице значимости всех описательных характеристик, позволила при сравнении различных образцов выбрать лучший по органолептическим показателям. Максимальное значение $E_{пок}$ наблюдается у фаршевой смеси, в которой функциональная добавка массой 6,6 г внесена в фарш массой 1 кг. Близкой к максимальному значению наблюдается и рыбный фарш, в котором добавка с той же массой вводится уже в 0,75 кг исходного сырья. В связи с этим критерием для выбора становится максимальное содержание активного вещества премикса в фаршевой смеси.

Рекомендованная суточная доза лактулозы для взрослого составляет 5 г, детям школьного возраста – 3 г, детям дошкольного возраста – 2 г [67; 93; 94; 158]. При формовании котлет или биточков из котлетной массы, куда помимо самого рыбного фарша добавляются другие ингредиенты, при условии выхода готового продукта массой 75–80 г, согласно сборникам рецептур, требуется порядка 50 г

основного сырья и 40 г дополнительного. В случае внесения сухого количества лактулозы не более 15 %, а чтобы не превысить рекомендованную дозу потребления, необходимо будет употребить в пищу не менее восьми котлет (3 г лактулозы), что практически исключает его дневную передозировку.

Однако, добавление лактулозы влияет на вкусовые характеристики рыбного фарша – добавление лактулозы свыше 10 % ведет к увеличению сладости продукта, что может негативно воспринять потребитель.

На остальные органолептические показатели – цвет, запах и консистенция – добавление лактулозы практически не влияет. Кроме того, в пищевой системе могут находиться буферные вещества, в присутствии которых активность ионов водорода будет сохраняться примерно постоянной из-за ее связи с равновесием диссоциации слабых электролитов [155].

Естественно, что наличие в составе продукта пребиотика в сочетании с вкусовыми органическими веществами других классов обусловливают формирование оригинальных вкусовых ощущений, часто присущих исключительно одному, конкретному виду продукции.

Обобщая проведенные дегустационные исследования, можно сказать, что полуфабрикаты имеют нежный сладковатый вкус, цвет и внешний вид характерен для продуктов данного типа.

Влияние сухой добавки лактулозы из препарата «Лактулоза Премиум» на органолептические показатели незначительно, увеличение количества внесенного препарата сверх 10 % от массы рыбного фарша отрицательно сказывается на вкусовых ощущениях, в частности на увеличение послевкусия и сладости продукта. Окраска, консистенция и запах образцов рыбных фаршевых систем практически не отличается от органолептических показателей контрольных образцов. Сравнительная органолептическая оценка качества образцов фаршевых кулинарных изделий свидетельствует о высоком уровне соответствия потребительским предпочтениям.

На основании проведенных исследований можно констатировать, что применение такой добавки, как лактулоза, в составе рыбных фаршевых систем пер-

спективно с учетом коррекции функционально-технологических свойств при производстве функциональных продуктов питания на рыбной основе.

Таблица 17 – Санитарно-эпидемиологическое состояние комбинированного фарша из карпа и щуки

Показатель качества	Допустимые уровни по СанПиН 2.3.2.1078-01	Контроль (без лактулозы)	Количество сухой лактулозы, % к массе фарша			
			2	5	10	15
КМАФАнМ, КОЕ/г	Не более $1{,}0 \cdot 10^5$	$1{,}64 \cdot 10^2$	$2{,}55 \cdot 10^2$	$4{,}42 \cdot 10^2$	$5{,}42 \cdot 10^2$	$6{,}38 \cdot 10^2$
БГКП	Не допускается в 0,001 г	Не обнаружены				
S. aureus	Не допускается в 0,01 г	Не обнаружены				
Патогенные, в том числе сальмонеллы и *L. monocytogenes*	Не допускается в 25 г	Не обнаружены				

Следует отметить, что размораживание фаршей предварительно введенной добавкой лактулозы способствует некоторому увеличению КМАФАнМ (таблица 17), поэтому целесообразно добавлять ее не в промытые фарши, которые впоследствии подвергаются заморозке, а использовать ее вместе с другими ингредиентами при приготовлении кулинарных изделий.

4.5 Влияние гранулирования на хранимоспособность пищевых промытых фаршей из прудовой рыбы, обогащенных лактулозой

Влиянию низких температур на характеристики материалов животного и растительного происхождения всегда уделялось особенное внимание исследователей и специалистов пищевой, медицинской, холодильной и других отраслей промышленности. Эффективность процесса консервации путем охлаждения до низких

температур определяется тем, что при них снижется интенсивность обсеменения и биохимических трансформаций, обусловленных повышением до нескольких месяцев продолжительности сохранности готовой продукции. Под воздействием термоотвода от блочного рыбного фарша на его поверхности наблюдается образование ледяной корки при том, что внутренние слои, еще не имеющие криоскопическую температуру, имеют структуру без наличия замороженной воды.

Самопроизвольное подмораживание при низком остаточном давлении в вакуумной камере наблюдается вследствие экзотермического эффекта при испарении воды при таких условиях. В настоящее время оно применяется для криообработки мясных, рыбных и плодоовощных продуктов, фаршей и других полуфабрикатов [3; 4; 75; 131; 160], вследствие сравнительно малых энергозатрат и продолжительности процесса.

Применение подмораживания для рыбного фарша оправдано по сравнению с быстрой криообработкой, так рыбный фарш хранят при температуре минус 18 °С, и быстрое замораживание до более низких температур, связанное с излишним потреблением энергии, теряет смысл ввиду повышения температуры при хранении и рекристаллизации. Рекомендовано осуществление хранения рыбного фарша в форме подмороженных разрозненных тонких жгутов (штрангов), которые формируются в процессе прохождения фарша сквозь фильеры кожухотрубчатого теплообменного узла, установленного на выходе из смесительной емкости, жидким охлаждающим агентом до криоскопического значения температуры, и с целью устранения адгезии между жгутами и «козлования» фарша в рабочей камере аппарата.

Последующее понижение температуры штранга фарша, имеющего среднеобъемную криоскопическую температуру, целесообразно проводить посредством замораживания до конечной температуры хранения, при которой вся влага переходит в льдообразное состояние и интенсивность парообразования резко снижается. При прохождении рыбного фарша сквозь фильеры происходит уплотнение штрангов при отсутствии их вздутия и деструкции.

Анализ конструкций аппаратов пригодных для осуществления предложенной технологии показал, что целесообразно остановиться вакуумном грануляторе, дающем возможность провести формование фарша в гранулы совместно с операциями подмораживания и вакуумной упаковки полученных гранул в пакеты для последующего хранения. Схема рекомендованной установки показана на рисунке 28.

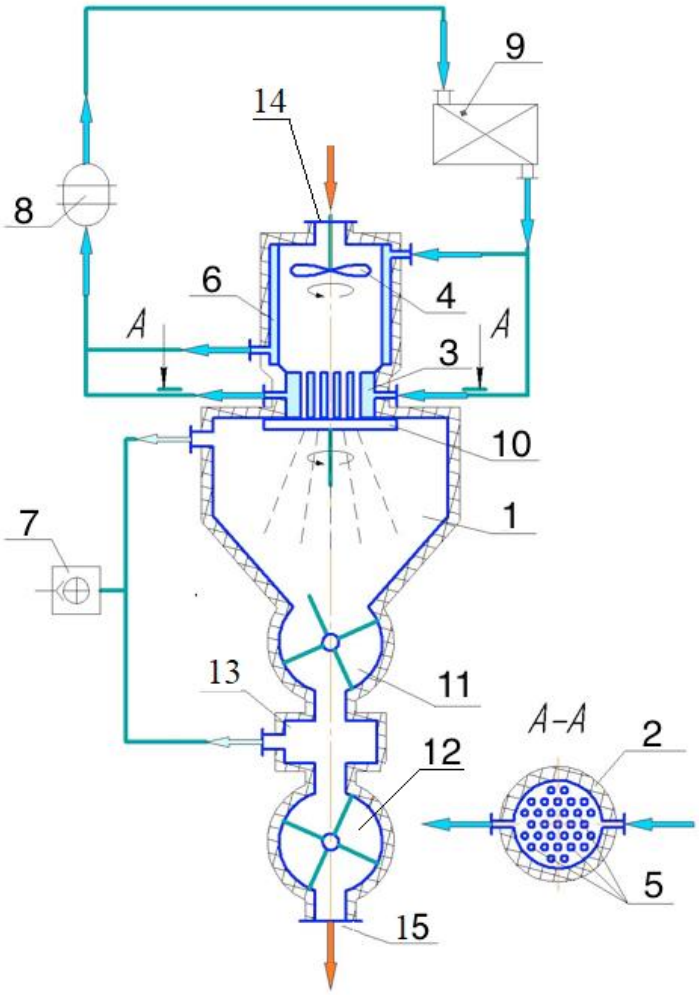


Рисунок 28 – Схема вакуумного холодильного агрегата для штрангов рыбного фарша:

1 – обечайка вакуумного отсека; *2* –тепловая изоляция; *3* – кожухотрубчатый теплообменный узел; *4* – корпус смесительного узла; *5* – фильеры; *6* – рубашка испарителя; *7* – вакуумная насосная станция; *8* – компрессорная станция; *9* – конденсаторный узел; *10* – измельчительный узел; *11, 12* – шлюз; *13* – отсек вакуумного упаковывания; *14, 15* – подводной и отводной патрубки

В вакуумном морозильном устройстве (рисунок 28) комбинированный промытый фарш по патрубку *14* направляется в смесительную емкость *4*, где происходит смешение с сухой лактулозой и охлаждение жидким холодильным агентом в испарительной рубашке *6*, далее фарш направляется в кожухотрубный теплообменный узел *3* и проникает сквозь фильеры *5*, после чего сформированные в них штранги направляются в обечайку *1* охлаждающего отсека, где проходит подмораживание при создании разрежения посредством вакуумной насосной станции *7*. На выходе из фильерных отверстий *5* рыбный фарш гранулируется посредством измельчительного узла *10* и через шлюз *11* подается в отсек вакуумного упаковывания *13* и далее отводится из агрегата через шлюз *12*, предназначенный для поддержаний разрежения в отсек упаковывания *13*.

При использовании метода для малогабаритных объектов из рыбного фарша появляется вероятность их усушки (12–15 % от массы изделия), что обусловливает уменьшение объема и массы изделия из-за потери влаги, которое пытаются компенсировать при реализации товара. Кроме того, под влиянием вакуума у изделия при воздействии внутреннего избыточного давления, могут наблюдаться деструкция клеточных стенок и вздутие, что обусловливает излишнюю пористость и увеличение объема изделия [160]. Для максимального исключения этих нежелательных процессов резонно осуществлять криоскопическую обработку материала поэтапно путем предварительного подмораживания до появления поверхностной ледяной корочки подобно глазированию, стабилизирующей состояние изделия при минимизирующей десорбционную усадку.

Из работы [160], следует, что сублимация чистого льда более интенсивна по отношению к коллоидными системам, что обусловливает интенсификацию метода на второй стадии технологического потока по причине намораживания поверхностной корочки.

Также имеет место сокращение товарных потерь при дефростации гранул фарша, если их сразу смешивать в фаршемешалке с остальными ингредиентами при приготовлении котлетной основы для кулинарных изделий. При таком варианте приготовления фаршевой смеси нагревающей средой являя вносимые ингре-

диенты, содержание которых в полуфабрикате должно быть сопоставимо с массовым содержанием исходного фарша.

Определение комплекса свойств и характеристик исследуемых продуктов, как объектов консервирования холодом сводилось к исследованию теплофизических характеристик промытого комбинированного фарша и традиционного фарша из прудовой рыбы.

Исследование теплофизических характеристик фаршей из прудовой рыбы включало в себя: определение криоскопической температуры продукта и количество вымерзшей в нем влаги при заморозке; определение влажности, плотности, удельной теплоты льдообразования гранулированного фарша; моделирование кинетических закономерностей при охлаждении и криообработке штранга рыбного фаршевого продукта; математическое моделирование переноса тепловой энергии при снижении температуры до криоскопической; математическое моделирование переноса тепловой энергии при снижении температуры в процессе вакуумной подморозки.

Знание величины криоскопической температуры необходимо при осуществлении теплотехнических расчетных процедур при проектировании холодильной техники и нахождении теплофизических характеристик лиофильных пищевых систем, к которым можно причислить гомогенные системы, имеющие коллоидные характеристики. Значение криоскопической температуры обусловлено концентрацией и диссоциацией растворенных компонентов, молекулярной массой и характеристиками растворителя и определяется в момент начала кристаллизации воды из раствора при исключении переохлаждения жидкой фазы, содержащейся в измельченном фарше [10; 31; 163].

Варьирование криоскопической температуры в рыбном фарше определялось посредством измерительного стенда (приложение Б), который позволяет осуществить построение термограммы. Криоскопическая температура находилась по горизонтальному отрезку на графической зависимости температурного варьирования для фарша. Результаты опытов приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Значение криоскопической температуры в рыбных фаршах из прудовых видов рыб

Наименование	Криоскопическая температура, °С
Комбинированный промытый фарш из щуки и карпа	−0,8 ± 0,1
Комбинированный промытый фарш из щуки и карпа с введением лактулозы	−1,2 ± 0,1

Анализ полученных результатов приводит к выводу, что повышение доли воды в связанном состоянии, к примеру, посредством внесения водосвязывающей обезвоженной лактулозы, приводит к падению величины криоскопической температуры в среднем на 0,4 °С.

Согласно методике, представленной в [5], зависимость вымороженной воды (ω, %) от температуры (*t*, °С) объекта исследования в интервале от криоскопической до минус 5 °С для рыбных фаршей можно описать экспоненциальной зависимостью, но для этого необходимо вычислить численные коэффициенты, входящие в уравнение.

Численные коэффициенты *a* и *b* в соотношении [5] определяются решением системы из двух уравнений, но для ее решения остается неизвестной величина $\omega_{кон}$, которая, например, может быть найдена, как и криоскопическая температура, т. е. экспериментально. Значение $\omega_{кон}$, как показывает практика, для рыбных фаршевых систем при их температуре минус 5 °С находится в пределах 2–3 % [5] и в среднем составляет 75 %, поэтому целесообразнее принять величину $\omega_{кон}$ = 75 % без проведения эмпирических исследований, ведь ошибка 3 % сопоставима с погрешностью эксперимента.

Тогда для исследуемой фаршевой смеси система уравнений будет выглядеть следующим образом:

$$\begin{cases} 100 - a \cdot e^{b \cdot -1,2} = 0; \\ 100 - a \cdot e^{b \cdot -5} = 75. \end{cases} \quad (10)$$

Решение данного уравнения в среде MathCad дает следующие результаты:

$$\mathrm{Find}(a,b)=\begin{pmatrix}154{,}926\\0{,}365\end{pmatrix}. \qquad (11)$$

В этом случае зависимость процентного содержания вымерзшей влаги в продукте ω от температуры объекта исследования *t* в интервале от криоскопической до минус 5 °С для комбинированного рыбного фарша с лактулозой можно описать следующей экспоненциальной зависимостью:

$$\omega = 100 - 154{,}926 \cdot e^{0{,}365t}. \qquad (12)$$

Графическая интерпретация уравнения представлена ниже (рисунок 29).

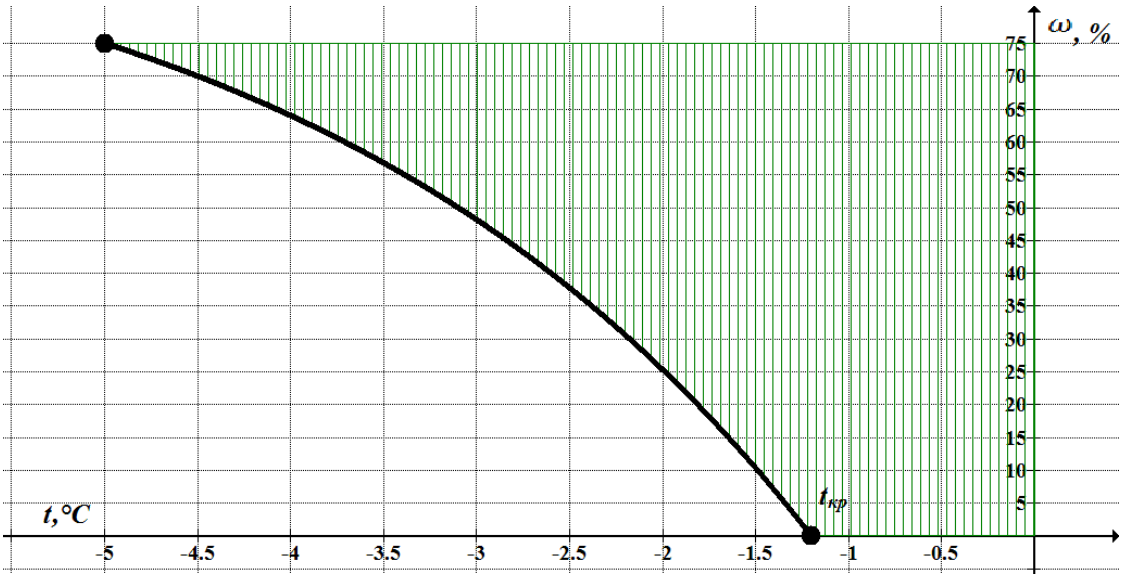


Рисунок 29 – Динамика вымороженной воды (ω, %) от температуры (*t*, °С) комбинированного рыбного фарша с введением лактулозы

При рассмотрении кривой видно, что при росте температуры, содержание вымороженной воды плавно падает до нуля при достижении криоскопической температуры в фарше.

В таблице 19 представлены результаты определения влажности объектов исследований.

Таблица 19 – Влажность объектов исследования

Наименование объекта	Влажность, %
Комбинированный промытый фарш из щуки и карпа	75,0 ± 3,8
Комбинированный промытый фарш из щуки и карпа с введением лактулозы	72,0 ± 3,6

Из полученных результатов следует, что у комбинированного промытого фарша из щуки и карпа с добавлением лактулозы процент влажности ниже, чем у фарша без добавки вследствие изменения соотношения между влагой в продукте и сухим остатком при внесении в фаршевую смесь сухого пребиотика.

В таблице 20 для объектов исследования приведены эмпирически определенные средние величины плотности ($\rho_{ср}$, кг/м³) в заданном температурном диапазоне.

Таблица 20 – Средние величины $\rho_{ср}$, кг/м³, для комбинированного промытого рыбного фарша при $t_{ср}$, °С

Наименование объекта	$\rho_{ср}$, кг/м³, для $t_{криоскоп} \leq t_{ср} \leq 5$ °С
Комбинированный промытый фарш из щуки и карпа	925 ± 46,2
Комбинированный промытый фарш из щуки и карпа с введением лактулозы	940 ± 47,0

С целью нахождения $\rho_{ср}$ для объектов при температуре меньше криоскопической, можно воспользоваться соотношением (13), в котором количество вымороженной влаги зависит от выбранной для него отрицательной температуры в интервале от криоскопической до заданной.

$$\rho_{ср} = \frac{1}{\dfrac{W_{\omega}}{\rho_{л} \cdot 100} + \dfrac{W\left(1 - \dfrac{\omega}{100}\right)}{\rho_{вл}} + \dfrac{1 - W}{\rho_{сух.\,ост}}}, \tag{13}$$

где W – влажность объекта, %; $\rho_{л}$, $\rho_{вл}$ и $\rho_{сух.\,ост}$ – плотности ледяной, водной сред и сухого вещества соответственно, кг/м³.

Если плотность льда и воды является известной величиной, то плотность сухого остатка фарша может быть вычислена следующим образом:

$$\rho_{сух.\,ост} = \frac{w_{сух.\,ост}}{\dfrac{1}{\rho_{см}} - \dfrac{W}{\rho_{вл}}}, \tag{14}$$

где $w_{сух.\,ост}$ – доля сухого остатка в продукте, кг/кг; $\rho_{см}$ – плотность рыбных фаршей, кг/м³; $\rho_{вл}$ – плотность воды, кг/м³.

Основным объектом исследования является фарш из щуки и карпа с пребиотической добавкой, для которого плотность сухого остатка $\rho_{сух.\,ост}$, вычисленного по формуле (14), равна:

$$\rho_{сух.\,ост} = \frac{0,28}{\dfrac{1}{940} - \dfrac{0,72}{1\,000}} = 814 \text{ кг/м}^3. \tag{15}$$

В итоге плотность $\rho_{ср}$ комбинированного промытого рыбного фарша с пребиотическим компонентом «Лактулоза» при температуре меньше криоскопической до минус 5 °С находится в зависимости от количества вымороженной влаги и определяется по соотношению:

$$\rho_{см} = \left(0,00000785\omega(t) + 0,00072\left(1 - \frac{\omega(t)}{100}\right) + 0,000344\right)^{-1}. \tag{16}$$

На рисунке 30 проиллюстрирована зависимость плотности (ρ, кг/м³) комбинированного промытого рыбного фарша из щуки и карпа от его средней температуры.

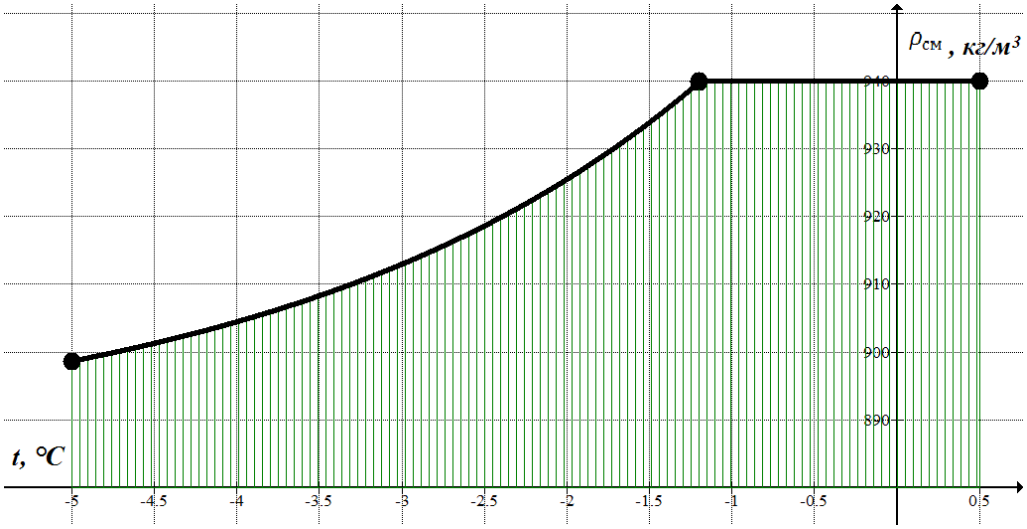


Рисунок 30 – Зависимость физической плотности фарша (ρ, кг/м³) от его средней температуры (*t*, °С)

Из анализа кривой видно, что по мере повышения температуры плотность фарша монотонно повышается и достигает величины 940 кг/м³ при достижении криоскопической температуры в исследуемом материале, после чего значение рассматриваемой характеристики остается практически постоянной до 10 °С.

При криообработке к теплосодержанию (энтальпии) образца добавляется тепловая энергия фазового превращения воды в лед. С учетом высокой влажности рыбного фарша, удельная энергия теплоту образования льда в зависимости от температур можно рассчитать по соотношению [79; 98]:

$$L = 335 + 2{,}12t, \tag{17}$$

где L – удельная тепловая энергия образования ледяной структуры, кДж/кг; t – температура замороженного образца, °С.

На рисунке 31 проиллюстрирована зависимость удельной тепловой энергии образования (*L*, кДж/кг) для комбинированного промытого рыбного фарша от средней температуры.

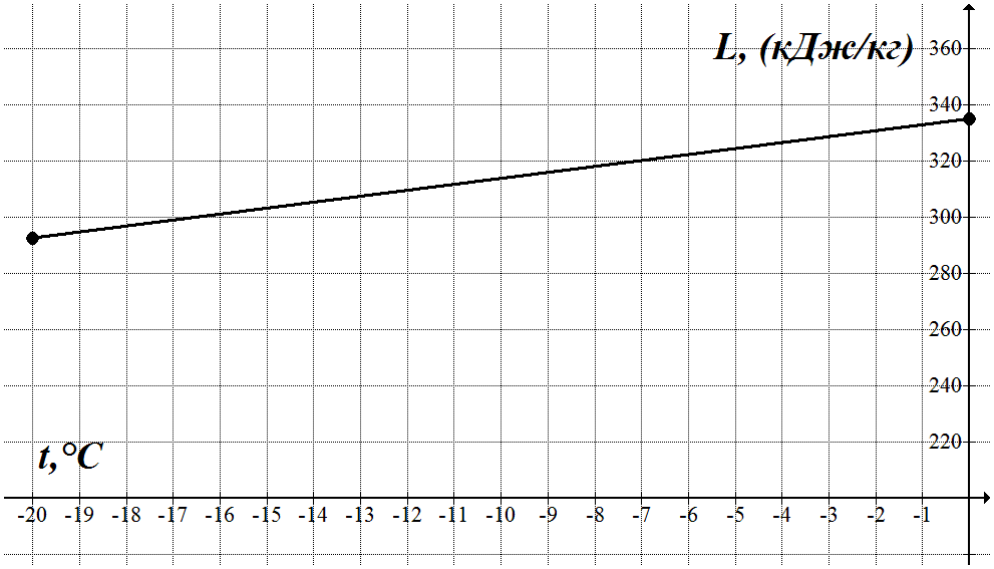


Рисунок 31 – Зависимость удельной тепловой энергии образования (*L*, кДж/кг) для комбинированного промытого рыбного фарша от средней температуры

Тепловая энергия, выделяемая при криообработке, является дополнительным расходом для выявления энергозатрат.

В результате проведенных экспериментальных исследований по методике [89; 123] нахождения теплофизических характеристик фаршевого образца с заданным составом и температурой были получены следующие значения искомых величин, сведенные в таблицу 21.

Таблица 21 – Теплофизические характеристики комбинированного промытого рыбного фарша

Влажность *W*, %	Удельная теплоемкость $c_м$, Дж/(кг·К)	Температуро-проводность $a \cdot 10^7$, м²/с	Коэффициент теплопроводности λ, Вт/(м·К)
72,0 ± 3,6	3 652,0 ± 182,6	3,1 ± 0,2	1,1 ± 0,1

В связи с тем, что данная методика предназначена для исследования не твердых материалов, определение теплофизических характеристик для фаршевых смесей при отрицательных температурах, обусловленное сложностью быстрого введения в материал зонда, является затруднительным. Поэтому выявление зависимостей теплофизических характеристик исследуемого фарша от температуры в интервале от минус 5 °С до криоскопической целесообразно провести расчетным путем.

С целью определения теплоемкости рыбного фарша (c_M, Дж/(кг·К)) при температуре меньше криоскопической можно воспользоваться соотношением

$$c_M = \frac{W\omega}{100} c_{\text{л}} + W\left(1 - \frac{\omega}{100}\right) c_{\text{вл}} + \left(1 - W\right) c_{\text{сух. ост}}, \tag{18}$$

где $c_{\text{л}}$, $c_{\text{вл}}$ и $c_{\text{сух. ост}}$ – удельная теплоемкость ледяной, водной фаз и сухого вещества, Дж/(кг·К).

Если теплоемкость льда и воды является известной величиной, то теплоемкость сухого остатка может быть вычислена следующим образом:

$$c_{\text{сух. ост}} = \frac{c_M - W c_{\text{вл}}}{w_{\text{сух. ост}}}, \tag{19}$$

где $w_{\text{сух. ост}}$ – доля сухого остатка в продукте, кг/кг; c_M – теплоемкость рыбного фарша, Дж/(кг·К); $c_{\text{вл}}$ – теплоемкость воды, Дж/(кг·К).

Основным объектом исследования является фарш из щуки и карпа с пребиотической добавкой, для которого теплоемкость сухого остатка $c_{\text{сух. ост}}$, вычисляется по формуле (19) и равна:

$$c_{\text{сух. ост}} = \frac{3\,652 - 0{,}72 \cdot 4\,183}{0{,}28} = 2\,287 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}. \tag{20}$$

В итоге теплоемкость рыбного фарша из щуки и карпа с добавлением лактулозы при температуре ниже криоскопической до минус 5 °С, описывается уравнением:

$$c_M = 14{,}59\omega(t) + 3\,011{,}76\left(1 - \frac{\omega(t)}{100}\right) + 640{,}36. \qquad (21)$$

На рисунке 32 представлена графическая интерпретация зависимости теплоемкости c_M рыбного фаршевого полуфабриката с функциональной добавкой из прудовых карпа и щуки от его средней температуры t.

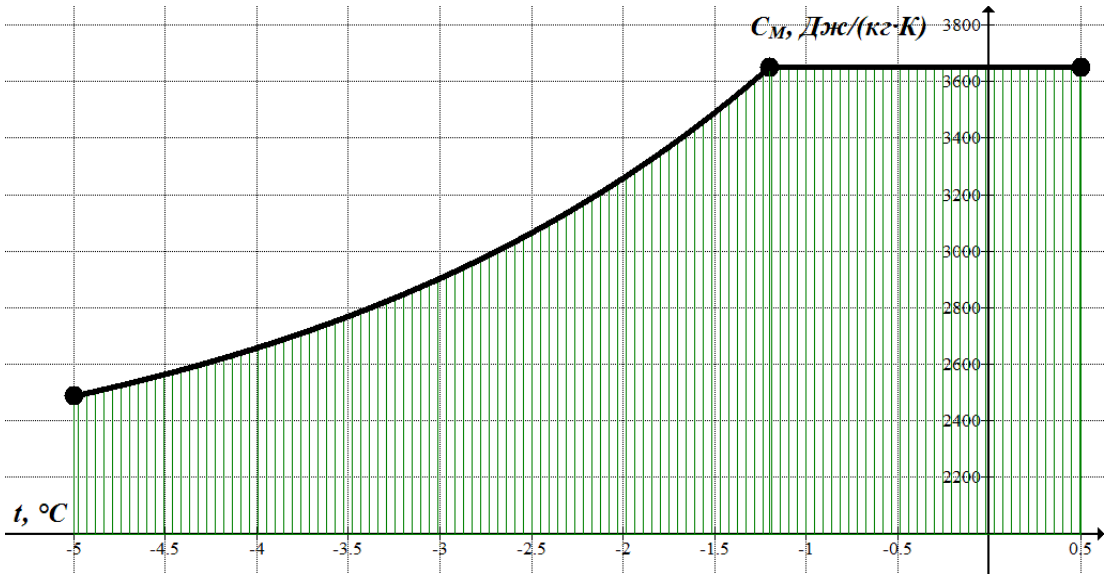


Рисунок 32 – Зависимость теплоемкости фарша от его средней температуры

С целью расчета a фарша при температуре меньше криоскопической нужно определить численные коэффициенты a_1 и b_1. Численные коэффициенты a_1 и b_1 определяются решением системы из двух уравнений, но для ее решения остается неизвестной величина $a_{кон}$, которая может быть найдена опытным путем. Значение $a_{кон}$, для рыбных фаршевых систем при их температуре минус 5 °С, разнится в пределах 3 % [5] и в среднем составляет $22 \cdot 10^{-7}$ м²/с, поэтому целесообразнее

принять величину $a_{кон} = 22 \cdot 10^{-7}$ м²/с без проведения эмпирических исследований, ведь погрешность 3 % может быть вполне допустима для инженерных расчетов.

Тогда для исследуемой фаршевой смеси система уравнений будет выглядеть следующим образом:

$$\begin{cases} 25 - a_1 \cdot e^{b_1 \cdot -1,2} = 3,11; \\ 25 - a_1 \cdot e^{b_1 \cdot -5} = 22. \end{cases} \quad (22)$$

Решение данного уравнения в среде MathCad дает следующие результаты:

$$\mathrm{Find}\left(a_1, b_1\right) = \begin{pmatrix} 41,003 \\ 0,523 \end{pmatrix}. \quad (23)$$

В этом случае зависимость коэффициента температуропроводности для исследуемого фарша а от его температуры t в интервале от криоскопической до минус 5 °С можно описать следующей экспоненциальной зависимостью:

$$a \cdot 10^7 = 25 - 41,003 \cdot e^{0,523t}, \quad (24)$$

На рисунке 33 представлена графическая интерпретация зависимости коэффициента температуропроводности a рыбного фаршевого полуфабриката с функциональной добавкой из прудовых карпа и щуки от его средней температуры.

Величину λ находят из: $a = \dfrac{\lambda}{c_M \rho_{см}}$, где зависимости $a(t)$, $c_M(t)$ и $\rho_{см}(t)$ уже известны, при этом на участке, где значения ТФХ постоянны, для нахождения λ достаточно просто перемножить характеристики a, c_M и $\rho_{см}$.

Рисунок 33 – Зависимость температуропроводности фарша
от его средней температуры

На рисунке 34 представлена графическая интерпретация зависимости коэффициента теплопроводности λ рыбного фаршевого полуфабриката с функциональной добавкой из прудовых карпа и щуки от его средней температуры *t*.

Рисунок 34 – Зависимость теплопроводности фарша от его средней температуры

Полученные результаты не противоречат литературным данным [5; 34; 98], что свидетельствует об их адекватности и возможности применении в инженерных

расчетах. Из рисунков 32–34 видно, что теплофизические характеристики объекта исследования, как и всех пищевых продуктов, существенно зависят от температуры при ее снижении ниже криоскопической и образовании вымороженной влаги.

Определение величины связанной влаги в исследуемом фаршевом продукте проводилось на основе анализа построенных изотерм сорбции. Изотермы десорбции не строились вследствие того, что обезвоженный материал менее склонен к порче, к тому же при влагоудалении он подвергается тепловому воздействию, подавляющему в определенной степени микрофлору.

Гигроскопическое значение относительного содержания влаги в образце обусловливает его водоудерживающую способность и существенно влияет на величины режимных параметров криообработки. На основе термодинамического анализа можно рассчитать энергию различных типов связи влаги с сухим остатком; кроме того, ряд термодинамических показателей на различных сорбционных и десорбционных этапах, а также в процессе вымораживания воды.

Соотношение ингредиентов изучаемых фаршей соответствовало исследованиям, представленных в текущей главе. На основе результатов проведенных экспериментов при их пятикратной повторности построены изотермы сорбции исследуемых фаршей (рисунок 35).

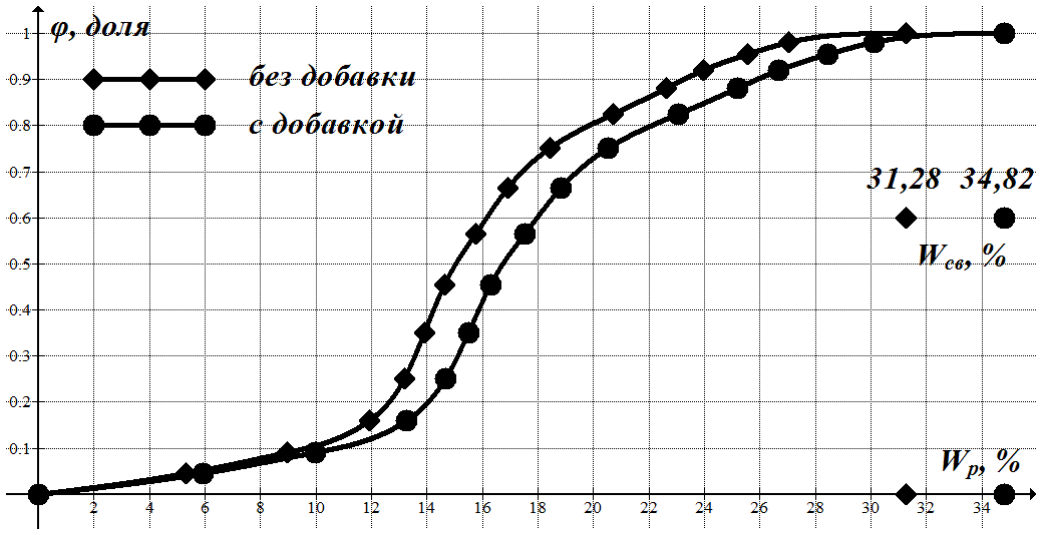


Рисунок 35 – Изотермическая кривая сорбции влаги исследуемыми образцами

Из рисунка 35 видно, что процент связанной влаги для рыбного фарша без добавки составляет 31 %, а с добавкой – 35 %.

Для эффективности термообработки существенное значение имеет соотношение воды в свободном и связанном в фарше, так как вода в связанном состоянии ассоциирована путем тесного контактирования с белковой, липидной и углеводной фракциями при химико- и физических взаимосвязях, а вода в свободном состоянии не связанная термическим эффектом с сухим веществом и, вследствие чего более способна к фазовому переходу. Полученное в ходе экспериментальных исследований соотношение связанной и свободной влаги в фаршевых продуктах представлено в таблице 22.

Таблица 22 – Соотношение связанной и свободной влаги в фаршевых продуктах

Наименование объекта	Влага, %	Влага, %	
		в связанном состоянии	в свободном состоянии
Комбинированный промытый фарш из щуки и карпа	75,0 ± 3,8	31,0 ± 1,6	44,0 ± 2,2
Комбинированный промытый фарш из щуки и карпа с введением лактулозы	72,0 ± 3,6	35,0 ± 1,8	37,0 ± 1,8

Верхний лимит концентрации лактулозы в фарше ограничен двумя факторами: наибольшей сорбционной активностью добавки, т. е. величиной гигроскопического содержания воды и сенсорной оценкой образца вследствие того, что при превышении критической концентрации лактулозы качественные параметры полуфабриката могут существенно отклоняться от подобных показателей модельного продукта.

С целью изучения реологических показателей образцов, в том числе с лактулозой, применяли вискозиметр РВ-8. Результаты проведенных опытов сведены в таблице 23.

Таблица 23 – Средняя величина эффективной вязкости образцов

Вид объекта	Эффективная вязкость $\mu_{эф}$, Па·с
Комбинированный промытый фарш из щуки и карпа	690,0 ± 34,5
Комбинированный промытый фарш из щуки и карпа с введением лактулозы	890,0 ± 44,5

Данные, полученные в опытной серии не входят в противоречие с известной информацией [5; 11; 26; 69], что говорит в пользу их адекватности, причем $\mu_{эф}$ комбинированного рыбного фарша с лактулозой больше, чем у образцов без лактулозы, по причине повышенной пластичности.

Далее было проведено моделирование кинетических закономерностей при охлаждении и криообработке штранга рыбного фаршевого продукта.

В основном кинетические закономерности выявляют для нахождения рациональной длительности процессов при определенных температурных ограничениях. По разработанной технологии по вакуумному замораживанию фаршевой смеси в виде сформованного штранга и последующего его гранулирования, реализуемой в аппарате, представленного на рисунке 28, падение температуры предполагает три стадии: на первой температура падает до 3 °С в смесительной емкости, далее в кожухотрубном теплообменном узле до криоскопической температуры и на завершающей стадии, при подмораживании, снижается до заданного значения.

На первом участке имеется возможность фиксирования варьирования температуры эмпирически по причине достаточного для этого объема и, как следствие, доступности фарша для введения термозонда в открытый смесительный резервуар. На остальных стадиях эмпирический замер температуры практически невозможно осуществить из-за малого размера поперечного сечения жгута, большой интенсивности операций и отсутствия возможности введения термозонда в рыбном фарше, что обусловливает использование модельного подхода к определению температуры.

Далее было проведено математическое моделирование переноса тепловой энергии при снижении температуры до криоскопической.

Процедура снижения температуры при прохождении рыбного фарша сквозь фильеру показана на рисунке 36. Фарш с T = (3 ± 0,5) °С, поступает в фильеру кожухотрубного теплообменного узла из смесительной емкости под воздействием градиента давления на участке от смесительной емкости до вакуумного отсека, на входе в который значение T = −0,4 °С. В рубашку теплообменного узла подается охлаждающий агент с T = −18 °С.

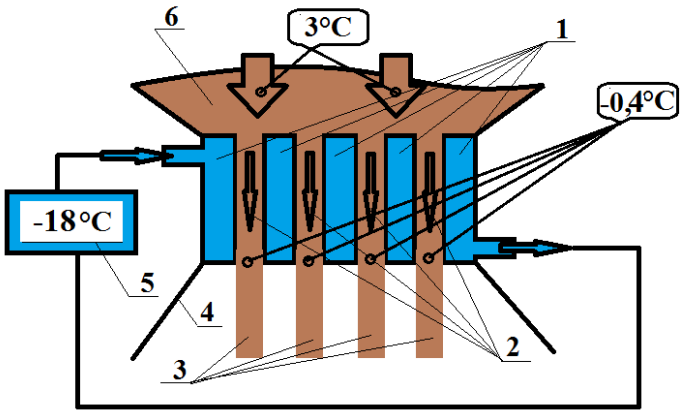


Рисунок 36 – Схема снижения температуры в фильерах:
1 – охлаждающий агент; *2* – фильеры; *3* – штранг рыбного фарша;
4 – корпус вакуумного отсека; *5* – испаритель; *6* – рыбный фарш

Предварительно для нахождения времени течения операции по снижению температуры надо определить длину и диаметр поперечного сечения фильеры, скорость трансфера в рыбный фарш. Для предложенного варианта моделирования диаметр равен 0,004 м при расходе рыбного фарша $M_{0,004}$ = 0,02 кг/с [5]. При этом скорость трансфера фарша находим из соотношения:

$$\omega_{ф} = \frac{M_{0,004} \cdot 4}{\rho \cdot \pi \cdot d_{ф}^{2}} \varphi_{с} = \frac{0,02 \cdot 4}{940 \cdot 3,14 \cdot 0,004^{2}} 0,75 \approx 1,3 \text{ м/с}, \qquad (25)$$

где $\varphi_{с}$ – коэффициент запаса при уменьшении скорости по причине наличия сопротивления фарша и местных сопротивлений в узле.

Наименьшая длина фильерной щели $h_ф$ = 0,3 м выбрана из условия длины гранулы при самопроизвольном разрыве жгута под действием гравитационной силы при радиусе фильерного отверстия, равном 0,002 м.

На рисунке 37 проиллюстрирована эволюция полей температуры по диаметру 0,004 м жгута фарша в процессе его охлаждения.

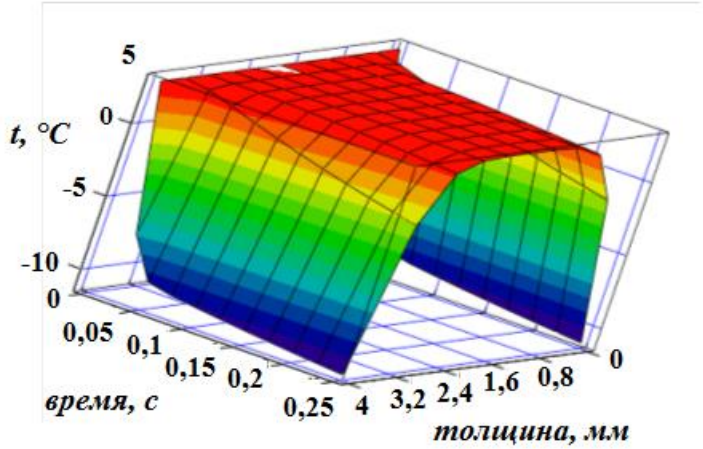


Рисунок 37 – Эволюция температурных полей в фильерной щели

Моделирование эволюции полей температуры по глубине жгута осуществлялось при его формовке и охлаждении численным решением уравнении переноса тепловой энергии, описанным во второй главе, для чего разработан программный продукт дающий возможность оперативно рассчитывать температуру в объеме жгута фарша.

Математическое моделирование заключалось в определении переноса тепловой энергии при снижении температуры в процессе вакуумной заморозки. Процедура снижения температуры рыбного фарша при гранулировании и замораживании показана на рисунке 38. Жгут фарша поступает в морозильный вакуумный отсек из фильеры кожухотрубного теплообменного узла под воздействием градиента давления на участке от фильеры до вакуумного отсека при T = (−0,45 ± 0,05) °C, где происходит подмораживание до T = (−1,5 ± 0,2) °C и разделение измельчительным устройством жгута на гранулы, которые по воз-

действием гравитации ссыпаются в накопительный отсек, где проводят их дозировку и вакуум-упаковку.

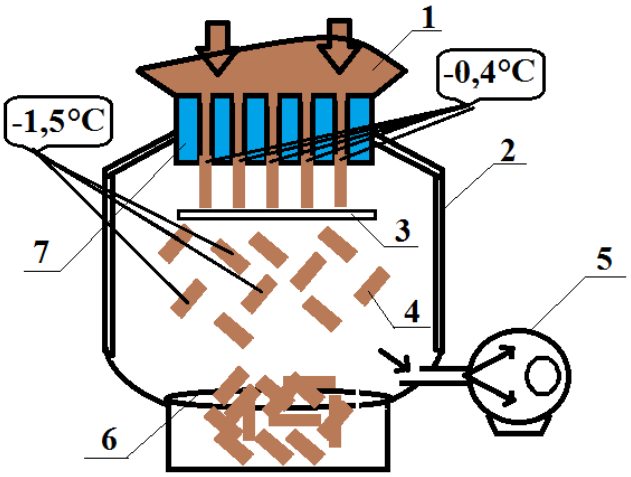


Рисунок 38 – Последовательность операций при гранулировании фарша:
1 – рыбный фарш; *2* – морозильный отсек; *3* – измельчительное устройство; *4* – гранулы рыбного фарша; *5* – вакуумная насосная станция; *6* – накопительный отсек; *7* – фильеры

С целью аналитического выявления температурного варьирования по объему объекта в процессе подмораживания при низком остаточном давлении в камере, решается уравнение переноса тепловой энергии.

Здесь следует обратить внимание на то, что замораживание происходит с энергозатратами на парообразование воды в свободном состоянии при низком остаточном давлении в камере, а с другой стороны – при фазовом преобразовании воды в лед. При этом наблюдается выделение тепла и соответственно рост температуры. Противоположно направленное воздействие этих эндо- и экзотермического феноменов обусловливает интенсивность и длительность подмораживания.

При формировании математической модели можно обоснованно принять, что при подмораживании теплообмен между штрангом и разреженной внешней средой проходит равномерно по всей граничной поверхности жгута с радиусом d = 1,5–3 мм. В качестве ординаты принимаем глубину штранга x по его диаметру d, м, т. е. $x = 0 \ldots d$, т. е. исходная $x_n = 0$, а конечная величина x, соответствующая значению на противоположной поверхности жгута, $x_k = d$.

В таком случает отпадает необходимость использования полярных координат, так как варьирование температуры при равномерном теплообмене не обусловлено его направленностью. За абсциссу в конечно-разностной сеточной области берем время течения операции подмораживания $\tau = 0 \ldots \tau_k$.

Малоразмерный жгут при моделировании можно уподобить бесконечной тонкой пластине при величине теплообменного критерия Био $Bi_T << 1$.

В одномерном варианте уравнение переноса тепловой энергии при объемном подводе в объект выглядит следующим образом [7; 100]:

$$c_V(T)\frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x}\left(\lambda(T)\frac{\partial T}{\partial x}\right) + \varepsilon \cdot r_1(T) \cdot \rho(T) \cdot \frac{\partial w}{\partial \tau} + r_2(T) \cdot \rho(T) \cdot \frac{\partial L}{\partial \tau} + W(x,T), \qquad (26)$$

где c_V – удельная теплоемкость объемная, Дж/(м³·К); r – энергия, выделяемая или поглощаемая в процессе фазовых превращений (испарения и льдообразования r_1 и r_2 соответственно, общая $r = r_1 + r_2$), Дж/кг.

Скорость фазовых превращений для вакуумного испарения равна $\frac{\partial w}{\partial \tau}$ – дифференциалу влажности фарша по времени операции, а для льдообразования $\frac{\partial L}{\partial \tau}$ – дифференциалу концентрации вымороженной влаги в рыбном фарше. При исключении объемного теплового источника слагаемое $W(x, T)$ в уравнении будет равно нулю, также возможна замена $\frac{\partial w}{\partial \tau}$ и $\frac{\partial L}{\partial \tau}$ на их средние значения по диаметру поперечного сечения штранга.

Допустимо и приравнивание коэффициента фазовых превращений ε к единице, принимая, что при высокоскоростном испарении воды в свободном состоянии в малоразмерном штранге влага движется в основном в виде пара [7; 100]. Это позволяет сделать в первом приближении допущение о независимости рыбного фарша от x и дает возможность вынести $\lambda(T)$ за знак дифференцирования, отнеся все слагаемые к $c_V(T)$:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a(T)\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{r_1(T)\cdot\rho(T)}{c_V(T)}\cdot\frac{\partial w}{\partial \tau} + \frac{r_2(T)\cdot\rho(T)}{c_V(T)}\cdot\frac{\partial L}{\partial \tau}, \quad (27)$$

где $a(T) = \frac{\lambda(T)}{c(T)\cdot\rho(T)}$ – температуропроводность рыбного фарша, м²/с.

Для обеспечения положительного значения $\frac{\partial w}{\partial \tau}$ заменим W на относительное содержание сухого остатка c, причем $W = 1 - c$. Преобразованное соотношение примет вид:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a(T)\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} - \frac{r_1(T)\cdot\rho(T)}{c_V(T)}\cdot\frac{\partial c}{\partial \tau} + \frac{r_2(T)\cdot\rho(T)}{c_V(T)}\cdot\frac{\partial L}{\partial \tau}. \quad (28)$$

С учетом того, что при подмораживании испаряется лишь вода в свободном состоянии, можно воспользоваться данными по величине $\frac{\partial c}{\partial \tau} = f(\tau)$, т. е. интенсивности испарения воды при варьировании давления над ее поверхностью [23; 33; 101], где W_v, кг/(м²·с) – скорость парообразования при температуре кипения при давлении вакуумном отсеке (30 Торр).

Зависимость $\frac{\partial c}{\partial \tau} = f(\tau)$ можно определить последовательно:

– определяем длину жгута от выходного фильерного отверстия до уровня среза h_{sh} и интенсивность его перемещения эмпирическим путем W_{sh}, исходное относительное содержание сухого остатка в рыбном фарше k_{sh};

– вычисляем: длительность перемещения жгута, которая равна продолжительности подмораживания $\tau_{sh} = \frac{h_{sh}}{W_{sh}}$; объем гранулы $V_g = \frac{\pi d^2 h_{sh}}{4}$; площадь теплообменной поверхности раздела $S = \pi d h_{sh}$; массу: исходную для гранулы $M_g = V_g\rho$; сухой гранулы $M_{\text{сух.}\,g} = M_g k_{sh}$; отведенной влаги $M_v = W_v S \tau_{sh}$; гранулы после ис-

парения $M_{og} = M_g - M_v$; итоговое относительное содержание сухого остатка в грануле $k_{sh\,\text{кон}} = \dfrac{M_{\text{сух.}\,g}}{M_{og}}$; среднюю скорость варьирования концентрации сухого остатка в рыбном фарше при отведении воды в свободном состоянии: $\dfrac{\partial c}{\partial \tau} = \dfrac{k_{sh\,\text{кон}} - k_{sh}}{\tau_{sh}}$; находим $\dfrac{\partial c}{\partial \tau} = f(\tau)$ и $\dfrac{\partial L}{\partial \tau} = f(\tau)$.

Затем осуществляем математическую трансформацию соотношения и получаем:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} - \frac{r_2(T)\cdot\rho(T)}{c_V(T)}\frac{\partial L}{\partial \tau} = a(T)\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} - \frac{r_1(T)\cdot\rho(T)}{c_V(T)}\frac{\partial c}{\partial \tau}. \tag{29}$$

Проводим замену c_V на $c\cdot\rho$ и в результате получим соотношение:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} - \frac{r_2(T)}{c(T)}\frac{\partial L}{\partial \tau} = a(T)\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} - \frac{r_1(T)}{c(T)}\frac{\partial c}{\partial \tau}. \tag{30}$$

После преобразований получаем соотношение:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} - \frac{r_2(T)}{c(T)}\frac{\partial L}{\partial \tau} = \frac{\partial T}{\partial \tau} - \frac{r_2(T)}{c(T)}\frac{\partial L}{\partial \tau}\frac{\partial T}{\partial T} = \frac{\partial T}{\partial \tau}\left(1 - \frac{r_2(T)}{c(T)}\frac{\partial L}{\partial T}\right). \tag{31}$$

Полученное уравнение решаем в среде MathCad Professional, применив метод конечных разностей, находим поля температур при подмораживании рыбного фарша. На рисунке 39 проиллюстрирована эволюция полей температур в объеме гранулы рыбного фарша при подмораживании.

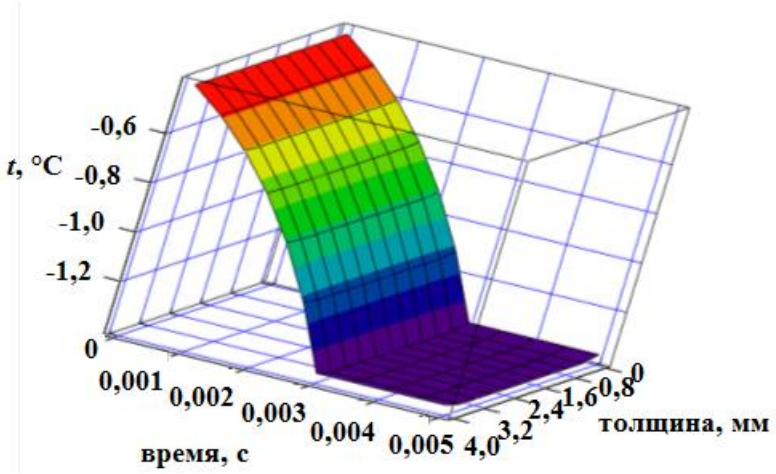


Рисунок 39 – Динамика температурного поля (t, °C) по глубине жгута (l, мм) рыбного фарша в период понижения температуры (τ, с)

На рисунке 39 показаны дискретные значения температурного поля ($t_{ср}$, °C) при подмораживании жгута рыбного фарша (τ, с) и рассчитанные средние по сечению жгута величины (l, мм).

На рисунке 40 приведена сводная таблица нахождения нестационарных полей температур (t, °C) в объеме гранулы рыбного фарша при подмораживании.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	-0.4	-0.491	-0.603	-0.741	-0.91	-1.119	-1.376	-1.376	-1.376	-1.376	-1.376
1	-0.4	-0.492	-0.606	-0.746	-0.918	-1.13	-1.391	-1.391	-1.391	-1.391	-1.391
2	-0.4	-0.492	-0.606	-0.746	-0.918	-1.13	-1.391	-1.391	-1.391	-1.391	-1.391
3	-0.4	-0.492	-0.606	-0.746	-0.918	-1.13	-1.391	-1.391	-1.391	-1.391	-1.391
4	-0.4	-0.492	-0.606	-0.746	-0.918	-1.13	-1.391	-1.391	-1.391	-1.391	-1.391
5	-0.4	-0.492	-0.606	-0.746	-0.918	-1.13	-1.391	-1.391	-1.391	-1.391	-1.391
6	-0.4	-0.492	-0.606	-0.746	-0.918	-1.13	-1.391	-1.391	-1.391	-1.391	-1.391
7	-0.4	-0.492	-0.606	-0.746	-0.918	-1.13	-1.391	-1.391	-1.391	-1.391	-1.391
8	-0.4	-0.492	-0.606	-0.746	-0.918	-1.13	-1.391	-1.391	-1.391	-1.391	-1.391
9	-0.4	-0.492	-0.606	-0.746	-0.918	-1.13	-1.391	-1.391	-1.391	-1.391	-1.391
10	-0.4	-0.491	-0.603	-0.741	-0.91	-1.119	-1.376	-1.376	-1.376	-1.376	-1.376

Рисунок 40 – Дискретные пошаговые величины температур

Из анализа рисунков 39 и 40 следует, что заданная температура рыбного фарша достигает своего итогового значения почти мгновенно. Заметим, что рас-

пределение температур по диаметру поперечного сечения жгута рыбного фарша при подмораживании соответствует рекомендованной величине $t_{ср}$, которая меньше криоскопической и равна минус 1,4 °С.

В заключении следует отметить, что применение подмораживания для рыбного фарша оправдано по сравнению с быстрой криообработкой, так рыбный фарш хранят при минус 18 °С, и быстрое замораживание до более низких температур, связанное с излишним потреблением энергии, теряет смысл ввиду повышения температуры при хранении и рекристаллизации.

Понижение температуры штранга рыбного фарша, имеющего среднеобъемную криоскопическую температуру целесообразно проводить посредством подмораживания до такой температуры, при которой вся влага переходит в льдообразное состояние и интенсивность парообразования резко снижается из-за длительности возгонки пара непосредственно из ледяной структуры, минуя жидкую фазу, понижая вероятность дефростации фарша при трансфере и загрузке его в холодильник для хранения, где и произойдет окончательное снижение. Дополнительно, при прохождении рыбного фарша сквозь фильеры происходит уплотнение штрангов при отсутствии их вздутия и деструкции.

Таким образом, результаты моделирования, вследствие практической невозможности экспериментального определения температуры штранга и достижения ее рационального значения для получения замороженных гранул и транспортировки их к пунктам хранения позволяет оперативно на предприятиях питания определить продолжительность операций замораживания и транспортирования, что дает возможность сократить длительность этих процедур при сохранении качественных показателей получаемых гранул.

5 Совершенствование технологии кулинарных изделий из обогащенного лактулозой гранулированного рыбного фарша из прудовых рыб

5.1 Совершенствование технологии производства гранулированного промытого фарша из прудового вида сырья

Технологическая схема производства промытого фарша из прудового сырья предполагает безотходную технологию переработку рыбы, где основным направлением является получение пищевого фаршевого продукта, однако также существует дополнительная возможность получения ихтиожелатина из чешуи, пищевой минеральной добавки из хребтовых костей и гидролизата из внутренностей и голов. Особенностью производства комбинированного фарша только из прудового карпа и сеголетков щуки, является однократная промывка раствором органических кислот, при этом его морозильная консервация может быть реализована посредством разработанного способа, подробно описанного в третьей главе.

Проведенные на этом этапе комплексные экспериментально-теоретические исследования модельных фаршевых смесей из прудового сырья позволили дополнить предложенную оригинальную технологическую схему гранулированного рыбного фарша с пребиотической добавкой функционального назначения «Лактулоза» (рисунок 41).

Внесенные дополнения в технологию гранулированного фаршевого полуфабриката в основном касаются операции промывки грубоизмельченного сырья, при которой теряется белковая фракция, растворимая в воде, небелковая фракция азотистых и минеральных компонентов, что обусловливает уменьшение упруговязких характеристик и водоудерживающей способности рыбного фарша при криообработке и хранении.

Рисунок 41 – Технологическая схема гранулированного промытого рыбного фарша из прудового сырья с пребиотической добавкой функционального назначения «Лактулоза»

Особенностью технологии является промывка исходного грубоизмельченного сырья растворами органических кислот – лимонной и янтарной. Лимонная кислота является антиокислителем, а янтарная используется в качестве пребиотика. В комплексном соотношении эти две кислоты взаимодополняют друг друга.

Промывочную операцию обычно осуществляют в промывочной емкости, выполненной из нержавеющей стали, с мешалкой и автоматическим уровневым

ограничителем. Объемное приемлемое соотношение рыбного сырья и водной среды составляет 1:3. Общее время промывочной операции не должно превышать 10–15 мин. На первом этапе промывка осуществляется с добавлением органических кислот, концентрация кислот не должна превышать 0,1 % к массе исходного сырья, а водородный показатель не должен превышать 5,5 ед. Промытый рыбный фарш по завершению промывочной операции имеет цветовую гамму от белого до светло-серого оттенка. Должны отсутствовать или соответствовать нормативам посторонние сегменты черной пленки, кожного покрова, костей, кровяных сгустков и чешуи. Температура фарша после промывки не должна превышать 10 °С.

На рисунке 42 представлена технологическая схема гранулированного промытого комбинированного рыбного фарша с пребиотической добавкой функционального назначения «Лактулоза».

Апробация технологии производства рыбного фарша из прудового сырья с дополнительной операцией промывки осуществлялась с соблюдением санитарных правил для предприятий общественного питания и предприятий рыбной промышленности, утвержденных в установленном порядке.

Таким образом, разработан и получен замороженный рыбный фарш только из прудового сырья с добавлением порошкового функционального ингредиента «Лактулоза Премиум» в гранулированном виде, применяя технологию вакуумной заморозки. Добавление в технологию операции промывки, несмотря на снижение экономического эффекта от внедряемой технологии, оказывает благоприятное действие на такие свойства фарша, как цвет, запах и консистенцию, а также на технологические – формуемость и липкость.

Учитывая, что использование рыбного фарша по разработанной технологии позволит сократить время на размораживание на предприятиях питания, т.к. процесс дефростации может проходить одновременно с перемешиванием при подготовке фаршевых масс в фаршеподготавливающих устройствах, можно считать, что экономические потери, связанные с введением дополнительной операции промывки фарша, будут незначительными.

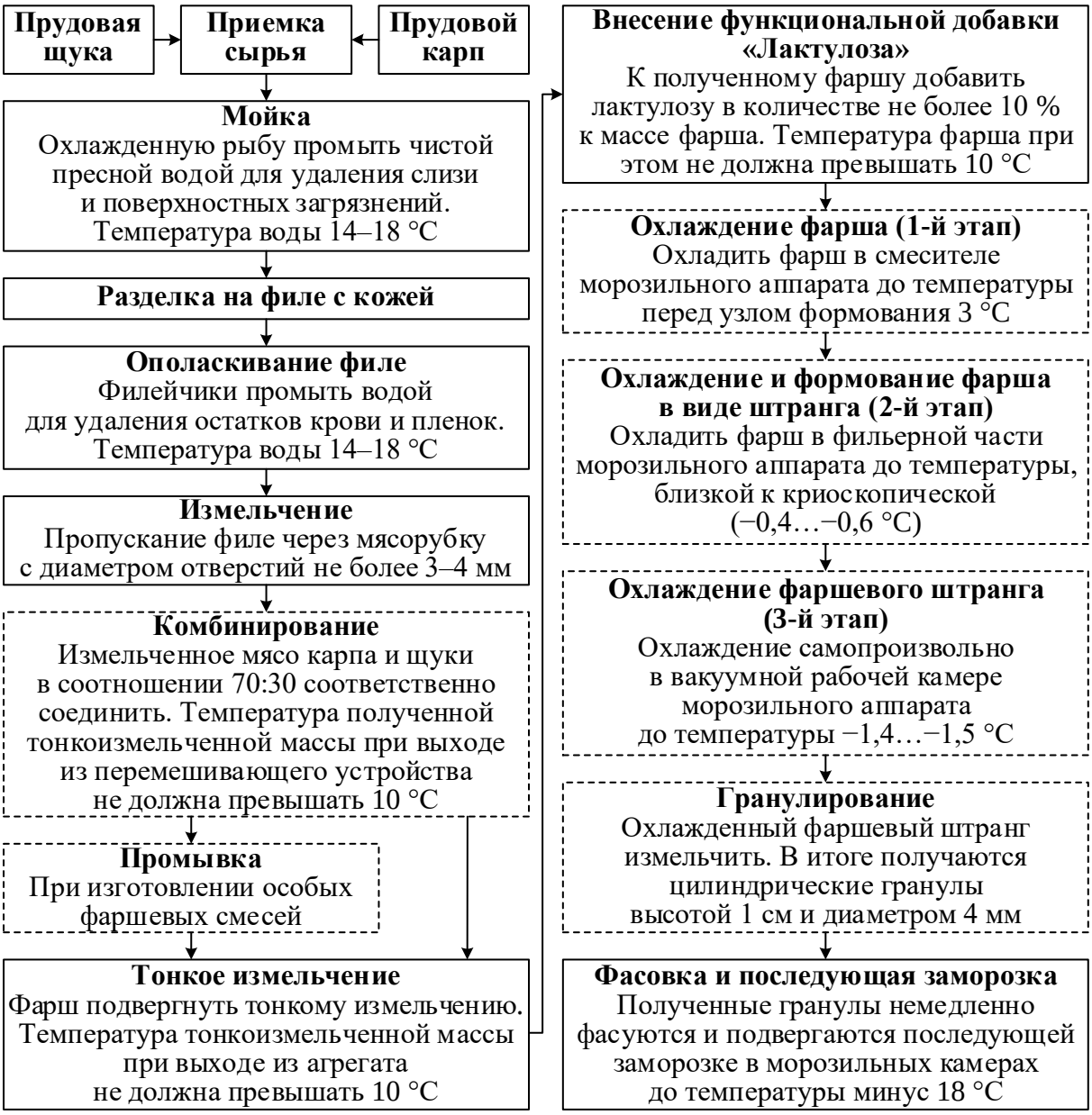


Рисунок 42 – Технологическая схема гранулированного промытого комбинированного рыбного фарша с пребиотической добавкой функционального назначения «Лактулоза»

Проведенные на этом этапе комплексные экспериментально-теоретические исследования модельных фаршевых смесей из прудовой рыбы позволили предложить выше представленную схему. Апробация представленной технологии производства рыбного фарша с функциональным премиксом «Лактулоза Премиум», опиралась на нормы санитарии для организаций общественного питания и предприятий рыбной отрасли.

Таким образом, разработан и получен замороженный рыбный фарш с добавлением порошкового функционального ингредиента «Лактулоза Премиум» в гранулированном виде, применяя технологию вакуумной заморозки. Добавление сухих функциональных добавок в фарш способствует связыванию части влаги в нем, тем самым снижая количество ее свободной части, которая и подвергается замораживанию, а значит и снижаются затраты на заморозку. Использование рыбного фарша по разработанной технологии позволит также сократить время на размораживание на предприятиях питания, так как процесс дефростации может проходить одновременно с перемешиванием при подготовке фаршевых масс в подготавливающих их устройствах, согласно той или иной рецептуры рыбных кулинарных изделий. К тому же сам премикс служит носителем ценных ингредиентов, которых нет в рыбе, обогащает гранулированный рыбный фарш, который становится функциональным полуфабрикатом при сохранении требуемых к данному виду продукции потребительских свойств.

5.2 Моделирование, разработка рецептурных композиций кулинарных изделий из обогащенного лактулозой гранулированного рыбного фарша прудовых рыб и их товароведная оценка качества

В основу процедуры оптимизации рецептурного состава положены критерии и положения, разработанные известными учеными, такими как И. А. Рогов, Н. Н. Липатов-мл., А. Б. Лисицын, Е. И. Титов и, кроме того, методические системные подходы к моделированию и оптимизации ассортиментно- рецептурного характера. Такие подходы освещены в трудах В. В. Кафарова, Л. С. Гордеева, И. И. Протопопова, Ю. А. Ивашкина и многих других.

В настоящее время известны оригинальные, внедренные в производственную практику программы расчетов пищевых рецептур: Etalon [151], ШкоОптиПит [148], «Разработка рецептур композиций из растительного сырья» [149], Generic

2.0 [152], «Система расчетов для общественного питания» [150], CheesePro 1.0 [88], продукт «Вижен-Софт:Питание в детском саду» [29], «АВЕРС: Расчет меню питания» [76], ChefExpert [170] и т. д.

Из анализа литературы [2; 14; 20; 71; 73; 81; 132; 134] следует, что для конструирования оригинальной продукции с заданными качественными показателями целесообразно проведение априорного моделирования, причем для гомогенных композиций, таких как рыбный фарш можно воспользоваться соотношением [106]:

$$\begin{gathered} Y_k = f_k\left(\{M_i\},\{X_{ki}\},\{P_{ki}\}\right) + H_k, \quad k = 1, 2, \ldots, K, \\ \sum_{i=l}^{L} M_i = 1; \quad M_i \geq 0; \quad l = 1, 2, \ldots, L, \end{gathered} \tag{32}$$

где f_k ($\{M_i\}$, $\{X_{ki}\}$, $\{P_{ki}\}$) – функционалы с корректируемыми параметрами P_{ki}, описывающие ту или иную характеристику композиции; M_i – относительное массовое содержание доли i-й составляющей; X_{ki} – ее k-я характеристика; H_k – помеха из-за модельной неидеальности, погрешность опыта, как и случайный разброс характеристик составляющих X_{ki} от стандартных величин.

Это соотношение позволяет установить связь между системными и компонентными параметрами, а также относительное массовое содержание составляющих. Отсюда следует, что для формирования модели композиции надо задать тип функционалов f_k ($\{M_i\}$, $\{X_{ki}\}$) и вид помех H_k.

Как правило, функционалы аппроксимируются полиномами или в виде разложения по ортогональным функционалам. Во всех вариантах корректировка модели сводится к решению задачи ее факторной идентификации при известных f_k.

При моделировании, обозначения равновесных величин функционально-технологических параметров вводятся как $f_k^0\left(\{M_i\},\{X_{ki}\},\{P_{ki}\}\right)$. При этом имеется возможность их идентифицировать в ряд модельных равновесных параметров, в частности ТФХ, ВУС, общее содержание влаги, коэффициент вязкости, плотность, pH и электросопротивление. Однако при таком подходе модели могут быть как линейного, так и нелинейного вида [106].

Основываясь на усовершенствованную технологию производства гранулированного промытого фарша из прудового вида сырья, предлагается оптимизационная модель составления котлетной массы, которая является полуфабрикатом, необходимым для приготовления различных рыбных кулинарных блюд, в частности: котлет, биточков, тефтелей, рулетов, зраз и т. п.

Котлетную массу можно отнести к скоропортящимся продуктам, вследствие того, что в ней быстро начинают развиваться микроорганизмы, поэтому для ее приготовления и предлагается использовать замороженные фаршевые гранулы без их предварительного размораживания, что позволяет после получения смеси дополнительно ее не охлаждать, как того требует технология приготовления блюд из рубленого мяса рыбы.

Использование рыбного фарша по разработанной технологии позволит существенно сократить время на подготовку котлетной массы, так как процесс дефростации исходного гранулированного сырья может проходить одновременно с перемешиванием при подготовке полуфабриката в фаршеподготавливающих устройствах, согласно той или иной рецептуры рыбных кулинарных изделий. К тому же сами гранулы содержат ценные компоненты, отсутствующие в рыбном сырье, что делает котлетную массу функциональным полуфабрикатом при сохранении требуемых к данному виду продукции потребительских свойств.

С целью выявления рационального соотношения составляющих рецептурной композиции, к примеру, котлетной, необходимо оптимизировать процедуру компоновки ингредиентов, а не готовой продукции, так как качественными показателями полуфабриката можно управлять, в отличие от готового изделия [106].

Априорное моделирование технологии компоновки котлетной массы осуществлялось согласно рекомендациям к производству полуфабрикатов из рубленой рыбы [37; 105; 141; 142; 143; 144; 145], содержащей размоченный в воде или молоке пшеничный хлеб не ниже первого сорта (без корок), соль, перец. При этом был изготовлен модельный вариант полуфабриката с использованием не гранулированного, а свежеприготовленного фарша, без проведения операций промывки и замораживания, и определены его качественные характеристики, которые приняты за опорные значения.

Условием задачи составления и решения программной модели рецептуры котлетной основы, содержащей гранулированный рыбный фарш, являлось формирование гомогенной композиции, максимально приближенной по величине параметров к опорным, безразмерные значения которых у модельного полуфабриката имели значения: влагосодержание – (71 ± 1,5) %; содержание липидной фракции – (3,9 ± 0,5) %; белковой фракции – (12,6 ± 1,2) %; зольных веществ – (1,15 ± 0,1) %; ВУС – (58 ± 8) %; ПНС – (900 ± 50) Па·с.

Обозначим относительное массовое содержание в котлетной основе: M_1 – для гранулированного рыбного фарша; M_2 – для пшеничного хлеба из муки первого сорта; M_3 – для молока коровьего 3,6 % жирности; $M_4 = 0{,}01$ – содержание вкусовых добавок.

В этом случае условия, при которых котлетная масса, приготовленная с использованием гранулированного мороженного рыбного фарша, наиболее близка к опорному состоянию, можно определить по соотношениям:

– воды:

$$69{,}5 \leq 72M_1 + 38M_2 + 87M_3 \leq 72{,}5; \quad (33)$$

– липидов:

$$3{,}4 \leq 4{,}8M_1 + 1M_2 + 3{,}6M_3 \leq 4{,}4; \quad (34)$$

– белков:

$$11{,}4 \leq 17{,}7M_1 + 7{,}9M_2 + 3{,}2M_3 \leq 13{,}8; \quad (35)$$

– золы:

$$1{,}05 \leq 1{,}27M_1 + 1{,}5M_2 + 0{,}7M_3 \leq 1{,}25; \quad (36)$$

– ВУС:

$$50 \leq 71M_1 + 52M_2 + 15M_3 \leq 66; \quad (37)$$

– предельного сдвигового напряжения:

$$850 \leq 1000M_1 + 100M_2 + 350M_3 \leq 950. \quad (38)$$

Необходимо соблюдение условия при $M_4 = 0{,}01$:

$$M_1 + M_2 + M_3 = 0{,}99. \quad (39)$$

За критерий в решаемой задаче взят показатель себестоимости (СБ, р./кг) искомой котлетной массы, который во многих вариантах достигает значения (135 ± 7) р./кг и выглядит следующим образом:

$$\text{СБ} \leq 180M_1 + 40M_2 + 50M_3 + 1\,000M_4, \text{ или СБ} \leq 135. \quad (40)$$

В этих условиях целесообразно поддерживать значение критерия себестоимости на достигнутом уровне или менее (135 ± 7) р./кг, а в качестве различающего критерия выбрать энергетическую ценность (ЭЦ) получаемой котлетной массы. Для рассматриваемой модели этот критерий выглядит следующим образом:

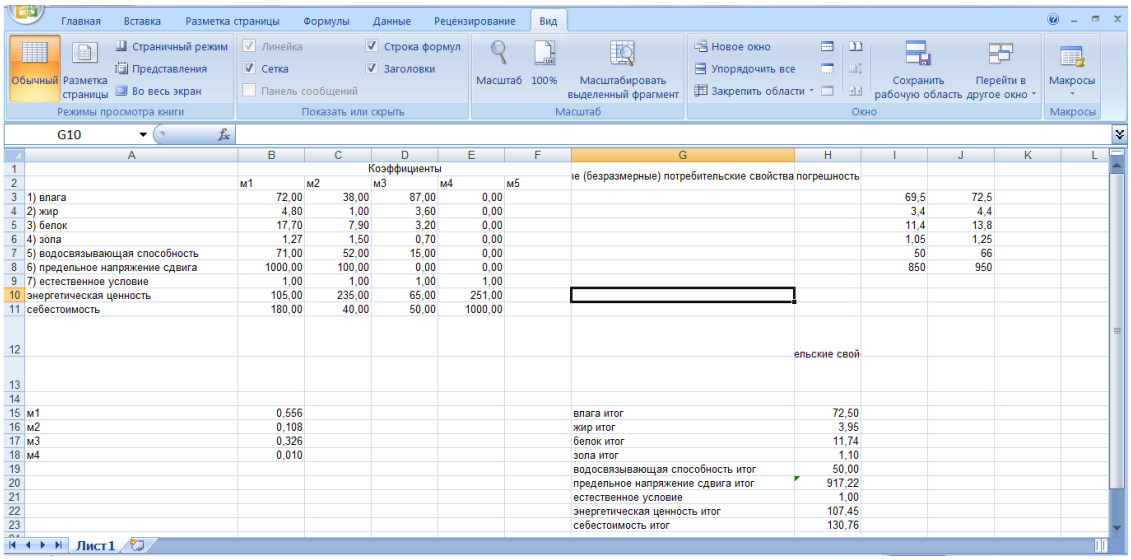
$$\text{ЭЦ} = 105M_1 + 235M_2 + 65M_3 + 251M_4, \quad (41)$$

где все коэффициенты целевого обобщенного критерия энергетической ценности являются калорийностью каждой составляющей, ккал.

При данных условиях можно осуществить постановку задачи в следующей последовательности. Определяем величины M_1, M_2 и M_3 при заданной M_4, для ко-

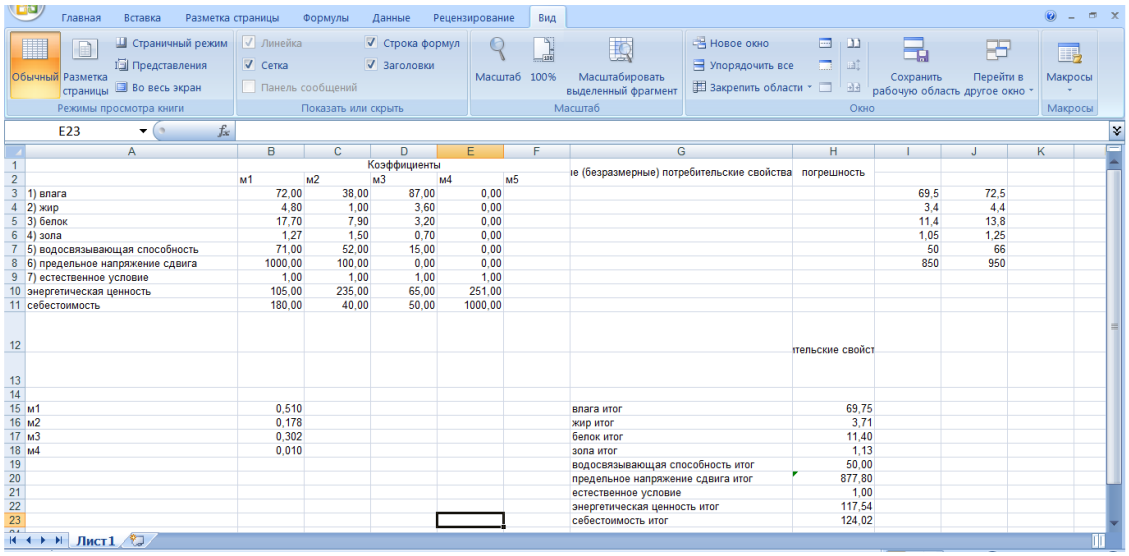
торых энергетическая ценность становится наибольшим или наименьшим при поставленных выше ограничениях и добавочном условии СБ ≤ 135.

Ниже показано решение задачи в части достижения минимума (рисунок 43) и максимума (рисунок 44) энергетической ценности посредством электронной таблицы Microsoft Excel.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1				Коэффициенты						
2		м1	м2	м3	м4	м5	е (безразмерные) потребительские свойства	погрешность		
3	1) влага	72,00	38,00	87,00	0,00				69,5	72,5
4	2) жир	4,80	1,00	3,60	0,00				3,4	4,4
5	3) белок	17,70	7,90	3,20	0,00				11,4	13,8
6	4) зола	1,27	1,50	0,70	0,00				1,05	1,25
7	5) водосвязывающая способность	71,00	52,00	15,00	0,00				50	66
8	6) предельное напряжение сдвига	1000,00	100,00	0,00	0,00				850	950
9	7) естественное условие	1,00	1,00	1,00	1,00					
10	энергетическая ценность	105,00	235,00	65,00	251,00					
11	себестоимость	180,00	40,00	50,00	1000,00					
12								ельские свой		
13										
14										
15	м1	0,556					влага итог	72,50		
16	м2	0,108					жир итог	3,95		
17	м3	0,326					белок итог	11,74		
18	м4	0,010					зола итог	1,10		
19							водосвязывающая способность итог	50,00		
20							предельное напряжение сдвига итог	917,22		
21							естественное условие	1,00		
22							энергетическая ценность итог	107,45		
23							себестоимость итог	130,76		

Рисунок 43 – Фрагмент электронной таблицы Microsoft Excel
в части достижения минимума энергетической ценности



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1				Коэффициенты						
2		м1	м2	м3	м4	м5	е (безразмерные) потребительские свойства	погрешность		
3	1) влага	72,00	38,00	87,00	0,00				69,5	72,5
4	2) жир	4,80	1,00	3,60	0,00				3,4	4,4
5	3) белок	17,70	7,90	3,20	0,00				11,4	13,8
6	4) зола	1,27	1,50	0,70	0,00				1,05	1,25
7	5) водосвязывающая способность	71,00	52,00	15,00	0,00				50	66
8	6) предельное напряжение сдвига	1000,00	100,00	0,00	0,00				850	950
9	7) естественное условие	1,00	1,00	1,00	1,00					
10	энергетическая ценность	105,00	235,00	65,00	251,00					
11	себестоимость	180,00	40,00	50,00	1000,00					
12								тельские свойст		
13										
14										
15	м1	0,510					влага итог	69,75		
16	м2	0,178					жир итог	3,71		
17	м3	0,302					белок итог	11,40		
18	м4	0,010					зола итог	1,13		
19							водосвязывающая способность итог	50,00		
20							предельное напряжение сдвига итог	877,80		
21							естественное условие	1,00		
22							энергетическая ценность итог	117,54		
23							себестоимость итог	124,02		

Рисунок 44 – Фрагмент электронной таблицы Microsoft Excel
в части достижения максимума энергетической ценности

Результаты решения поставленной выше оптимизационной задачи по нахождению значений M_1, M_2 и M_3 при известной величине M_4, для которых ЭЦ достигает минимума или максимума, также представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Оптимальная рецептурная смесь

Компоненты	1-й вариант	2-й вариант
Рыбный комбинированный фарш в гранулированном виде, %	0,6	0,5
Хлеб из пшеничной муки первого сорта, %	0,2	0,2
Молоко 3,6 % жирности, %	0,3	0,3
Вкусовые ингредиенты, %	0,1	0,1
Целевой показатель		
Себестоимость, р./кг	130,8	124,0
Калорийность, ккал	107,5	117,5

В результате реализации модельных методов и алгоритмов для составления композиций путем нечеткого и стохастического программирования, получено решение задачи оптимизации и определены оптимальные дозы составляющих композиции (котлетной основы) и потребительские характеристики рыбного фарша при таком дозировании.

Далее была проведена разработка рецептурного состава комбинированных кулинарных изделий из промытого рыбного функционального продукта.

Ранее установлено, что промытый рыбный фарш из прудового карпа со сравнительной малой товарностью содержит белковую (12,7–16,0 %) и липидную (1,8–2,4 %) фракции, но в процессе промывочной операции вымывается существенное количество минеральных компонентов (0,5 %) [166].

Выбор рецептурных составляющих опирается на физиологические и энергетические потребности в пищевых материалах индивидуумов от 18 до 40 лет отроду, имеющих малую физическую нагруженность в рамках рекомендаций ФАО/ВОЗ и МР 2.3.1.1915-04 «Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ» [108].

Подбор других рецептурных составляющих в композициях, кроме функциональной добавки «Лактулоза» и рыбного фарша, осуществляют обособленно с учетом их долей в составе смеси, в частности, пищевых волокон и минеральных компонентов.

Источниками белковых комплексов растительного происхождения являлись рисовые, кукурузные, манные крупяные материалы, овсяные хлопья и, кроме того, белые грибы, имеющие комплекс незаменимых компонентов, также являлись столовые сорта моркови и тыквы, белокочанная капуста, репчатый лук и перец сладкий.

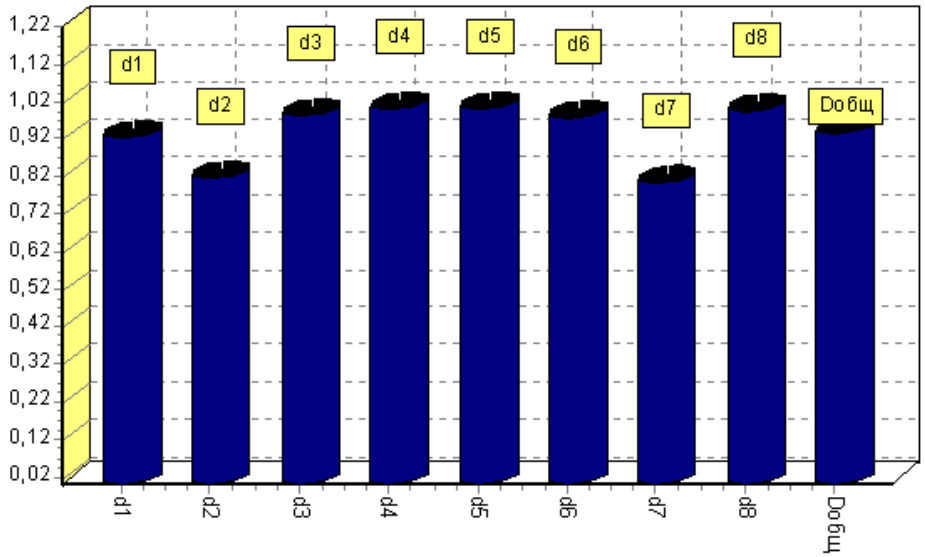
Ингредиенты, определяющие вкусовые ощущения и структурные особенности композиций, являлись сыры твердого типа, пищевые масла (сливочное и оливковое). Моделирование рецептурного состава позволило приготовить рыбные шарики каштаны, рулеты и трубочки (таблица 25).

Таблица 25 – Оптимальные рецептуры изделий на основе рыбного фарша из прудовых видов рыб

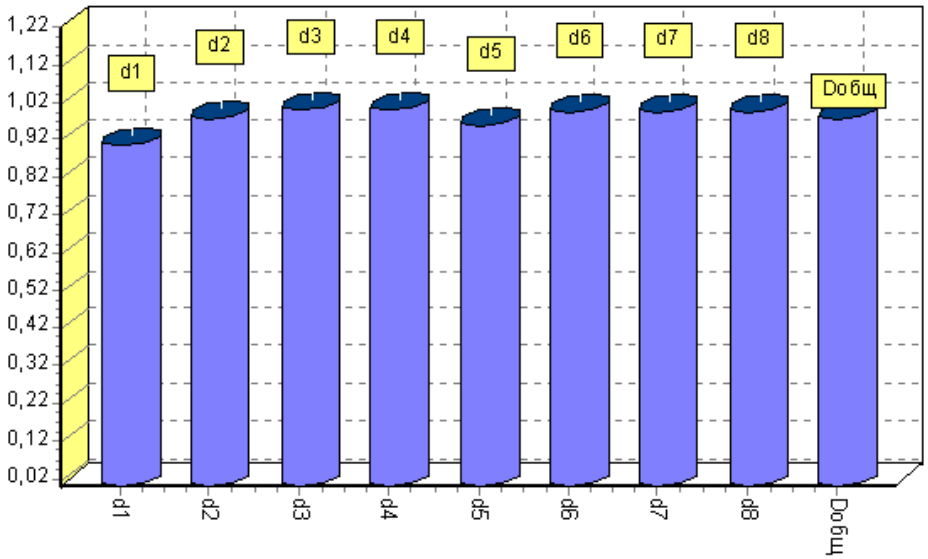
Вид рыбного изделия	Вид компонентов
«Шарики»	Промытый фарш из карпа и щуки, лактулоза, морковь, тыква, репчатый лук, кукурузные крупяные продукты, твердые сыры и масло сливочное
«Каштаны»	Промытый фарш из карпа и щуки, лактулоза, грибы белые, репчатый лук, хлопья овсяные, батон белый, масло
«Рулет»	Промытый фарш из карпа и щуки, лактулоза, сладкий перец, белокочанная капуста, репчатый лук, рисовые крупяное продукты, масло растительное
«Трубочки»	Промытый фарш из карпа и щуки, лактулоза, столовые морковь и тыква, манные крупяные продукты, сыры твердые, масло растительное

С целью рациональной корректировки компонентного рецептурного соотношения разработанных кулинарных продуктов осуществляли моделирование по амино- и липиднокислотным долям, недостатки такого подхода компенсируются путем смешанного использования белковых комплексов растительного и животного происхождения.

Сбалансированность состава аминокислот в каштанах и рулетах проиллюстрирована на мультипликативной модели (рисунок 45).



а – «Рыбные каштаны»



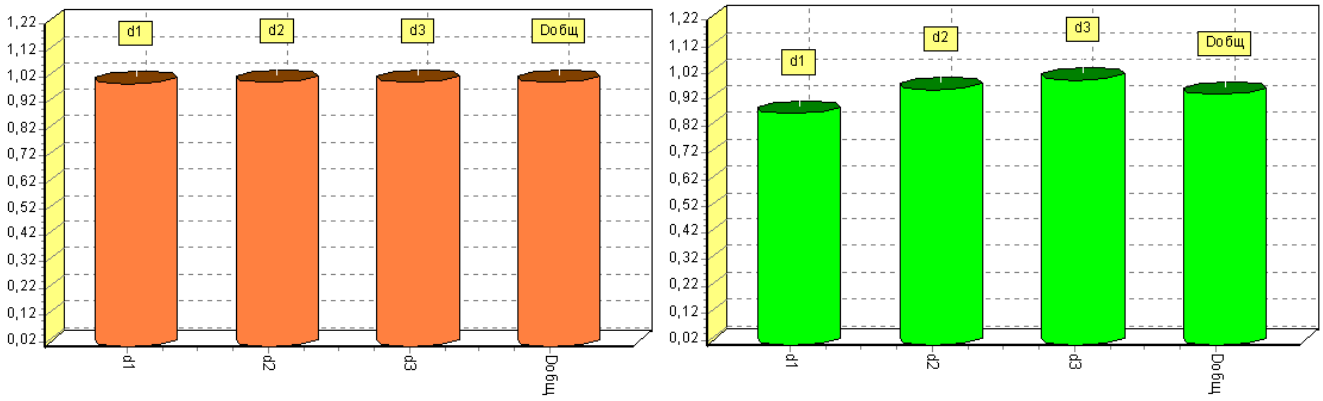
б – «Рыбный рулет»

Рисунок 45 – Мультипликативные модели частных и обобщенной функции желательности аминокислотного состава моделируемых рецептур жареных кулинарных продуктов:

d_i – частные функции желательности: 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; D – общая функция желательности

Принимая во внимание величины частных функционалов желательности конкретной аминокислоты (d_i) комплексный критерий желательности при сбалансированности соотношения аминокислот (D) для разработанных рецептур показал следующие результаты по шкале желательности Харрингтона: у шариков – 0,85; у каштанов – 0,98; у рулета – 0,97; у трубочек – 0,75, что соответствует «отличной» оценке.

На второй стадии определяли рациональный липиднокислотный состав, который желательно принимать во внимание при оценке ценностных параметров композиционных материалов. Графическая интерпретация липидного модуля прогнозируемых рецептурных композиций показана на рисунке 46.



а – «Рыбные шарики» *б* – «Рыбные трубочки»

Рисунок 46 – Мультипликативные модели частных и обобщенной функции желательности жирнокислотного состава моделируемых рецептур запеченных кулинарных продуктов:

d_i – частные функции желательности: d_1 – НЖК; d_2 – МНЖК; d_3 – ПНЖК; D – общая функция желательности

Опираясь на значения частных функционалов липидной кислоты (d_i) комплексный критерий желательности при сбалансированности липиднокислотного соотношения (D) для разработанных рецептур показал следующие результаты по шкале желательности Харрингтона: у шариков – 0,998; у каштанов – 0,98; у рулета – 0,98; у трубочек – 0,94, что соответствует «отличной» оценке.

Проведя постадийное моделирование полиингредиентных кулинарных композиций с априорно заданными характеристиками, составили четыре основных рецептуры, наиболее полно отвечающих современным требованиям в области позитивного питания. Соответствие разработанных рецептур требованиям сбалансированного химического состава подтверждается высокими значениями обобщенного критерия желательности Харрингтона: для рыбных шариков – 0,81; для рыбных каштанов – 0,70; для рыбного рулета – 0,87; для рыбных трубочек – 0,74.

Разработанные блюда были апробированы на ООО НПП «ИнфоПрод». Технологические схемы приготовления представлены на рисунках 47–50.

Технико-технологические карты представлены в приложении Д. Акты апробации и внедрения представлены в приложении Е.

Регламентируемые показатели качества представлены в таблице 26.

Таблица 26 – Регламентируемые органолептические показатели разработанной кулинарной продукции

Наименование показателя	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

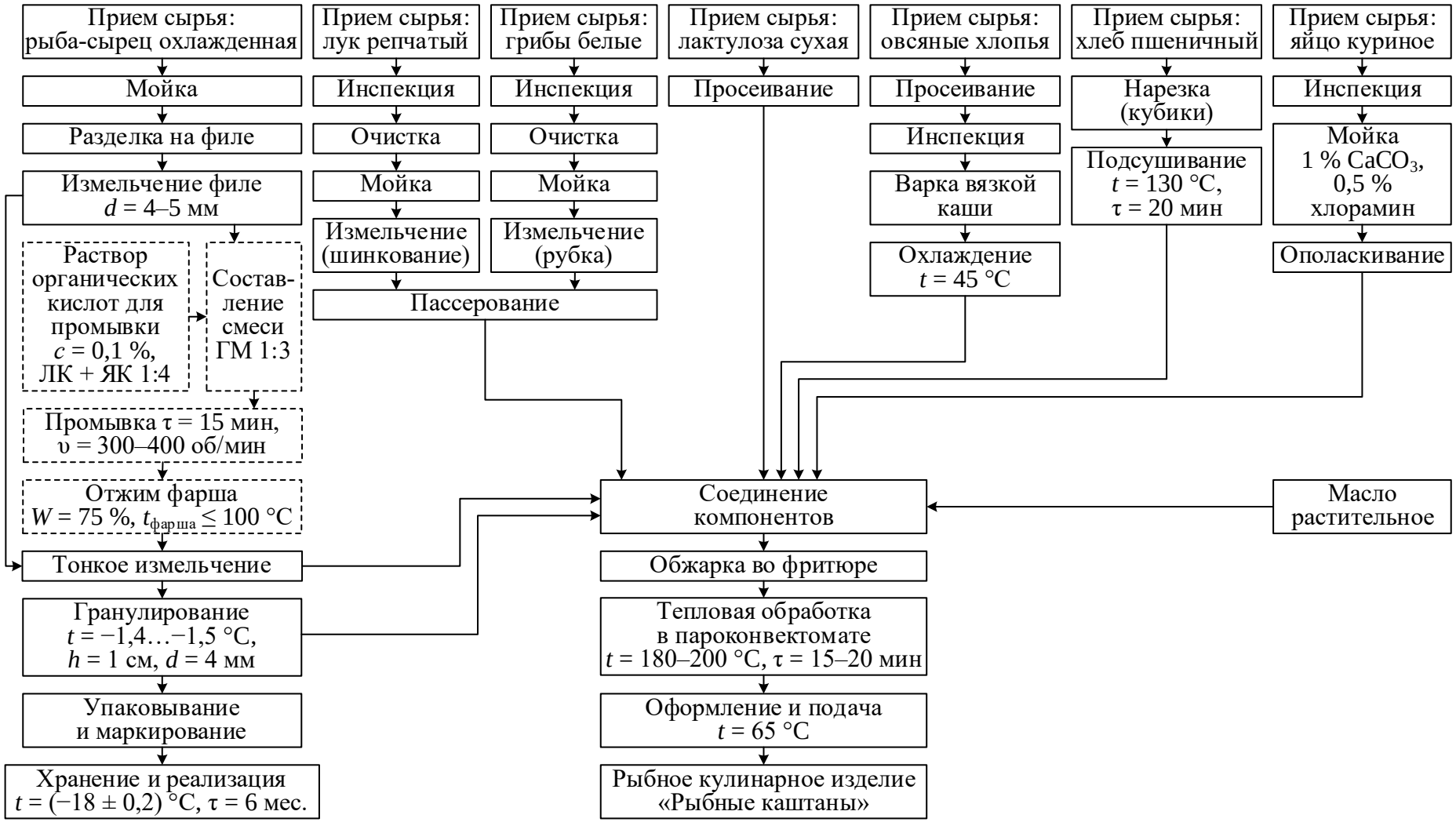


Рисунок 47 – Технологическая схема приготовления блюда «Рыбные каштаны»

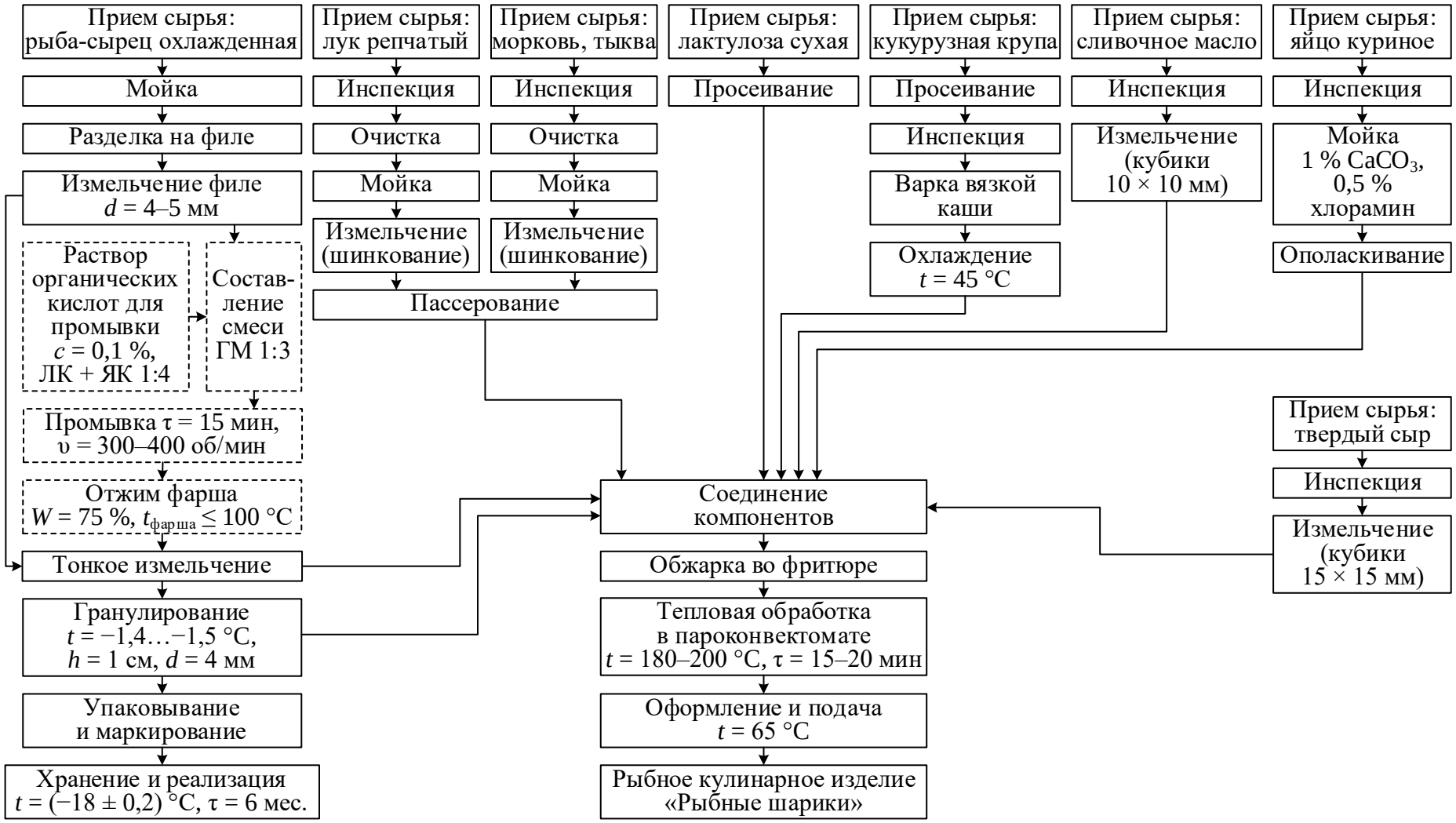


Рисунок 48 – Технологическая схема приготовления блюда «Рыбные шарики»

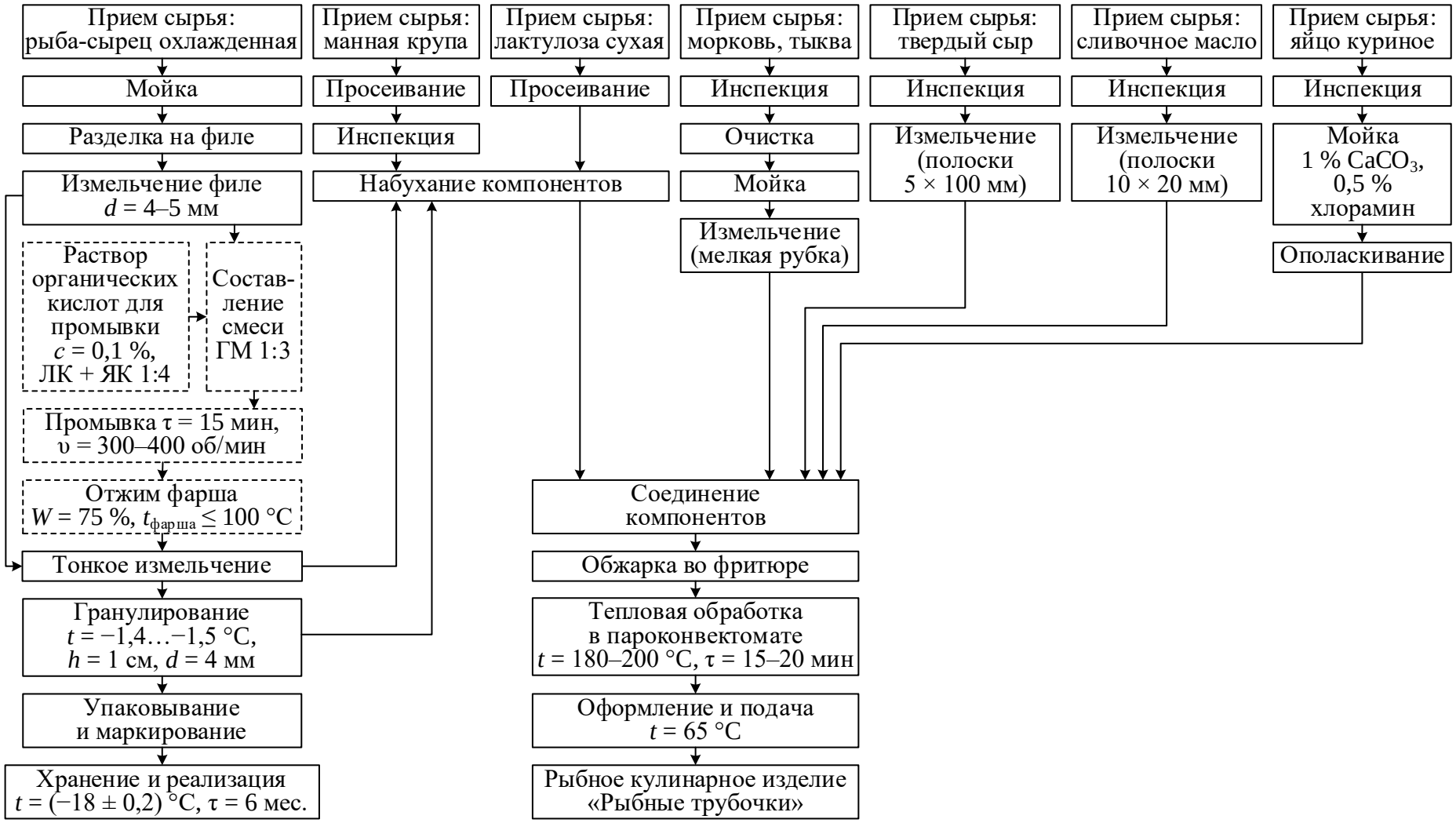


Рисунок 49 – Технологическая схема приготовления блюда «Рыбные трубочки»

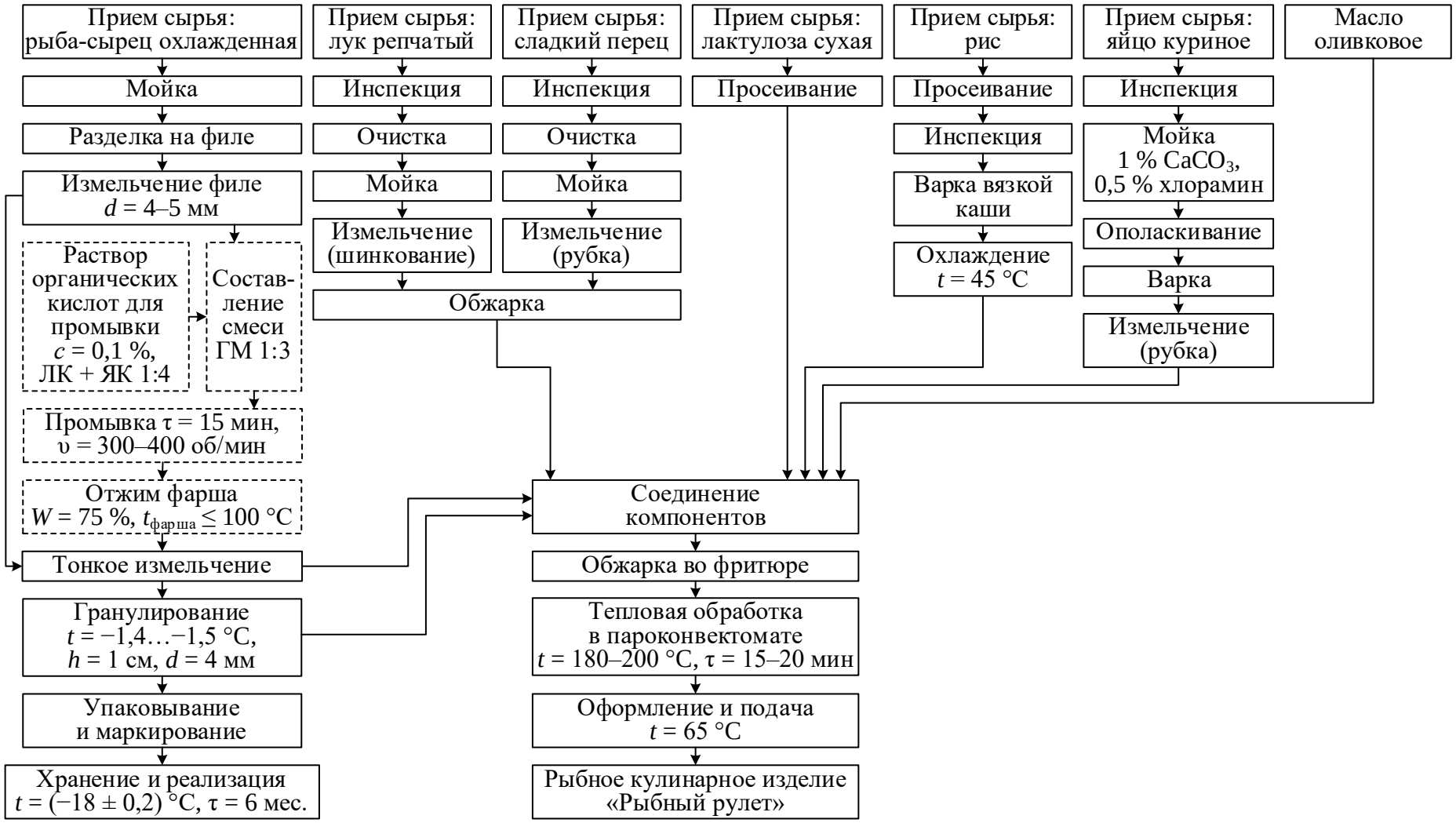


Рисунок 50 – Технологическая схема приготовления блюда «Рыбный рулет»

На базе модельных процедур получили опытные партии готовой продукции, итоги экспертной оценки которых проиллюстрированы на рисунке 51, из анализа которого следует, что продукция при нежной консистенции обладает привлекательным внешним состоянием, приятными и специфическим ароматом и вкусовыми ощущениями.

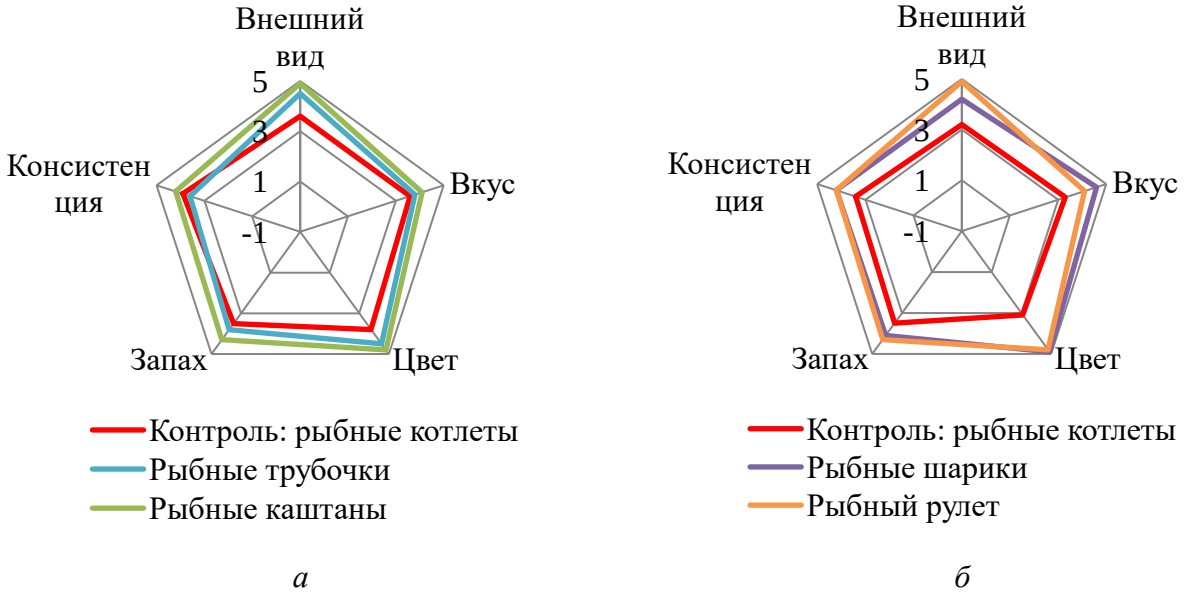


Рисунок 51 – Профилограммы органолептических параметров жареных (*а*) и запеченных (*б*) кулинарных продуктов

Рецептурный химический компонентный состав показан в таблице 27, из анализа которой следует, что калорийность готовой продукции по отношению к полуфабрикатам уменьшается по причине появления энергетических потерь с водной фазой белковых и липидных комплексов, причем потери минеральных компонентов при операциях запечки и обжаривания малосущественны, сравнительный анализ которых позволяет заключить, что потери во втором случае меньше, чем в первом.

Падение величины потерь во втором случае обусловлено процедурой панировки, которая становится преградой для трансфера растворимых питательных составляющих.

Таблица 27 – Химический состав разработанных кулинарных композиций

Наименование изделия	Химический состав, %						Калорийность, ккал/100 г
	Белок	Липиды	Углеводы	Минеральные вещества	Пищевые волокна	Влага	
Полуфабрикаты							
Шарики	12,4 ± 1,9	4,3 ± 0,4	11,9 ± 1,8	1,7 ± 0,3	1,8 ± 0,1	67,9 ± 3,5	135,9 ± 6,8
Каштаны	11,4 ± 1,1	9,9 ± 1,1	7,6 ± 1,1	1,7 ± 0,4	0,5 ± 0,0	68,9 ± 2,8	165,1 ± 8,3
Рулет	10,7 ± 1,2	4,2 ± 0,5	13,9 ± 2,0	1,6 ± 0,2	1,6 ± 0,1	68,0 ± 4,2	136,2 ± 6,8
Трубочки	11,0 ± 1,8	4,6 ± 0,6	12,4 ± 1,9	1,7 ± 0,4	0,8 ± 0,0	68,8 ± 3,1	137,8 ± 6,9
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

Данные по соотношению аминокислот в рецептурных композициях сведены в таблицах 28 и 29.

Таблица 28 – Аминокислотный состав жареных кулинарных изделий из гранулированного фарша

Наименование аминокислоты	Рыбные шарики				Рыбный рулет				Шкала ФАО/ВОЗ, г/100 г
	Полуфабрикат		Готовая продукция		Полуфабрикат		Готовая продукция		
	мг/г	г/100 г	мг/г	г/100 г	мг/г	г/100 г	мг/г	г/100 г	
Незаменимые аминокислоты (НАК)									
Валин	5 472	4,80	3 914	3,80	5 170	4,70	4 830	4,60	5,00
Изолейцин	5 130	4,50	4 429	4,30	5 060	4,60	4 620	4,40	4,00
Лейцин	8 664	7,60	7 210	7,00	8 250	7,50	7 665	7,30	7,00
Лизин	6 612	5,80	5 768	5,60	5 500	5,00	5 040	4,80	5,50
Метионин + цистин	3 990	3,50	3 296	3,20	4 070	3,70	3 465	3,30	3,50
Треонин	4 218	3,70	3 399	3,30	3 740	3,40	3 465	3,30	4,00
Триптофан	1 254	1,10	1 030	1,00	1 100	1,00	1 050	1,00	1,00
Фенилаланин + тирозин	6 840	6,00	5 974	5,80	8 030	7,30	7 455	7,10	6,00
Сумма НАК	71 820	63,00	67 980	66,00	69 080	62,80	105 000	64,20	36,00
Сумма ЗАК	114 000	100,00	103 000	100,00	110 000	100,00	142 590	100,00	–

Продолжение таблицы 28

Наименование аминокислоты	Рыбные шарики				Рыбный рулет				Шкала ФАО/ВОЗ, г/100 г
	Полуфабрикат		Готовая продукция		Полуфабрикат		Готовая продукция		
	мг/г	г/100 г	мг/г	г/100 г	мг/г	г/100 г	мг/г	г/100 г	
Общая сумма	71 820	63,00	67 980	66,00	69 080	62,80	105 000	64,20	–
C_{min}, %	–	93,00	–	76,00	–	85,00	–	83,00	–
R_p, доли ед.	–	0,53	–	0,41	–	0,49	–	0,47	–
σ, г/100 г белка-эталона	–	3,78	–	8,74	–	7,76	–	7,13	–
КРАС, %	–	10,13	–	18,49	–	17,43	–	15,58	–
БЦ, %	–	89,87	–	81,52	–	82,57	–	84,42	–

Таблица 29 – Аминокислотный состав запеченных кулинарных изделий из гранулированного фарша

Наименование аминокислоты	Рыбные шарики				Рыбный рулет				Шкала ФАО/ВОЗ, г/100 г
	Полуфабрикат		Готовая продукция		Полуфабрикат		Готовая продукция		
	мг/г	г/100 г	мг/г	г/100 г	мг/г	г/100 г	мг/г	г/100 г	
Незаменимые аминокислоты (НАК)									
Валин	5 952	4,80	5 546	4,70	5 029	4,70	4 646	4,60	5,00
Изолейцин	5 828	4,70	5 428	4,60	4 601	4,30	4 242	4,20	4,00
Лейцин	8 928	7,20	7 670	6,50	6 741	6,30	6 060	6,00	7,00
Лизин	6 200	5,00	5 900	5,00	5 992	5,60	5 555	5,50	5,50
Метионин + цистин	3 844	3,10	3 422	2,90	3 638	3,40	3 131	3,10	3,50
Треонин	4 340	3,50	3 776	3,20	4 173	3,90	3 737	3,70	4,00
Триптофан	1 364	1,10	1 062	0,90	2 033	1,90	1 616	1,60	1,00
Фенилаланин + тирозин	5 952	4,80	5 664	4,80	6 955	6,50	6 060	6,00	6,00
Сумма НАК	42 408	34,20	38 468	32,60	39 162	36,60	35 047	34,70	36,00
Сумма ЗАК	81 592	65,80	79 532	67,40	67 838	63,40	65 953	65,30	–
Общая сумма	124 000	100,00	118 000	100,00	107 000	100,00	101 000	100,00	–
C_{min}, %	–	80,00	–	80,00	–	90,00	–	86,00	–
R_p, доли ед.	–	0,84	–	0,88	–	0,89	–	0,89	–
σ, г/100 г белка-эталона	–	6,75	–	4,75	–	4,67	–	4,35	–
КРАС, %	–	16,67	–	10,70	–	20,79	–	16,97	–
БЦ, %	–	83,33	–	89,30	–	79,21	–	83,03	–

При оценке биологической ценности необходимо уделить внимание соотношению незаменимых аминокислот. Лимитирующей аминокислотой в полуфабрикатах рыбных каштанов и рыбных трубочек является треонин, а готовых изделиях «рыбные каштаны» – валин. В полуфабрикатах «рыбный рулет» и «рыбные шарики» лимитирующими аминокислотами являются лейцин, метионин и тирозин соответственно.

В процессе тепловой обработки содержание некоторых аминокислот снижается. Лимитирующей аминокислотой после тепловой обработки для обжаренных кулинарных изделий является треонин, а для запеченных – остаются лейцин, метионин и тирозин соответственно. Биологическая ценность кулинарных изделий: «рыбных каштанов» – 81,52 %, «рыбных трубочек» – 84,42 %, «рыбных шариков» – 83,33 %, «рыбного рулета» – 83,03 %. Данные свидетельствуют о высокой биологической ценность (БЦ $\geq$ 80,0 %) при сохранении сбалансированности состава продукции.

В таблицах 30 и 31 сведены данные по жирнокислотному составу разработанных рецептур кулинарных изделий из гранулированного рыбного фарша.

Таблица 30 – Жирнокислотный состав жареных кулинарных изделий из гранулированного рыбного фарша

Наименование жирных кислот	Рыбные каштаны, г/100 г		Рыбные трубочки, г/100 г		Шкала ФАО/ВОЗ, г/100 г
	Полуфабрикат	Готовая продукция	Полуфабрикат	Готовая продукция	
Суммарное содержание ЖК	22,9 ± 1,1	19,5 ± 1,0	13,7 ± 0,7	10,8 ± 0,5	100
НЖК	35,0 ± 1,8	35,3 ± 1,8	38,8 ± 1,9	42,6 ± 2,1	30
МНЖК	54,1 ± 2,7	57,2 ± 2,9	48,6 ± 2,4	50,9 ± 2,6	60
ПНЖК	10,8 ± 0,5	7,5 ± 0,4	11,2 ± 0,6	6,5 ± 0,3	10
Соотношение ПНЖК:МНЖК:НЖК	1:5:3	1:8:5	1:4:4	1:8:7	1:6:3
$R_р$, доли ед.	0,86	0,78	0,75	0,67	–

Критерием сбалансированности служит эталонное соотношение между НЖК, МНЖК и ПНЖК (3:6:1). Несмотря на расчетные данные по жирнокислот-

ному составу, фактически разработанные рецептуры уступают требуемому соотношению. Из данных таблицы 30 следует, что для оптимизации рецептур необходимо увеличить содержание МНЖК, не изменяя при этом соотношения количество других компонентов.

Таблица 31 – Жирнокислотный состав запеченных кулинарных изделий из гранулированного рыбного фарша

Наименование жирных кислот	Рыбные шарики, г/100 г		Рыбный рулет, г/100 г		Шкала ФАО/ВОЗ, г/100 г
	Полуфабрикат	Готовая продукция	Полуфабрикат	Готовая продукция	
Суммарное содержание ЖК	5,0 ± 0,3	4,3 ± 33,4	3,5 ± 0,18	2,2 ± 0,1	100
НЖК	36,4 ± 1,8	33,5 ± 1,7	34,3 ± 1,72	32,8 ± 1,6	30
МНЖК	52,1 ± 2,6	55,8 ± 2,8	52,8 ± 2,34	56,1 ± 2,8	60
ПНЖК	11,7 ± 0,6	10,8 ± 0,5	12,6 ± 0,63	11,1 ± 0,6	10
Соотношение ПНЖК:МНЖК:НЖК	1:5:3	1:5:3	1:4:3	1:5:3	1:6:3
R_p, доли ед.	0,80	0,89	0,80	0,89	–

Анализ санитарных и гигиенических параметрических нормативов для образцов, полученных по разработанным композиционным соотношениям (таблица 32), приводит к заключению, что все полуфабрикаты отвечают требованиям ТР ЕАС 040/2016.

Таблица 32 – Регламентируемые микробиологические показатели качества кулинарных изделий из гранулированного рыбного фарша

Показатель качества	ТР ЕАС 040/2016	Рыбные каштаны	Рыбные трубочки	Рыбные шарики	Рыбный рулет
КМАФАнМ, КОЕ/г	Не более $5{,}0 \cdot 10^4$	$4{,}8 \cdot 10^3$	$4{,}6 \cdot 10^3$	$5{,}4 \cdot 10^3$	$5{,}8 \cdot 10^3$
БГКП	Не допускаются в 0,001 г	Не обнаружены			
S. aureus	Не допускаются в 1,0 г	Не обнаружены			
Сульфитредуцирующие клостридии	Не допускаются в 0,1 г	Не обнаружены			
Патогенные, в том числе сальмонеллы	Не допускаются в 25 г	Не обнаружены			

Посредством программного продукта сконструированы рецептурные композиции кулинарной рыбопродукции на базе промытого рыбного фарша с растительными ингредиентами, приведенные в таблице 33.

Таблица 33 – Рецептурные композиции кулинарных продуктов на основе промытого рыбного фарша

Вид компонентов	Содержание, %			
	Шарики	Каштаны	Рулет	Трубочки
Гранулированный фарш	56,5	58,5	61,3	31,5
Лактулоза	5,0	5,0	5,0	5,0
Морковь	9,3	–	–	12,5
Тыква	8,7	–	–	14,5
Белокочанная капуста	–	–	6,5	–
Сладкий перец	–	–	9,2	–
Белые грибы	–	10,9	–	–
Манная крупа	–	–	–	12,5
Кукурузная крупа	2,5	–	–	–
Овсяная крупа	–	10,2	–	–
Рисовая крупа	–	–	6,4	–
Репчатый лук	3,0	2,5	2,8	–
Белый хлеб	–	2,3	–	–
Сыр твердый	5,0	–	–	10,3
Куриные яйца	3,5	2,3	2,8	8,4
Сливочное масло	6,5	–	–	5,3
Растительное масло	–	8,3	6,0	–
Итого	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**

Осуществлена оценка параметров продукции по профильной процедуре. Эксперты высоко оценили данные показатели, отметив привлекательное внешнее состояние при нежной консистенции, специфические аромат и вкусовые ощущения.

Проведена оценка пищевой ценности и сбалансированности рецептурных композиций, в результате которой установлено, что данные композиции обладают

хорошей пищевой ценностью и сбалансированностью аминокислотного и липиднокислотного соотношения.

Все контролируемые параметры экологической безопасности находятся в рамках допустимых ТР ЕАС 040/2016.

Для перемешивания мясного или рыбного фарша, овощных смесей, творога и других вязких или пастообразных продуктов до однородного состояния используются фаршемешалки. Они широко применяются на мясоперерабатывающих предприятиях, мясных и колбасных цехах, фабриках-кухнях, молокоперерабатывающих производствах, консервных заводах, в супермаркетах и гипермаркетах, в заведениях восточной кухни и чебуречных с высокой проходимостью.

Индустриальные перемешивающие аппараты для фаршей включают резервуар, где происходит операция перемешивания фарша, два вала с лопастями, размещенными под углом к оси вращения, пульта управления, приводной станции, крышки и основания. Рыбный фарш поступает в резервуар, где он может одновременно смешиваться с премиксами, и валы, вращающиеся во взаимообратных направлениях, перемешивают их лопастями, и далее фарш направляется в разгрузочный бункерный узел.

Но здесь следует отметить, что в традиционной технологии приготовления фаршевых комбинированных смесей существует ряд недостатков с точки зрения качества готового полуфабриката, энерго- и ресурсосбережения. К ним можно причислить: необходимость размораживания фарша перед смешиванием его в фаршемешалке с различными добавками; интенсивность, энергоемкость и длительность операции смешения для равномерного распределения добавочных ингредиентов в большом объеме фарша; нагревание размороженного фарша при достаточно длительном перемешивании, что ведет к физико-химическим трансформациям белковых молекул, обусловленным реакциями ферментативного гидролиза и окисления, в особенности липидной фракции при появлении окислительной прогорклости, как наиболее лабильной в биологических системах.

В предлагаемой технологии, где происходит совмещение компонентов смеси и смешение мелких замороженных гранул фарша с добавками непосредственно

в фаршемешалке, влияние негативных явлений снижается таких как: отпадает необходимость размораживания гранулированного фарша, вследствие его дефростации в процессе перемешивания; снижается энергоемкость и длительность перемешивания; снижается термоэффект при перемешивании и, как следствие негативное влияние физико-химических трансформаций белковых молекул, обусловленных реакциями ферментативного гидролиза и окисления, в особенности липидной фракции, как наиболее лабильной в биологических системах.

Кроме того, использование гранулированной продукции упрощает операции взвешивания и дозировки фаршевой составляющей в смеси.

Таким образом, предлагаемые рекомендации по организации технологического потока при получении котлетной массы перед производством кулинарных рыбных изделий на основе гранулированного рыбного фарша с добавлением функциональных ингредиентов, несомненно, становятся технологически и экономически оправданными.

5.3 Экономическая эффективность производства кулинарных изделий из обогащенного лактулозой гранулированного рыбного фарша прудовых рыб на предприятиях общественного питания

С целью установления экономической эффективности усовершенствованной технологии производства гранулированного фарша с лактулозой из прудового вида сырья были проведены расчеты, результаты которых представлены в таблице 34.

В данном случае рентабельность выпускаемой продукции составляет 10 %. Цена за единицу продукции составит 18 323,91 р. Цена на выпускаемую продукцию составит 49 694 443,92 р.

Прибыль определяется как разность между стоимостью изготовленной продукции в ценах предприятия и ее полной себестоимостью – 4 517 635,57 р. Налог на прибыль составляет 20 %, по результатам расчетов он составляет 903 527,11 р.

Таблица 34 – Основные финансовые результаты проекта

Статьи затрат	Затраты на весь объем продукции, р.
Производственная мощность, ц/год	2 712,000
Сырье за вычетом отходов	13 348 464,000
Основные материалы	15 842,420
Тара и тароупаковочные материалы	5 520 908,800
Электроэнергия, вода на технологические цели	792 982,436
Основная заработная плата производственных рабочих	6 823 988,640
Дополнительная заработная плата производственных рабочих	682 398,860
Страховые взносы	2 251 916,250
Содержание и эксплуатация оборудования	840 241,060
Подготовка и освоение производства	153 284,600
Транспортные расходы	2 260 180,800
Цеховые расходы	5 459 190,910
Цеховая себестоимость	38 149 398,800
Общезаводские расходы	6 141 589,780
Производственная себестоимость	44 290 988,580
Коммерческие расходы	885 819,770
Полная себестоимость	4 517 636,000

Окупаемость проекта определяется за счет чистой прибыли и составляет 3 614 108,46 р.

Срок окупаемости капитальных затрат составляет 3 года.

Внедрение описанной технологии позволит рационально использовать прудовое сырье, выращиваемое в Астраханской области.

Заключение

В качестве основных выводов диссертационного исследования следует отметить:

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 гранулирование. Так, органолептические показатели качества фаршей из белого амура и толстолобика позволяют направлять фарши на гранулирования 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 имеют место 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 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 %.

В усовершенствованной технологии выявлены рациональные режимные параметры, возможные товарные потери и причины их возникновения, разработаны меры по их снижению, рекомендации по рациональным приемам эксплуатации холодильного технологического оборудования на предприятиях питания.

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 липиднокислотного соотношения. 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 продукции составляет 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.

Список литературы

1. Абрамова, Л. С. Структурообразование в фаршевых системах / Л. С. Абрамова, Н. И. Рехина, С. А. Агапова // Рыбное хозяйство. – 1989. – № 4. – С. 87–90.

2. Автоматизированное проектирование сложных многокомпонентных продуктов питания : учеб. пособие / Е. И. Муратова, С. Г. Толстых, С. И. Дворецкий [и др.]. – Тамбов : ТГТУ, 2011. – 80 с. – ISBN 978-5-8265-1067-4.

3. Авторское свидетельство № 1777643 СССР, МКИ F25D 13/00, A23B 4/06. Устройство для замораживания мелкоштучных пищевых продуктов : № 118829 : заявл. 08.01.1991 : опубл. 23.11.1992 / В. И. Ивашов, А. С. Чернышев, О. И. Якушев, О. Л. Сороко.

4. Авторское свидетельство № 1829899 СССР, МКИ A21C 9/06. Способ производства изделий из теста с начинкой : № 4902883 : заявл. 14.01.1991 : опубл. 23.07.1993 / В. И. Ивашов, А. С. Чернышев, О. И. Якушев, О. Л. Сороко.

5. Алексанян, А. И. Совершенствование процессов получения замороженных рыбных фаршевых гранулированных смесей : дис. … канд. техн. наук : 05.18.12 / Алексанян Артем Игоревич. – Санкт-Петербург, 2018. – 215 с.

6. Алексанян, И. Ю. Анализ основных термодинамических закономерностей взаимодействия с водой и теплофизических характеристик растительных экстрактов и продуктов микробиологического синтеза / И. Ю. Алексанян, Ю. А. Максименко, Р. А. Хайбулов // Современные проблемы производства продуктов питания : материалы междунар. конф. – Барнаул : АлтГТУ, 2004. – С. 22–27.

7. Алексанян, И. Ю. Высокоинтенсивная сушка пищевых продуктов. Пеносушка. Теория. Практика. Моделирование : монография / И. Ю. Алексанян, А. А. Буйнов. – Астрахань : АГТУ, 2004. – 380 с.

8. Алмаши, Э. Быстрое замораживание пищевых продуктов / Э. Алмаши, Л. Эрдели, Т. Шарой ; под ред. Э. Алмаши. – Москва : Лег. и пищ. пром-сть, 1981. – 407 с.

9. Андрусенко, П. И. Малоотходная и безотходная технологии при обработке рыбы / П. И. Андрусенко. – Москва : Агропромиздат, 1988. – 111 с. – ISBN 5-10-000255-7.

10. Антипов, С. Т. Исследование вымораживания влаги из экстрактов поджелудочной железы, печени и желчи крупного рогатого скота / С. Т. Антипов, В. Ю. Овсянников // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2002. – № 6. – С. 18–20.

11. Арет, В. А. Физико-механические свойства сырья и готовой продукции / В. А. Арет, Б. Л. Николаев, Л. К. Николаев. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 2009. – 442 с. – ISBN 978-5-98879-066-2.

12. Афанасьев, Ю. О. Измерение вязкости жидкостей на ротационном вискозиметре РВ-8 : метод. указания к лабораторным работам по процессам и аппаратам пищевых производств / Ю. О. Афанасьев, Г. С. Михайлов, Н. В. Тиунова. – Кемерово : КузГТУ, 2009. – 15 с.

13. Баранов, Б. А. Теоретические и прикладные аспекты показателя «активность воды» в технологии продуктов питания : дис. … д-ра техн. наук : 05.18.16 / Баранов Борис Алексеевич. – Санкт-Петербург, 2000. – 240 с.

14. Бессонова, Л. П. Научная основа и практическая значимость использования метода QFD в улучшении качества пищевых продуктов : монография / Л. П. Бессонова. – Воронеж : Истоки, 2008. – 200 с. – ISBN 978-5-88242-648-3.

15. Биденко, М. С. Изменение влагоудерживающей способности и нежности пищевого рыбного фарша при хранении / М. С. Биденко, Г. М. Кузьмичева // Труды АтлантНИРО, вып. 71. – Калининград, 1977. – С. 30–35.

16. Богданов, В. Д. Растительные структурорегулирующис добавки в технологии рыбных формованных изделий / В. Д. Богданов, Т. Д. Мамедова, А. В. Богданова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – № 8. – С. 198–199.

17. Бойцова, Т. М. Моделирование сбалансированных продуктов на основе рыбного фарша / Т. М. Бойцова, Ж. Г. Прокопец // Известия ТИНРО (Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра). – 1999. – Т. 125. – С. 388–395.

18. Бойцова, Т. М. Современные технологии пищевого рыбного фарша и пути повышения их эффективности : монография / Т. М. Бойцова. – Владивосток : ДВГУ, 2002. – 155 с. – ISBN 5-7444-1325-1.

19. Болотников, С. Г. Старые технологии – новые продукты (продукты на основе рыбного фарша) / С. Г. Болотников, П. Е. Иванова, М. Л. Чехомов // Прогрессивные пищевые технологии – третьему тысячелетию : тез. докл. Междунар. научн. конф. – Краснодар, 2000. – С. 311–312.

20. Борисенко, А. А. Алгоритм моделирования поликомпонентных смесей с использованием рекурсивного цикла и реляционной базы данных / А. А. Борисенко // Информационные технологии. – 2006. – № 7. – С. 69–71.

21. Борисочкина, Л. И. Современная технология приготовления пищевого рыбного фарша / Л. И. Борисочкина. - Москва : ЦНИИТЭИРХ, 1985. – 56 с.

22. Бредихина, О. В. Научные основы производства рыбопродуктов : учеб. пособие / О. В. Бредихина, М. В. Новикова, С. А. Бредихин. – Москва : КолосС, 2009. – 151 с. – ISBN 978-5-9532-0685-3.

23. Бульба, Е. Е. Коэффициент аккомодации жидкости при температурах ниже температуры кипения / Е. Е. Бульба // Теплофизические основы энергетических технологий : сб. ст. V Всерос. науч. конф. с междунар. участием (Томск, 15–17 октября 2014 г.). — Томск : Изд-во ТПУ, 2014. – С. 64–68.

24. Быков, В. П. Изменения мяса рыбы при холодильной обработке: автолитические и бактериальные процессы / В. П. Быков. – Москва : Агропромиздат, 1987. – 220 с.

25. Васюкова, А. Т. Рыбные фарши с растительными наполнителями : монография / А. Т. Васюкова, С. И. Алымов, А. И. Ноженко. – Киев : Инкос, 2005. – 177 с. – ISBN 966-8347-24-2.

26. Васюкова, А. Т. Технология производства фаршей длительного хранения / А. Т. Васюкова, Е. И. Иванникова. – Москва : [б. и.], 2002. – 172 с.

27. Венгер, К. П. Машинная и безмашинная системы хладоснабжения для быстрого замораживания пищевых продуктов / К. П. Венгер, В. А. Выгодин. – Москва : Узоречье, 1999. – ISBN 5-85057-180-9.

28. Ветеринарно-санитарная экспертиза пищевых продуктов на продовольственных рынках : учеб. пособие / сост. И. Г. Серегин, М. Ф. Боровков, В. Е. Никитченко. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 2005. – 464 с. – ISBN 5-901065-93-X.

29. Вижен-Софт:Питание в детском саду. – URL: https://pitaniesoft.ru/nutrition_programs/baby_food/ (дата обращения: 22.01.2022).

30. Винслав, Ю. Б. Состояние и тенденции развития рыбопромышленного комплекса / Ю. Б. Винслав // Рыбная промышленность. – 2004. – № 2. – С. 2–4.

31. Вода в пищевых продуктах / Ф. Фрэнкс, А. Саджетт, Х. Хаузер [и др.] ; под ред. Р. Б. Дакуорта. – Москва : Пищ. пром-сть, 1980. – 376 с.

32. Воробьев, В. В. Проблемы и перспективы развития биотехнологий в рыбной промышленности / В. В. Воробьев // Рыбное хозяйство. – 2006. – № 2. – С. 85–87.

33. Воробьев, И. Н. Экспериментальные исследования по определению значений скорости испарения и кипения жидкостей / И. Н. Воробьев // Молодежный научный форум: Естественные и медицинские науки : электрон. сб. ст. по материалам II Междунар. студенч. науч.-практ. конференции № 2 (2). – URL: https://nauchforum.ru/archive/MNF_nature/2.pdf (дата обращения: 13.02.2022).

34. Гинзбург, А. С. Теплофизические характеристики пищевых продуктов / А. С. Гинзбург, М. А. Громов, Г. И. Красовская. – Москва : Пищевая промышленность, 1980. – 288 с.

35. Голова, Ж. А. Микробиология рыбы и рыбных продуктов / Ж. А. Голова, В. П. Дедюхина. – Москва : Агропромиздат, 1986. – 148 с.

36. Голубев, В. Н. Справочник технолога по обработке рыбы и морепродуктов / В. Н. Голубев, О. И. Кутина. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 2003. – 395 с. – ISBN 5-901065-43-3.

37. Голунова, Л. Е. Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания / Л. Е. Голунова, М. Т. Лабзина. – 11-е изд. – Санкт-Петербург : ПРОФИКС, 2007. – 771 с. – ISBN 978-5-903039-29-6.

38. ГОСТ 10444.12-13. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых гри-

бов : межгосударственный стандарт : дата введения 01.07.2015. – Москва : Стандартинформ, 2014. –13 с.

39. ГОСТ 10444.15-94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов : межгосударственный стандарт : дата введения 01.01.1996 // Продукты пищевые, консервы. Методы микробиологического анализа : сб. ГОСТов. – Москва : Стандартинформ, 2010. – С. 311–316.

40. ГОСТ 1168-85. Рыба мороженая : межгосударственный стандарт : дата введения 01.01.1988. – Москва : Издательство стандартов, 1985. – 10 с.

41. ГОСТ 24896-2013. Рыба живая. Технические условия : межгосударственный стандарт : дата введения 01.07.2015. – Москва : Стандартинформ, 2019. – 7 с.

42. ГОСТ 25555.0-82. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности : межгосударственный стандарт : дата введения 01.01.1983. – Москва : Стандартинформ, 2010. – 4 с.

43. ГОСТ 26927-86. Сырье и продукты пищевые. Метод определения ртути : межгосударственный стандарт : дата введения 01.12.1986 // Сырье и продукты пищевые. Методы определения токсичных элементов : сб. ГОСТов. – Москва : Издательство стандартов, 2002. – С. 93–104.

44. ГОСТ 26929-94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов : межгосударственный стандарт : дата введения 01.01.1996 // Сырье и продукты пищевые. Методы определения токсичных элементов : сб. ГОСТов. – Москва : Издательство стандартов, 2002. – С. 112–122.

45. ГОСТ 26930-86. Сырье и продукты пищевые. Метод определения мышьяка : межгосударственный стандарт : дата введения 01.01.1987 // Сырье и продукты пищевые. Методы определения токсичных элементов : сб. ГОСТов. – Москва : Издательство стандартов, 2002. – С. 125–130.

46. ГОСТ 26932-86. Сырье и продукты пищевые. Метод определения свинца : межгосударственный стандарт : дата введения 01.12.1986 // Сырье и продукты

пищевые. Методы определения токсичных элементов : сб. ГОСТов. – Москва : Издательство стандартов, 2002. – С. 148–158.

47. ГОСТ 26933-86. Сырье и продукты пищевые. Метод определения кадмия : межгосударственный стандарт : дата введения 01.12.1986 // Сырье и продукты пищевые. Методы определения токсичных элементов : сб. ГОСТов. – Москва : Издательство стандартов, 2002. – С. 161–170.

48. ГОСТ 30726-2001. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий вида *Escherichia coli* : межгосударственный стандарт : дата введения 01.07.2002 // Продукты пищевые, консервы. Методы микробиологического анализа : сб. ГОСТов. – Москва : Стандартинформ, 2010. – С. 104–110.

49. ГОСТ 31339-2006. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб : межгосударственный стандарт : дата введения 01.07.2008. – Москва : Стандартинформ, 2007. – 11 с.

50. ГОСТ 31747-2012. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий) : межгосударственный стандарт : дата введения 01.07.2013. – Москва : Стандартинформ, 2013. – 15 с.

51. ГОСТ 31904-2012. Продукты пищевые. Методы отбора проб для микробиологических испытаний : межгосударственный стандарт : дата введения 01.07.2013. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 5 с.

52. ГОСТ 31987-2012. Услуги общественного питания. Технологические документы на продукцию общественного питания. Общие требования к оформлению, построению и содержанию : межгосударственный стандарт : дата введения 01.01.2015. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 11 с.

53. ГОСТ 32691-2014. Услуги общественного питания. Порядок разработки фирменных и новых блюд и изделий на предприятиях общественного питания : межгосударственный стандарт : дата введения 01.01.2016. – Москва : Стандартинформ, 2015. – 10 с.

54. ГОСТ 7630-75. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные, водоросли и продукты их переработки. Маркировка и упаковка : межгосу-

дарственный стандарт : дата введения 01.01.1998. – Москва : Издательство стандартов, 1975. – 36 с.

55. ГОСТ 7631-85. Правила приемки, органолептические методы оценки и качества. Методы отбора проб для лабораторных испытаний : межгосударственный стандарт : дата введения 01.01.1986. – Москва : Минздрав, 1985. – 96 с.

56. ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа : межгосударственный стандарт : дата введения 01.01.1986. – Москва : Стандартинформ, 2010. – 123 с.

57. ГОСТ 8756.16-91. Консервы и продукты из рыбы и нерыбных объектов промысла. Метод определения активной кислотности (pH) : межгосударственный стандарт : дата введения 01.07.1992. – Москва : Стандартинформ, 2004. – 4 с.

58. ГОСТ Р 50380-2005. Рыба, нерыбные объекты и продукты из них. Термины и определения : национальный стандарт Российской Федерации : дата введения 2007-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2018. – 8 с.

59. ГОСТ Р 50814-95. Мясопродукты. Методы определения пенетрации конусом и игольчатым индентором : государственный стандарт Российской Федерации : дата введения 01.08.1996. – Москва : Стандартинформ, 2010. – 6 с.

60. ГОСТ Р 53654.1-2009 (ИСО 2811-1:1997). Метод определения плотности. Пикнометрический метод. Часть 1. Материалы лакокрасочные : национальный стандарт Российской Федерации : дата введения 01.01.2011. – Москва : Стандартинформ, 2010. – 11 с.

61. ГОСТ Р 55505-2013. Фарш рыбный пищевой мороженый. Технические условия : национальный стандарт Российской Федерации : дата введения 01.01.2015. – Москва : Стандартинформ, 2019. – 9 с.

62. ГОСТ Р 55505-2013. Фарш рыбный пищевой мороженый. Технические условия : межгосударственный стандарт : дата введения 01.01.2015. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 9 с.

63. Гракович, Ю. С. Заморозка мелкоштучных полуфабрикатов под вакуумом / Ю. С. Гракович, О. Л. Сороко // Инженерный вестник. – 2007. – № 2 (24). – С. 33–36.

64. Григоренко, С. П. Рыборастительные фарши как многофункциональные продукты питания / С. П. Григоренко, Т. Н. Эксузьян // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2004. – № 2–3 (279–280). – С. 126–127.

65. Дворянинова, О. П. Расширение ассортимента рыбопродуктов на основе фарша: оптимизация сырьевых комбинаций, свойства и усовершенствованные технологии / О. П. Дворянинова // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2014. – № 1. – С. 32–42.

66. Дворянинова, О. П. Сырьевая база водных биоресурсов как фактор обеспечения продовольственной безопасности страны / О. П. Дворянинова, А. В. Соколов, А. З. Черкесов // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2015. – № 2 (6). – С. 22–29.

67. Долгова, В. А. Эффективность введения лактулозосодержащих БАД в рецептуры изделий колбасных вареных / В. А. Долгова, В. Н. Храмова, И. С. Чмулев // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 3. – С. 53–54.

68. Доценко, С. М. Обоснование дозы, оценка качественных характеристик фаршевых бинарных композиций на основе рыбного сырья и соевой белковой пасты / С. М. Доценко, О. В. Скрипко // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – № 7. – С. 50–53.

69. Дряхлов, А. О. Влияние растительных компонентов на структурно-механические и реологические характеристики рыбных фаршевых систем / А. О. Дряхлов, О. И. Кутина // Товаровед продовольственных товаров. – 2012. – № 3. – С. 35–37.

70. Жизнь астраханской рыбной отрасли в цифрах // Информационно-новостной портал «КаспийИнфо». – URL: https://kaspyinfo.ru/zhizn-astrahanskoj-rybnoj-otrasli-v-cifrah/ (дата обращения: 19.01.2022).

71. Запорожский, А. А. Перспективы научных исследований в области разработки продуктов геродиетического назначения / А. А. Запорожский, С. П. Запорожская, Т. В. Ковтун, М. Г. Ревенко // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2012. – № 2–3 (326–327). – С. 5–9.

72. Зарубин, Н. Ю. Перспективы и тенденции развития сегмента современного рынка пищевых ингредиентов и добавок / Н. Ю. Зарубин // Мясные технологии. – 2016. – № 11 (167). – С. 54–57.

73. Зарубин, Н. Ю. Разработка рецептурных композиций фаршевых рыборасти-тельных систем для здорового питания / Н. Ю. Зарубин, Н. Г. Строкова, Е. Н. Харенко // Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании : материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 12 октября 2020 г.). – Екатеринбург : УрГЭУ, 2020. – С. 30–36.

74. Иванова, Е. Е. Технология переработки рыб, акклиматизированных на юге России / Е. Е. Иванова, М. Л. Чехомов. – Краснодар : Изд-во КубГТУ, 2004. – 169 с. – ISBN 5-8333-0161-0.

75. Ивашов, В. И. Влияние регулируемой среды на тепло- и массоперенос в процессах пищевых производств : дис. … д-ра техн. наук : 05.18.12 / Ивашов Валентин Иванович. – Москва, 1980. – 375 с.

76. Инструкции по работе с ИАС «АВЕРС: Расчет меню питания». – URL: http://www.avers-edu.ru/UMK/index0.html (дата обращения: 22.01.2022).

77. Инструкция по разделке и мойке рыбы : утверждена приказом Минрыбхоза СССР от 5 сентября 1991 г. № 272.

78. Иринина, О. И. Разработка технологии и ассортимента кулинарной продукции с функциональными свойствами на основе рыбного фарша : автореф. дис. … канд. техн. наук : 05.18.04 / Иринина Ольга Ивановна. – Санкт-Петербург, 2011. – 16 с.

79. Карпычев, В. А. Приближенное решение задачи о замораживание биологических материалов / В. А. Карпычев, Ю. Колтыпин // Пищевая технология. – 1989. – № 6. – С. 64–65.

80. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А. Г. Касаткин. – 11-е изд. – Москва : Альянс, 2005. – 753 с. – ISBN 5-98535-005-3.

81. Киселев, В. М. Эволюционная методология проектирования функциональных продуктов / В. М. Киселев, Е. Г. Першина // Пищевая промышленность. – 2009. – № 11. – С. 57–59.

82. Коган, В. В. Исследование структурно-механических свойств рыбного фарша при перемешивании / В. В. Коган, В. Г. Проселов // Известия вузов. Пищевая технология. – 1990. – № 5. – С. 33–38.

83. Козмава, А. В. Технология производства паштетов и фаршей / А. В. Козмава, Г. И. Касьянов, И. А. Палагина. – Ростов-на-Дону : МарТ, 2002. – 207 с.

84. Колаковский, Э. Технология рыбного фарша / Э. Колаковский. – Москва : Агропромиздат, 1991. – 218 с. – ISBN 5-10-002019-9.

85. Корниенко, Г. А. Повышение пищевой ценности фарша из тощих рыб / Г. А. Корниенко, С. Р. Доминова, М. С. Сиротина // Проблемы индустриализации общественного питания : тез. докл. 2-й Всесоюз. науч. конф. – Харьков : Харьк. ин-т обществ. питания, 1989. – С. 297–298.

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

87. Кочеткова, А. А. Функциональные пищевые продукты: некоторые технологические подробности в общем вопросе / А. А. Кочеткова, В. И. Тужилкин // Пищевая промышленность. – 2003. – № 5. – С. 8–10.

88. Кравченко, Э. Ф. Продукты из вторичного молочного сырья для рецептур плавленых сыров / Э. Ф. Кравченко, А. В. Дунаев, Т. А. Волкова // Сыроделие и маслоделие. – 2010. – № 2. – С. 14–17.

89. Красников, В. В. Метод комплексного определения теплофизических характеристик вязких жидких, пастообразных и мелкодисперсных материалов / В. В. Красников, А. С. Панин, В. Д. Скверчак // Известия вузов СССР. Пищевая технология. – 1976. – № 2. – С. 138.

90. Краснова, О. А. Научное обоснование и практическая реализация пресноводного рыбного сырья в пищевой индустрии / О. А. Краснова, М. И. Васильева // Молодой ученый. – 2015. – № 8 (88). – С. 397–400.

91. Кузнецова, Л. С. О свойствах перспективных пищевых консервантов / Л. С. Кузнецова, А. Г. Снежко, О. И. Ходорковская, Э. Т. Розанцев // Мясная индустрия. – 2001. – № 1. – С. 26–28.

92. Курылев, Е. С. Холодильные установки / Е. С. Курылев, В. В. Оносовский, Ю. Д. Румянцев. – 2-е изд, стер. – Санкт-Петербург : Политехника, 2002. – 575 с. – ISBN 5-7325-0690-X.

93. Лактулоза Премиум // Планета здоровья. – URL: https://planetazdorovo.ru/catalog/lekarstva-i-bad/pishchevaritelnyy-trakt/slabitelnye/laktuloza-premium-poroshok-66g-35420103/ (дата обращения: 19.01.2020).

94. Леонидов, Д. С. Лактулоза: диапазон использования в пищевой промышленности / Д. С. Леонидов // Мясные технологии. – 2011. – № 10. – С. 25.

95. Липатов, Н. Н. Методология проектирования продуктов питания с требуемым комплексом показателей пищевой ценности / Н. Н. Липатов, И. А. Рогов // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 1987. – № 2. – С. 9–15.

96. Липатов, Н. Н. Принципы и методы проектирования рецептур пищевых продуктов, балансирующих рационы питания / Н. Н. Липатов // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 1990. – № 6 (199). – С. 5–10.

97. Лисин, П. А. Компьютерные технологии в рецептурах расчетах молочных продуктов / П. А. Лисин. – Москва : ДеЛи принт, 2007. – 101 с. – ISBN 978-5-94343-135-7.

98. Лысова, В. Н. Определение теплофизических характеристик рыбы / В. Н. Лысова, Н. В. Дульгер // Известия вузов. Пищевая технология. – 2004. – № 4. – С. 12–15.

99. Максименко, Ю. А. Гигроскопические характеристики и термодинамика взаимодействия пектина и воды / Ю. А. Максименко, О. А. Петровичев, Р. А. Максименко // Вестник АГТУ. – 2007. – № 2. – С. 185–188.

100. Максименко, Ю. А. Развитие научно-практических основ и совершенствование процессов сушки растительного сырья в диспергированном состоянии : дис. … д-ра техн. наук : 05.18.12 / Максименко Юрий Александрович. – Астрахань, 2016. – 502 с.

101. Марков, И. И. О скорости испарения жидкости с ее свободной поверхности и с поверхности нагрева / И. И. Марков, А. А. Хащенко, О. В. Вечер

// Сборник научных трудов СКГТУ, вып. 6. – Ставрополь : СевКавГТУ, 2002. – С. 48–55.

102. Маслова, Г. В. Инновационные технологии переработки объектов водного промысла / Г. В. Маслова // Пищевая промышленность. – 2004. – № 4. – С. 28–29.

103. Маслова, Г. В. Реология рыбы и рыбных продуктов / Г. В. Маслова, А. М. Маслов. – Москва : Лег. и пищ. пром-сть, 1981. – 214 с.

104. Методика М 04-44-2006. Премиксы и витаминные концентраты. Методика измерений массовой доли витаминов А (в форме ретинолацетата), Е (в форме α-токоферолацетата) и D (в форме холекальциферола) методом обращенно-фазовой ВЭЖХ с использованием жидкостного хроматографа «ЛЮМАХРОМ®» (изд. 2011 г.). – URL: https://www.lumex.ru/complete_solutions/12ar02_14_04_1.php (дата обращения: 19.01.2022).

105. Могильный, М. П. Сборник рецептур на продукцию общественного питания : сборник технических нормативов / М. П. Могильный. – Москва : ДеЛи плюс, 2011. – 1008 с. – ISBN 978-5-905170-02-7.

106. Моделирование рецептур пищевых продуктов и технологий их производства: теория и практика / О. Н. Красуля, С. В. Николаева, А. В. Токарев [и др.]. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 2015. – 320 с. – ISBN 978-5-98879-164-5.

107. Морозильное оборудование. Преимущества шоковой заморозки // Кумпячок: спецвыпуск журнала «Молочный продукт». – 2005. – № 1. – С. 36–37.

108. МР 2.3.1.1915-04. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ : методические рекомендации : утверждены Роспотребнадзором 2 июля 2004 г.

109. Неуймин, Д. С. Особенности государственной поддержки и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции в условиях импортозамещения / Д. С. Неуймин, А. В. Бекетов, В. А. Кувшинов, А. И. Трунов // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30, № 5. – С. 12–15.

110. Нугманов, А. Х.-Х. Научно-практические подходы к конструированию многокомпонентных пищевых систем в технологии общественного питания : мо-

нография / А. Х.-Х. Нугманов. – Астрахань : ИП Сорокин Роман Васильевич, 2016. – 96 с. – ISBN 978-5-91910-470-4.

111. О безопасности пищевой продукции : технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011. – URL: http://docs.cntd.ru/document/902320560 (дата обращения: 27.03.2020).

112. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 г. : указ Президента РФ от 7 мая 2018 г. № 204. – URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71837200/ (дата обращения: 19.01.2020).

113. Обзор отрасли / Министерство сельского хозяйства и рыбной промышленности Астраханской области. – URL: http://old.msh.astrobl.ru/section/obzor-otrasli-0 (дата обращения: 19.01.2022).

114. Обзор рынка аквакультуры государств – членов Евразийского экономического союза. – Москва, 2019. – URL: http://www.eurasiancommission.org/ru/act/prom_i_agroprom/dep_agroprom/agroprom/Documents/Обзор%20аква.pdf (дата обращения: 19.01.2022).

115. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии : учебник : в 2 кн. / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов [и др.] ; под ред. В. Г. Айнштейна. – Москва : Логос ; Высш. шк., 2002. – 1758 с.

116. Овсянников, В. Ю. Физическая модель и условия проведения процесса вымораживания влаги из жидких продуктов / В. Ю. Овсянников // Материалы XXXIX Отчетной научной конференции за 2001 г. : в 2 ч. – Воронеж : Воронеж. госуд. технол. акад., 2001. – Ч. 1. – С. 180–181.

117. Одинцова, Т. С. Получение формованных продуктов из рыбного сырья пониженной товарной ценности / Т. С. Одинцова, Ф. И. Верхотурова // Новые белковые продукты на основе гидробионтов : сб. науч. тр. – Москва : ВНИРО, 1989. – С. 111–114.

118. Определение витамина С в пищевых продуктах и пищевом сырье : методика М 04-07-2010 / Группа компаний «ЛЮМЭКС». – URL: https://www.lumex.ru/complete_solutions/11ar01_05_34_1.php (дата обращения: 02.02.2022).

119. Определение протеиногенных аминокислот в комбикормах и сырье : методика М-04-38-2009 (издание 2014 г.) / ООО «Люмэкс-маркетинг». – URL: https://www.lumex.ru/complete_solutions/13ar03_15_01_1.php (дата обращения: 19.01.2022).

120. Определение свободных форм водорастворимых витаминов в премиксах и витаминных смесях : методика М 04-72-2011 / Группа компаний «ЛЮМЭКС». – URL: https://www.lumex.ru/complete_solutions/11ar03_13_03_1.php (дата обращения: 02.02.2022).

121. ОСТ 15-378-2000. Фарш рыбный пищевой мороженый. Технические условия : дата введения 01.01.1992. – Астрахань, 2002. – 11 с.

122. Павлов, К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков ; под ред. П. Г. Романкова. – 12-е изд. – Москва : ТИД Альянс, 2005. – 576 с.

123. Панин, А. С. Экспресс-метод определения коэффициента теплопроводности пастообразных и мелкодисперсных материалов / А. С. Панин, В. Д. Сверчак // Известия вузов СССР. Пищевая технология. – 1974. – № 1. – С. 140–143.

124. Патент № 2021728 Российская Федерация, МПК A23B 4/22. Способ стабилизации замороженного рыбного фарша при хранении : № 4943290/13 : заявл. 06.06.1991 : опубл. 30.10.1994 / М. А. Петрова, В. Б. Крылова, Г. П. Шуваева [и др.].

125. Патент № 843701 СССР, МПК A23B 4/08, A23L 1/325. Способ стабилизации рыбного фарша, предназначенного для хранения в замороженном виде : № 2567995 : заявл. 23.01.1978 : опубл. 30.06.1981 / Л. Б. Цетерштрем, Г. П. Брандт.

126. Пищевые продукты с промежуточной влажностью / под ред. Р. Девиса, Г. Берча, К. Паркера. – Москва : Пищевая промышленность, 1980. – 208 с.

127. Попова, Н. Н. Разработка рыбных рубленых полуфабрикатов сбалансированного жирнокислотного состава / Н. Н. Попова, Л. И. Столбовских // Сервис в России и за рубежом. – 2013. – № 5. – С. 30–37.

128. Промышленное выращивание прудовой рыбы. – URL: http://www.lipribhoz.ru/poleznaya-informatsiya/28-osobennost-shchuki-i-ee-primenenie (дата обращения: 27.03.2020).

129. Прудовая рыба – полезный и ценный продукт питания. – URL: https://hozyaistvo.com/news/59-prudovaja-ryba-poleznyi-i-cennyi-produkt-pitanija.html (дата обращения: 19.01.2020).

130. Разумовская, Р. Г. Биотехнологические процессы в создании продуктов различного происхождения из водного сырья : монография / Р. Г. Разумовская, М. Е. Цибизова. – Астрахань : Изд-во АГТУ. 2008. – 132 с.

131. Ранфт, А. Охлаждение в вакууме / А. Ранфт // Пекарные технологии. – 2008. – № 3. – С. 6–14.

132. Резниченко, И. Ю. Методология проектирования кондитерских изделий функционального назначения / И. Ю. Резниченко, Ю. А. Алешина, А. И. Галиева, Е. Ю. Егорова // Пищевая промышленность. – 2012. – № 9. – С. 28–30.

133. Родина, Т. В. Технология функциональных продуктов на основе рыбного фарша и мяса беспозвоночных / Т. В. Родина, Д. А. Борк, М. В. Новикова // Рыбпром: технологии и оборудование для переработки водных биоресурсов. – 2008. – № 1. – С. 22–23.

134. Санина, Т. В. Дифференцированный подход в комплексной оценке качества хлебобулочных изделий / Т. В. Санина, Ю. С. Сербулов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2004. – № 5. – С. 47–50.

135. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов : санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – Москва : Минздрав России, 2002. – 168 с.

136. СанПиН 2.3.2.1324-03. Гигиенические требования к срокам годности и условиям хранения пищевых продуктов : санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – Москва : Минздрав России, 2003. – 24 с.

137. Сатина, О. В. Информационные технологии проектирования продуктов геронтологического питания / О. В. Сатина, С. Б. Юдина // Мясная индустрия. – 2010. – № 6. – С. 56–58.

138. Сафронова, Т. М. Справочник дегустатора рыбы и рыбной продукции / Т. М. Сафронова. – Москва : ВНИРО, 1998. – 243 с. – ISBN 5-85382-166-0.

139. Сафронова, Т. М. Сырье и материалы рыбной промышленности : монография / Т. М. Сафронова, В. М. Дацун. – Москва : Мир, 2004. – 272 с. – ISBN 5-03-003720-9.

140. Сафронова, Т. М. Сырье и материалы рыбной промышленности : учебник / Т. М. Сафронова. – Москва : Агропромиздат, 1991. – 190 с. – ISBN 5-10-002340-6.

141. Сборник рецептов блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания. – Москва : Экономика, 1982. – 721 с.

142. Сборник рецептур блюд зарубежной кухни / под ред. А. Т. Васюковой. – 3-е изд. – Москва : Дашков и К°, 2015. – 816 с. – ISBN 978-5-394-02232-6.

143. Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания / авт.-сост. А. И. Здобнов, В. А. Цыганенко, М. И. Пересичный. – Москва : Гамма Пресс, 2002. – 656 с.

144. Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий кухонь народов России для предприятий общественного питания / под ред. А. Т. Васюковой. – Москва : Дашков и К°, 2013. – 212 с. – ISBN 978-5-394-01127-6.

145. Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий кухонь народов России для предприятий общественного питания / под ред. А. Т. Васюковой. – 2-е изд. – Москва : Дашков и К°, 2015. – 208 с. – ISBN 978-5-394-02385-9.

146. Сборник технологических инструкций по обработке рыбы / под ред. А. Н. Белогурова, М. С. Васильевой. – Москва : ВНИРО, 1994. – Т. 2. – 589 с. – ISBN 5-10-002470-4.

147. Сборник технологических инструкций по производству рыбных консервов и пресервов : в 2 ч. – Ленинград : Гипрорыбфлот, 1989. – Ч. 1. – 150 с. ; Ч. 2. – 285 с.

148. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2005612711. Электронный ресурс для расчета рационов школьного питания (ШкоОптиПит) : № 2005612189 : заявл. 24.08.2006 : дата регистрации 19.10.2005 / Н. Г. Колесникова, А. С. Бородихин, Н. Т. Шамкова [и др.].

149. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2007610187. Разработка рецептур композиций из растительного сырья (РКРС) : № 2006613856 : заявл. 15.11.2006 : дата регистрации 15.11.2006 / И. А. Бугаец, Ф. В. Москаленко, М. Ю. Тамова, Н. А. Бугаец.

150. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2002610284. Система расчетов для общественного питания : № 2001611830 : заявл. 27.12.2001 : дата регистрации 26.02.2022 / Л. И. Николаева, Д. В. Гращенков.

151. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2005610751. Etalon : № 2005610236 : заявл. 10.02.2005 : дата регистрации 30.03.2005 / А. А. Борисенко.

152. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2005611720. Программа для автоматизированного проектирования, расчета и оценки качества многокомпонентных рецептур пищевых продуктов (Generic-2.0) : № 2005611157 : заявл. 23.05.2005 : дата регистрации 12.07.2005 / А. А. Запорожский, В. А. Запорожский.

153. Технология переработки продукции растениеводства / Н. М. Личко, В. Н. Курдина, Л. Г. Елисеев [и др.] ; под ред. Н. М. Личко. – Москва : КолосС, 2006. – 548 с.

154. Технология рыбы и рыбных продуктов / В. В. Баранов, И. Э. Бражная, В. А. Гроховский [и др.] ; под общ. ред. А. М. Ершова. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 2006. – 944 с. – ISBN 5-901065-78-6.

155. Тихомирова, Е. К. Современное производство кулинарных изделий из рыбного сырья / Е. К. Тихомирова, О. В. Бредихина, Л. С. Абрамова // Рыбпром: технологии и оборудование для переработки водных биоресурсов. – 2010. – № 1. – С. 54–57.

156. Тихомирова, Н. А. Технология продуктов функционального питания / Н. А. Тихомирова. – Москва : Франтэра, 2002. – 212 с. – ISBN 5-94009-004-4.

157. Холодильные машины / А. В. Бараненко, Н. Н. Бухарин, В. И. Пекарев, Л. С. Тимофеевский ; под общ. ред. Л. С. Тимофеевского. –2-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Политехника, 2006. – 941 с. – ISBN 5-7325-0792-2.

158. Храмова, В. Н. Эффективность введения лактулозосодержащих БАД в рецептуры изделий колбасных вареных / В. Н. Храмова, В. А. Долгова, О. Ю. Проскурина // Мясной ряд. – 2011. – № 4. – С. 50–51.

159. Цибизова, М. Е. Новые аспекты технологии кулинарной продукции из объектов товарной аквакультуры / М. Е. Цибизова // Инновационные и ресурсосберегающие технологии продуктов питания : материалы I Нац. науч.-техн. конф. с междунар. участием (Рыбное, 27 апреля 2018 г.). – Рыбное : Астраханский государственный технический университет, 2018.

160. Чернышев, А. С. Разработка процесса вакуумного охлаждения кулинарных изделий : дис. … канд. техн. наук : 05.18.12 / Чернышев Александр Сергеевич. – Москва, 1987. – 244 с.

161. Шамаров, М. В. Низкотемпературное концентрирование / М. В. Шамаров, М. И. Лугинин // Пищевая индустрия. – 2011. – № 4/9. – С. 65–66.

162. Шебела, К. Ю. Полезные свойства рыбы для питания / К. Ю. Шебела, Н. Ю. Сарбатова // Молодой ученый. – 2014. – № 17. – С. 112–115.

163. Щеглов, Н. Г. Технология консервирования плодов и овощей : учеб.-практ. пособие / Н. Г. Щеглов. – Москва : Палеотип, 2002. – 379 с. – ISBN 5-94727-006-4.

164. Экспертиза вторичного молочного сырья и получаемых из него продуктов / А. Г. Храмцов, И. А. Евдокимов, С. А. Рябцева [и др.]. – Ставрополь : СевКавГТУ, 2003. – 130 с. – ISBN 5-9296-0132-1.

165. Ярочкин, А. П. Комплексный подход к технологиям переработки мелкоразмерных гидробионтов и вторичного сырья от разделки рыб, его результаты / А. П. Ярочкин // Известия ТИНРО (Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра). – 2004. – Т. 139. – С. 426–433.

166. 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.

167. Ballongue, J. Effects of lactulose and lactitol on colonic microflora and enzymatic activity / J. Ballongue, C. Schuman, P. Quignon. – DOI 10.1080/00365521.

1997.11720716 // Scandinavian journal of gastroenterology. Supplement. – 1997. – Vol. 222. – P. 41–44.

168. Berg, L. van den. Effect of freezing on the pH and composition of sodium and potassium phosphate solutions: the reciprocal system KH_2PO_4-Na_2HPO_4-H_2O / L. van den Berg, D. Rose. – DOI 10.1016/0003-9861(59)90209-7 // Archives of biochemistry and biophysics. – 1959. – Vol. 81, iss. 2. – P. 319–329.

169. Berg, L. van den. The effect of addition of sodium and potassium chloride to the reciprocal system: KH_2PO_4-Na_2HPO_4-H_2O on pH and composition during freezing / L. van den Berg. – DOI 10.1016/0003-9861(59)90595-8 // Archives of biochemistry and biophysics. – 1959. – Vol. 84, iss. 2. – P. 305–310.

170. ChefExpert: Правильные документы для общепита. – URL: https://www.chefexpert.ru/ (дата обращения: 22.01.2022).

171. Cziżow, G. B. Procesy cieplne w technologii chłodniczej produktów żywnościowych / G. B. Cziżow. – Warszawa : Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1974. – 342 s.

172. Cziżow, G. B. Tworzenie kryształów lodu w produktach żywnościowych przy zamrażaniu / G. B. Cziżow, O. A. Czuranow // Materialy z konferencji NOT. – Warszawa : SITPSpoz, 1970.

173. Fellows, P. J. Food processing technology – principles and practice / P. J. Fellows. – 2nd edition. – London : Woodhead Pub., 2000. – 575 p. – ISBN 1591240700.

174. Folch, J. A simple method for the isolation and purification total lipids from animal tissues / J. Folch, M. Lees, G. M. Sloane Stanly // Journal of biological chemistry. – 1957. – Vol. 193, iss. 1. – P. 497–509.

175. Hippel, P. H. von. On the conformational stability of globular proteins. The effects of various electrolytes and nonelectrolytes on the thermal ribonuclease transition / P. H. von Hippel, K. Y. Wang. – DOI 10.1016/S0021-9258(18)97128-0 // Journal of biological chemistry. – 1965. – Vol. 240. – P. 3909–3923.

176. Hippel, P. H. von. The effects of neutral salts on the structure and conformational stability of macromolecules in solution / P. H. von Hippel, T. Schleich // Struc-

ture and stability of biological macromolecules / ed. by S. N. Timasheff, G. D. Fasman. – New York : Marcel Decker, 1969. – P. 417–574.

177. Igaraschi, C., Ezava I. Pharmacometrics. – 1991. – № 42. – P. 245–253.

178. Kołodziejska, I. M. Wpływ soli K, Na, Ca i Mg na zamrażalnicze zmiany miofibrylarnych białek ryb : praca doktorska / I. M. Kołodziejska. – Politechnika Gdanska, 1980.

179. Le-Bail, A. Evaluation of the mean ice ratio as a function of temperature in a heterogeneous food: application to the determination of the target temperature at the end of freezing / A. Le-Bail, N. Chapleau, M. Anton-De Lamballerie, M. Vignolle. – DOI 10.1016/j.ijrefrig.2007.11.003 // International journal of refrigeration. – 2008. – Vol. 31, iss. 5. – P. 816–821.

180. Marcus, S. N. Deoxycholic acid and the pathogenesis of gall stones / S. N. Marcus, K. W. Heaton // Gut. – 1988. – № 29. – S. 522–533.

181. Mikrobiologie der Lebensmittel: Fleisch, Fleisch, Feinkost / Hrsg. H. Weber. – Hamburg : Behr’s Verlag, 2004. – 782 S.

182. Némethy, G. The structure of water and of aqueous solutions / G. Némethy. – DOI 10.1016/B978-0-08-013294-5.50008-8 // Low temperature biology of foodstuffs / ed. by J. Hawthorn, E. J. Rolfe. – Oxford : Pergamon Press, 1968. – P. 1–21.

183. Ota, T. Some properties of the liquid portion in the frozen fish muscle fluid / T. Ota, K. Tanaka // Bulletin of the Japanese society for the science of fish. – 1978. – Vol. 44. – P. 59–62.

184. Petuely, F. Der Bifidusfactor / F. Petuely // Deutsche Medizinische Wochenschrift. – 1957. – № 82. – S. 1957–1960.

185. Sobczyk, L. Chemia fizyczna dla przyrodników / L. Sobczyk, A. Kisza. – Warszawa : PWN, 1975. – 567 s.

Приложение А

(обязательное)

Сводные таблицы описания органолептических показателей

Таблица А.1 – Сводная таблица описания органолептических показателей рыбных фаршей из прудовой рыбы

Признак	Определение признака	Балл	Коэффициент значимости, доли ед.
Внешний вид	Диаметр измельчения частичек фарша одинаков, отсутствуют посторонние компоненты, способны сохранять влагу	5	0,20
	Диаметр измельчения частичек фарша одинаков, отсутствуют посторонние компоненты, изделие выделяет влагу, но держит форму	4	
	Диаметр измельчения частичек фарша одинаков, отсутствуют посторонние компоненты, изделие расслаивается, не держит форму	3	
	Диаметр измельчения частичек фарша одинаков, присутствуют посторонние компоненты, изделие расслаивается, не держит форму	2	
	Диаметр измельчения частичек фарша различен, присутствуют посторонние компоненты, изделие расслаивается, не держит форму	1	
Цвет	Изделия белого или кремового цвета, характерного для промытого фарша	5	0,21
	Изделия кремового или розового цвета, характерного для промытого фарша	4	
	Изделия серо-розового или серо-кремового цвета, характерного для промытого фарша	3	
	Изделия серого или серо-кремового цвета, не характерного для промытого фарша	2	
	Изделия темно-серого или темного цвета, не характерного для промытого фарша	1	
Консистенция	Изделия плотной, эластичной, липкой консистенции	5	0,17
	Изделия эластичной и липкой консистенции	4	
	Изделия неплотной, но липкой консистенции	3	
	Изделия влажной, но липкой консистенции	2	
	Изделия влажной, расслаивающейся консистенции	1	

Признак	Определение признака	Балл	Коэффициент значимости, доли ед.
Запах	Ярко выраженный запах, свойственный полуфабрикатам, гармоничный, без посторонних запахов и запаха окислившегося жира	5	0,19
	Стойкий запах, свойственный полуфабрикатам, гармоничный, без посторонних запахов и запаха окислившегося жира	4	
	Гармоничный, без посторонних запахов и запаха окислившегося жира	3	
	Илистый, не свойственный данному наименованию изделия	2	
	Ярко выраженный запах, не свойственный данному наименованию изделия, вызванный изменением или порчей продукта	1	
Вкус (после варки)	Вкус, свойственный рыбным изделиям, гармоничный, без постороннего вкуса, нехарактерного для данного изделия	5	0,23
	Вкус, свойственный рыбным изделиям, без постороннего вкуса, нехарактерного для данного изделия	4	
	Вкус, свойственный рыбным изделиям, немного кисловатый	3	
	Вкус, несвойственный рыбным изделиям, с посторонним привкусом, немного кисловатый	2	
	Вкус, несвойственный рыбным изделиям, с посторонним привкусом, не характерным для данных изделий	1	

Таблица А.2 – Сводная таблица описания органолептических признаков полуфабрикатов

Признак	Определение признака	Балл	Коэффициент значимости, доли ед.
Внешний вид	Диаметр измельчения частичек фарша одинаков, отсутствуют посторонние компоненты, способны сохранять влагу	5	0,20
	Диаметр измельчения частичек фарша одинаков, отсутствуют посторонние компоненты, изделие выделяет влагу, но держит форму	4	
	Диаметр измельчения частичек фарша одинаков, отсутствуют посторонние компоненты, изделие расслаивается, не держит форму	3	
	Диаметр измельчения частичек фарша одинаков, присутствуют посторонние компоненты, изделие расслаивается, не держит форму	2	
	Диаметр измельчения частичек фарша различен, присутствуют посторонние компоненты, изделие расслаивается, не держит форму	1	

Признак	Определение признака	Балл	Коэффициент значимости, доли ед.
Цвет	Цвет изделий соответствует компонентам, входящим в состав рецептуры, фарш кремового или белого цвета	5	0,21
	Цвет изделий соответствует компонентам, входящим в состав рецептуры, фарш кремового или розового цвета	4	
	Цвет изделий соответствует компонентам, входящим в состав рецептуры, фарш серого цвета	3	
	Цвет изделий соответствует компонентам, входящим в состав рецептуры, фарш темного цвета	2	
	Цвет изделий не соответствует компонентам, входящим в состав рецептуры, фарш темного цвета	1	
Консистенция	Изделия плотной, эластичной, липкой консистенции	5	0,17
	Изделия эластичной и липкой консистенции	4	
	Изделия неплотной, но липкой консистенции	3	
	Изделия влажной, но липкой консистенции	2	
	Изделия влажной, расслаивающейся консистенции	1	
Запах	Ярко выраженный запах, свойственный полуфабрикатам, гармоничный, без посторонних запахов и запаха окислившегося жира	5	0,19
	Стойкий запах, свойственный полуфабрикатам, гармоничный, без посторонних запахов и запаха окислившегося жира	4	
	Гармоничный, без посторонних запахов и запаха окислившегося жира	3	
	Илистый, не свойственный данному наименованию изделия	2	
	Ярко выраженный запах, не свойственный данному наименованию изделия, вызванный изменением или порчей продукта	1	
Вкус (после варки)	Вкус, свойственный рыбным изделиям, гармоничный, без постороннего вкуса, нехарактерного для данного изделия	5	0,23
	Вкус, свойственный рыбным изделиям, без постороннего вкуса, нехарактерного для данного изделия	4	
	Вкус, свойственный рыбным изделиям, присутствует кисловатый привкус	3	
	Вкус, несвойственный рыбным изделиям, с посторонним кисловатым привкусом	2	
	Вкус, несвойственный рыбным изделиям, с посторонним привкусом, не характерным для данных изделий	1	

Таблица А.3 – Сводная таблица описания органолептических признаков качества готовых изделий

Признак	Определение признака	Балл	Коэффициент значимости, доли ед.
Внешний вид	Изделия не слипшиеся, недеформированные, с правильными геометрическими пропорциями, характерными для продукта, не влажные, при выкладывании не распадаются, панировка не отстает	5	0,20
	Изделия недеформированные, различной формы, не влажные, при выкладывании не распадаются, панировка не отстает	4	
	Изделия деформированные, различной формы, влажные, при выкладывании не распадаются, панировка не отстает	3	
	Изделия деформированные, различной формы, влажные, при выкладывании распадаются, панировка отстает	2	
	Изделия деформированные, различной формы, влажные, при выкладывании распадаются, присутствуют посторонние компоненты, не предусмотренные рецептурой, панировка отстает	1	
Цвет	Корочка от светлого до золотистого цвета, срез белый, цвет компонентов характерный	5	0,12
	Корочка от золотистого цвета, срез белый, цвет компонентов характерный	4	
	Корочка от золотистого до темно-коричневого цвета, срез серый, цвет компонентов характерный	3	
	Корочка темно-коричневого цвета, срез серый, цвет компонентов характерный	2	
	Корочка темно-коричневого цвета, срез серый, цвет компонентов не характерный	1	
Консистенция	Мягкая, слоистая, сочная, неоднородная, кусочки ингредиентов соответствуют рецептуре	5	0,17
	Слоистая, сочная, неоднородная, кусочки ингредиентов соответствуют рецептуре	4	
	Сочная, неоднородная, кусочки ингредиентов соответствуют рецептуре	3	
	Плотная, неоднородная, кусочки ингредиентов соответствуют рецептуре	2	
	Мажущаяся, неоднородная, кусочки ингредиентов не соответствуют рецептуре	1	
Запах	Запеченных или обжаренных рыбных кулинарных продуктов с характерным ароматом овощей и специй, без посторонних запахов и порочащих признаков	5	0,19

Признак	Определение признака	Балл	Коэффициент значимости, доли ед.
	Запеченных или обжаренных рыбных кулинарных продуктов с легким ароматом овощей и специй, без посторонних запахов и порочащих признаков	4	
	Запеченных или обжаренных рыбных кулинарных продуктов с выраженным ароматом специй, без посторонних запахов и порочащих признаков	3	
	Запеченных или обжаренных рыбных кулинарных продуктов с легким посторонним запахом	2	
	Запеченных или обжаренных рыбных кулинарных продуктов с посторонним запахом и порочащими признаками	1	
Вкус	Вкус, свойственный рыбным кулинарным изделиям, гармоничный, без постороннего привкуса	5	0,32
	Вкус, свойственный рыбным кулинарным изделиям, без постороннего вкуса, нехарактерного для данного изделия	4	
	Вкус, свойственный рыбным изделиям, немного кисловатый	3	
	Вкус, несвойственный рыбным изделиям, с посторонним привкусом, немного кисловатый	2	
	Вкус, несвойственный рыбным изделиям, с посторонним привкусом, не характерным для данных изделий	1	

С целью дегустационного анализа изделия, целесообразно определиться в выборе состава экспертной группы с учетом структуры сообщества потенциальных покупателей, члены которой способны, вполне обосновано оценить качество продукции. Допустим, что число экспертов составляет *K* ед., причем оно должно иметь достаточно большое значение для желательной итоговой достоверности. Как правило, при степени доверительности 95 % величина *K* должна превышать 20 ед., что подчас невозможно или вызывает затруднение при сборе и организации группы, вследствие чего допускают число экспертов более 7 ед., каждого из которых обеспечивают бланком экспертной анкеты, которая содержит ряд граф оценки показателей сатисфакторного характера для изучаемого изделия (таблицы А.1, А.2 и А.3). Оценку осуществляют преимущественно по 100-балльной (принимая во внимание максимальное число процентов в традиционном понимании), 5-балльной (с учетом опыт оценки знаний в учебных заведениях) или 10-

балльной шкалам. После проведения экспертизы по каждому показателю рассчитывается ее средняя оценка.

Таблица А.4 – Требования к органолептического показателям гранулированного рыбного фарша

Вид параметра	Описание требования
Внешний вид	
Вид поверхности гранулы	Цилиндрическая форма, визуально чистая ровная поверхность с небольшой волнистостью
Вид гранулы на срезе	Структура однородная тонкодисперсная возможно с незначительными кожными и пленочными включениями и частичками премикса
Цвет	Характерная для данной рыбной породы
Запах	Слабовыраженный при отсутствии постороннего запаха, возможен незначительный запах ила у прудовой рыбы
Консистенция	Упруго-плотная
Вкус	Соответствующие данной рыбной породе без негативного привкуса и костных включений. Не ощущается присутствие премикса

Итоговым результатом в каждой графе анкеты служит оценка *e* уровня важности того или иного параметра принимая, что при выработке определенного изделия он не может быть менее величины *e*, т. е. ареал возможного отклонения данного параметра лимитируется интервалом варьирования поставленной оценки *e* до 100.

$$e = 100 - P\frac{100}{B}, \qquad (A.1)$$

где P – оценка, поставленная экспертом согласно выбранной шкале B, например, для пятибалльной шкалы $B = 5$; $P \in [0; 5]$.

Вычисление степени неопределенности каждого параметра проводят с возможностью его отклонения в диапазоне от 0 до $(100 - e)$. Принимая, что параметр может иметь любую величину на отрезке $[e; 100]$ с равной вероятностью, прихо-

дим к выводу о том, что плотность $f(x)$ распределения величины параметра определяется равномерным распределением в диапазоне [e; 100], т. е.

$$f(x) = \frac{1}{100 - e} \text{ для } x \in [e; 100] \quad \text{и} \quad f(x) = 0 \text{ для } x < 0 \text{ и } x > 100. \qquad (A.2)$$

Трансформацию балльных оценок в энтропийную E получают, по следующему соотношению:

$$E = -\int_{e}^{100} \frac{1}{100 - e} \ln \frac{1}{100 - e} dx = -\ln \frac{1}{100 - e} = \ln(100 - e). \qquad (A.3)$$

Наибольшая экспертная оценка будет при $e = 0$, а ее энтропийный аналог $E = \ln(100 - e) = \ln 100 = 4{,}605$.

Воспользовавшись зависимостями А.1 и А.2 полученное значение энтропии будет иметь каждый единичный дескриптор оцениваемого продукта E_i, который обладает уникальным процентом важности (коэффициент значимости) в общей экспертизе k_i, сумма которых составляет 100 %. Тогда, учитывая свойство аддитивности энтропии, можно получить общий энтропийный показатель $\tilde{E}_{\text{пок}}$, включающий все полученные оценки по каждому дескриптору:

$$\tilde{E}_{\text{пок}} = \sum_{i=1}^{m} E_i k_i. \qquad (A.4)$$

В дальнейшем желательно исключить связь энтропии $\tilde{E}_{\text{пок}}$ от удельного веса дескриптора. Для этого заменяем $\tilde{E}_{\text{пок}}$ на ее величину $E_{\text{пок}}$, отнесенную к ее весу, т. е.

$$E_{\text{пок}} = \frac{\tilde{E}_{\text{пок}}}{100}. \qquad (A.5)$$

Результирующая сатисфакторная оценка энтропии $E_{\text{пок}}$, полученная по принципу аддитивности и приведенная к единице веса дескриптора, позволит при сравнении различных образцов прийти к наиболее лучшему по органолептическим показателям из них, т. е. тот образец, у которого значение $E_{\text{пок}}$ максимальное, будет признан наилучшим.

Приложение Б

(обязательное)

Методика определения криоскопической температуры образцов

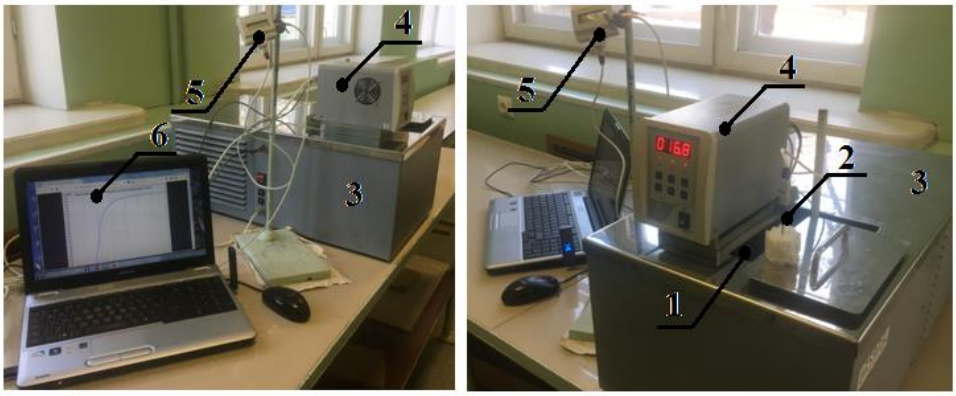


Рисунок Б.1 – Измерительный лабораторный стенд
для определения криоскопических температур:
1 – рабочий отсек; *2* – термический датчик; *3* – криоскопическая термостатная установка;
4 – информационное табло; *5* – электронный термометр;
6 – фрагмент работы программы «ThermoChart»

Эксперимент проводится следующим образом. Собирается установка в соответствии рисунком Б.1, проверяются на работоспособность все ее элементы. Настраивается рабочая температура криотермостата на минус 10 °С. Устанавливается термопара в образец, который с датчиком помещается в рабочую камеру морозильника. Включается программа ThermoChart на персональном компьютере, посредством которой фиксируется температура внутри образца через заданные отрезки времени, и строится график зависимости температуры от времени процесса. Эксперимент ведется до достижения в образце температуры минус 10 °С, так как данное значение однозначно гарантирует наличие на графике горизонтальной площадки, по которой и определяется криоскопическая температура, т. е. на определенном этапе заморозки у образца некоторое время сохраняется постоянная температура, при которой влага в образце меняет свое агрегатное состояние. Значение этой температуры и фиксируется.

Приложение В
(обязательное)

Математическое решение уравнения переноса тепловой энергии для выявления температурного варьирования по объему объекта

С целью выявления температурного варьирования по объему объекта при комплексной операции формовки и снижения температуры T (°С) штранга рыбного фарша резонно применить численное интегрирование уравнения переноса тепловой энергии:

$$\frac{\partial T(x,t)}{\partial \tau}\alpha = a(T)\frac{\partial^2 T(x,t)}{\partial x^2}, \qquad (В.1)$$

где x – глубина образца, м; τ – длительность снижения T, с; a – температуропроводность, м²/с.

В процессе снижения T рыбного фарша в фильере цилиндрической формы обмен тепловой энергией на поверхности образца определяется из граничных условий 2-го второго рода:

$$-\lambda(T)\frac{\partial T}{\partial x} = \alpha\left(T_{ст} - T_{гр}\right), \qquad (В.2)$$

где α – коэффициент теплоотдачи, Вт/(м²·К); $T_{ст}$ – на внутренней поверхности филеры при контакте с рыбного фарша, °С; $T_{гр}$ – на границе рыбного фарша при контакте с внутренней поверхностью филеры.

Коэффициент теплоотдачи α при перемещении рыбного фарша внутри фильеры в ламинарном режиме при исключении конвективного теплообмена можно рассчитать из критериального соотношения [80]:

$$\mathrm{Nu} = 0{,}17 \cdot \mathrm{Re}^{0{,}33} \cdot \mathrm{Pr}_{\text{см}}^{0{,}43} \cdot \left(\frac{\mathrm{Pr}_{\text{см}}}{\mathrm{Pr}_{\text{ст}}} \right)^{0{,}25}, \qquad (\text{В.3})$$

где Re – критерий Рейнольдса; $\mathrm{Pr}_{\text{см}} = \dfrac{\mu_{\text{ф}} \cdot c_{\text{ф}}}{\lambda_{\text{ф}}}$ – критерий Прандтля для рыбного фарша; $\mathrm{Pr}_{\text{ст}} = \dfrac{\mu_{\text{ф}_1} \cdot c_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}}$ – критерий Прандтля для стенки фильеры; $\mathrm{Nu} = \dfrac{\alpha \cdot d_{\text{см}}}{\lambda}$ – критерий Нуссельта; $\mu_{\text{ф}}$ – динамическая вязкость рыбного фарша; $\mu_{\text{ф}_1}$ – она же при T внутренней поверхности стенки.

Исходные значения параметров для вычисления α сведены в таблице В.1.

Таблица В.1 – Исходные значения параметров для вычисления α

$\mu_{\text{ф}}$, Па·с	$\mu_{\text{ф}_1}$, Па·с	$c_{\text{ф}}$, Дж/(кг·К)	$c_{\text{ст}}$, Дж/(кг·К)	$\lambda_{\text{ф}}$, Вт/(м·К)	$\lambda_{\text{ст}}$, Вт/(м·К)
890	1 800	$c_{\text{ф}} = f(T)$	462	$\lambda_{\text{ф}} = f(T)$	47

С целью аналитического выявления температурного варьирования по объему объекта в процессе самопроизвольного замораживания, при низком остаточном давлении в камере, решается уравнение переноса тепловой энергии (В.4). Здесь следует обратить внимание на то, что замораживание происходит с энергозатаратами на парообразование воды в свободном состоянии при низком остаточном давлении в камере, а с другой стороны – при фазовом преобразовании воды в лед наблюдается выделение тепла и, соответственно рост T.

Противоположно направленное воздействие этих эндо и экзотермического феноменов и обусловливает интенсивность и длительность операции замораживания.

$$\frac{\partial T(x,\tau)}{\partial \tau} = \frac{a(T)}{1 - \dfrac{r_2(T)}{c(T)} \dfrac{\partial L}{\partial T}} \cdot \frac{\partial^2 T(x,\tau)}{\partial x^2} - \frac{r_1(T)}{c(T)\left(1 - \dfrac{r_2(T)}{c(T)} \dfrac{\partial L}{\partial T}\right)} \frac{\partial c}{\partial \tau}, \qquad (\text{В.4})$$

где r_1, r_2 – энергетические затраты и потери при образовании пара и льда из 1 кг воды, равные соответственно $r_1 = 3\,118{,}4581 \cdot 10^3 - 2\,286{,}66T$, $r_2 = 335\,000 + 2\,120T$, Дж/кг; $\frac{\partial c}{\partial \tau}$ – дифференциал варьирования влагосодержания по T в процессе испарения; $\frac{\partial L}{\partial T}$ – дифференциал варьирования концентрации вымороженной воды по T в объекте изучения при замораживании в камере с низким остаточным давлением; c – массовая удельная теплоемкость рыбного фарша, Дж/(кг·К).

За исходные условия при проведении процесса примем равномерное распределение T по глубине образца в виде: при $T = T_0$, т. е. $T(x, \tau_0) = T_0$.

В процессе замораживания при низком остаточном давлении в камере гранул рыбного фарша обмен тепловой энергией на их поверхности определяется условиями 2-го рода:

$$-\lambda(T)\frac{\partial T}{\partial x} = \alpha\left(T_{\text{окр. среды}} - T_{\text{пов}}\right), \qquad \text{(В.5)}$$

где α – соответствует нагреву и охлаждению перегретой парообразной среды и находится в интервале от 23,2 до 116 Вт/(м²·К) [80]; x – глубина штранга рыбного фарша, м; $T_{\text{окр. среды}}$ – для внешней среды, равная T насыщенной паровой фазы при температуре, соответствующей давлению в рабочей камере, К; $T_{\text{пов}}$ – на поверхности гранулы ($x = 0$ или d, °С).

В процессе определения нестационарных полей T при решении уравнений (В.1) и (В.4) с варьируемыми коэффициентами, резонно использовать численный конечно-разностный метод. С помощью этого численного метода можно с высокой точностью рассчитать необходимые параметрические поля, его применение широко используется в инженерных тепломассообменных расчетах при различных способах, режимах и конструктивных особенностях применяемой техники [5].

Приложение Г

(обязательное)

Анкеты

АНКЕТА

ФГОУ ВО «Астраханский Государственный Технический Университет» совместно с кафедрой «Технология товаров и товароведение» проводит социологический опрос населения г.Астрахани

Уважаемый покупатель!

1. Как часто Вы покупаете рыбу и рыбную кулинарию?
   - ☐ Раз в неделю;
   - ☐ Раз в месяц;
   - ☐ Раз в год;
   - ☐ Не употребляю рыбу и рыбную кулинарию.

2. Какой тип рыбы Вы предпочитаете покупать?
   - ☐ Речную;
   - ☐ Прудовую;
   - ☐ Океаническую;
   - ☐ Другое _____

3. Какие факторы влияют на Вас при выборе рыбы или рыбной кулинарии?
   - ☐ Цена;
   - ☐ Внешний вид и вкусовые характеристики;
   - ☐ Качество;
   - ☐ Затрудняюсь ответить
   - ☐ Другое _____

4. Какие типы продукции из рыбы или рыбной кулинарии Вы предпочитаете покупать?
   - ☐ Не разделанная;
   - ☐ Филе;
   - ☐ Фарш;
   - ☐ Полуфабрикаты из рыбы;
   - ☐ Рыбная кулинария

5. Покупая рыбные кулинарные изделия, чему Вы отдаете предпочтение?
   - ☐ Рыбные котлеты
   - ☐ Рыба жареная
   - ☐ Рыбный паштет
   - ☐ Рыбные палочки
   - ☐ Рыбные тефтели
   - ☐ Рыбные сосиски
   - ☐ Перец, фаршированный рыбным фаршем

6. Обращаете ли Вы внимание на фирму-производителя?
   - ☐ Да;
   - ☐ Нет;
   - ☐ Затрудняюсь ответить

7. Считаете ли Вы целесообразным расширение ассортимента рыбной кулинарной продукции:
   - ☐ Да;
   - ☐ Нет;
   - ☐ Затрудняюсь ответить

8. Как Вы относитесь обогащенным продуктам из рыбы?
   - ☐ Приветствую;
   - ☐ Иногда беру;
   - ☐ Затрудняюсь ответить;
   - ☐ Игнорирую

9. Какая, по Вашему мнению, экологическая обстановка на данный момент в Астрахани и Астраханской области?
   Неблагоприятная, плохая;
   Скорее неблагоприятная, чем благоприятная;
   Средняя;
   Скорее благоприятная, чем неблагоприятная;
   Благоприятная, хорошая

10. Влияет ли экологическая обстановка в регионе, по Вашему мнению, на качество и ассортимент рыбы и рыбной кулинарной продукции?
    - ☐ Влияет;
    - ☐ Не влияет;
    - ☐ Не задумался(ась);
    - ☐ Затрудняюсь ответить

11. Ваш возраст:
    - ☐ До 20 лет;
    - ☐ 20-35 лет;
    - ☐ 36-50
    - ☐ 51-65
    - ☐ Старше 66 лет

12. Пол:
    - ☐ Женский;
    - ☐ Мужской

13. Род профессиональной деятельности:
    - ☐ Специалист;
    - ☐ Рабочий;
    - ☐ Служащий (бюджетная сфера);
    - ☐ Военнослужащий;
    - ☐ Учащийся, студент;
    - ☐ Пенсионер;
    - ☐ Временно не работающий, домохозяйка

14. Ваш доход
    - ☐ До 15000р;
    - ☐ 15000-30000р;
    - ☐ Более 30000р;

15. Ваше образование:
    - ☐ Высшее;
    - ☐ Неоконченное высшее;
    - ☐ Среднее профессиональное (колледж, техникум);
    - ☐ Начальное профессиональное (училище);
    - ☐ Полное среднее общее (11 классов)
    - ☐ Другое

БОЛЬШОЕ СПАСИБО!

АНКЕТА

ФГОУ ВО «Астраханский Государственный Технический Университет» совместно с кафедрой «Технология товаров и товароведение» проводит социологический опрос пищевых предприятий г. Астрахани

Уважаемые сотрудники!

1. Как часто вводится в меню блюда из рыбы и рыбных продуктов?
   - ☐ В неделю _____;
   - ☐ В месяц _____;

2. Предпочтительный тип рыбы для производства рыбных блюд:
   - ☐ Прудовая;
   - ☐ Речная;
   - ☐ Океаническая
   - ☐ Другое

3. Предпочтительный вид рыбного сырья для производства рыбных блюд:
   - ☐ Сазан;
   - ☐ Судак;
   - ☐ Сом;
   - ☐ Щука;
   - ☐ Судак;
   - ☐ Белый амур;
   - ☐ Карп;
   - ☐ Толстолобик

4. В каком состоянии предпочитаете закупать рыбное сырье?
   - ☐ Свежая рыба;
   - ☐ Охлажденная;
   - ☐ Замороженная

5. Предпочтительный вид разделки поставляемого сырья
   - ☐ Не разделанная;
   - ☐ Филе;
   - ☐ Фарш;
   - ☐ Замороженные полуфабрикаты из рыбы;
   - ☐ Рыбная кулинария

6. Причины выбора вида разделки:
   - ☐ Скорость кулинарной обработки;
   - ☐ Широта ассортимента готовых блюд;
   - ☐ Вкусовые предпочтения потребителей

7. Предпочтительные объемы закупок:
   - ☐ 50кг в месяц;
   - ☐ 100кг в месяц;
   - ☐ Другое_____

8. Желательный объем партии закупаемого рыбного сырья:
   - ☐ 20кг;
   - ☐ 50кг;
   - ☐ 100кг

9. Желательная масса фасованного сырья:
   - ☐ До 1кг;
   - ☐ 1-5кг;
   - ☐ 5-10кг
   - ☐ Более 10кг

10. Наиболее востребованный с вашей точки зрения способ изготовления рыбного фарша:
    - ☐ Фарш пищевой тонкоизмельченный без промывки;
    - ☐ Фарш пищевой грубоизмельченный без промывки;
    - ☐ Фарш тонкоизмельченный с промывкой

11. Отношение к обогащенным продуктам питания?
    - ☐ Приветствуем;
    - ☐ Иногда берем;
    - ☐ Не используем

БОЛЬШОЕ СПАСИБО!

Приложение Д

(обязательное)

Технико-технологические карты

ООО НПП «ИнфоПрод»
ИНН: 3023004409, КПП: 302301001, ОГРН: 1123023002079, ОКПО: 09099856
Юридический адрес: 414006, г. Астрахань, переулок Бакинский, д. 52.
тел.: 8(8512)480477

УТВЕРЖДАЮ
Директор ООО НПП «ИнфоПрод»
Фоменко Е.В.
_____
«8» ноября 2020

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА № 12/2-28-19

РЫБНЫЕ КАШТАНЫ

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая технико-технологическая карта распространяется на кулинарное изделие «Рыбные каштаны» вырабатываемое и реализуемое в ООО НПП «ИнфоПрод».

2. ТРЕБОВАНИЯ К СЫРЬЮ

Продовольственное сырье, пищевые продукты и полуфабрикаты, используемые для приготовления изделия «Рыбные каштаны», должны соответствовать требованиям действующих нормативных и технических документов, иметь сопроводительные документы, подтверждающие их безопасность и качество (сертификат соответствия, санитарно-эпидемиологическое заключение, удостоверение безопасности и качества и пр.)

Обработка всех используемых продуктов должна производиться в строгом соответствии с установленными санитарными нормами и правилами.

3. РЕЦЕПТУРА

№	Наименование сырья и полуфабрикатов	Расход сырья и п/ф на 1 порцию, г	
		Брутто, г	Нетто, г
1	Фарш из прудовой рыбы	92,3	90,0
2	Лактулоза	8,0	8,0
3	Грибы белые	25,0	20,0
4	Хлопья овсяные	23,0	15,0
5	Лук репчатый	6,2	5,0
6	Хлеб белый	4,0	4,0
7	Яйца куриные	1/8	6,0
8	Масло растительное	15,0	15,0
	Масса полуфабриката, г		150,0
	Масса готового изделия, г		120,0
9	Листья салата	13,0	10,0
10	Лимон	6,2	5,0
	Выход готового изделия, г		120/15

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

Подготовка сырья производится в соответствии с рекомендациями Сборника технологических нормативов для предприятий общественного питания и технологическими рекомендациями для импортного сырья.

4.1.Приготовление фарша

Промытый фарш из белого амура соединяют с обжаренным луком, овсяной кашей и лактулозой. Добавляют соль и перец по вкусу.

4.2.Приготовление начинки

Белые грибы и зелень мелко рубят и соединяют вместе, добавляют пассерованный лук, солят и перчат по вкусу.

4.3.Приготовление панировки

Белый хлеб нарезают мелкими кубиками и подсушиваем в духовке без изменения цвета. В отдельной посуде взбивают яйцо.

4.4.Приготовление «рыбных каштанов»

Из фарша формируют отдельную лепешку, в середину закладывают 5-10г начинки и соединяют края лепешки, формируя аккуратный шарик. Шарик обваливают в муке, затем в яйце и сухарях. Сухари должны покрывать всю поверхность шарика. Растительное масло раскаляют на глубокой сковороде или во фритюре, при этом масло должно покрывать ½ «каштана». Обжаривают «каштаны» во всех сторон до золотистого цвета в течение 1-2 минуты, затем доводят до готовности в духовом шкафу при температуре 180-200^{0}С в течение 15-20 минут. Подают «рыбные каштаны» с зеленью и долькой лимона. «Рыбные каштаны» нельзя замораживать и повторно разогревать, так как сухари размягчаются и изделие теряет внешний вид и форму.

5. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ, РЕАЛИЗАЦИИ И ХРАНЕНИЮ

Кулинарное изделие «Рыбные каштаны» реализуют непосредственно после изготовления. Согласно требованиям СанПиН 2.3.6.1079-01, температура блюда при подаче должна быть не ниже 65°С. Срок годности «рыбных каштанов» согласно СанПиН 2.3.2.1324-03 составляет 24ч при температуре хранения 4±2°С.

6. ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ

6.1. Органолептические показатели

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид	Округлой формы, панировка не отстает от шарика, шарик не разваливается
Цвет	От светлого до золотистого
Консистенция	Плотная, не мажущаяся
Запах и вкус	Жареных продуктов с ароматом специй, в меру соленый, без посторонних примесей и порочащих признаков

6.2. Физико-химические показатели

Наименование показателя	Характеристика
Массовая доля поваренной соли, %	1,5-2,5
Наличие посторонних примесей, %	Не допускается

6.3. Микробиологические показатели

КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	Масса продукта (г), в которой не допускаются			
	БГКП (колиформы)	S.aureus	Сульфитредуцирующие клостридии	Патогенные, в т.ч. сальмонеллы
$5*10^4$	0,01	1,0	0,1	25

7. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ

Наименование продукции	Химический состав						Энергетическая ценность, ккал
	Белки, %	Жиры, %	Углеводы, %	Минеральные вещества, мг/100г	Влага, %	Пищевые волокна, %	
Рыбные каштаны	10,3±1,5	7,4±1,1	6,8±1,0	1,2±0,1	74,0±3,6	0,3±0,02	136,5

Ответственные за оформление ТТК:

Старший преподаватель кафедры «Технология товаров и товароведение»

ФГБОУ ВО «АГТУ»

Ярцева Н.В. _____

Технолог ООО НПП «ИнфоПрод»

Коптеева А.М. _____

ООО НПП «ИнфоПрод»
ИНН: 3023004409, КПП: 302301001, ОГРН: 1123023002079, ОКПО: 09099856
Юридический адрес: 414006, г. Астрахань, переулок Бакинский, д. 52.
тел.: 8(8512)480477

УТВЕРЖДАЮ
Директор ООО НПП «ИнфоПрод»
Фоменко Е.В.
_____
«8» ноября 2020

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА № 12/2-28-30

РЫБНЫЕ ШАРИКИ

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая технико-технологическая карта распространяется на кулинарное изделие «Рыбные шарики» вырабатываемое и реализуемое в ООО НПП «ИнфоПрод».

2. ТРЕБОВАНИЯ К СЫРЬЮ

Продовольственное сырье, пищевые продукты и полуфабрикаты, используемые для приготовления изделия «Рыбные шарики», должны соответствовать требованиям действующих нормативных и технических документов, иметь сопроводительные документы, подтверждающие их безопасность и качество (сертификат соответствия, санитарно-эпидемиологическое заключение, удостоверение безопасности и качества и пр.)

Обработка всех используемых продуктов должна производиться в строгом соответствии с установленными санитарными нормами и правилами.

3. РЕЦЕПТУРА

№	Наименование сырья и полуфабрикатов	Расход сырья и п/ф на 1 порцию, г	
		Брутто, г	Нетто, г
1	Фарш из прудовой рыбы	71,1	70,0
2	Лактулоза	5,5	5,0
3	Морковь	12,0	10,0
4	Тыква	12,1	10,0
5	Крупа кукурузная	3,0	2,0
6	Лук репчатый	5,5	3,0
7	Твердый сыр	8,0	5,0
8	Яйца куриные	1/8	6,0
9	Масло сливочное	6,0	6,0
	Масса полуфабриката, г		115,0
	Масса готового изделия, г		100,0
10	Листья салата	12,0	10,0
11	Лимон	6,2	5,0
	Выход готового изделия, г		100/15

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

Подготовка сырья производится в соответствии с рекомендациями Сборника технологических нормативов для предприятий общественного питания и технологическими рекомендациями для импортного сырья.

4.1.Приготовление фарша

Промытый фарш из толстолобика соединяют с мелко порезанными луком, морковью, тыквой и лактулозой. Добавляют кукурузную крупу, яйца, соль и перец по вкусу. Фаршевую смесь оставляют на 10-15 минут для разбухания кукурузной крупы.

4.2.Приготовление начинки

Твердый сыр нарезают кубиками 15×15мм.

4.3.Приготовление панировки

В качестве панировки используют панировочные сухари

4.4.Приготовление «рыбных шариков»

Из фарша формируют отдельную лепешку, в середину закладывают кубик твердого сыра и сливочного масла, соединяют края лепешки, формируя аккуратный шарик. Шарик обваливают в панировочных сухарях. Сухари должны покрывать всю поверхность шарика. Рыбные шарики доводят до готовности в духовом шкафу при температуре 180-200^{0}С в течение 20-30минут. Подают «рыбные шарики» с зеленью и долькой лимона.

5. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ, РЕАЛИЗАЦИИ И ХРАНЕНИЮ

Кулинарное изделие «Рыбные шарики» реализуют непосредственно после изготовления. Согласно требованиям СанПиН 2.3.6.1079-01, температура блюда при подаче должна быть не ниже 65°С. Срок годности «рыбных каштанов» согласно СанПиН 2.3.2.1324-03 составляет 24ч при температуре хранения 4±2°С.

6. ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ

6.1. Органолептические показатели

Наименование показатели	Характеристика
Внешний вид	Округлой формы, панировка не отстает от шарика, шарик не разваливается
Цвет	От светлого до золотистого
Консистенция	Плотная, не мажущаяся
Запах и вкус	Запеченных рыбных продуктов с ароматом овощей и специй, в меру соленый, без посторонних примесей и порочащих признаков

6.2. Физико-химические показатели

Наименование показателя	Характеристика
Массовая доля поваренной соли, %	1,5-2,5
Наличие посторонних примесей, %	Не допускается

6.3. Микробиологические показатели

КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	Масса продукта (г), в которой не допускаются			
	БГКП (колиформы)	S.aureus	Сульфитредуцирующие клостридии	Патогенные, в т.ч. сальмонеллы
$5*10^4$	0,01	1,0	0,1	25

7. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ

Наименование продукции	Химический состав						Энергетическая ценность, ккал
	Белки, %	Жиры, %	Углеводы, %	Минеральные вещества, мг/100г	Влага, %	Пищевые волокна, %	
Рыбные шарики	11,8±1,8	4,1±1,0	10,8±1,8	1,5±0,3	70,6±3,5	1,2±0,06	132,5

Ответственные за оформление ТТК:

Старший преподаватель кафедры «Технология товаров и товароведение»

ФГБОУ ВО «АГТУ»

Ярцева Н.В. _____

Технолог ООО НПП «ИнфоПрод»

Контеева А.М. _____

ООО НПП «ИнфоПрод»
ИНН: 3023004409, КПП: 302301001, ОГРН: 1123023002079, ОКПО: 09099856
Юридический адрес: 414006, г. Астрахань, переулок Бакинский, д. 52.
тел.: 8(8512)480477

УТВЕРЖДАЮ
Директор ООО НПП «ИнфоПрод»
Фоменко Е.В.
_____
«8» ноября 2020

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА № 12/2-28-31

РЫБНЫЕ ТРУБОЧКИ

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая технико-технологическая карта распространяется на кулинарное изделие «Рыбные трубочки» вырабатываемое и реализуемое в ООО НПП «ИнфоПрод».

2. ТРЕБОВАНИЯ К СЫРЬЮ

Продовольственное сырье, пищевые продукты и полуфабрикаты, используемые для приготовления изделия «Рыбные трубочки», должны соответствовать требованиям действующих нормативных и технических документов, иметь сопроводительные документы, подтверждающие их безопасность и качество (сертификат соответствия, санитарно-эпидемиологическое заключение, удостоверение безопасности и качества и пр.)

Обработка всех используемых продуктов должна производиться в строгом соответствии с установленными санитарными нормами и правилами.

5. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ, РЕАЛИЗАЦИИ, ХРАНЕНИЮ

Кулинарное изделие «Рыбные трубочки» реализуют непосредственно после изготовления. Согласно требованиям СанПиН 2.3.6.1079-01, температура блюда при подаче должна быть не ниже 65°С. Срок годности «рыбных трубочек» согласно СанПиН 2.3.2.1324-03 составляет 24ч при температуре хранения 4+2°С.

6. ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА

6.1. Органолептические показатели

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид	Продолговатой формы, панировка не отстает от трубочки, трубочка не разваливается
Цвет	От светлого до золотистого
Консистенция	Плотная, не мажущаяся
Запах и вкус	Обжаренных рыбных продуктов с ароматом овощей и специй, в меру соленых, без посторонних примесей и порочащих признаков

6.2. Физико-химические показатели

Наименование показателя	Характеристика
Массовая доля поваренной соли, %	1,5-2,5
Наличие посторонних примесей, %	Не допускается

6.3. Микробиологические показатели

КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	Масса продукта (г), в которой не допускаются			
	БГКП (колиформы)	S.aureus	Сульфитредуцирующие клостридии	Патогенные, в т.ч. сальмонеллы
$5*10^4$	0,01	1,0	0,1	25

7. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ

Наименование продукции	Химический состав						Энергетическая ценность, ккал
	Белок, %	Жиры, %	Углеводы, %	Минеральные вещества, мг/100г	Влага, %	Пищевые волокна, %	
Рыбные трубочки	10,5±1,6	3,5±0,4	11,2±1,9	1,0±0,2	73,4±4,4	0,4+0,02	119,0

Ответственные за оформление ТТК:

Старший преподаватель кафедры «Технология товаров и товароведение»

ФГБОУ ВО «АГТУ»

Ярцева Н.В. _____

Технолог ООО НПП «ИнфоПрод»

Коптеева А.М. _____

ООО НПП «ИнфоПрод»
ИНН: 3023004409, КПП: 302301001, ОГРН: 1123023002079, ОКПО: 09099856
Юридический адрес: 414006, г. Астрахань, переулок Бакинский, д. 52.
тел.: 8(8512)480477

УТВЕРЖДАЮ
Директор ООО НПП «ИнфоПрод»
Фоменко Е.В.
_____
«8» ноября 2020

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА № 1212-28-32

РЫБНЫЙ РУЛЕТ

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая технико-технологическая карта распространяется на кулинарное изделие «Рыбный рулет» вырабатываемое и реализуемое в ООО НПП «ИнфоПрод».

2. ТРЕБОВАНИЯ К СЫРЬЮ

Продовольственное сырье, пищевые продукты и полуфабрикаты, используемые для приготовления изделия «Рыбный рулет», должны соответствовать требованиям действующих нормативных и технических документов, иметь сопроводительные документы, подтверждающие их безопасность и качество (сертификат соответствия, санитарно-эпидемиологическое заключение, удостоверение безопасности и качества и пр.)

Обработка всех используемых продуктов должна производиться в строгом соответствии с установленными санитарными нормами и правилами.

3. РЕЦЕПТУРА

№	Наименование сырья и полуфабрикатов	Расход сырья и п/ф на 1 порцию, г	
		Брутто, г	Нетто, г
1	Промытый фарш карпа и щуки	82,5	80,0
2	Лактулоза	5,5	5,0
3	Капуста белокочанная	7,5	6,0
4	Перец сладкий	10,5	8,0
5	Крупа рисовая	6,3	6,0
6	Лук репчатый	4,5	3,0
8	Яйца куриные	1/8	6,0
9	Масло растительное	10,0	10,0
	Масса полуфабриката, г		114,0
	Масса готового изделия, г		100,0
10	Зелень Салат	15,0	10,0
14	Сметана	15,0	15,0
	Выход готового изделия, г		100/25

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

Подготовка сырья производится в соответствии с рекомендациями Сборника технологических нормативов для предприятий общественного питания и технологическими рекомендациями для импортного сырья.

4.1.Приготовление фарша

Промытый фарш из карпа и щуки соединяют с лактулозой, добавляют соль и перец по вкусу.

4.2.Приготовление начинки

Лук, капусту и сладкий перец мелко рубят и обжаривают до золотистой корочки. Отварное яйцо мелко рубят. Рис отваривают до готовности. Соединяют лук, капусту, сладкий перец, яйцо и рис.

4.3.Приготовление «рыбного рулета»

На пищевую пленку намазывают пластом фарш, в середину укладывают начинку и сворачивают рулет. Рыбный рулет доводят до готовности в духовом шкафу при температуре 180-200°С в течение 30-45минут. Подают «Рыбный рулет» с зеленью и сметаной.

5. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ, РЕАЛИЗАЦИИ, ХРАНЕНИЮ

Кулинарное изделие «Рыбный рулет» реализуют непосредственно после изготовления. Согласно требованиям СанПиН 2.3.6.1079-01, температура блюда при подаче должна быть не ниже 65°С. Срок годности «рыбного рулета» согласно СанПиН 2.3.2.1324-03 составляет 24ч при температуре хранения 4±2°С.

6. ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА

6.1. Органолептические показатели

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид	Правильной формы, не разваливается
Цвет	От золотистого до темно-коричневого
Консистенция	Плотная, не мажущаяся
Запах и вкус	Запеченных рыбных продуктов с ароматом овощей и специй, в меру соленый, без посторонних примесей и порочащих признаков

6.2. Физико-химические показатели

Наименование показателя	Характеристика
Массовая доля поваренной соли, %	1,5-2,5
Наличие посторонних примесей, %	Не допускается

6.3. Микробиологические показатели

КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	Масса продукта (г), в которой не допускаются			
	БГКП (колиформы)	S.aureus	Сульфитредуцирующие клостридии	Патогенные, в т.ч. сальмонеллы
$5*10^4$	0,01	1,0	0,1	25

7. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ

Наименование продукции	Химический состав						Энергетическая ценность, ккал
	Белок, %	Жиры, %	Углеводы, %	Минеральные вещества, мг/100г	Влага, %	Пищевые волокна, %	
Рыбный рулет	10,2±1,6	3,8±0,4	12,4±2,2	1,3±0,2	70,8±4,2	1,5±0,08	131,3

Ответственные за оформление ТТК:

Старший преподаватель кафедры «Технология товаров и товароведение»

ФГБОУ ВО «АГТУ»

Ярцева Н.В. _____

Технолог ООО НПП «ИнфоПрод»

Коптеева А.М. _____

Приложение Е

(обязательное)

Документы, подтверждающие апробацию результатов исследования

ООО НПП «ИнфоПрод»

ИНН: 3023004409, КПП: 302301001, ОГРН: 1123023002079, ОКПО: 09099856
Юридический адрес: 414006, г. Астрахань, переулок Бакинский, д. 52.
тел.: 8(8512)480477

УТВЕРЖДАЮ
Директор ООО НПП «ИнфоПрод»
Фоменко Е.В.
_____
«_____» _____2021г.

Акт промышленной апробации

Настоящий акт составлен в подтверждение внедрения в промышленную деятельность ООО НПП «ИнфоПрод» полуфабриката рыбного фарша из прудовых видов рыб, разработанного соискателем ФГБОУ ВО «АГТУ» Ярцевой Натальей Васильевной
(в рамках диссертационной работы)

С целью расширения кулинарной продукции из рыбных полуфабрикатов соискателем Ярцевой Н.В. был предложен рыбный полуфабрикат из прудовых видов рыб в соответствии с ТУ 9260-019-00471704-2016 «Фарш пищевой промытый из прудовых видов рыб»

Полученный полуфабрикат оценивался дегустационной комиссией в составе:

Разработчик – Ярцева Н.В.

Технолог – Коптеева А.М.

Управляющий производством – Лукичева И.В.

Дегустационная комиссия отметила высокие органолептические показатели полуфабриката рыбного фарша из прудовой рыбы и рекомендовала к внедрению в производство блюд рыбной кулинарии.

Заключение:

Дегустационная комиссия рекомендовала представленный полуфабрикат к использованию при производстве кулинарных блюд из рыбного фарша.

Комиссия:

Разработчик – _____ /Ярцева Н.В. /
подпись (ФИО)

Технолог – _____ /Коптеева А.М./
подпись (ФИО)

Управляющий производством – _____ /Лукичева И.В./
подпись (ФИО)

Общество с ограниченной ответственностью «Инновационные технологии продуктов питания»
ИНН: 3023000122, КПП: 302301001, ОГРН: 1103023000464, ОКПО: 66690437
Юридический адрес: 414006, г. Астрахань, переулок Бакинский, д. 52.
р/с 40702810805000020569, Астраханской отделение №8625 ПАО Сбербанк,
к/с 30101810500000000602, БИК 041203602, Тел.: 8(8512)480477

16.12.2021 № 6/211

Акт о внедрении материалов диссертации

Предмет внедрения: результаты диссертационной работы Ярцевой Н.В. «Совершенствование технологии фарша из прудовых рыб и оценка качества кулинарных изделий из него».

Форма внедрения: постановка на производство кулинарных изделий из рыбного гранулированного фарша.

Место внедрения: ООО «ИнТехпрод», г.Астрахань, Бакинский переулок, 52

Сроки внедрения: сентябрь-декабрь 2021г.

Ожидаемые результаты внедрения: расширение ассортимента кулинарных изделий, повышение спроса на продукцию, увеличение прибыли предприятия.

Директор ООО «ИнТехПрод» _____ / Абубекерова Л.И.

УТВЕРЖДАЮ

Директор Ассоциации

Астраханских рестораторов и

кулинаров

Нугманов А.Х.-Х.

« 10 » сентября 2021г.

Акт о внедрении материалов диссертационной работы Ярцевой Н.В. «Совершенствование технологии фарша из прудовых рыб и оценка качества кулинарных изделий из него»

В процессе проведения диссертационных исследований Ярцевой Н.В. были проведены маркетинговые исследования по изучению предпочтений потребителей при выборе рыбной кулинарной продукции в г.Астрахани. Результаты исследований рассмотрены экспертами и проанализированы на заседании совета Ассоциации. Диссертационные материалы используются в процессе обучения и повышения профессионального мастерства представителей индустрии питания Астраханской области, а также в маркетинговой и рекламной деятельности.

Директор Ассоциации Астраханских рестораторов и кулинаров

/ Ярцева Н.В. /

« 10 » сентября 2021 г.

/ Нугманов А.Х.-Х. /

« 10 » сентября 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и инновациям

доц., д.т.н. Максименко Ю.А.

_____

«___» _____ 2021г.

Акт о внедрении материалов диссертационной работы Ярцевой Н.В. «Совершенствование технологии фарша из прудовых рыб и оценка качества кулинарных изделий из него»

Настоящий акт составлен в подтверждении того, что материалы диссертационной работы соискателя Ярцевой Н.В. используются в учебном процессе при проведении практических и лабораторных занятий, ПИР и ПИРС по направлениям подготовки 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания» , 19.04.04 «Технология продукции и организация общественного питания» и 19.04.03 «Продукты питания животного происхождения».

Зав. кафедрой «ТПТ»,

проф., д.т.н. / _____ / Золотокопова С.В.

Директор ИРБиП

доц., к.т.н. / _____ / Егорова В.И.

Приложение Ж

(обязательное)

Патент № 2473223 «Способ получения пищевого рыбного фарша»

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2473223

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПИЩЕВОГО РЫБНОГО ФАРША

Патентообладатель(ли): *Ярцева Наталья Васильевна (RU)*

Автор(ы): *Ярцева Наталья Васильевна (RU), Долганова Наталья Вадимовна (RU)*

Заявка № 2011124395

Приоритет изобретения 16 июня 2011 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации *27 января 2013 г.*

Срок действия патента истекает 16 июня 2031 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов

Приложение И

(обязательное)

Технологическая документация на фарш промытый из прудовых видов рыб

Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Астраханский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке
и инновациям ФГБОУ ВПО «АГТУ»,
профессор, д.х.н.
_____ Н.Г.Бербарова
«01» марта 2016г.

ФАРШ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫТЫЙ ИЗ ПРУДОВЫХ ВИДОВ РЫБ
(проект)
Технические условия
ТУ 9268-019-00471704-2016
(на опытную партию)

Дата введения в действие «01» 09 2016 г.
РАЗРАБОТАНО
д.т.н., профессор кафедры «Технология товаров и товароведения»
_____ Н.В. Дыгтанова
30 марта 2016г
Ассистент кафедры «Технология товаров и товароведения»
_____ Н.В. Ярцева
30 марта 2016г.

Астрахань – 2016

Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Астраханский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке
и инновациям ФГБОУ ВПО «АГТУ»,
профессор, д.х.н.
Н.Г.Берберова
«31» марта 2016г.

ФАРШ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫТЫЙ ИЗ ПРУДОВЫХ ВИДОВ РЫБ
(проект)
Технические условия
ТУ 9268-019-00471704-2016
(на опытную партию)

Дата введения в действие «01» 09 2016 г.
РАЗРАБОТАНО
д.т.н., профессор кафедры «Технология
товаров и товароведения»
_____Н.В. Долганова
30 марта 2016г
Ассистент кафедры «Технология товаров
и товароведения»
_____ Н.В. Ярцева
30 марта 2016г.

Астрахань – 2016

Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Астраханский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке
и инновациям ФГБОУ ВПО АГТУ,
профессор, д.х.н.
Н.Г.Бероброва
«__» марта 2016г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

по изготовлению фарша пищевого промытого из прудовых видов рыб
(проект)
ТУ 9260-019-00471704-2016

414056, г. Астрахань,
ул. Татищева, 16

Приложение К

(обязательное)

Технологическая документация на фарш гранулированный из прудовых видов рыб

Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный технический университет»
Система менеджмента качества в области образования, воспитания, науки и инноваций сертифицирована DQS по международному стандарту ISO 9001:2015

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе и
и инновациям ФГБОУ ВО АГТУ,
доц., д.т.н.
_____ Ю.А. Максименко
«_19_» февраля 2021г.

ФАРШ ГРАНУЛИРОВАННЫЙ ИЗ ПРУДОВЫХ ВИДОВ РЫБ
(проект)
Технические условия
ТУ 9260-023-00471704-2019
(на опытную партию)

Дата введения в действие «_1_» марта 2021 г.
РАЗРАБОТАНО
д.т.н., профессор кафедры
«Технология
товаров и товароведение»
_____Н.В. Долганова
_11 февраля_____2021г
Старший преподаватель кафедры
«Технология товаров и товароведение»
_____Н.В. Ярцева
_11 февраля_____2021г.

414056, г. Астрахань,
ул. Татищева, 16

Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный технический университет»
Система менеджмента качества в области образования, интеллектуальной науки и инноваций сертифицирована DQS по международному стандарту ISO 9001:2015

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе и
и инновациям ФГБОУ ВО АГТУ,
доц., д.т.н.
Ю.А. Максименко
«__» _____ 2021г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ
по изготовлениюфарша гранулированного из прудовых видов рыб
(проект)
ТУ 9260-023-00471704-2019

414056, г. Астрахань,
ул. Татищева, 16