

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

На правах рукописи



ВОРОБЬЕВ ВИКТОР ИВАНОВИЧ

**ТЕХНОЛОГИЯ МУКИ КОРМОВОЙ НА ОСНОВЕ
РЫБНОЙ ЧЕШУИ**

05.18.04 Технология мясных, молочных и рыбных
продуктов и холодильных производств

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук,
старший научный сотрудник,
заслуженный работник
рыбного хозяйства РФ
Андреев М.П.

Калининград – 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ВВЕДЕНИЕ | 5 |
| 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ | 12 |
| 1.1 Значение сырьевых ресурсов рыбной промышленности для производства кормовых продуктов | 12 |
| 1.2 Коллагенсодержащие рыбные отходы и их переработка | 22 |
| 1.2.1 Рыбная чешуя: строение, химический состав | 22 |
| 1.2.2 Рыбный коллаген: строение, состав, свойства | 28 |
| 1.2.3 Переработка коллагенсодержащих рыбных отходов с целью получения кормовых продуктов | 38 |
| 1.2.4 Использование и перспективы применения рыбной чешуи в различных отраслях промышленности | 42 |
| 1.2.5 Заключение по обзору литературы | 56 |
| 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ | 58 |
| 2.1. Объекты исследований | 58 |
| 2.2. Методы исследований | 60 |
| 2.3. Постановка экспериментальных исследований | 64 |
| 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ | 71 |
| 3.1. Выбор сырья для производства кормовой продукции | 71 |
| 3.2. Разработка технологии муки кормовой на основе рыбной чешуи | 75 |
| 3.2.1. Этапы разработки технологии муки кормовой | 75 |
| 3.2.2. Исследование процесса предварительной обработки чешуи | 78 |
| 3.2.3. Исследование процесса сухой очистки чешуи | 86 |
| 3.3. Исследование процесса высушивания рыбной кормовой смеси | 104 |
| 3.4. Определение рациональных условий высушивания смеси рыбного сырья | 109 |
| 3.5. Исследование химического состава жидких рыбных отходов | 112 |
| 3.6. Получение муки кормовой на основе рыбной чешуи с использованием обезжиренного рыбного бульона и продуктов его переработки | 119 |
| 3.7. Технология муки кормовой на основе рыбной чешуи | 121 |
| 3.7.1 Описание технологической схемы получения муки кормовой на основе рыбной чешуи с использованием рыбных отходов | 122 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.7.2 Описание технологической схемы получения муки кормовой на основе рыбной чешуи с использованием обезжиренного рыбного бульона и продуктов его переработки | 126 |
| 3.8. Исследование изменений качества муки кормовой на основе рыбной чешуи в процессе хранения | 126 |
| 3.9. Оценка эффективности использования муки из рыбной чешуи в комбикормах для молоди форели | 130 |
| 3.10. Оценка экономической эффективности технологии | 136 |
| 3.11. Производственные испытания и внедрение технологии | 137 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 139 |
| СОКРАЩЕНИЯ | 142 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ | 143 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А Патент РФ № 2621028 | 187 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Б Патент РФ № 2528458 | 188 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ В Патент РФ № 2262861 | 189 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Г Патент РФ № 2116731..... | 190 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Д Авторское свидетельство (СССР) № 1768120 | 191 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Е ТУ 10.20.41-001000471544-2017 Технические условия | 192 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Ж ТИ 010-2017 Технологическая инструкция к ТУ10.20.41-001000471544-2017..... | 193 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ К ТУ 928314-001-00471544-2017 Технические условия | 194 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Л Протокол № 0584р. Химический состав муки кормовой | 195 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ М Протокол № 0363р. Химический состав муки кормовой | 198 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Н Протокол № 0584р-1. Химический состав муки кормовой | 201 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ П Протокол № 0654р. Химический состав муки кормовой | 204 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ПРИЛОЖЕНИЕ Р Протокол № 0654р-1. Химический состав муки кормовой | 207 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ С Протокол № 0654р-2. Химический состав муки кормовой | 210 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Т Протокол № 1498. Химический состав муки кормовой | 213 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ У Оптимизация условий высушивания смеси рыбного сырья | 215 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Ф Отзыв ЗАО «Береговой» (Директор Дембицкий Л.С.)..... | 222 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Х Отзыв ИП ГКФК Короткова Е.Ф. (Перепелиная ферма – 60 тысяч голов) | 223 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Ц Отзыв Учебно-опытное хозяйство ФГБОУ ВО «КГТУ» (Директор Жданов П.П.) | 224 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Ш Отзыв Знаменский комбикормовый завод ООО «ЗКЗ» (Директор Краснобаев Э.Д.) | 225 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Щ Письмо – поддержка ООО «РосКон» (Исполнительный директор Маруненко В.Д.) | 226 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Э Оценка экономической эффективности | 227 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Ю Акт производственных испытаний на ООО НПП «Прок-М»..... | 239 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Я Акт внедрения разработанной технологии муки кормовой на основе рыбной чешуи в производственных условиях ООО НПП «Прок-М» | 240 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Д Акт внедрения в учебный процесс | 241 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ F Диплом лауреата премии Правительства Калининградской области «ЭВРИКА» - 2017, доцента кафедры химии ФГБОУ ВО «КГТУ» Воробьева В.И., за внедрённую работу «Технология кормовой муки на основе рыбной чешуи» | 242 |

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Разработка и внедрение новых безотходных технологий, способствующих рациональному использованию биологических ресурсов Мирового океана, являются важнейшими задачами рыбной промышленности. Их приоритетная значимость отмечена в Концепции развития рыбного хозяйства Российской Федерации на период до 2020 года. В условиях роста населения планеты и увеличения дефицита пищевого и кормового белков, а также имеющейся тенденции к сокращению мирового вылова гидробионтов возникает необходимость создания технологий более глубокой переработки рыбного сырья.

В процессе разделки рыбы образуются отходы, значительную долю которых составляет коллагенсодержащее рыбное сырьё, которое в настоящее время недостаточно востребовано (чешуя, кожа, рыбные бульоны и др.). Основным направлением переработки рыбных отходов является производство рыбной кормовой муки.

Традиционные технологии получения кормовой рыбной муки энергозатратны и требуют наличия значительного количества рыбных отходов. В настоящее время большинство рыбоперерабатывающих предприятий имеют малые и средние производственные мощности и незначительное количество отходов. Организация сбора и хранения этих отходов приводит к существенному снижению их качества и потерям массы при последующем производстве кормовой рыбной муки. Поэтому возникает необходимость в разработке экономически эффективной безотходной технологии, позволяющей перерабатывать небольшие количества рыбных отходов непосредственно в местах их образования.

Степень разработанности темы. Разработкой научных основ технологий переработки отходов, образующихся при переработке гидробионтов, занимались: В.П. Александровский, М.П. Андреев, Л.В. Антипова, Л.С. Байдалинова, В.Д. Богданов, Н.П. Боева, О.П. Дворянинова,

Н.В. Долганова, О.Я. Мезенова, М.Д. Мукатова, М.В. Новикова, Т.М. Перебейнос, Р.Г. Разумовская, А.П. Ярочкин, Т.Н. Слущкая, В.И. Шендерюк, М.Е. Цибизова, О.С. Якубова, М.С. Gómez-Guillén, T. H. Silva, P. D. Karayannakidis, H. Herpandi., R. L. Olsen, I. Yozo и др.

Тем не менее, проблема промышленной переработки недоиспользуемых коллагенсодержащих рыбных отходов до конца не решена, что также приводит к усилению негативной антропогенной нагрузки на окружающую среду.

Необходимость создания производства кормовых продуктов на основе коллагенсодержащих рыбных отходов весьма актуальна и для Калининградской области, где только на рыбоконсервном комплексе ООО «РосКон» при производстве консервов из сардины (*Sardina pilchardus*) и сардинеллы (*Sardinella aurita*) образуется до 250 т чешуи в год [63].

Основу диссертации составили научные данные, полученные при выполнении хоздоговорных, госбюджетных и инициативно-поисковых научно-исследовательских работ КГТУ в соответствии с федеральной целевой программой «Экология и природные ресурсы России (2002-2010 гг.)», подпрограмма «Водные биологические ресурсы и аквакультура».

Цель и задачи исследований. Целью исследований является повышение эффективности использования коллагенсодержащего рыбного сырья путём разработки научно обоснованной ресурсосберегающей технологии муки кормовой на основе рыбной чешуи.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1) Определить комплекс показателей качества и безопасности коллагенсодержащих отходов от разделки рыб и обосновать их использование в качестве сырья для производства муки кормовой, обладающей высокой кормовой ценностью;

2) Разработать и обосновать способы сохранения первичной обработки рыбной продукции с применением технологических добавок растительного происхождения;

3) Обосновать технологические параметры получения кормовой муки на основе рыбной чешуи на промышленном технологическом оборудовании;

4) Изучить теххимические особенности муки кормовой на основе чешуи, полученной по различным технологическим схемам, а также выявить изменения её показателей качества при хранении;

5) Изучить биологическую ценность муки кормовой на основе рыбной чешуи при использовании в составе комбикормов для рыб и сельскохозяйственных животных;

6) Разработать технические условия и технологическую инструкцию на процесс получения муки кормовой на основе рыбной чешуи;

7) Провести производственные испытания технологических решений по производству муки кормовой на основе рыбной чешуи;

8) Провести расчёт экономической эффективности от внедрения разработанной технологии.

Научная новизна работы

1. Впервые научно обоснованы технологические решения, направленные на получение муки кормовой на основе рыбной чешуи, базирующиеся на данных по изменению качественных и количественных показателей чешуи в процессе её предварительной обработки и обезвоживания в смеси с компонентами рыбного сырья для достижения заданных физико-химических характеристик и биологической ценности готовой кормовой продукции.

2. Установлена зависимость качества, сроков хранения и потерь массы чешуи рыб от способов обработки: промывки, варки и сухой очистки, а также от способов хранения на воздухе и в жидкостях (вода и молочная сыворотка) до обработки.

3. Научно обоснована и экспериментально подтверждена эффективность кратковременной очистки чешуи рыб (10-25 с) от органических примесей за счёт интенсивного смешивания её с сухим растительным сырьём в установке с окружной скоростью вращающихся ножей 40 м/с и фракционирования образовавшейся смеси.

4. Установлена зависимость биологической ценности муки кормовой от соотношения в ней очищенной рыбной чешуи и компонентов рыбного сырья.

5. Научно обоснована токсикологическая безопасность и экспериментально доказана биологическая ценность муки кормовой на основе рыбной чешуи в составе комбикормов для рыб и сельскохозяйственных животных.

Новизна технологических решений диссертационной работы подтверждена промышленным внедрением разработанной технологии, патентами РФ и авторским свидетельством СССР (Приложения А, Б, В, Г, Д):

1) № 2621028 Способ получения кормовой добавки или удобрения. **Воробьев В.И.**

2) № 2528458 Способ получения кормовой добавки или удобрения из гидробионтов. **Воробьев В.И.**, Бушуев А.А.

3) № 2262861 Способ получения кормовой белково-минеральной муки. **Воробьев В.И.**, Сергеева Н.Т.

4) № 2116731 Способ переработки подпрессового бульона в процессе производства рыбной кормовой муки. **Воробьев В.И.**, Терещенко В.П., Ковалева И.П.

5) № 1768120 Способ переработки рыбного подпрессового бульона на корм. **Воробьев В.И.**, Исаев В.А., Бикбов Т.М.

Методология и методы диссертационного исследования. В диссертационной работе были использованы современные методы исследования (стандартные, общепринятые и оригинальные) включая математический анализ полученных результатов.

Положения, выносимые на защиту:

– результаты исследования показателей качества и биологической ценности коллагенсодержащих отходов от разделки рыб и обоснование их использования в качестве сырья для производства муки кормовой;

– научное обоснование технологических параметров получения муки кормовой на основе чешуи рыб на промышленном технологическом оборудовании;

– технохимические особенности муки кормовой на основе рыбной чешуи, полученной по разным технологическим схемам, а также изменения её показателей качества в процессе хранения;

– комплекс показателей биохимической ценности муки кормовой на основе чешуи рыб при использовании в составе комбикормов для рыб и сельскохозяйственных животных.

Теоретическая и практическая значимость работы. Впервые разработана и внедрена в промышленное производство технология муки кормовой на основе рыбной чешуи, отвечающая принципам рационального природопользования, обеспечивающая продукцию высокого качества и способствующая снижению дефицита кормового белка для нужд агропромышленного комплекса и аквакультуры Калининградской области и уменьшению загрязнения окружающей среды.

Доказана эффективность использования чешуи в составе комбикормов для молоди форели, а также животных и птиц, подтверждённая отзывами предприятий - потребителей.

Разработаны и утверждены Технические условия (ТУ) 10.20.41-010-00471544-2017 «Мука кормовая на основе рыбной чешуи» и Технологическая инструкция (ТИ) 010- 2017 по производству муки кормовой на основе рыбной чешуи, а также ТУ 928314-001-00471544-2017 «Отходы рыбные» (Приложения Е, Ж, К).

Технология муки кормовой на основе рыбной чешуи апробирована и внедрена в промышленное производство на базе научно–производственного предприятия ООО «Прок-М» (п. Павлинино, Калининградской область).

Годовой объём перерабатываемой предприятием сырой чешуи составил 400 т. Объём получаемой готовой муки кормовой на основе рыбной чешуи составил 125-145 т/год, а также кормовой белковой добавки с добавлением чешуи - до 360 т/год.

Переработка рыбной чешуи способствовала также снижению негативной антропогенной нагрузки на окружающую среду.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность результатов исследования подтверждена их воспроизводимостью и проверкой биологической эффективности новой кормовой продукции в промышленных условиях. Основные результаты диссертационной работы обсуждены на симпозиумах, конференциях и форумах различного уровня, в том числе: на втором международном симпозиуме «Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре» (г. Краснодар, 1999); МНПК «Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России» (г. Краснодар, 2001); МНК «Инновации в науке и образовании - 2005» (г. Калининград, 2005); IV МНК «Инновации в науке и образовании - 2006» (г. Калининград, 2006); МНПК «Пищевая и морская биотехнология: проблемы и перспективы» (г. Калининград, 2006); МНК «Инновации в науке и образовании - 2007» (г. Калининград, 2007); НПК «Пищевая и морская биотехнология: проблемы и перспективы» (г. Светлогорск, 2008); XI МНК «Инновации в науке, образовании и бизнесе - 2013» (г. Калининград, 2013); XII МНК «Инновации в науке, образовании и бизнесе - 2014» (г. Калининград, 2014); ВНПК с международным участием «Фундаментальные и прикладные аспекты биотехнологии» (г. Иркутск, 2015); III Международный «Балтийский морской форум» (г. Калининград, 2015); V Международный «Балтийский морской форум» (г. Калининград, 2017).

В 2017 году работа «Технология кормовой муки на основе рыбной чешуи» стала победителем конкурса «ЭВРИКА» Правительства Калининградской области.

Личное участие автора в 1990-2017 гг. состояло в формулировании цели и задач научной работы, разработке схемы исследований, наработке экспериментальных образцов и их исследовании, изготовлении опытно-производственных и промышленных партий готовой продукции и комбикормов, непосредственном участии в проведении биологических испытаний, анализе полученных данных, формулировании выводов и предложений.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 43 печатные работы, в т. ч. восемь - в изданиях из перечня ВАК Минобрнауки РФ и рецензируемых научных изданиях, входящих в международные реферативные базы данных AGRIS, шесть патентов РФ и одно авторское свидетельство СССР.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, методической части, результатов исследования, заключения, списка использованных источников (410 источников, в том числе 140 иностранных). Работа изложена на 242 страницах, содержит 55 таблиц, 24 рисунка, 26 приложений.

Благодарность. Выражаю благодарность моему научному руководителю, профессору, д.т.н. М.П. Андрееву, а также: технологу ООО НПП «Прок-М» И.М. Петрову за помощь и профессиональные советы при проведении экспериментальных исследований на производственной базе предприятия; Г.П. Номейко за техническую помощь в организации производства экспериментальных и промышленных партий гранулированных кормов; сотрудникам кафедры химии Калининградского государственного технического университета профессору, д.б.н. Н.Т. Сергеевой, доценту, к.б.н. О.Т. Лемперт, доценту, к.б.н. Н.П. Нефёдовой, доценту, к.б.н. Е.В. Нижниковой за помощь при проведении биохимических анализов и биологических испытаний; сотруднику кафедры ихтиопатологии и гидробиологии, доценту, к.б.н. О.В. Казимирченко за помощь при проведении микробиологических исследований; директору рыбоконсервного комплекса ООО «РосКон» В.Д. Маруненко за практические советы и предоставленные сырьевые ресурсы; директору ООО НПП «Прок-М» А.А. Бушуеву за то, что поверил в мои исследования и идею создания предприятия по переработке недоиспользуемого коллагенсодержащего сырья и инвестировал средства в организацию практически единственного в России предприятия, специализирующегося на переработке рыбной чешуи.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Значение сырьевых ресурсов рыбной промышленности для производства кормовых продуктов

Потери продовольствия в глобальном масштабе оцениваются в 1,3 млрд. т в год, что составляет треть мирового производства пищевых продуктов, предназначенных для употребления в пищу. Согласно приведённым оценкам, потери рыбы на послепромысловой стадии составляют от 20 до 75 % [405].

По данным ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» ежегодный дефицит пищевого белка в России превышает 1 млн. т [23]. Продовольственная безопасность страны тесно связана с производством белка животного происхождения. Основными источниками данного белка являются индустриально развитое животноводство, птицеводство, рыболовство и аквакультура. Понятно, что без использования высокобелковых добавок в составе комбикормов для данных отраслей их дальнейшее развитие невозможно.

В России растет производство комбикормов и соответственно увеличивается спрос на высокобелковые кормовые добавки. Дефицит российского животноводства в протеине оценивается в 1 млн т [250, 260]. Дальнейшие перспективы достижения целевых показателей Государственной программы «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 гг., касающихся увеличения объемов производства продукции животноводства, птицеводства и аквакультуры, связаны с получением качественных комбикормов. Одним из основных показателей качества комбикормов является их сбалансированность по основным питательным веществам. В результате несбалансированности комбикормов по протеиновому и особенно аминокислотному составу в России на производство животноводческой продукции затрачивается в 2-3 раза больше кормов по сравнению с нормативами развитых стран [16, 186].

Еще одна причина снижения качества и повышения цены комбикормов связана с высокой долей зерновых компонентов, которая составляет порядка 70 %, тогда как в развитых европейских странах - 40-45 %. В этих странах широко используются зернобобовые, жмыхи и шроты, побочные продукты пищевой и перерабатывающей промышленности [16, 186]. Поэтому производство качественных кормов по рецептурам, содержащим меньшую долю фуражного зерна за счет увеличения доли высокобелковых компонентов, является приоритетным направлением комбикормовой промышленности.

В условиях интенсивного ведения животноводства исключительную важность приобретает проблема обеспечения кормовым белком. Ввиду ограниченности ресурсов традиционные виды белкового сырья (жмых и шрот, рыбная и мясокостная мука) часто не могут обеспечить комбикормовую отрасль высокобелковым компонентом. Удельная масса перечисленных компонентов в вырабатываемых отечественной промышленностью комбикормах составляет: жмых и шрот - 8-9 %; корма животного происхождения - 0,7-1,0 %, что явно недостаточно для развития производства комбикормов [16]. Из-за отсутствия достаточного количества высокобелковых кормовых добавок в России велика доля импорта комбикормов для молодняка животных, поросят, телят, ягнят. По этой же причине крайне недостаточно отечественных комбикормов для ценных пород рыб и пушных зверей, и эти корма закупаются за рубежом [16, 186]. По данным Всероссийского института кормов им. Вильямса ежегодно закупки за рубежом животного белка для нужд отечественного кормопроизводства составляют более 500 тыс. т [127].

Необходимо отметить, что аквакультура является самым быстрорастущим мировым продовольственным сектором, который на протяжении нескольких десятилетий показывает рост, превышающий 8-10 % в год. В 2013 г. на долю рыбы приходилось порядка 17 процентов животного белка в пищевом рационе населения планеты и 6,7 процента всего потребляемого им белка [237, 405]. В настоящее время ежегодный прирост мировой рыбопродукции обеспечивается в основном за счёт аквакультуры.

В 2014 г. доля аквакультуры в общем объеме производства рыбной продукции 167,2 млн т составила 44,1 % или 73,8 млн т. Высокие темпы роста в этом субсекторе позволят уже в 2021 г. обойти по объему производимой рыбы промысловое рыболовство [237, 405]. В России производится лишь 0,2 % мирового объема аквакультуры (78 место в мире), или 3 % (153 тыс. т в 2015 г.) продукции от общего суммарного объема добычи страны [334]. Для сравнения следует отметить, что в Израиле на долю рыбоводства приходится – 88 %, Китае – 70 % (45,5 млн т в 2014 г.), Норвегии – 33 %, Японии – 13 % от общего объема добычи рыбы в стране [45, 180].

Спрос на рыбную продукцию и соответственно бурный рост мировой аквакультуры требуют увеличения производства высокобелковых добавок, входящих в состав рецептур стартовых и производственных комбикормов. Большинство промышленных кормов для аквакультуры отличаются высоким уровнем протеина (более 25 %) и жиров (более 6 %) и содержат большие количества (более 10 %) дорогостоящих компонентов, получаемых из морской рыбы (рыбная мука, рыбий жир, печень кальмаров, мука из голов, груди и панциря креветок и т.д.) [41]. Ожидается, что к 2020 г. средняя доля рыбной муки в рецептурах кормов для рыб будет уменьшаться и составит не более 4-5 % [221].

Учитывая всё возрастающий дефицит пищевого и кормового белка, учёными всех стран ведутся активные поиски альтернативных источников получения белка и его заменителей. Существенную роль в снижении дефицита белка могут сыграть морские биотехнологии. Рыбной промышленностью производится кормовая рыбная мука с содержанием белка 50-78 %, которая используется для кормления животных и птицы в количестве 2-10 %, а в рыбоводстве – до 65 % от массы комбикормов [6].

Использование рыбной муки в составе комбикормов при кормлении животных, птиц и рыб способствует увеличению интенсивности их роста, плодовитости, поддержанию иммунитета и снижению стресса, выживаемости молодняка и повышению яйценоскости у птицы [6].

Глобальными тенденциями, определяющими увеличение в обозримой перспективе спроса на рыбную муку, являются следующие факторы:

- увеличение спроса на белковую продукцию животного происхождения вследствие роста населения за последние 20 лет на 2 млрд человек;
- снижение мирового вылова гидробионтов;
- бурное развитие аквакультуры;
- более глубокая переработка рыбного сырья.

Наиболее рационально использование кормовой рыбной муки в составе комбикормов для рыб. В настоящее время объем производства кормов для аквакультуры в Российской Федерации составляет около 100 тыс. т в год. При этом потребность отрасли в комбикормах вдвое выше - 200 тыс. т в год. При намеченных темпах развития отечественного рыбоводства (к 2020 г. ожидается рост производства продукции аквакультуры минимум в два раза, до 315 тыс. т) – потребности будут еще больше увеличиваться [3].

В связи с постепенным сокращением мирового вылова рыбы и, соответственно, увеличением спроса на рыбную продукцию развитие аквакультуры становится важнейшим стратегическим направлением развития агропромышленного комплекса России.

Минсельхозом России утверждена отраслевая программа «Развитие товарной аквакультуры (товарного рыбоводства) в Российской Федерации на 2015-2020 годы», где предполагается увеличение объема производства продукции аквакультуры до 315 тыс. т к 2020 г., а рыбопосадочного материала – до 38,7 тыс. т, что предполагает увеличение потребности в комбикормах для аквакультуры России в три раза по сравнению с 2015 г. (использовано около 450 тыс. т для товарного рыбоводства) [316].

Возникает необходимость в строительстве новых или модернизации действующих комбикормовых предприятий, а также объединении бизнеса и профильных российских научно-исследовательских институтов для разработки новых конкурентоспособных технологий производства и рецептур кормов.

Основными поставщиками кормов для лососевых и осетровых рыб в России в настоящее время являются зарубежные компании. Отсутствие кормов отечественных производителей связано в основном с дефицитом качественной кормовой рыбной муки и витаминно-минеральных добавок, производимых в России. Очевидно, что рыбная мука в последнее время становится стратегическим компонентом кормов (применяется, когда не могут быть добавлены другие источники белка) и используется на наиболее ответственных стадиях выращивания рыбы (стартовые корма).

По данным IFFO, средний коэффициент FIFO в индустриальной аквакультуре - 0,5:1 (в среднем мировая аквакультура расходует только 50 г рыбного сырья в качестве кормов для производства 100 г выращиваемой рыбы или ракообразных) [38]. То есть в среднем аквакультура производит примерно вдвое больше востребованных рынком рыб, чем использует рыбного сырья для производства рыбной муки и жира. Коэффициенты FIFO иногда путают с коэффициентами конвертации FCR (Feed Conversion Ratios), которые показывают, сколько граммов корма необходимо для производства одного грамма рыбы или мяса. Ключевым моментом для FCR - выращивание лосося или других видов аквакультуры является гораздо более эффективным вкладом в увеличение массы выращиваемой рыбы при преобразовании кормов, чем производство говядины, свинины и куриного мяса. Коэффициенты FCR для лосося - 1,2 (для производства 100 г лосося требуется 120 г кормов), аналогично, для говядины - 8,7, для свинины - 5,9 и для куриного мяса - 1,9 [38].

Согласно оценкам IFFO в 2010 г, индустрия аквакультуры в 2010 г. использовала 73 % рыбной муки и 71 % рыбьего жира от их общего количества, произведенного в мировом масштабе. При этом доля рыбной муки, полученной из побочных продуктов обработки рыбы, составила 36 % [237, 405]. Таким образом, этот продукт косвенным образом способствовал производству продовольствия.

Крупными производителями рыбной муки из побочных продуктов являются Таиланд, Чили и Япония. Прогнозируется, что 95 % прироста по рыбной муке удастся получить за счет улучшения использования рыбных отходов и обрезков, и доля рыбной муки из рыбных отходов в 2022 г. должна составить 49 % всего производства рыбной муки [237, 405].

Мировое производство рыбной муки составляет около 5 млн т готового продукта в год при потребности в 9-10 млн т. Производство рыбной муки в 1994 г. достигло своего максимума в 30,1 млн т (в эквиваленте исходного рыбного сырья) и с тех пор колеблется, имея общую тенденцию к понижению. В 2014 г. производство рыбной муки составило 15,8 млн т (в эквиваленте исходного рыбного сырья) [237, 405]. В России в 2015 г. было произведено около 88 тыс. т рыбной муки [42].

Усиливающемуся дефициту рыбной муки в России способствует также резкое сокращение рыбодобывающего флота (износ более 90 %) и устаревшие технологии переработки, являющиеся энергозатратными и требующими одновременно больших количеств рыбного сырья [73, 68].

Согласно данным IFFO по мировому производству рыбной муки за последнее десятилетие, имеется некоторое несоответствие между исходным сырьём, направляемым на производство, и получаемым конечным продуктом (рыбная мука), даже с учётом использования минимального коэффициента [15]. В среднем 1 кг кормовой рыбы превращается в 225 г рыбной муки и 50-100 г рыбьего жира. Улучшения в технологии производства привели к увеличению выхода готовой рыбной муки из целой рыбы, и последние цифры выхода готовой продукции в данной отрасли находятся в диапазоне 23,5 - 4,5 % (коэффициент выхода готовой продукции $100:24,5 \% = 4,08$) [409]. Исходя из вышеизложенного, количество исходного рыбного сырья, направляемого на производство рыбной муки, должно быть значительно больше.

Согласно данным «Международного общества по рыбной и рыбоперерабатывающей промышленности», страна Перу (около 33 % мирового произ-

водства рыбной муки) произвела и экспортировала рыбной муки в несколько раз больше, чем выловила рыбы, необходимой для производства такого количества рыбной муки. Половина импорта Европейскими странами рыбной муки из Перу оказалось высококачественной фальсификацией [179]. Факт того, что Европа производит поставки рыбной муки из Перу, а затем по более низким ценам продает, также говорит о многом. Если сопоставить количество фактически ввезенной в Россию и количество проданной импортной рыбной муки, то можно заметить также некоторое несовпадение цифр - импортной муки ввезено меньше, чем продано [248]. Это объясняется непрекращающейся фальсификацией рыбной муки [123, 72].

Сложившаяся ситуация с рыбной мукой в России способствовала появлению на рынке широкого спектра её аналогов и фальсификатов. В настоящее время на рынке представлены продукты, официально зарегистрированные под названием «аналог рыбной муки». Аналоги рыбной муки (концентраты, экструдераты, электролизаты и др.) – это концентраты белка на основе рыбной муки и комбинированные продукты на основе рыбной муки, которые являются самостоятельными продуктами и являются альтернативой замены дорогостоящей рыбной муки. В принципе, аналог рыбной муки должен соответствовать по аминокислотному составу рыбной муке. Стоимость аналогов рыбной муки обычно значительно ниже стоимости рыбной муки. Однако, пользуясь несовершенством существующего ГОСТа, многие производители продают данные продукты под маркой и по цене натуральной рыбной муки [81]. Эти продукты являются фальсификатами, так как согласно ГОСТ, в рыбной муке не допускается наличия источников белка растительного и животного происхождения, а также различных азотсодержащих соединений.

Фальсификаты фактически являются смесью рыбной муки и более дешёвых компонентов, либо вообще смесью без рыбной муки (обычно с использованием рыбного жира и ароматизаторов). По оценкам экспертов фальсификаты занимают огромную долю рынка рыбной муки России (до 80 %) [138]. В качестве основных ингредиентов фальсификатов исполь-

зуются мясокостная мука, перьевая мука, птичья мука, кровяная мука, соевый шрот, дрожжи, отходы кожевенного и кофейного производств, мочевины (карбамид), соли аммония и кальция и другие растительные компоненты. Добавление мочевины и солей аммония (1 % ввода мочевины увеличивает содержание азота на 2,6 % в рыбной муке) в повышенных количествах (по азоту определяется сырой протеин и, соответственно, стоимость рыбной муки) способствует массовому отравлению и гибели, особенно моногастричных (птица, свиньи и др.) животных и наносит значительный урон сельскому хозяйству [6].

Увеличение доли мировой продукции рыбного хозяйства, используемой непосредственно в пищу людьми с 67 процентов в 1960-е гг. до 87 процентов (более 146 млн т) в 2014 г., также способствует снижению уровня производимой рыбной муки [237]. В «идеальном» варианте вся мировая продукция рыбного хозяйства должна идти в пищу для людей, но гидробионты и побочные продукты их переработки являются скоропортящимся сырьём, требующим немедленной переработки для использования в пищевых целях, что в современных условиях по разным причинам не представляется возможным. Поэтому переработка побочных продуктов, образующихся в процессе производства продукции из гидробионтов (30-70 % от исходного сырья), становится важной составляющей экономики многих стран [237, 51, 405].

Одной из главных причин начавшегося замедления темпов роста аквакультуры является дефицит и, соответственно, высокие цены на кормовую рыбную муку и рыбный жир, используемые в комбикормах. Применение альтернативных источников (в основном сырья растительного происхождения), заменяющих данные компоненты в составе комбикормов для аквакультуры, особенно для ценных пород рыб, требует дополнительных научных исследований. Поэтому в настоящее время использование рыбной муки и жира в составе кормов для аквакультуры имеет избирательный характер: в качестве стратегического компонента на первичных уровнях и на конкретных

этапах производства, в особенности в инкубаторах, для маточного поголовья и при финишном откорме [237].

В то же время в рыбной промышленности России имеется значительное количество недоиспользуемых сырьевых ресурсов (выбросы, неиспользуемые отходы разделки гидробионтов и др.), которые могли бы способствовать снижению дефицита кормовой рыбной муки и жира в мире. В течение последних двух десятилетий наблюдается глобальная тенденция растущего понимания экономических, социальных и экологических аспектов оптимального использования рыбных ресурсов, а также важности сокращения выбросов и потерь на послепромысловой стадии (хранение, обработка и реализация).

В настоящее время организацией FAO осуществляется третья глобальная оценка прилова и выбросов, которая должна завершиться в 2017 г. [237]. Предыдущая оценка выбросов составляла 7,3 млн т ежегодно [237], их переработка позволила бы дополнительно получить более 1,5 млн т рыбной муки в год. Одним из важнейших факторов дополнительного источника сырьевых ресурсов является необходимость более глубокой переработки рыбы, в результате которой образуются рыбные отходы.

Одним из самых покупаемых рыбных продуктов является целая рыба в живом, свежем, охлаждённом (46 млн т в 2014 г.) [237] или замороженном виде, что составляет более 50 % всей производимой рыбной продукции. Отходы при разделке данной рыбы в «домашних» условиях могут достигать 50 %, которые, за некоторым исключением, не используются и выбрасываются.

Во многих странах рыбоперерабатывающие предприятия представляют собой производства в малого и среднего размера, и на многих из них нет условий для сохранения небольших объёмов отходов от разделки гидробионтов, поэтому необходимо внедрять на них простые и экономически приемлемые способы их переработки (кормовые рыбные: силос, фарш, рыборастительные смеси и другие белковые добавки), поскольку инвестиции (в виде

финансирования, инфраструктуры и людских ресурсов) при данном объёме сырья могут быть нерентабельны.

Кроме того, в процессе промышленной переработки рыбы образуются коллагенсодержащие рыбные отходы, часть из которых, такие как рыбная чешуя, или рыбные бульоны, образующиеся в процессе производства рыбной муки, используются лишь частично и в основном выбрасываются или сливаются в окружающую акваторию. Возникает необходимость разработки технологии кормовых продуктов на основе рыбной чешуи.

Проведённый анализ литературы по исследованиям, касающимся перспектив применения чешуи в качестве компонента корма (за исключением кормовой рыбной муки), выявил ограниченное количество научных работ в данном направлении [114, 126, 188, 274, 316]. Хотя существует особый тип питания – лепидофагия – кормовое поведение гидробионтов, которое предполагает употребление чешуи рыб [118, 320].

Известно, что таньганикские перриссоиды питаются чешуёй более слабых соседей [145]. Исследования содержимого желудков некоторых гидробионтов показали, что в их пищевом комке в определённые жизненные периоды была обнаружена чешуя, составляющая 60-90 % от массы пищевого комка [39, 121, 145, 243, 292, 402].

Выявлено повышение иммунитета и фагоцитарной активности у рыб, питающихся кормом с добавлением продуктов, экстрагируемых из чешуи розового окуня Pink perch (*Nemipterus japonicus*) [316]. Суммарное содержание коллагена и эластина в чешуе (сардина и сардинелла) составляет 76,3 % и 86,4 % соответственно от массы всех белков [160, 164].

Значительное содержание коллагена (пищевое волокно) и минеральных веществ в чешуе позволяет отнести её к категории «функциональный ингредиент» [109, 235]. Поэтому биологическая ценность чешуи как компонента корма в настоящее время недооценена.

По данным FAO [237], решение проблемы использования отходов от разделки рыбы и выбросов могло бы добавить в пищевую и кормовую цепочки 15 млн т рыбы.

В Калининградской области основным источником получения рыбной чешуи является мороженая сардина (*Sardina pilchardus*) и сардинелла (*Sardinella aurita*), выловленные в Мавританской зоне Атлантического океана и направляемые на производство рыбных консервов [211]. Покровные ткани рыб (слизь, чешуя, кожа), противодействуя попаданию загрязнений из внешней среды, способны частично накапливать и нейтрализовать их на своей поверхности [291, 322]. Поэтому содержание, например, тяжёлых металлов в слизи, чешуе и коже рыб может превышать предельно допустимые концентрации (ПДК), разрешённые для использования в качестве сырья для кормовых и пищевых целей [47, 181].

Снизить содержание тяжёлых металлов в пищевой продукции без ухудшения её пищевой ценности весьма проблематично. Это связано с тем, что, например, в пищевом сырье, богатом белками, большая часть тяжёлых металлов соединена с металлотионеином (семейство низкомолекулярных белков от 500 Да до 14 кДа, содержащих значительное количество аминокислоты - цистеина), образуя прочные белковые комплексы [124]. По содержанию тяжёлых металлов пищевую продукцию классифицируют следующим образом: «чистая» - содержание тяжёлых металлов ниже ПДК; «условно-годная» - содержание тяжёлых металлов выше ПДК, но не более 2ПДК; «негодная» - содержание тяжёлых металлов больше 2ПДК [124]. «Условно-годная» пищевая (кормовая) продукция может быть разрешена органами Ростехнадзора для реализации с учётом конкретных условий: размера партии, вида продукции, размера её потребления и количества в суточном рационе. Перевод чешуи в категорию «чистая» пищевая (кормовая) продукция и соответственно разработка экономически эффективного способа её переработки для получения кормовой продукции является весьма актуальной задачей, особенно для малых и средних рыбоперерабатывающих предприятий.

1.2 Коллагенсодержащие рыбные отходы и их переработка

1.2.1 Рыбная чешуя: строение, химический состав

Чешуя рыб выполняет функцию механической защиты кожи. У рыб выделяют три основных типа чешуи, различающихся как по форме, так и по материалу, из которого они построены [43, 247]. Это плакоидная чешуя (акулы, скаты), состоящая из лежащей в коже пластинки и сидящего на ней шипа, покрытого слоем эмали. Основу плакоидной чешуи составляет дентин - твёрдое органическое вещество с солями кальция [247]. Ганоидная (возникла из космоидной чешуи), представляющая собой костные ромбической формы пластинки с боковым крючковидным выступом. Космоидная (это слившиеся и сильно изменённые плакоидные чешуи), характерная для современной лагимерии и ископаемых двоякодышащих рыб, благодаря которому чешуи плотно соединяются друг с другом, образуя на теле рыбы панцирь (многочешуйчатые и панцирничкообразные рыбы). Сверху чешуя покрыта дентиноподобным веществом - ганоином. Костная чешуя, свойственная большинству современных костистых рыб, филогенетически представляет видоизменение ганоидной чешуи. Она имеет вид тонких округлых пластинок, лежащих на теле рыбы в кожных кармашках, один конец её закруглён, другой свободно налегает на соседнюю чешую.

Выделяют два типа костной чешуи: циклоидную, с гладким задним краем и ктеноидную, по заднему, свободному от кармашка, краю которой находятся шипики (ктении). Циклоидная чешуя [247] свойственна, как правило, низкоорганизованным рыбам (сельдеобразные, щукообразные и др.), ктеноидная встречается у высокоорганизованных рыб (окунеобразные, камбалаобразные).

Размеры чешуи тесно связаны со способом движения рыбы. Наиболее крупная чешуя у малоподвижных рыб, большинство из которых являются обитателями стоячих вод (многие карповые). По результатам гистологического исследования поперечного среза чешуи костистых рыб (сазан, судак) установлено, что их структура четко подразделяется на два слоя и состоит из тонкого наружного гиалодентинового слоя и толстой внутренней базальной

пластинки [213, 247, 290, 333, 336,]. На гиалодентиновом слое чешуи формируются тела склеритов (концентрические костные гребни, выполняющие функции рёбер жесткости), несущих зерна гуанина. По своей структуре гиалодентиновый слой состоит из пигментов, кристаллов гидроксиапатита $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ и случайно ориентированных коллагеновых волокон. Базальная пластинка чешуи состоит из множества тонких ламелл, каждая из которых включает плотноупакованные пучки коллагеновых волокон постоянного диаметра.

Характерной особенностью базальной пластинки является трехмерное распределение её коллагеновых волокон. Они параллельны в пределах одной ламеллы, тогда как между собой ламеллы имеют разноориентированные волокна. Таким образом, коллагеновые волокна распределены по типу многослойной клееной фанеры в базальной пластинке чешуи. Плотность укладки пучков коллагеновых волокон достаточно велика. Это проявляется в минимальном количестве просветов между соединительнотканными слоями. Устойчивость чешуи к механическому воздействию очень высока благодаря именно этой иерархически организованной структуре. Морфометрические показатели гистологической структуры чешуи сазана и судака представлены в таблице 1.1 [213].

Таблица 1.1 – Морфометрические показатели гистологической структуры чешуи сазана и судака

| Рыба | Статистические показатели | | |
|-------------------------------------------|---------------------------|--------------------|-----------|
| | $M \pm m$, мкм | $\pm \sigma$, мкм | C_v , % |
| Сазан | | | |
| Общая толщина чешуи | 128,26 ± 9,85 | 32,7 | 25,5 |
| Толщина гиалодентинового слоя чешуи | 14,52 ± 2,08 | 6,92 | 47,66 |
| Толщина одной ламеллы базальной пластинки | 10,28 ± 0,82 | 2,72 | 26,43 |
| Судак | | | |
| Общая толщина чешуи | 55,49 ± 5,91 | 14,48 | 26,1 |

Окончание таблицы 1.1

| | | | |
|-------------------------------------------|--------------|-------|-------|
| Толщина базальной пластинки чешуи | 51,34 ± 5,51 | 13,49 | 26,28 |
| Толщина гиалодентинового слоя чешуи | 4,84 ± 5,91 | 14,48 | 26,1 |
| Толщина одной ламеллы базальной пластинки | 4,24 ± 0,74 | 1,05 | 24,75 |

Примечание: $M \pm m$ - средняя арифметическая простая с ошибкой средней арифметической; $\pm \sigma$ - среднее квадратичное отклонение; C_v - коэффициент вариации.

Чешуя имеет насыпную плотность – 0,36 т/м³, угол скольжения - 51-56⁰ (по дереву) и 52-58⁰ (по железу), коэффициент трения – 1,24-1,48 (по дереву) и 1,28-1,60 (по железу) [5].

Чешуя рыб составляет 0,5-10 % массы тела рыбы и имеет высокое содержание белковых (коллагена) и минеральных веществ. Химический состав чешуи некоторых рыб представлен в таблице 1.2 [223].

Таблица 1.2 – Химический состав чешуи некоторых рыб, %

| Вид рыбы | Содержание (на сухой вес), % | | |
|-------------|------------------------------|-----------|---------------|
| | минеральных веществ | коллагена | ихтиолепидина |
| Судак | 55,7 | 36,3 | 3,4 |
| Лещ | 38,1 | 48,3 | 7,9 |
| Карась | 40,4 | 47,1 | 7,8 |
| Сазан | 31,1 | 56,5 | 6,1 |
| Щука | 43,3 | 46,8 | 5,2 |
| Толстолобик | 31,4 | 58,4 | 5,6 |
| Вобла | 39,1 | 51,2 | 7,6 |
| Красноперка | 40,1 | 50,6 | 7,2 |

Кроме коллагена, в чешуе отмечено незначительное содержание водорастворимых (1,5 %-2,5 %) и солерастворимых белков (1,9 %-2,7 %) [14, 29, 303]. В чешуе многих рыб откладываются в довольно большом количестве (до 3,5 %) кристаллы гуанина, придающие ей серебристый блеск [223]. Хондроитинсульфат и гиалуроновая кислота обнаружены в корнях чешуи рыб [269, 324, 393].

Полный набор жирных кислот, встречающихся у морских организмов, обнаружен в чешуе рыб (атлантический лосось), при этом из жирных кислот доминируют: пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, эйкозопентаеновая, докозагексаеновая и нервоновая.

Чешуя содержит относительно высокие уровни фурановых жирных кислот, а уровень холестерина (2,5-5 мг/г чешуи) был намного выше, чем уровни, обнаруженные в съедобных частях морских рыб (0,2-1 мг/г ткани). Состав жирных кислот чешуи рыб зависит как от экологических, так и от генетических факторов [306].

На поверхности чешуи находится рыбная слизь. В отличие от тонкого и прозрачного слоя слизи у живой рыбы поверхность уснувшей рыбы покрывается значительным слоем слизи, составляющим до 2-3 % массы её тела. У рыб в эпидермисе (расположен на поверхности кожи и состоит главным образом из клеток эпителиальной ткани) находятся разнообразные железистые клетки: бокаловидные, округлые (серозные), колбовидные. Бокаловидные и разбросанные по всему телу клетки секретируют слизь. Кожные покровы также секретируют вещества, являющиеся для рыб химическими сигналами: феромоны, кайромоны и алломоны.

Слизь рыб имеет довольно сложный состав, который зависит от многих факторов (среда обитания, степень возбуждения, вид рыбы, тип клеток, выделяемых слизью, и др.)

Слизь, выделяемая рыбами, отличается от слизи, выделяемой высшими позвоночными животными. У последних плотная часть ее состоит в основ-

ном из муцина - глюкотеида, который при расщеплении распадается на белок и глюкозамин, а у рыб – преимущественно из нуклеотеидов [40].

Следует подчеркнуть, что у пелагических видов рыб слизь содержит больше нуклеотеидов типа аргинингистонов, у донных рыб больше гликопротеинов, мукополисахаридов. В слизи также содержится значительное количество производных холестерина, т.е. жировых веществ, набухающих в воде [18].

Состав слизи, вероятно, видоспецифичен. У лососевых рыб *Salmonidae* (*Salmoniformes*) слизь содержит протеины, составляющие у сёмги *Salmo Salar* 62 % её сухого веса. У мерланга *Merlangius merlangus* (*Gadiformes*) в слизи нет протеинов, она состоит в основном из сульфатных и не сульфатных кислых полисахаридов [118]. Плотность слизи составляет 1,01-1,03 г/см³, рН 5,0-5,4.

Значительно большее влияние на состав слизи оказывают факторы среды. Так, в зависимости от степени возбуждения (стрессированности) рыбы её кожная слизь содержит 0,25-3,0 г/л белка, 2-5 мг/д гемоглобина, 0,1-0,4 ммоль/л кетонов, а также углеводный комплекс сложного состава (гексозы, мукополисахариды, сиаловые кислоты) и нуклеиновые кислоты.

При стрессах в слизи обнаруживаются эритроциты (до 500 в 1 мм³) и лейкоциты [10]. В выделившейся слизи свежельвленной рыбы при участии ферментов уже образуются гидроперекиси и летучие ароматические вещества (ЛАВ), обуславливающие специфический рыбный запах [21]. Образование (ЛАВ) может оказывать отрицательное воздействие на стойкость чешуи при хранении, так как гидроперекиси инициируют цепные реакции окисления жира. Слизь рыб является благоприятной средой для развития микроорганизмов.

В целом, чешуя рыб является многокомпонентной структурой, состоящей из коллагена, гидроксиапатита кальция и сопутствующих веществ (минеральные вещества, альбумины, глобулины, ихтиолепидин, ретикулин, гуанин, слизь и др.).

1.2.2 Рыбный коллаген: состав, строение, свойства

Коллагены являются наиболее распространенными белками в животном мире, на долю которых приходится 25-35 % от их общего количества [11, 252, 317, 305]. Коллагены встречаются в основном в волокнистых тканях, таких как сухожилия, связки, кожа, а также в роговице, хрящах, костях, кровеносных сосудах, кишечнике и межпозвоночных дисках, чешуе и плавательном пузыре у рыб [25, 223, 252, 305]. Синтез и созревание коллагена - сложный многоэтапный процесс, начинающийся в клетке (фибробласты и другие клетки соединительной ткани), а завершающийся в межклеточном матриксе [27].

Коллагеновые волокна найдены во всех видах соединительной ткани, они обеспечивают образование и поддержание общей физической и структурной целостности организма (ткани внутренней среды, опорные ткани); принимают участие в барьерной, репаративной, метаболической, терморегуляторной, рецепторной функциях [11, 44]. Название «коллаген» используется как общий термин для белков (гликопротеины), имеющих в своём составе коллагеновую молекулу, состоящую из трёх левоспиральных полипептидных цепочек (α -цепи), закрученных вокруг друг друга, формирующих общую правую суперспираль (тропоколлаген), хотя их размеры, функции и распределение в тканях могут существенно различаться [400, 302].

Предшественником тропоколлагена является проколлаген, отличительной особенностью которого является наличие концевых N и C участков (телопептиды) полипептидных цепей молекулы коллагена, имеющих отличный от основной части аминокислотный состав. Данные участки не содержат пролина и оксипролина, не имеют глицина в каждой третьей позиции и поэтому не принимают участия в образовании тройной спирали. Однако именно они играют важную роль в механизме полимеризации молекул, формировании межмолекулярных поперечных связей, а также антигенных свойств коллагена [157]. Молекулы тропоколлагена имеют относительную молеку-

лярную массу около 300000, толщину 1,5 нм и длину 300 нм [252, 154, 11]. В настоящее время известно 29 типов коллагена [305, 341, 410].

Коллагены рыб в основном относятся к I и III типам, аналогично скелетным мышцам человека [175]. Более 90 % всего коллагена относится к коллагену I типа, в том числе кожа и чешуя рыб [129, 251, 341, 398]. Коллаген I типа состоит из двух цепей одного вида, обозначаемых $\alpha_1(I)$, и третьей цепи, обозначаемой α_2 . Коллагены других типов могут состоять как из разных, так и трех одинаковых цепей. Относительная молекулярная масса каждой полипептидной цепи около 100000, которая состоит примерно из 1000 аминокислотных остатков. Уникальность первичной структуры коллагена данного типа состоит в том, что каждая третья аминокислота в полипептидной цепи представлена глицином, около 25 % аминокислотных остатков составляют пролин или 4-гидроксипролин, около 11 % аланин. Полипептидную цепь тропоколлагена можно представить как последовательность триплетов Гли-Х-У, где Х и У могут быть любыми аминокислотами, но чаще в положении Х стоит пролин, а в положении У - гидроксипролин или гидроксизин.

В коллагене отсутствуют такие аминокислоты, как цистеин и триптофан, а гистидин, метионин и тирозин находятся лишь в очень небольшом количестве. В составе первичной структуры α -цепи коллагена содержится также необычная аминокислота - гидроксизин [11, 24, 27, 154, 335]. Необычна и вторичная структура коллагена: шаг одного витка спирали составляют только 3 аминокислоты (даже немного меньше, чем 3), а не 3,6 аминокислоты на 1 виток, как это наблюдается у других (глобулярных) белков. Такая плотная упаковка спирали объясняется присутствием глицина. Эта особенность определяет высшие структуры коллагена [28]. Пирролидиновые кольца аминокислот пролина и гидроксипролина имеют особые стереохимические свойства и ограничивают вращение полипептидного стержня, увеличивая тем самым стабильность тройной спирали. Глицин, имеющий вместо радикала атом водорода, всегда находится в месте пересечения цепей; отсутствие радикала позволяет цепям плотно прилегать друг к другу [11, 27, 155, 223, 252]. В ре-

зультате такого скручивания пептидных остовов полипептидных цепей и наличия удлинённой структуры два других радикала из триады аминокислот Гли-Х-У оказываются на наружной поверхности молекулы тропоколлагена (третичная структура).

Некоторые комплементарные участки молекул тропоколлагена могут объединяться друг с другом, формируя коллагеновые фибриллы, причём эти участки расположены таким образом, что одна нить тропоколлагена сдвинута по отношению к другой примерно на $\frac{1}{4}$. Между радикалами аминокислот возникают ионные, водородные и гидрофобные связи [27].

Необходимо отметить, что расположенные в ряд молекулы тропоколлагена не связаны «конец в конец» [252]. Между концом одной молекулы и началом следующей имеется промежуток около 40 нм, который играет особую роль при формировании кости, состоящей из органической фазы, практически целиком представленной коллагеном, и неорганической, представленной фосфатом кальция.

Установлено, что первые кристаллы откладываются с интервалом около 68 нм, совпадающим с периодом коллагенового волокна. В связи с этим вероятно, что промежутки вдоль ряда молекул тропоколлагена выполняют роль центров отложения минеральных составных частей кости. Именно эти структурные особенности позволяют объяснить наличие поперечной исчерченности фибрилл с определённой периодичностью [252]. Пространство между тропоколлагеновыми нитями заполнено олигосахаридами, присоединёнными ковалентно через гидроксильные группы 5-гидроксилизинов с целью защиты коллагенов от действия ферментов [252]. Полипептидные цепи тропоколлагена также стабилизируются поперечными водородными связями и ван-дер-ваальсовыми взаимодействиями между аминокислотными остатками разных цепей [11].

Важную роль в формировании коллагеновых фибрилл играют модифицированные аминокислоты: гидроксипролин и гидроксизин. Гидроксильные группы гидроксипролина соседних цепей тропоколлагена образуют во-

дородные связи, укрепляющие структуру коллагеновых фибрилл. Радикалы лизина и гидроксизина необходимы для образования прочных ковалентных поперечных сшивок между молекулами тропоколлагена, ещё сильнее укрепляющие структуру коллагеновых фибрилл [27]. Коллагеновые фибриллы (четвертичная структура) имеют различную ориентацию в зависимости от биологической функции соединительной ткани: в сухожилиях, например, фибриллы коллагена расположены в виде поперечно связанных параллельных пучков, обладающих большой прочностью на разрыв и практически нерастяжимых [252]. Коллагеновые фибриллы агрегируют в поперечном и продольном направлении, за счёт тех же поперечных связей (пятеричная структура), образуя более сложные образования (волокна, пучки и др.).

Коллаген является гидрофильным, ограниченно набухающим, капиллярно-пористым материалом. Обводненный в нейтральной среде коллаген обладает высокой деформируемостью и мягкостью, при высушивании твердеет, а в абсолютно обезвоженном состоянии представляет собой хрупкое неокрашенное белое вещество [26]. Плотность коллагена равна 1,3-1,4 г/см³. Изоэлектрическая точка находится в интервале от 6,0 до 7,7 [25]. Вследствие плотной молекулярной структуры и наличия межмолекулярных ковалентных связей коллаген практически нерастяжим, нерастворим, хотя и способен к набуханию в водных растворах с увеличением массы в 1,5-2,0 раза, уступая миозину мышечной ткани.

Нерастворимые нити коллагена - наиболее прочные из всех волокнистых веществ в организме и способны выдержать нагрузку, масса которой как минимум в 10000 раз превышает их собственную, превосходя по прочности стальную проволоку равного поперечного сечения [223]. Степень набухания коллагена зависит от многих факторов (рН, вида ткани, температуры обработки, концентрации кислот, щелочей и минеральных солей и др.). При смещении рН в кислую или щелочную сторону от изоэлектрической точки набухаемость коллагена резко увеличивается, при этом масса белка в состоянии полного набухания может достигать от 400 до 4000% к его сухой массе.

При нагревании до 60°C влажный коллаген резко сокращается до 1/3-1/4 своей нормальной длины. После сокращения коллаген приобретает новые свойства; у него появляется каучукоподобная эластичность, связанная, по всей видимости, с частичным разрушением поперечных межцепочечных водородных связей. В присутствии кислот, щелочей и водных растворов солей коллаген поглощает значительное количество воды [33].

Вследствие теплового воздействия происходит денатурация, то есть разрушение связей, удерживающих коллаген в нативной конформации, а также частичный гидролитический распад по месту пептидных связей. Такой коллаген называют сваренным. Сваренный коллаген необратимо утрачивает нативные физико-химические свойства. В результате разрыва поперечных мостиков в структуре коллагена и увеличения доступности пептидных связей образовавшийся желатин легко переваривается трипсином и другими ферментами, приобретает свойство растворяться в воде, в то время как в нативном состоянии коллаген соединительнотканых образований очень медленно подвергается действию пищеварительных ферментов, а также катепсинов [223, 33].

При охлаждении термообработанных коллагеновых растворов происходит образование застывшей желеобразной массы. Современные тенденции максимального извлечения пищевых веществ из гидробионтов способствуют более глубокой обработке рыбного сырья, в результате которой образуется значительное количество коллагенсодержащих рыбных отходов. К ним относятся головы, кожа, кости, плавники, чешуя и плавательные пузыри, внутренности. Эти части рыбы, за некоторым исключением (суповые наборы из голов, рыбные порошки и др.) в настоящее время являются одним из основных источников сырья для производства кормовых и технических продуктов.

Кроме того, в процессе производства кормовой муки образуется рыбный подпрессовый бульон (около 8 - 10 млн т в год), содержащий коллаген и продукты его гидролиза. Массовый и химический состав основного коллаген-

содержащего рыбного сырья представлен в таблице 1.3. [131, 141, 223, 224, 240, 245, 278].

Таблица 1.3 – Массовый и химический состав коллагенсодержащего рыбного сырья, % от общей массы рыбы

| Коллаген-содержащее сырьё | Масса от массы рыбы, % | Химический состав, % | | | |
|-----------------------------|------------------------|----------------------|----------|-----------|----------------------|
| | | влага | жир | белок | минеральные вещества |
| Кожа | 2,0-12,6 | 34,5-73,3 | 0,2-37,0 | 19,6-38,5 | 1,8-7,6 |
| Плавники | 0,8-8,0 | 46,0-90,6 | 0,2-37,0 | 7,5-21,1 | 1,8-16,1 |
| Чешуя | 0,5-10,0 | 32,5-60,5 | 0,1-2,3 | 19,5-36,5 | 14,0-32,0 |
| Кости | 4,9-19,0 | 43,0-86,9 | 0,5-26,1 | 4,9-21,5 | 0,4-15,8 |
| Головы | 6,7-41,6 | 52,5-90,0 | 0,2-28,7 | 5,0-23,5 | 1,0-11,5 |
| Плавательные пузыри | 0,4-11,4 | 63,5-80,0 | 0,2-12,5 | 18,5-37,0 | 0,8-1,7 |
| Обезжиренные рыбные бульоны | 63,5-70,0 | 91,1-92,9 | 0,4-1,0 | 5,6-6,5 | 0,5-1,9 |

Основной способ определения содержания коллагена предполагает определение оксипролина, характерного для этого белка, затем производят пересчет на содержание коллагена, используя соответствующий коэффициент, который зависит от вида исследуемого сырья [44, 70, 147]. По количеству оксипролина можно рассчитать содержание коллагена в любом организме.

Благодаря значительному содержанию глицина коллагены отличаются повышенным содержанием азота (17,7-18,0 %) по сравнению с белками мышц (16 %), поэтому для вычисления количества белка по количеству азота методом Кьельдаля используются пересчётные коэффициенты (5,55-5,71), вместо 6,25 для мышечных белков [16, 223].

Коллаген рыб, в зависимости от вида источника происхождения, подразделяют на волокнистый коллаген дермы шкур и сухожилий, гиалиновый коллаген костной ткани – оссеин, хондриновый коллаген хрящей, ихтуалиновый коллаген рыбьего пузыря – ихтиокол и коллаген плавников рыб – ихтилепидин [256]. Содержание коллагена в различных частях тела толстолобика и судака представлено в таблице 1.4 [258].

Таблица 1.4 – Содержание общего белка и коллагена в частях тела рыб [258]

| Виды рыб | Массовая доля, % | | | | | | | | | |
|-------------------|------------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | голова | | хребтовая кость | | плавники | | кожа | | чешуя | |
| | белок | коллаген | белок | коллаген | белок | коллаген | белок | коллаген | белок | коллаген |
| Толстолобик белый | 14,35 ±0,11 | 9,86 ±0,10 | 15,37 ±0,12 | 11,53 ±0,10 | 17,90 ±0,16 | 13,61 ±0,15 | 32,40 ±0,10 | 29,41 ±0,12 | 34,09 ±0,16 | 28,73 ±0,15 |
| Судак | 15,87 ±0,14 | 11,37 ±0,10 | 17,06 ±0,15 | 13,13 ±0,13 | 19,00 ±0,10 | 14,82 ±0,11 | 28,25 ±0,14 | 24,86 ±0,10 | 32,04 ±0,12 | 25,63 ±0,18 |

Содержание коллагена в коже морских рыб составляет 9,6-17,1 % (на сырое вещество), в костях 4,4-8,5, в плавниках 6,9-11,00 % [30, 223]. Особенностью рыбного коллагена является более низкое содержание аминокислот (гистидин, фенилаланин, лизин, лейцин, валин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты), следовательно, и меньшее число поперечных связей, а также несколько иной аминокислотный состав (гидроксипролин и гидроксизин) одной из цепей. Поэтому температура сокращения и разложения коллагена рыбы ниже аналогичной температуры теплокровных животных. Так, если коллаген говядины после нагревания в течение 2,5 мин подвергается желатинизации примерно на 10 %, то коллаген рыбы при тех же условиях нагревания разрушается на 50-60 и до 75 % [143]. Эти особенности должны быть

учтены при переработке рыбных отходов. Аминокислотный состав коллагена рыб и млекопитающих представлен в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Аминокислотный состав коллагена рыб и млекопитающих, (остатки на 1000 остатков) [335]

| Аминокислоты | Треска | Большеглазый окунь | | Скат | Карась | Японский лещ | Свинина | Телёнок |
|---------------------------------|--------|--------------------|-------|-------|--------|--------------|---------|---------|
| | кожа | кожа | кости | мышцы | кожа | чешуя | дерма | кожа |
| Аланин | 107 | 136 | 129 | 115 | 135 | 133 | 115 | 119 |
| Аргинин | 54 | 60 | 46 | 51 | 57 | 49 | 48 | 50 |
| Аспарагиновая кислота/аспарагин | 53 | 51 | 47 | 36 | 42 | 43 | 44 | 45 |
| Цистеин | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| Глутаминовая кислота/глутамин | 80 | 78 | 74 | 78 | 61 | 71 | 72 | 75 |
| Глицин | 342 | 286 | 361 | 356 | 334 | 346 | 341 | 330 |
| Гистидин | 8 | 10 | 6 | 8 | 5 | 5 | 7 | 5 |
| Изолейцин | 12 | 5 | 5 | 17 | 10 | 7 | 10 | 11 |
| Лейцин | 22 | 24 | 25 | 22 | 22 | 18 | 22 | 23 |
| Лизин | 29 | 31 | 25 | 25 | 23 | 26 | 27 | 26 |
| Гидроксилизин | 7 | 10 | 20 | 6 | 8 | 7 | 7 | 7 |
| Метионин | 15 | 12 | 8 | 9 | 10 | 15 | 6 | 6 |
| Фенилаланин | 12 | 15 | 12 | 12 | 17 | 13 | 12 | 3 |
| Гидроксипролин | 51 | 77 | 68 | 74 | 65 | 73 | 97 | 94 |
| Пролин | 103 | 116 | 95 | 83 | 121 | 107 | 123 | 121 |
| Серин | 59 | 36 | 34 | 46 | 39 | 41 | 33 | 33 |
| Треонин | 23 | 29 | 25 | 36 | 24 | 24 | 16 | 18 |
| Тирозин | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 3 |
| Валин | 19 | 22 | 17 | 25 | 31 | 19 | 22 | 21 |
| Иминокислоты* | 154 | 193 | 163 | 157 | 186 | 180 | 220 | 215 |

*Иминокислоты, включая пролин и гидроксипролин

Температура денатурации рыбного коллагена приблизительно на 13-15 °С ниже значения температуры денатурации, характерной для коллагена шкур млекопитающих [11, 143, 168, 245, 257, 301]. Температура сваривания коллагена у теплокровных животных составляет 58-67 °С, у водных организмов (рыб) – 33-56 °С, у гидробионтов холодных водоёмов – 33-52 °С, а у теплолюбивых – 40-56 °С [26]. Аминокислотный состав коллагеновых дисперсий, определенный на автоматическом анализаторе ААА-881, подтвер-

ждает возможные структурные отличия, связанные с происхождением белков (животные, рыбы) [12].

Коллагеновые субстанции различного происхождения имеют одинаковый набор аминокислот, но характеризуются разным содержанием отдельных аминокислот, что предполагает различия в структуре, а следовательно, в свойствах [12, 209]. Кроме того, выдвинуто предположение (есть экспериментальные доказательства ряда авторов), что рыбные коллагены представлены тропоколлагеном, имеющим три структурных уровня, в отличие от коллагена (пять структурных уровней) животного белка [31, 223].

Коллаген очень плохо поддается действию пищеварительных ферментов. Из-за отсутствия такой аминокислоты, как триптофан, является белком невысокой биологической ценности. Однако в последнее время роль коллагена в питании пересмотрена. Доказано, что при оптимальном сочетании мышечных белков и коллагенов показатель чистого усвоения белка максимален [51, 223]. На основании физиологического действия коллаген можно отнести к пищевым волокнам, присутствие которых в суточном рационе обязательно.

Известно, что коллагеновые белки выводят радионуклиды и химические токсиканты. Коллаген и продукты его гидролиза (полипептиды, олигопептиды, тетра-, три-, дипептиды, аминокислоты и др.) активно стимулируют секреторную и двигательную функции желудка и кишечника, оказывают благотворное влияние на состояние и функцию полезной кишечной микрофлоры, обеспечивают активное выделение пищеварительных соков, а также оказывают положительное воздействие на физиологическое состояние организма [51, 223, 282]. Кислотные и пепсин растворимые коллагены, полученные из чешуи индийских карпов, показали антиокислительную и фибриллообразующую активность [341]. Пептиды (АСН-Р1, АСН-Р2 и АСН-Р3), выделенные из чешуи большого жёлтого горбыля (*Pseudosciaena crocea*), показали хорошую антиоксидантную активность. Полученные антиоксидантные пептиды могут быть основой при получении лекарств, для лечения заболева-

ний, связанных с окислительным стрессом, или в качестве функциональных ингредиентов в пищевых системах для уменьшения окислительных изменений во время хранения [318].

Биологическая активность рыбного коллагена и продуктов его гидролиза представлена в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Биологическая активность рыбного коллагена и продуктов его гидролиза [282, 286, 283, 295, 300, 315, 329, 390, 391]

| Рыбный источник | Продукт | Биохимический потенциал |
|-----------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------|
| Чешуя индийских карпов (Rohu) и (Catla) | Коллаген I типа | Высокая термическая стабильность |
| Кожа нильской тилапии | Коллагеновый напиток | Препятствует ультрафиолетовому воздействию на кожу |
| Чешуя нильской тилапии | Пептид | Антиоксидантная активность образования свободных радикалов |
| Кожа минтая | Пептид | Ингибирование ангиотензин I превращающего фермента (АСЕ) |
| Кожа трески | Пептид | Антиоксидантная и ингибирующая активность АСЕ |
| Кожа спинорога | Желатиновая плёнка | Антибактериальная активность |
| Кожа кеты | Пептид | Улучшение памяти |

Особенно актуально использование рыбного коллагена и продуктов его гидролиза при производстве стартовых комбикормов для молоди ценных пород рыб и гидробионтов (осётр, форель, лосось, морской ёж и др.), способствующих увеличению их выживаемости [1, 48, 49, 52-61, 64, 65, 67, 142, 115, 117, 192, 226, 227, 229, 230, 231, 234, 235, 241, 279, 313]. Было обнаружено, что наибольшей аттрактантной активностью обладают такие аминокислоты (в отдельности и в различных сочетаниях), как глицин, пролин, аланин. При добавлении в корм смеси этих аминокислот у японских угрей, например, потребление пищи возрастало втрое.

Приведённые факты свидетельствуют о важной роли рассматриваемых трёх аминокислот в процессе интенсивного роста рыб [219]. Также известно, что наличие гидроксипролина, который в большом количестве содержится в желатине, при его использовании в корме для лососей ускоряет их рост. Предполагается, что роль гидроксипролина в качестве строительного блока для формирования коллагена была недооценена. Полученные результаты также показывают, что корма с повышенным содержанием гидроксипролина, снижают количество деформаций в структуре кости личинок, а затем и мальков [182].

Поэтому переработка всего рыбного коллагенсодержащего сырья в настоящее время является одной из основных задач для рыбной промышленности, которая требует её практического решения.

1.2.3 Переработка коллагенсодержащих рыбных отходов с целью получения кормовых продуктов

В настоящее время известно достаточно большое количество кормовых продуктов из гидробионтов: мука кормовая из рыб, морских млекопитающих, ракообразных и беспозвоночных, фарш кормовой, рыбные силосы, рыбные гидролизаты, рыбные бульоны, заменители цельного молока (ЗЦМ), рыбные пасты, белково-жировая эмульсия, жироминеральный концентрат, рыбозерновые смеси и другие.

Однако основными видами кормовой рыбной продукции, приготовленной с использованием рыбных отходов (в том числе коллагенсодержащих), являются рыбная мука, фарш и силос (за рубежом), а также получившие достаточно широкое распространение в последнее время сушёные рыбозерновые смеси [69, 223].

Рыборастительные кормовые смеси получают при обработке сухих растительных компонентов и сырых рыбных отходов, предварительно измельчённых и смешанных в определённом соотношении на экструдерах, или в

установках для изготовления протеиновых смесей, где также одновременно происходит перемешивание, измельчение и высушивание рыборастворительной смеси. К недостаткам процесса получения высушенных рыборастворительных смесей следует отнести незначительное количество перерабатываемых рыбных отходов, так как влажность исходной обрабатываемой смеси, как правило, не более 25-35 %.

Рыбный силос представляет собой частично гидролизованное под действием собственных ферментов и законсервированное химическим способом рыбное сырьё [20]. Используется рыбное сырьё, способное к созреванию (автопротеолизу), с низким содержанием жира (до 2 %). Сырьё измельчают до частиц размером не более 10 мм, помещают в кислотостойкие ёмкости и добавляют кислоту или смесь кислот для увеличения активности кислых протеаз, а также для консервирования готовой продукции. Полученную смесь тщательно перемешивают и выдерживают при повышенной температуре, периодически мешая до полного растворения. В качестве кислот используют серную кислоту (доводят рН силоса до 2, с последующей обязательной нейтрализацией готового продукта гидроксидом кальция, перед кормлением животных), или более дорогие муравьиную или пропионовую кислоты (доводят рН до 4-4,5, что не требует последующей нейтрализации). На 1 т рыбной массы добавляют 30 л. 85 %-ной муравьиной кислоты [20]. Образовавшаяся жидкая масса расслаивается на верхнюю жировую и нижнюю белковую фракцию. При необходимости легко окисляющаяся жировая фракция может быть отделена от рыбного силоса путём декантации, либо экстракцией её органическими растворителями. Срок хранения рыбного силоса 1-3 месяца. Основным недостатком рыбного силоса является высокое содержание в нем воды, что делает экономически невыгодным его транспортировку на большие расстояния [20].

Кормовой фарш представляет собой измельчённое и законсервированное одним из химических способов рыбное сырьё [20, 304]. Для изготовления кормового фарша используют малоценную рыбу-сырец, охлаждённую и мо-

роженую рыбу, рыбные отходы. Допускается добавлять копчёные отходы от разделки рыбы (головы, плавники) - до 15 % от общей массы сырья, а также подсолённое рыбное сырьё с массовой долей соли не более 2 %. Сырьё измельчают при помощи дробильных машин, куттеров или волчков с диаметром отверстий от 8 до 20 мм. Измельчённое сырьё перемешивают с консервантом – пиросульфитом натрия, селитрой, муравьиной кислотой, поваренной солью или замораживают в блоках. После смешивания с консервантом фарш фасуют в бочки и направляют потребителям. Такой способ обработки высокопроизводителен, экономически эффективен. Однако продукция должна реализовываться немедленно, особенно при консервировании поваренной солью [223].

Основным направлением переработки рыбных отходов (в том числе коллагенсодержащих) в мире в настоящее время является производство рыбной кормовой муки. Кормовая ценность рыбной муки определяется следующими факторами:

- источник высококачественного белка;
- рыбный белок имеет высокую концентрацию незаменимых аминокислот;
- биологическая ценность рыбного белка составляет 92-95 % от белка куриного яйца согласно ФАО ВОЗ;
- перевариваемость рыбного белка колеблется на уровне 87-95 % (пример норвежская рыбная мука LT - 94);
- энергетическая ценность рыбного протеина находится на уровне 5,7 Ккал на грамм белка и считается самой высокой среди всех видов кормовых белков;
- богатый источник витаминов, а также макро- и микроэлементов;
- присутствие витамина B₁₂ обеспечивает лучшее усвоение растительных компонентов комбикормов;

– жиры рыбной муки обеспечивают оптимальный коэффициент содержания жирных кислот Ω_6 и Ω_3 , в комбикормах, который находится в пределах от 10:1 до 5:1.

Качество рыбной муки зависит от вида рыбы, степени её свежести до обработки, сезона и района вылова, технологии переработки и хранения, содержания жира, наличия антиоксиданта и других факторов. Существует несколько способов производства рыбной муки [5, 9, 131, 267], основными из которых являются прессово-сушильный, центрифужно-сушильный и прямой сушки. Практически они отличаются только способом разделения проваренной рыбной массы на твёрдую (жом) и жидкую (рыбный бульон) части с использованием пресса или горизонтальной осадительной центрифуги, или без разделения (прямая сушка).

Технологический процесс приготовления рыбной муки заключается в измельчении рыбного сырья, его проварке, последующего разделения проваренной массы на жом и рыбный бульон. Рыбный бульон обезжиривается, упаривается до 50 % сухих веществ и добавляется в жом с последующим высушиванием его, с целью получения так называемой “цельной” кормовой рыбной муки (в России рыбный бульон практически не используется, сливается за борт или в окружающую акваторию) [5, 148, 183, 228].

При прямой сушке проваренное сырьё высушивается без предварительного разделения на жом и рыбный бульон. Высушенное рыбное сырьё, охлаждается до 20-30 °С, измельчается на мельницах-дробилках, и готовая мука рыбная кормовая упаковывается.

К недостаткам способов получения рыбной муки [20] следует отнести:

а) прессово-сушильный

– непригодность для переработки особо жирного сырья, а также сырья с мелковолокнистой структурой мышечной ткани;

– необходимость обязательной переработки подпрессового бульона.

б) центрифужно-сушильный

- наличие сложных агрегатов, требующих высококвалифицированного обслуживающего персонала;

- большие габариты сушильных установок;

- необходимость обязательной переработки рыбного бульона.

в) прямой сушки

- невозможность переработки сырья средней и высокой жирности;

- невысокая производительность, повышенные затраты.

Использование чешуи в качестве сырья, особенно в больших количествах, для получения кормовой рыбной муки традиционными способами приводит к ряду технологических проблем: при варке такого сырья образуется клейкая масса, которую проблематично не только высушить, но и вынуть из сушильной установки, отверстия шнека-отцеживателя, волчка и пресса забиваются чешуёй, препятствуя нормальной работе оборудования. Мука, произведённая из такого сырья, получается нестандартная: с повышенным содержанием кальция и фосфора и пониженным количеством протеина [5, 6, 58, 131, 148].

Использование неизмельчённой чешуи в сыром виде (кормовой фарш, силос) приводит к травматизму желудочно-кишечного тракта животных и не находит практического применения [240]. Таким образом, из обзора литературы видно, что чешуя - ценное сырьё для получения кормовой продукции, но технология её переработки пока не разработана.

1.2.4 Использование и перспективы применения рыбной чешуи в различных отраслях промышленности

Чешуя рыб традиционно используется в качестве основного сырья для получения гуанина - органического соединения, являющегося одним из пуриновых оснований (2-амино-6-оксипурин), представляющего собой бесцветное кристаллическое вещество. Кристаллы гуанина имеют двойное лучепреломление и обладают перламутровым эффектом, что позволяет исполь-

зовать его для производства лаков, а также для имитации перламутровых и жемчужных поверхностей (бумаги, целлулоида, кожи, пластмасс и др.). Используют гуанин и для получения лекарственных препаратов - гипоксантина и кофеина. Суспензии кристаллов гуанина в нитролаке (жемчужный пат), или смесь гуанина с этиловым спиртом или касторовым или парфюмерным маслом (перламутровый препарат) находят применение в косметической промышленности [20].

Учитывая высокое содержание коллагена и низкое содержание жира, чешуя рыб является хорошим сырьём для получения рыбного клея. Клей применяют в различных отраслях производства, так как он обладает свойствами клеящего, плёнкообразующего, покровного, защитного и адгезионного полимера природного происхождения. Рыбный клей из чешуи рыб отличается от рыбного клея, получаемого из прочих коллагенсодержащих отходов, повышенным содержанием золы. Содержание золы в клее из кожи рыб не должно превышать 0,3 %, а для клея из чешуи рыб значение этого показателя было установлено на уровне 1,3-3 %.

Технология клея из чешуи рыб позволяет получить продукт, соответствующий качественным показателям и потребительским свойствам рыбного клея из плавательных пузырей, который используется для осветления вин, приготовления желе и студня, склеивания тканей, кожи, получения термостойких красок и приклеивания полотен, в производстве основ (дисперсий) для получения строительных материалов, кладочных и лакокрасочных материалов, а также при получении упаковочных материалов пищевого и бытового значения и предпосевной обработке семян [128, 185, 195, 201, 270].

Описан процесс адсорбции астаксантина (каротиноид) из сточных вод обработки морепродуктов рыбьей чешуей [397]. Высказано предположение о возможности использования данной системы (астаксантин/чешуя) для обработки сточных вод различных производств, ввиду ее высокой фильтрационной способности.

Проведён ряд исследований по выделению тяжёлых металлов из сточных вод при помощи рыбной чешуи. Была показана перспективность её использования в качестве адсорбента тяжёлых металлов, а также углекислого газа [53, 54, 271, 276, 277, 309, 310, 334, 340].

Было обнаружено, что рыбная чешуя является новым и подходящим сорбентом для извлечения и биосорбции/адсорбции анионных красителей из водных растворов. Рыбная чешуя Лепорин (*Leporinus elongatus*) была испытана как адсорбент для анионных красителей Remazol. Исследования показали, что гидроксильные, фосфатные, амидные и карбонатные группы являются потенциальными сайтами адсорбции [406].

Известно, что коллагены обладают пьезоэлектрическими свойствами, это означает, что электрический заряд генерируется в ответ на применение механического напряжения. Это свойство было использовано индийскими физиками для изготовления био-пьезоэлектрического наногенератора из предварительно деминерализованной чешуи рыб [303]. Обработанная и ламинированная полипропиленовой плёнкой чешуя рыб с присоединёнными электродами даже после нескольких прикосновений (изгибаний) пальцами может включать более 50 синих светодиодов.

В будущем планируется внедрить данный наногенератор в сердце (кардиостимулятор), где он будет постоянно генерировать энергию от сердечных сокращений, кроме этого, разработать и спроектировать сложную электронику из нетоксичных материалов (пищевых), пригодных для широкого спектра диагностических и терапевтических применений, а также для портативной электроники.

Коллаген чешуи рыб был также исследован в качестве диэлектрика при получении углеродных наночастиц и нанотрубок, данные материалы могут быть успешно использованы при производстве тонкопленочных резисторов, плат, транзисторов и переключателей пультов управления [294].

Проводились исследования по использованию рыбной чешуи при создании аккумуляторной батареи, которые показали перспективность данного

направления [395]. В качестве катодного материала для литий-серных батарей был изготовлен новый пористый серно-углеродный наноккомпозит на основе рыбной чешуи, способствующий увеличению его срока службы [273].

Описан процесс обработки и характеристики нового класса эпоксидных матричных композитов, армированных короткими волокнами, полученными из чешуи свежей рыбы (Лабео рохита) [332]. Эти композиты обладают повышенной микротвердостью и прочностью на растяжение и изгиб. Полученные композиты должны найти применение в качестве потенциальных материалов для роликовых конвейеров, труб, несущих пылевидные частицы угля для электростанций, насосов и лопастей крыльчаток, а также в качестве недорогих материалов для строительства жилья.

Проводились исследования по получению хитина и хитозана химическим методом (HCl, NaOH) из чешуи (Лабео рохита) [326].

Рыбная чешуя, обработанная под воздействием тепла и давления без дополнительных связующих агентов, была использована как пластик для приготовления чашек, очков и плавательных очков в дизайнерских целях, а также как биопластик для использования в различных направлениях [280, 404].

Значительный потенциал использования коллагена способствовал интенсификации научных исследований по данному направлению на протяжении последних лет. Кроме того, в большинстве случаев эти исследования посвящены использованию коллагенов и желатина из альтернативных источников.

Наблюдается стабильное увеличение числа работ по коллагену, опубликованных в XXI веке (данные, полученные от поиска в ISI Web знаний с использованием терминов «коллаген» и «морской коллаген»), от около 15 тыс. в 2001 г. до более, чем 26 тыс. в 2013 г. [331].

Дефицит пищевого белка, а также валоризация промышленных побочных продуктов являются главными причинами для использования нетрадиционных источников и оптимизации условий получения из них коллагена.

Необходимо отметить, что стоимость морских коллагенов, как полагают, должна быть меньше 100 долларов США за килограмм для пищевой промышленности и 5-50 долларов США за грамм для изделий медицинского назначения [331].

Последние крупные вспышки инфекционных заболеваний, таких как заболевания прионами (например, губчатой энцефалопатии (коровье бешенство), болезнь Крейтцфельда-Якоба), негативно повлияли на спрос медицинских продуктов, полученных от животных и человека.

Производство желатина из традиционных источников сырья (свиная кожа, шкуры крупного рогатого скота и их кости) представляет проблему для людей, исповедующих некоторые религии, такие как иудаизм, индуизм, ислам и др. [268, 306, 321, 331].

Данные факты также способствуют поиску и получению коллагена из различных морских гидробионтов, включая чешую рыб. Исследования по выделению и получению коллагена (желатина) из чешуи таких рыб как индийский сазан (*Catla catla*), грязевой карп (*Cirrhinus mrigala*), рыба-ящерица (*Saurida spp*), ставрида (*Trachurus japonicus*), кефаль (*Mugil cephalis*), летучая рыба (*Cypselurus melanurus*), лещ (*Dentex tumifrons*) толстолобик (*hypophthalmichthys molitrix*), тилапия (*Oreochromis sp.*), сибас (*Lates calcarifer*), белый амур (*Stenopharyngodon idella*), золотая барабуля (*Parupeneus heptacanthus*), сардина, красный морской лещ, японский морской окунь показали хорошие перспективы для его производства в промышленных масштабах [284, 285, 293, 319, 337, 399, 403, 408].

Особенностями выделения коллагена из чешуи рыб являются необходимость её предварительной деминерализации ввиду значительного содержания минеральных солей (процесс может занимать несколько дней) и более низкие функциональные характеристики продукта (температура, гелеобразование и плавления, прочность геля и др.), особенно из чешуи холодолюбивых рыб (связано с пониженным содержанием аминокислоты гидроксипролина), по сравнению с коллагеном животного происхождения.

Коллаген из чешуи рыб находит применение в косметической, медицинской и фармацевтической промышленности, а также в производстве функциональных продуктов питания. Способность коллагена стимулировать выработку собственного коллагена организма, а также его влагоудерживающие свойства способствовали созданию различных сывороток, лосьонов, кремов, масок, бальзамов, шампуней, эликсиров, гелей, паст, инъекционных растворов и других косметических препаратов, рецептуры которых содержат рыбный коллаген [32, 133, 225, 266, 287, 307, 325, 358].

Крупнейшими производителями косметики с коллагеном являются Польша (Colway, Kolastyna), Китай (Hua-shen, TianDe), Япония (Amicolla, Sakura, EJ, EJ-extra, KWC), а также Франция и США [33]. Китай является мировым лидером по переработке, получению и использованию коллагена в различных отраслях (40 % всего мирового производства коллагена).

В медицине рыбный коллаген находит применение в виде различных плёнок, губок, ниток, повязок, пластырей, контактных линз, гелей, мазей, препаратов для лечения ран, ожогов, трофических язв, пульпитов, гипертонической болезни, остеоартрита, недержания мочи, капсул и таблеток с различными наполнителями для перорального введения, как культуральные среды, заменителей кожи и костной ткани, компонента искусственных кровеносных сосудов, имплантата в косметической хирургии, выявлен противораковый эффект его использования [5, 22, 51, 139, 140, 176, 225, 266, 272, 281, 286, 287, 289, 298, 330, 331, 350, 392].

Известны композиции для покрытия зубов, где в качестве одной из составляющей являются частицы чешуи рыб [194]. Рыбная чешуя может быть использована (как биосенсор) для контроля уровня катехоламина в плазме крови человека [297].

Из чешуи тилапии (*Oreochromis* sp.) были получены микроиглы с радиусом наконечника от 10 до 100 мкм, выдерживающие нагрузку до 0,12 Н без разрушения и способные эффективно проникать через кожу, постепенно деградируя (через 0, 60, 120 и 180 с.) после введения. Полученные микроиглы

открывают новые перспективы в области трансдермального проникновения лекарств [338]. Японские ученые разработали метод выращивания костей из коллагена рыбьей чешуи [130].

Необходимо отметить, что рыбная чешуя, помимо коллагена I типа, содержит гидроксиапатит кальция, что эквивалентно веществам, которые можно найти в человеческой кости, поэтому их применение в медицине, в частности для инженерии костной ткани, привлекает внимание многих учёных [289, 311, 312, 314, 323, 401]. Гидроксиапатит кальция $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ – это биологический фосфат кальция и третий по объему компонент нашего организма (после воды и коллагена).

Проведена экспериментальная экстракция наночастиц гидроксиапатита (ГА) из рыбьей чешуи с помощью высокотемпературного спекания [255]. Изучено влияние температуры и времени спекания и pH обработанного раствора на фазовый состав и морфологию полученных частиц. Показана возможность получения чистого ГА после отжига чешуи, предварительно обработанной основным раствором при 800°C в течение часа, в то время как при отжиге необработанной чешуи получена смесь ГА и $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Обсуждалась возможность получения ГА из чешуи карпа или желтого горбыля.

В инженерии костной ткани пористый гидроксиапатит (НАр) используется в качестве наполнителя для костных дефектов, аугментации, искусственного костного трансплантата и строительного материала. Биологические материалы НАр, полученные из рыбной чешуи, по физико-химическим и биологическим свойствам были эквивалентны химически синтезированному НАр из синтетической жидкости (SBF) [342].

Сделан вывод, что биологически НАр обладает большим потенциалом для превращения рыбной чешуи в высокоценные соединения с использованием простых эффективных процессов.

Известно, что чешуя является надежной биогеохимической меткой для отслеживания происхождения рыб и индикатором загрязнения, так как распределение элементов на её поверхности сильно коррелирует с геохимиче-

ской средой их первоначальной среды обитания. Кроме того, эта корреляция чувствительна к изменению воды в среде обитания из-за адсорбированных неорганических ионов [291, 322].

Были проведены исследования по получению наночастиц альгината с включением коллагенового пептидного хелатированного кальция, полученного из рыбной чешуи. Эти наночастицы значительно улучшают абсорбцию кальция, тем самым предотвращая его дефицит в организме. Практическим применением этих исследований является возможность получения новой пищевой высокоусвояемой добавки кальция с целью снижения его дефицита в организме [307].

Предложен способ производства пищевого рыбного фарша, включающий разделку сырья, предварительное измельчение филе рыбы, подготовку рыбной чешуи и их смешивание, где чешуя подвергается ИК-нагреву в течение 3,0-3,3 ч при 55-56 °С до остаточной влажности 5-7 %, после чего измельчается до размера частиц 0,2-0,3 мм, а смешивание производится при введении предварительно подготовленной чешуи в пропорции к измельченному филе рыбы 10:90 - 25:75 [203].

Получена сухая рыбная основа (СРО) из малоценных продуктов разделки рыб, упакованная в фильтр-пакет, для производства новых видов блюд, где одним из компонентов данной основы является измельченная высушенная рыбная чешуя, конечный продукт удобен в использовании, занимает малые объёмы, а также имеет небольшую массу и увеличенную продолжительность хранения [13, 207]. Дополнительно СРО может быть включена в рецептуры рыбных паст и паштетов, как витаминно-минеральная и белковая добавка.

Известен способ получения пищевой добавки, где в качестве сырья используют коллагенсодержащие отходы, а именно чешую, кожу, кости при следующем соотношении компонентов по массе соответственно: 0,1:99,8:0,1 или 12,5:75:12,5, или 25:50:25, или 37,5:25:37,5, или 49,0:2,0:49,0 [196,239]. Перед температурной обработкой сырьё обеззараживают и обезвоживают.

Использование данной пищевой добавки позволяет снизить норму закладки сырья в рецептуры рыбных котлет, колбас, паштетов и тем самым увеличить выход готовой продукции.

Известен способ получения пищевого белкового продукта воздушно-пористой структуры, где одним из компонентов рецептуры является рыбная чешуя [197].

В качестве пищевого продукта был предложен способ получения порошка из чешуи рыб, где сырая чешуя, предварительно промытая холодной водой, дезинфицируется и обезжиривается 60 % раствором спирта, высушивается в естественных условиях и далее дополнительно высушивается в сублимационной сушилке при пониженных температурах, измельчается и упаковывается в виде порошка под вакуумом [354].

Пищевая биодобавка «Биошуппе» получена путём промывки сырой чешуи, с последующей её проваркой в кипящей воде в течение 20 мин, подвергнута далее сублимационной сушке при давлении 0,18 мБар в течение 24 часов и тонкому измельчению до порошкообразного состояния (размер частиц менее 20 мкм) [162]. Данная добавка рекомендуется к использованию в качестве обогащающих премиксов при создании новых продуктов геродиетического профиля.

Предложен способ производства ветчинно-рубленых консервов из гидробионтов, где в качестве одного из основных компонентов рецептуры является чешуя рыб [193]. Кроме того, разработана технология многокомпонентных консервов в гелеобразных заливках из коллагенсодержащих рыбных ресурсов [252].

В научной литературе представлено достаточно большое количество материалов по пищевому использованию чешуи в составе различных рецептов при изготовлении напитков, йогурта, съедобных плёнок, рыбной колбасы, чая, шоколада, пищевой соли для детей, пенообразователя, желе и других продуктов питания [14, 132, 136, 137, 146, 204, 208, 212, 242, 347, 348, 351,

357, 359, 364-366, 368, 372, 375-379, 381, 385, 395]. Однако широкого промышленного применения эти разработки не нашли.

В последнее время, особенно в пищевой промышленности, широкое применение получил коллаген (желатин): в таких продуктах, как эмульгаторы, пенообразователи, стабилизаторы коллоидных систем, осветляющие вещества, биоразлагаемые упаковочные материалы, агенты для микроинкапсулирования с целью замены их синтетических компонентов на более естественные [301, 122].

Пищевая промышленность использует желатин в качестве ингредиента для улучшения таких свойств как текстура, упругость, консистенция и стабильность. Он применяется в халяльных и кошерных продуктах. В связи со своими реологическими свойствами (в плане физической консистенции и текучести) желатин из теплолюбивых рыб может стать альтернативой говяжьему желатину в пищевых продуктах и оболочках лекарств. Желатин из холодноводных рыб применяется для производства замороженной и охлажденной продукции [116, 405].

Одним из перспективных направлений переработки чешуи является также получение функциональных и биологически активных добавок (БАД). Предложено достаточно большое количество способов получения из рыбной чешуи коллагена и его пептидов [120, 125, 161, 198, 249, 344, 345, 349, 352, 353, 355, 356, 360, 363, 371, 380, 382, 383, 384, 394].

Известна композиция продукта с биологически активными свойствами, предназначенная для людей, занимающихся спортом [159, 163, 164, 190]. Водный экстракт ферментолизата рыбной чешуи получают на основе водного экстракта мяты перечной с содержанием сухих веществ 0,7 % под действием фермента коллагеназы в соотношении по массе: экстракт мяты перечной, измельченная высушенная рыбная чешуя, фермент коллагеназа – 12:1:0,02. Композиция также содержит измельченную цветочную пыльцу, желатин, измельченный высушенный остаток непроферментированной рыб-

ной чешуи и L-карнитин. Компоненты для приготовления композиции берут в определенном массовом соотношении.

Предложена технология переработки чешуи для использования в качестве пищевой (функциональной) добавки для людей пожилого возраста, где исходное сырьё промывают и проваривают в кипящей воде при гидромодуле 1:1 в течение 20 мин. Далее образовавшийся бульон сливается, а твёрдый остаток высушивается в сублимационной сушилке и измельчается. К полученному продукту дополнительно добавляется в определённых соотношениях желатин пищевой, вода и вкусовые добавки (сахар, корица, листья череды, шалфея, мяты). Готовый десертный желевый продукт «Биошуппжеле» обладает приятным вкусом и затяжистой консистенцией [158].

Проведены исследования, в которых чешуя сардины и сардинеллы подвергалась сравнительной биотрансформации под действием четырех типов гидролиза: термический при температуре 130⁰С; ферментативный с использованием фермента Alcalase 2,5L; ферментативно-термический (комбинированный) и ферментативно-термический с предварительным промыванием сырья водой. Ферментативный и ферментативно-термический способы гидролиза рекомендованы в качестве рационального режима для получения активных пептидов, поскольку максимальный выход протеиновых фракций с молекулярной массой менее 10 кДа составлял до 98,1 и 91,7 % соответственно [216]. Водорастворимые фракции гидролизатов из рыбной чешуи были использованы в технологии продуктов питания спортивного назначения.

Были исследованы биофункциональные и физико-химические свойства порошковых и агломерированных ферментированных гидролизатов, полученных из рыбной чешуи, которые обладали достаточно высокой ангиотензин-превращающего фермента (АПФ) тормозящей активностью (препятствует повышению кровяного давления). Однако антиоксидантная активность данных гидролизатов была напротив очень низкая. Сделаны выводы, что получаемые физиологически активные пептиды из рыбной чешуи могут быть

использованы в различных коммерческих предложениях с целью создания продуктов для здоровья людей [328].

Проведены исследования по получению и определению характеристик противомикробного пептида (collagencin) выделенного из рыбного гидролизата, который полностью подавлял рост золотистого стафилококка [140, 288].

В последнее время коллаген и продукты его гидролиза становятся популярными компонентами в составе БАД. Их используют как в жидком (“питьевой” коллаген), так и в сухом виде в составе различных продуктов (чай, кофе, коктейли и др.) [33, 218].

Однако многие проблемы в производстве рыбного желатина связаны с сертификацией исходного сырья и его нестабильным качеством по таким параметрам, как цвет и запах. Более того, рыбный желатин не способен конкурировать по цене с желатином, полученным из млекопитающих. Рыночная цена на рыбный желатин в 4-5 раз выше, чем на желатин, полученный из млекопитающих [405]. Поэтому наиболее распространёнными источниками желатина в настоящее время являются свиная кожа (46 %), бычья кожа (29,4 %), кости крупного рогатого скота (23,1 %). На рыбный желатин приходится менее 1,5 % от общего объёма производства [301, 321, 405].

Основной причиной, сдерживающей получение “морского” коллагена, является очень разная по физико-химическим характеристикам (температуры денатурации, плавления, замерзания и др.), разнородная (холодолюбивые и теплолюбивые, морские и пресноводные гидробионты, кожа, кости, чешуя и др.) и нестабильная (сезонность, район вылова и др.) сырьевая база, в отличие от коллагена млекопитающих [296, 301, 308, 321, 331, 405]. Кроме того, многие предлагаемые технологии по получению рыбного коллагена, как правило, экономически нерентабельны [405, 339].

Необходимо также отметить, что при производстве коллагена из чешуи рыб более половины сухих веществ (минеральные вещества, неколлагеновые белки, жир и др.) сырья безвозвратно теряются, загрязняя тем самым окружающую среду. В России отсутствуют предприятия по получению коллагена

из сырья гидробионтов. На сегодняшний день имеется всего два предприятия, производящих коллаген преимущественно из спилок шкур крупного рогатого скота: ОАО Лужский завод «Белкозин» г. Луга Ленинградской области, построенный еще в советский период, и крупнейший в России промышленный комплекс по производству коллагена на базе Верхневолжского кожевенного завода в г. Осташкове Тверской области, открывшийся в феврале 2015 г. [33].

Ставропольская компания «Тритон-Атлауа» планирует организовать самое крупное в России производство коллагена из рыбы. Инвестиционные вклады в будущее предприятие составят около 260 млн руб., которое рассчитывают окупить уже через два года при выработке не менее 1 тыс. т коллагена в год (8 % потребляемого объёма российским рынком). Коллаген будут вырабатывать из шкуры рыб, а из чешуи - желатин. Согласно графика строительства, завод начнёт работу уже осенью 2017 г. Продукция пойдет на производство лекарств и биологически активных добавок, а также ранозаживляющих губок и бинтов, пропитанных коллагеном. Планируется, что основными покупателями станут силовые структуры и больницы [146, 238].

Одним из направлений переработки чешуи является производство удобрений. Предложен способ получения органического удобрения и кормовых добавок на основе остаточных продуктов переработки рыбных отходов, где смесь из любых рыбных отходов измельчают, нагревают, осуществляют анаэробное сбраживание, разделяют на жидкую и твёрдую составляющие, жидкую фракцию, герметично тарируют, а биологический осадок подвергают переработке методом гликолиза и отделения оставшейся влаги, в конечный пастообразный продукт добавляют смесь низкомолекулярных жирных кислот [199].

Проведены исследования по использованию рыбной чешуи в качестве промышленного сырья для её ферментативного гидролиза протеазой *Aspergillus niger* AB100-A с целью получения высокобелкового водорастворимого органического удобрения, показавшие перспективность использова-

ния сырья для производства жидких удобрений [275]. Предложены способы получения комплексных удобрений, где одним из компонентов является рыбная чешуя [327, 343, 346, 362, 369, 370, 386, 389]. Кроме того, известно, что рыбная мука (в т. ч. рыбная чешуя) является одним из лучших натуральных органических удобрений. Однако использование рыбной муки из-за её дефицита и высокой стоимости в данном направлении нецелесообразно, за исключением случаев, когда была нарушена технология её производства (повышенные кислотное и перекисное числа, содержание влаги и др.) или истёк срок годности кормового продукта. Рыбная чешуя также добавляется в корма для птицы [166].

Предложен способ получения муки из рыбной чешуи после снятия с нее гуанина керосином, включающий полное удаление из оставшейся массы резкого запаха керосина активным вентилированием при 70 °С и высушиванием до влажности 10 % с последующим измельчением до муки. Обогащенные данным продуктом комбикорма скармливали курам-несушкам и племенным телкам [188].

Разработан способ получения кормовой белково-минеральной муки из охлажденной или замороженной чешуи с добавлением измельченной кожи рыб в количестве 50-75 % от массы сырья с последующей сушкой смеси горячим воздухом (110 °С) до влажности не более 12 % [189].

Известен способ получения рыбной кормовой муки, отличающийся тем, что к обезжиренному подпрессовому рыбному бульону добавляют твёрдый наполнитель (рыбная чешуя или смесь рисовой шелухи и рыбной чешуи) в количестве 50 % от массы смеси и высушивают до 12 % влаги. Данный продукт содержит 42-48 % протеина [191]. Описан способ обработки чешуи в атмосфере пара при давлении паров 1,8-3,0 атм. при 115-135 °С в течение 15 -30 мин, и последующем высушиванием при температуре 120-150 °С до содержания влаги около 7 % и измельчении до состояния порошка с целью использования в качестве корма или удобрения [388].

Запатентован способ переработки кератинсодержащего сырья на корм (в том числе рыбной чешуи) путём его обработки ферментами, поверхностно-активными веществами и мочевиной [387]. Предложен ряд рецептур комбикормов с использованием в качестве одного из компонентов рыбной чешуи [184, 361, 367, 373, 374].

Рыбный коллаген и продукты его гидролиза находят достаточно широкое применение в приманках для лова и привлечения рыб к кормам [65, 66, 167, 407], а также снижения степени растворимости стартовых комбикормов в воде [4].

1.2.5 Заключение по обзору литературы

На основании проведённого литературного обзора, с учётом специфики переработки и биопотенциала коллагенсодержащего рыбного сырья и исходя из научно-прикладного характера данного исследования были сделаны следующие выводы:

1. Коллагенсодержащее сырьё, образующееся в процессе разделки рыбы, является скоропортящимся и нуждается в немедленной обработке.

2. Большинство рыбоперерабатывающих предприятий в России и за рубежом имеет малые и средние производственные мощности и не имеют возможности накопления и сохранения небольших объёмов образующегося коллагенсодержащего сырья для последующей его переработки на продукцию с высокой добавленной стоимостью (коллаген, желатин, пептиды, аминокислоты и др.).

3. Учёными всех стран ведутся активные исследования по переработке и использованию коллагенсодержащего рыбного сырья в различных направлениях, однако наиболее рациональным применением данного сырья в настоящее время является его непосредственное использование в пищу или производство кормовой муки.

4. Чешуя рыб способна накапливать и иметь повышенную ПДК тяжёлых металлов, что ограничивает её применение в пищевом направлении.

5. Использование чешуи в качестве сырья для получения кормовой рыбной муки традиционными способами приводит к ряду технологических проблем: при варке такого сырья образуется клейкая масса, которую проблематично не только высушить, но и извлечь из сушильной установки, отверстия шнека-отцеживателя, волчка и пресса забиваются чешуёй, препятствуя нормальной работе оборудования.

6. В Калининградской области основным источником получения рыбной чешуи является мороженая сардина (*Sardina pilchardus*) и сардинелла (*Sardinella aurita*), выловленные в морской экономической зоне Марокко и Мавритании и направляемые на производство рыбных консервов.

7. В настоящее время чешуя рыб мало востребована и фактически является выбросом предприятий, загрязняя тем самым окружающую среду.

8. Рыбная чешуя – ценное сырьё для получения кормовой продукции (содержит 39,7-57,8 % белка и 31,1-55,7 % минеральных веществ на сухое вещество), но экономически эффективный способ её переработки пока не разработан.

2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Объекты исследований

Объектами исследований являлись мороженые и охлаждённые рыбные отходы: чешуя сардины и сардинеллы, головы судака, трески, тунца, кожа судака и окуня; кости (хребты) судака, тканевая рыбная жидкость (ТУ 928314-001-00471544-2017) (Приложение К); килька (ГОСТ 32744-2014, ГОСТ 32004-2012), а также продукты переработки обезжиренного подпрессового рыбного бульона (рыбный белковый концентрат (РБК) и концентрат низкомолекулярных азотистых соединений (КНМАС)), полученные согласно патента РФ № 2116731); барда сухая спиртовая (ГОСТ Р 53098-2008); отруби пшеничные (ГОСТ 7169-66) [94, 97, 106, 113]. Сырьё было получено от различных предприятий Калининградской области.

Основным объектом исследований являлась чешуя сардины и сардинеллы, образующаяся в процессе разделки рыбы при производстве консервов на ООО «РосКон». Использовали мороженые и охлаждённые кожи окуня и судака, хребты судака (ООО «Раскат-Трейд» п. Каширское), головы трески, тунца, балтийскую кильку (ООО РК «За Родину» г. Светлый), обезжиренный подпрессовый бульон, тканевую рыбную жидкость (ООО «ПГТ-СТРОЙ» г. Калининград, ООО НПП «Прок-М») и продукты его переработки (РБК, КНМАС) [1, 192].

В качестве технологических добавок растительного происхождения, применяемых для очистки чешуи от примесей, были исследованы сухая спиртовая барда (ООО «Итар» г. Калининград), полученная в процессе производства пищевого спирта и отруби пшеничные (ООО «ЧКЗ» г. Черняховск).

Общая схема проведения основных этапов исследований представлена на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Общая схема проведения основных этапов исследования

Основная часть аналитических, экспериментальных и практических исследований выполнена на производственной базе ООО НПП «Прок-М», а также в ФГБОУ ВО КГТУ в научно-исследовательских лабораториях кафедры химии и микробиологической лаборатории кафедры ихтиопатологии и гидробиологии. Отдельные этапы исследований проводились в химической лаборатории Института океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук, испытательном лабораторном центре ФГУП «АтлантНИРО», в ФГБОУ «Центр агрохимической службы “Калининградский”» Минсельхоза России.

Производственные испытания и промышленное внедрение разработанной технологии осуществлялось в условиях ООО НПП «Прок-М». Биологические испытания полученной муки кормовой на основе рыбной чешуи в составе продукционных комбикормов для молоди рыб проводились в условиях нерестово-выростного хозяйства (НВХ) «Прибрежное» Калининградской области.

2.2 Методы исследований

При выполнении экспериментальных работ использовали стандартные, общепринятые химические, физико-химические, биохимические, органолептические, микробиологические, математические методы исследований и оригинальные методики. Отбор средних проб рыбных отходов и готовой продукции, подготовка их к анализу проводилась в соответствии с ГОСТ 31339-2006, и ГОСТ 7631-2008 [89, 100]. Методы определения органолептических и физических показателей рыбного сырья - по ГОСТ 7636-85, ГОСТ 13496.13-75, комбикормового сырья (сухая спиртовая барда, пшеничные отруби) - по ГОСТ 13496.0-2016 [74, 75, 101]. Определение массовой доли воды в чешуе, рыбных отходах, кормах, готовой продукции определяли по ГОСТ 7636-85 (п.3.3.1), ГОСТ Р 54951-2012 [101, 110]. Определение массовой доли влаги в сухой спиртовой барде - по ГОСТ Р 13496.3-92 [78]. Определение массовой

доли воды определяли высушиванием навески при 100-105⁰С, с последующим взвешиванием и определением массы испарившейся воды. Определение массовой доли влаги в пшеничных отрубях – по ГОСТ 9404-88 [102]. Качество воды питьевой определяли по ГОСТ Р 51309-99 [103]. Содержание общего азота (белка) в рыбном и растительном сырье, а также в кормах и готовой продукции (после осаждения белков в трихлоруксусной кислоте) определяли по методу Кьельдаля ГОСТ 7636 – 85 (п. 8.9.1.), ГОСТ 13496.4-93 на приборе «Kjeltec 2300» (Foss, Швеция, 2000) [79, 101]. Определение общего азота (ОА), небелкового азота (НБА), формольно-титруемого азота (ФТА), водорастворимого азота (ВА) (после предварительного отделения взвешенных частиц методом фильтрования) в рыбном бульоне определяли по ГОСТ 7636-85 [101]. Массовую долю золы для рыбного и растительного сырья, а также кормов и готовой продукции определяли путём взвешивания после сжигания навески в муфельной печи по ГОСТ 7636-85 (п.11.6.1), ГОСТ 26226-95, ГОСТ 32933-2014 [83, 98, 101]. Массовую долю золы, не растворимой в соляной кислоте, в чешуе и муке кормовой на её основе определяли по ГОСТ 13496.14, ГОСТ 32045-2012 [95, 114]. Органолептические показатели (внешний вид, запах) - по ГОСТ 7636-85, ГОСТ 13496.13-75 [75, 101]. Наличие посторонних примесей - по ГОСТ 7636-85 [101]. Металломагнитную примесь размером не более 2 мм - по ГОСТ 13496.9-96, ГОСТ 31484-2012 [80, 91].

Общие липиды экстрагировались бинарным растворителем по модифицированному методу Блая и Дайера [220], а также по ГОСТ 13496.15-97, ГОСТ 7636-85 [76, 101]. Качество жира контролировали по количеству кислотного и перекисного чисел, определение которых проводилось стандартными методами - по ГОСТ 7636-85 (п.7.9.1, п.7.12.1) и ГОСТ 13496.18 [77, 101]. Содержание углеводов в растительном сырье и кормах - по ГОСТ 26176-91, ортотолуидиновым методом [82, 259]. Массовую долю клетчатки - по ГОСТ 31675-2012 [93]. Массовую долю хлористого натрия в чешуе и муки кормовой на её основе - по ГОСТ 7636-85, фосфора - по ГОСТ 26657- 97,

кальция - по ГОСТ 26570-95, железа, калия, натрия, магния, марганца - по ГОСТ 32343-2013, свинца, кадмия - по ГОСТ 30178-96, ГОСТ Р 53100-2008, мышьяка - по ГОСТ Р 51766-2001, ГОСТ Р 53101-2008, ртути - по МУ 5178-90, МУК 4.1.1472-03, меди, цинка - по ГОСТ 30692-2000, МУ 01-19/47-11-92 ГКСЭН, кобальта - по ГОСТ 33445-2015 [84, 85, 87, 88, 96, 99, 101, 107, 108, 111, 170, 172, 173]. Макро- и микроэлементный состав производственных образцов кормовых продуктов определяли методом атомно-абсорбционного анализа на приборе AA240FS Fast Sequential Atomic Absorption Spectrometer "Varian" (Varian Inc., США). Пестициды (гексахлорциклогексан (α , β , γ – изомеры), ДДТ (дихлордифенилтрихлорэтан) и его метаболиты, алдрин, гептахлор) определяли по ГОСТ Р 52698-2006, ГОСТ 31481-2012, МУ 2142-80 [90, 105, 171]. Аминокислотный состав чешуи и муки кормовой на её основе определялся по методике М-04-38-2009 методом капиллярного электрофореза на приборе Капель 105М («Люмэкс», Россия) [165]. Жирнокислотный состав чешуи и муки кормовой на её основе, определяли по ГОСТ 31663-2012 на газовом хроматографе Agilent GC 7820A (фирма Agilent Inc.) [92].

Микробиологические испытания сырья и готовой продукции проводили в соответствии с Правилами бактериологического исследования кормов, утверждёнными ГУВ Министерства сельского хозяйства от 10.06.1975 г. [210]. Определение КМАФим, энтеропатогенных эшерихий коли, патогенных микроорганизмов, в т. ч. сальмонелл, протей, анаэробов - по ГОСТ 25311-82 [112]. Токсичность (выживаемость инфузорий) - по ГОСТ 29136-91, ГОСТ 52337-05 [86, 104].

Оценку питательной ценности комбикормов для форели с включением рыбной чешуи проводили по методике М. А. Щербины (1983) по следующим показателям:

1. Химический состав кормов по следующим группам веществ: влага, сырой протеин, жирные кислоты, общие липиды, зола, углеводы валовая энергия.

2. Затраты корма на единицу прироста массы рыб рассчитывали по формуле:

$$Z_k = \frac{C_k}{M_1 - M_0}, \quad (2.1)$$

где C_k - количество корма, потребленного рыбой, г;

M_0, M_1 - средняя масса рыб в начале и конце эксперимента, г.

3. Для оценки изменений в обмене веществ у рыб рассчитывали:

а) показатель накопления органических и минеральных веществ в 1 кг прироста рыб:

$$H_{\text{пр}} = \frac{M_1 P_1 - M_0 P_0}{M_1 - M_0} \times 10, \quad (2.2)$$

где M_0, M_1 - средняя масса рыб в начале и в конце эксперимента, г;

P_0, P_1 - содержание питательного вещества в теле рыб в начале и в конце эксперимента, %.

в) показатель накопления органических и минеральных веществ на 1 кг первоначальной массы рыб:

$$H_{\text{перв.}} = \frac{M_1 P_1 - M_0 P_0}{M_0} \times 10, \quad (2.3)$$

где M_0, M_1 - средняя масса рыб в начале и в конце эксперимента, г;

P_0, P_1 - содержание питательного вещества в теле рыб в начале и в конце эксперимента, %.

4. Среднесуточный прирост рассчитывали по формуле:

$$M_{\text{ср.сут.}} = \frac{2(M_1 - M_0)}{(M_1 - M_0) \times T} \times 100, \quad (2.4)$$

где M_0, M_1 - средняя масса рыб в начале и в конце эксперимента, г;

T - продолжительность эксперимента, сутки.

5. Абсолютный прирост рассчитывали по приращению массы за период эксперимента.

6. Относительный прирост рассчитывали по формуле:

$$M_{\text{отн.}} = \frac{M_1 - M_0}{M_0} \times 100, \quad (2.5)$$

где M_0, M_1 - средняя масса рыб в начале и в конце эксперимента, г [151, 259, 264].

Потенциальную энергию определяли расчётным методом, суммируя средние показатели теплоты сгорания углеводов (17,6 кДж/кг), протеина (23,8 кДж/кг), липидов (39,7 кДж/кг) [37].

Содержание жирных кислот определяли методом газовой хроматографии на хроматографе GC-9A фирмы “Shimadzu” (Япония). Статистическую обработку проводили по общепринятым методикам с использованием системы обработки данных C-R3A фирмы “Shimadzu” [152, 156]

Количественное определение гематологических показателей крови, сухого вещества, сырого протеина, липидов, минеральных веществ проводили по общепринятым методикам [71, 151].

Динамику изменения температуры сушки смеси рыбного сырья, а также нагрев сырой смеси при очистке чешуи сухим способом осуществляли при помощи бесконтактного инфракрасного термометра (пирометр) Mastech MS6530B (диапазон измерения до 350 °C), погрешность измерения $\pm (1,5\% + 1 \text{ } ^\circ\text{C})$, время отклика - 0,5 с.

Экономическую эффективность проекта рассчитывали по методике КГТУ [70].

Статистическую обработку данных проводили стандартными методами с использованием пакетов прикладных программ Microsoft Office (MS Excel) профессиональный плюс 2010, надстроек “Анализ данных” и “Пакет анализа”, «Mathcad 2000 Professional» на 95%-ном доверительном уровне.

2.3. Постановка экспериментальных исследований

Известно, что рыбная слизь, находящаяся на поверхности чешуи, является хорошей питательной средой для развития микроорганизмов. Чешуя, образующаяся в процессе разделки рыбы, содержит различные органические примеси (жир, кусочки кожи и мяса, кровь, внутренности, косточки, плавники, жаберные крышки и др.), которые способствуют быстрой её порче в результате развития гнилостной микрофлоры. Кроме того, чешуя и слизь рыб,

способны аккумулировать тяжёлые металлы (в частности цинк), поступающие из окружающей среды.

При использовании чешуи сардины и сардинеллы в качестве сырья для получения кормовой продукции необходимо предварительно удалить из неё слизь, органические примеси, а также избыточное количество цинка, что способствует увеличению времени хранения её до обработки и получению качественного готового продукта.

С этой целью были проведены технологические исследования по предварительной обработке чешуи различными способами: промывкой водой, творожной сывороткой, а также хранение её в воде и творожной сыворотке до обработки, варкой и сухой очисткой с использованием растительного сырья (технологическая добавка).

Для определения потерь массы при промывке водой чешуи в лабораторных условиях использовали мороженую чешую сардинеллы, полученную после разделки при производстве консервов на ООО «РосКон». Чешую размораживали на воздухе в лабораторных условиях, погружали в воду с разной температурой (гидро модуль 1:6 по массе) и перемешивали в течение всего времени промывки. Далее полученный раствор разделяли при помощи металлической сетки (размер ячеек 0,5x 0,5 мм) и оставшуюся твердую часть высушивали до постоянной массы.

В качестве контроля использовалась высушенная до постоянной массы необработанная чешуя сардинеллы. Результаты эксперимента представлены в подподразделе 3.2.2.

Для определения потерь массы при варке в воде в лабораторных условиях использовали размороженную чешую сардинеллы. В кипящую воду одновременно опускали одинаковые по массе образцы чешуи в марлевых мешочках и через каждые 10 мин варки вынимали по одному образцу (гидро модуль 6:1) и после стекания жидкости высушивали до постоянной массы. Результаты исследований представлены в подподразделе 3.2.2.

В производственных условиях ООО НПП «Прок-М» определяли потери массы охлаждённой чешуи сардины и сардинеллы, полученных от ООО «Раскат-Трейд» и ООО «РосКон», в зависимости от времени хранения. Чешую хранили перед обработкой в промышленных полимерных контейнерах (температура воздуха цеха 18 – 20 °С). Отбирали навески одинаковой массы и промывали в течение 1 мин на металлической сетке (размер ячеек 0,5 x 0,5 мм) водой с температурой 50 °С, после стекания жидкости чешую высушивали до постоянной массы. Результаты исследований представлены в подразделе 3.2.2.

Для определения потерь массы коллагенсодержащего сырья при промывке водой, творожной сывороткой и хранения его в них в лабораторных условиях были исследованы охлаждённая чешуя сардины и кожа судака.

Одну часть необработанной рыбной чешуи и кожи судака заливали холодной водой (пробы № 2, 8), гидромодуль 1:2, другую часть сырья заливали молочной сывороткой (пробы № 3, 9), гидромодуль 1:2. Другие образцы рыбной чешуи и кожи судака промывали холодной водой при гидромодуле 1:6 и после стекания воды часть образцов оставляли (пробы № 4, 10), часть образцов промывали водой и затем снова заливали их водой для хранения (пробы № 5, 11), а часть заливали молочной сывороткой (пробы № 6, 12). В качестве контроля (пробы № 1, 7) использовалось исходное необработанное коллагенсодержащее сырьё. Испытания по срокам хранения образцов чешуи сардины и кожи судака, обработанной вышеуказанными способами, проводили при комнатной температуре.

Предельные сроки хранения устанавливали по изменению органолептических и микробиологических показателей. Результаты эксперимента представлены в подразделе 3.2.2.

Для определения потерь массы чешуи в предлагаемом (патент РФ № 2621028 Воробьев В.И.) способе её сухой очистки в качестве чистящего агента было использовано сухое растительное сырьё (технологическая добавка) [202].

В производственных условиях ООО НПП «Прок-М» растительное сырьё (сухая спиртовая барда, пшеничные отруби или их смесь) загружалось в работающую установку (УПС-01) для получения сухой протеиновой смеси с быстровращающимися ножами (40 оборотов в секунду), к которому в определённых соотношениях добавляли необработанную чешую, при этом происходило перемешивание и очистка чешуи. Полученная в течение 10-30 с смесь с температурой 28 – 30 °С выгружалась из установки и фракционировалась во вращающемся ситчатом (ячейка 5×5мм) барабане-просеивателе. В результате получались: очищенная чешуя и обогащённое компонентами рыбного происхождения растительное сырьё.

Необходимость загрузки сначала сухого растительного сырья в установку УПС-01 связана с созданием в емкости его аэродинамического потока (тора), выполняющего роль механической щётки, за счёт скоростного соударения (трения) о чешую, а также как влагоотнимающего агента. Результаты исследований представлены в подразделе 3.2.3.

Для снижения содержания цинка в муке кормовой на основе рыбной чешуи применялось различное рыбное сырьё (головы трески, кожа окуня, килька балтийская), используемое при последующем совместном его высушивании в установке УПС-01 в определённых соотношениях с предварительно очищенной способом сухой очистки рыбной чешуи (подраздел 3.2.3.).

Также были использованы различные технологические добавки (сухая спиртовая барда, пшеничные отруби и их смеси) при предварительной сухой очистке ими необработанной рыбной чешуи в установке УПС-01 (подраздел 3.2.3.)

Рыбный бульон отбирали в ёмкости после его обезжиривания в условиях производства кормовой рыбной муки по центрифужно-сушильной схеме на оборудовании Alfa Laval (Швеция) в ООО «ПГТ-Строй» (Калининград). Результаты исследований представлены в подразделе 3.5.

Свободно вытекающую рыбную тканевую жидкость собирали в ёмкости при открывании крана (расположен внизу) рыбного контейнера с хранящимся в нем охлаждённым перед обработкой рыбным сырьём, в условиях производства ООО «ПГТ-Строй» и ООО НПП «Прок-М». Результаты исследований представлены в подразделе 3.5

Для определения выхода тканевой жидкости из рыбного сырья использовали лабораторный гидравлический винтовой пресс с манометром, прессовочную плиту и перфорированную ёмкость с диаметром отверстий 1 мм с приёмным лотком для сбора тканевой жидкости.

Исследуемые образцы рыбного сырья загружались в перфорированную ёмкость, сверху на рыбную массу укладывалась прессовочная плита и при помощи винта в течение 2 мин осуществлялось её прессование с указанными значениями давления. Вытекшая через отверстия ёмкости тканевая рыбная жидкость собиралась в стеклянный мерный цилиндр с ценой деления 1мл, где быстро расслаивалась (за счёт разности плотности жира и тканевой жидкости при температурах от 1 до 15 °С) на поверхностный жировой слой и обезжиренную тканевую жидкость с присутствующими взвешенными частицами. В процессе прессования контролировались: давление, температура, степень измельчения и время прессования рыбного сырья, а также масса рыбного сырья до и после прессования, масса вытекшей тканевой жидкости, объём тканевой жидкости и жира, количество сухих веществ, содержащихся в тканевой жидкости.

Измельчение рыбного сырья перед прессованием осуществлялось при помощи ножа-сетки с различным сечением ячеей (7×3 см, 3×3см, 3×1см, 1×1см) или кухонного комбайна Moulinex D FBO C1. Результаты исследований представлены в подразделе 3.5.

В производственных условиях ООО НПП «Прок-М» обезжиренный рыбный бульон в количестве 40 л подогревали до 95 °С в котле пароэлектрическом (КПЭ-60) и добавляли 20 л рыбной тканевой жидкости, свободно вытекавшей из массы размороженного рыбного сырья (головы ставриды, плав-

ники и др.), хранящегося навалом в ёмкостях перед обработкой, выдерживали в течение 10 –15 мин, образовавшуюся смесь пропускали через металлическое сито с диаметром отверстий 0,1 мм и оставляли для стекания жидкости в течение 15 мин. Цикл повторяли несколько раз. В результате образовывался сметанообразный серый сгусток (влажный РБК) и рыбная жидкость, дополнительно отделённая после отстаивания от осадка (осадок добавлялся к влажному РБК).

Рыбная жидкость концентрировалась путём упаривания в КПЭ-60 до содержания сухих веществ 50,1 % (КНМАС). Также обезжиренный рыбный бульон концентрировался путём упаривания в КПЭ-60 до содержания сухих веществ 32,0 % (КРБ).

Полученные РБК с массовой долей сухих веществ 19,8 %, КНМАС и КРБ, были использованы в качестве составляющих смеси рыбного сырья при производстве муки кормовой на основе рыбной чешуи. Результаты исследований представлены в подразделе 3.6

Эффективность использования муки кормовой на основе рыбной чешуи в комбикормах проводилась в рамках научно-исследовательской работы по теме № 2/95 кафедры химии КГТУ «Провести испытания коллагенсодержащего компонента в составе продукционного форелевого корма» под руководством д.б.н., профессора Сергеевой Н.Т. [184, 233].

Рыбная мука, массовая доля которой в рецептуре продукционного корма для форели АК – 1 ФП (контроль) составляла 40 %, была частично заменена мукой кормовой на основе рыбной чешуи сардины. Целью работы являлась рыбоводно-биологическая характеристика эффективности введения (РФ № 2262861 **Воробьёв В.И.**, Сергеева Н.Т.) кормовой муки на основе рыбной чешуи в комбикорма при выращивании форели.

Испытания частичной замены рыбной муки в рецептурах кормов на кормовую муку на основе рыбной чешуи проводились в условиях нерестово-выростного хозяйства (НВХ) «Прибрежное» Калининградской области, в течение 70 дней, с 27 мая по 4 августа 2001 г. Форель с начальной средней мас-

сой 4,8 – 5,5 г выращивали в садках по 1300 штук. Выращивание форели проводили при температуре 14,0 – 22,5 °С, содержание кислорода в воде составляло 8,0 – 10,7 мг/л.

Проведено 4 серии опытов. В опытах 1, 2, 3, 4 форель кормили гранулированным кормом с введением муки кормовой на основе рыбной чешуи и рыбной муки соответственно 15 и 30, 20 и 25, 25 и 20, 35 и 10 %.

Комбикорма были изготовлены на линии фирмы NICHIRO CORPORATION (Япония) по получению экспериментальных гранулированных кормов (гранулятор фирмы ANDRITZ SPROUT – BAUER model 500L JUNIOR PELLET ASE) и хранились в специально оборудованном помещении с соблюдением требуемых условий хранения. Показатели качества липидов комбикормов соответствовали ТУ 15-615-84 «Комбикорма гранулированные тонущие для разновозрастных рыб», при этом показатели перекисного и кислотного чисел не превышали нормативных величин (0,3% J_2 , 30 мг КОН) [246]. Кормление рыб проводили вручную [134]. Результаты исследований представлены в подразделе 3.9.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1 Выбор сырья для производства муки кормовой на основе рыбной чешуи

Дефицит кормовой рыбной муки в обозримом будущем будет возрастать, поэтому ведутся активные поиски её замены другими источниками животного и растительного происхождения (но не из рыбы), как основного компонента рыбного корма. Тем не менее, разработка экономически эффективной технологии, позволяющей перерабатывать недоиспользуемые рыбные отходы с целью получения кормовых продуктов, позволила бы частично заменить рыбную муку и снизить её дефицит в кормах.

В процессе переработки рыбы образуется значительное количество недоиспользуемых коллагенсодержащих рыбных отходов (чешуя, кожа, рыбные бульоны и др.) [51, 237]. Под термином рыбные отходы понимается рыбная продукция в виде непригодных для производства пищевой продукции видов сырья или образовавшихся в процессе производства рыбной продукции его неиспользуемых остатков [214].

В Калининградской области на рыбоперерабатывающих предприятиях имеется достаточно большое количество отходов, образующихся при переработке рыбного сырья, в том числе рыбная чешуя сардины, сардинеллы, судака, кожа судака и окуня, головы и хребты судака и трески, некондиционная килька, обезжиренные рыбные бульоны, которые были использованы в качестве сырья для получения кормовой продукции.

Дополнительно были использованы продукты переработки рыбных бульонов РБК и КНМАС. В качестве технологических добавок, применяемых с целью очистки рыбной чешуи от примесей, были использованы сухая спиртовая барда и пшеничные отруби, или их смесь.

Химический состав сырья, который был использован для получения муки кормовой на основе рыбной чешуи, представлен в таблице 3.1. [1, 36, 135, 141, 148, 178, 192, 205, 222, 245, 253].

Таблица 3.1 – Химический состав сырья, использованного для получения муки кормовой на основе рыбной чешуи

| Сырье | Влага, % | Сырой протеин, % | Жир, % | Зола, % |
|----------------------------|------------|------------------|-----------|-------------|
| Чешуя сардины и сардинеллы | 32,5 -38,5 | 29,5-36,5 | 0,5 – 1,5 | 29,0 – 32,0 |
| Судак (кожа) | 66,5 | 30,6 | 1,1 | 1,8 |
| Судак (кости) | 62,3 | 17,8 | 7,8 | 12,0 |
| Судак (головы) | 68,7 | 17,1 | 4,2 | 9,4 |
| Окунь (кожа) | 67,4 | 29,1 | 1,5 | 1,5 |
| Килька | 69,1 -78,1 | 16,8 | 5,4 -12,9 | 1,5 – 2,4 |
| Тунец (головы) | 59,1 | 19,7 | 13,4 | 6,4 |
| Треска (головы) | 79,0 | 14,6 | 0,4 | 6,0 |
| Обезжиренный рыбный бульон | 89,0– 94,0 | 4,0-10,0 | 0,2 -1,0 | 0,1 -2,0 |
| РБК | 8,22 | 84,81 | 4,78 | 2,19 |
| КНМАС | 6,2 | 73,81 | 0,57 | 19,42 |
| Барда спиртовая* | 10,3 | 27,0 | 6,6 | 8,7 |
| Отруби пшеничные** | 12,5 | 14,7 | 4,3 | 4,3 |

* содержание углеводов составляет 46,0 и 64,2 %

Как видно из таблицы 3.1, чешуя сардины и сардинеллы имеет достаточно высокое содержание сырого протеина и минеральных веществ.

При проведении исследований основным сырьём для производства муки кормовой на основе рыбной чешуи являлись чешуя сардинеллы (*Sardinella aurita*) и сардины (*Sardina pilchardus*). С целью соответствия показателям безопасности сырья для производства кормовой рыбной муки был определён их химический состав (таблицы 3.2-3.4).

Таблица 3.2 – Физико-химические показатели чешуи сардинеллы и сардины

| Наименование показателей | Результаты определения | | Величины допускаемого уровня, не более |
|---------------------------------------------------------|------------------------|-------------------|----------------------------------------|
| | сардинелла | сардина | |
| Массовая доля влаги, % | 6,50±0,70 | 7,20±0,10 | 12,00 |
| Массовая доля жира, % | 8,30±0,07 | 12,70±0,10 | 18,00 |
| Массовая доля сырого протеина, % | 49,90±0,10 | 45,00±0,10 | 50,00 |
| Массовая доля фосфора, % | 5,62±0,01 | 6,20±0,70 | 5,00 |
| Массовая доля хлористого натрия, % | 0,30±0,05 | 0,53±0,04 | 5,00 |
| Массовая доля кальция, % | 14,10±0,10 | 15,80±0,15 | 13,00 |
| Массовая доля золы, не растворимой в соляной кислоте, % | 0,46±0,05 | 0,65±0,08 | 1,00 |
| Кислотное число, мг КОН/г | 35,80±0,40 | 53,20±0,10 | 55,00 |
| Наличие посторонних примесей, мг | не обнаружено | не обнаружено | не допускаются |

Таблица 3.3 – Содержание токсичных элементов в чешуе сардинеллы и сардины

| Токсичные элементы | Результаты определения, мг/кг | | Величины допускаемого уровня, не более |
|--------------------|-------------------------------|--------------------|----------------------------------------|
| | сардинелла | сардина | |
| Свинец | 1,36±0,27 | 0,57±0,11 | 5,00 |
| Мышьяк | 0,56 ± 0,11 | 0,33± 0,06 | 2,00 |
| Кадмий | 0,15±0,03 | 0,14±0,03 | 2,00 |
| Ртуть | 0,07±0,01 | 0,05±0,01 | 0,50 |
| Медь | 3,75 ± 0,75 | 3,90 ± 0,80 | 80,00 |
| Цинк | 95,9±19,20 | 135,9±14,00 | 100,00 |

Таблица 3.4 – Содержание пестицидов в чешуе сардинеллы и сардины

| Пестициды | Результаты определения, мг/кг | | Величины допускаемого уровня, не более |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------|----------------------------------------|
| | сардинелла | сардина | |
| Гексахлорциклогексан (α , β , γ - изомеры) | 0,0012±0,0002 | 0,00017±0,00003 | 0,20 |
| ДДТ и его метаболиты | <0,0035 | 0,00010±0,0002 | 0,40 |
| Алдрин | <0,00001 | Не обнаружено | Не допускается |
| Гептахлор | <0,00001 | Не обнаружено | Не допускается |

Таблица 3.5 – Микробиологические показатели чешуи сардинеллы и сардины

| Микробиологические показатели | Результаты определения, КОЕ/г | | Величины допускаемого уровня, |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| | сардинелла | сардина | |
| (КМАФАнМ) | 4,0 x 10 ³ КОЕ/г | 4,5x10 ³ КОЕ/г | Не более 5x10 ⁵ КОЕ/г |
| Энтеропатогенные <i>Escherichia coli</i> | Не обнаружены в 1 г | Не обнаружены в 1 г | Не допускается в 1 г |
| Патогенные микроорганизмы, в т.ч. <i>Salmonella</i> | Не обнаружены в 50 г | Не обнаружены в 50 г | Не допускается в 50 г |
| Протей | Не обнаружены в 1 г | Не обнаружены в 1 г | Не допускается в 1 г |
| Анаэробы | Не обнаружены в 1 г | Не обнаружены в 1 г | Не допускается в 1 г |
| Токсичность (выживаемость инфузорий), %, критерий токсичности) | Не токсично (82,00 % - критерий токсичности) | Не токсично (82,00% -критерий токсичности) | Не токсично (80 % -100 % выживаемости стилонихий) |

Таблица 3.6 – Содержание радионуклидов в чешуе сардины

| Радионуклиды, | Результаты определения, Бк/кг | Величины допускаемого уровня, не более, Бк/кг |
|---------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| | сардина | |
| Цезий-137 | <25,30 | 600 |
| Стронций-90 | <17,20 | 200 |

Содержание общей золы чешуи сардины и сардинеллы составляет 35,10 и 35,30 % соответственно.

Из таблиц 3.2 - 3.6 видно, что химический состав чешуи сардины и сардинеллы имеет пониженное содержание сырого протеина (менее 50 %) и повышенное содержание фосфора (более 5%), кальция (более 13%) и цинка (более 100 мг/кг) по сравнению с установленными показателями в соответствии с ГОСТ на муку кормовую рыбную [81]. Учитывая установленное содержание цинка, дополнительно были проведены химические исследования макро- и микроэлементного состава партий чешуи сардины, сардинеллы. Макро- и микроэлементный состав чешуи рыб представлен в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Макро- и микроэлементный состав высушенной чешуи сардины и сардинеллы

| Чешуя рыб | Макро- и микроэлементный состав чешуи рыб, (%) | | | | | | | | (мг/кг) | |
|------------|------------------------------------------------|------|-------|------|------|------|------|------|---------|-----|
| | P | N | Ca | Mg | Fe | Mn | K | Na | Cu | Zn |
| Сардина | 7,75 | 7,74 | 16,91 | 0,37 | 7,40 | 1,60 | 1,61 | 2,39 | 6 | 95 |
| Сардинелла | 7,46 | 7,00 | 30,52 | 0,47 | 5,50 | 3,30 | 1,13 | 4,38 | 6 | 140 |

Из таблицы 3.7 видно, что содержание цинка в чешуе сардины и сардинеллы находится на уровне или превышает установленный показатель (не более 100 мг/кг), для муки кормовой рыбной [81].

Анализ биологической ценности чешуи сардины и сардинеллы, полученной от ООО «РосКон», достаточно подробно представлен в работах [158, 160, 161, 164, 282] других исследователей.

Внешний вид охлажденной чешуи сардинеллы в контейнере полученной при производстве консервов на ООО «РосКон» представлен на рисунке 3.1



Рисунок 3.1 - Внешний вид охлажденной чешуи сардинеллы в контейнере

3.2 Разработка технологии муки кормовой на основе рыбной чешуи

3.2.1 Этапы разработки технологии муки кормовой

В 2000 г. был разработан способ получения белково-минеральной кормовой муки (РФ № 2262861 Воробьев В.И., Сергеева Н.Т.), заключающийся в смешивании рыбной чешуи и кожи в определенных соотношениях и последующем измельчении и высушивании образовавшейся смеси при температуре 110 °С воздухом до массовой доли влаги не более 12 % [189]. Недостатками способа являются: сложность измельчения чешуи в сыром виде и необходимость постоянного перемешивания и измельчения смеси в процессе высушивания. Учитывая повышенную адгезию рыбной чешуи и кожи, в процессе высушивания образовывались комки-катыши (которые необходимо было измельчать), что препятствовало нормальной работе оборудования, увеличивало длительность технологического процесса и энергозатраты, что в конечном итоге способствовало снижению качества готового продукта.

В 2010 г. на основе данного способа переработки рыбной чешуи и проведенных биологических испытаний по её использованию в составе комби-

кормов для рыб было создано научно-производственное предприятие ООО «Прок-М», специализирующееся на переработке коллагенсодержащих рыбных отходов (чешуя, кожа, кости, головы и др.), получаемых от рыбоперерабатывающих предприятий Калининградской области.

В 2013 г. был разработан улучшенный способ получения кормовой добавки или удобрения из гидробионтов (РФ № 2528458 Воробьев В.И., Бушуев А.А.) [200]. В процессе производства кормовой добавки, была использована промышленно выпускаемая установка УПС-01 по получению протеиновых смесей на основе сухих растительных компонентов с добавлением сырья животного (мясо, птица) или рыбного происхождения. Смесь из сухого растительного сырья (отруби, зерно, и др.) и сырого сырья животного происхождения (отходы мясокомбинатов, птицефабрик и рыбоперерабатывающих предприятий), в соотношении 1:1 по массе загружается в установку и одновременно перемешивается, измельчается и высушивается за счёт теплоты, выделяемой в результате трения компонентов сырья и потока воздуха, образующегося при скоростном вращении ножей.

Новизна идеи, заключалась в замене растительного компонента при получении протеиновой смеси на высушенную рыбную чешую. В процессе одновременного смешивания, измельчения и высушивания чешуи и необработанных рыбных отходов происходит перераспределение влаги с сырых рыбных отходов на сухую чешую в смеси с последующим её нагревом и испарением. В результате этого процесс варки по продолжительности и температуре практически минимален и не происходит перехода коллагена в глютин (основа рыбного клея).

Высушивание рыбной смеси, в зависимости от используемой рецептуры, до массовой доли влаги не более 10 %, продолжается от 12 до 25 мин.

Особенностью способа является необходимость предварительного высушивания рыбной чешуи. Чешуя рыб, полученная в производственных условиях ООО «РосКон» с использованием паровых дефростеров “Rosoma” (Германия) и чешуесъёмных барабанов 670E “Baader” (Германия), имеет

большое количество примесей - инородных органических частиц и веществ (кусочки кожи, мяса, плавники, косточки, жаберные крышки, внутренности, рыбная слизь, жир, кровь и др.), которые негативно влияют на качество высушенной чешуи. Достаточно отметить, что потери при снятии чешуи в процессе производства консервов из сардины составляют 3 %, при этом количество чешуи от массы сырой рыбы составляет 1,4 % [178, 215]. Количество органических примесей зависит от типа применяемого способа размораживания (паровой, водяной), настройки работы чешуе съёмного оборудования, вида, консистенции и способа первичной обработки рыбы. Примеси в процессе мойки холодной водой удаляются лишь частично и в дальнейшем препятствуют высушиванию чешуи, образуя комки-катыши. Это приводит к увеличению продолжительности времени высушивания, увеличению энергозатрат и снижению качества конечного продукта.

На рисунках 3.2. и 3.3 представлен внешний вид необработанной чешуи, полученной в производственных условиях на ООО «РосКон».



Рисунок 3.2 – Внешний вид необработанной чешуи



Рисунок 3.3 – Внешний вид необработанной высушенной чешуи

Необработанная высушенная рыбная чешуя имеет непривлекательный внешний вид, запах окисленного жира, коричневый цвет с оттенком ржавчины, значительное количество органических примесей (кусочки кожи, мяса, кости, внутренности, плавники, жаберные крышки, слизь, жир, кровь и др.). Кроме того, чешуя имеет повышенную адгезию по отношению друг к другу и органическим примесям, что препятствует процессу высушивания и приводит к образованию комков в высушенной массе.

Необработанная высушенная чешуя, как правило, имеет высокое содержание жира (более 10 %), кислотное число которого превышает нормативный показатель для муки кормовой рыбной (более 55,0 мг КОН/г).

В связи с этим возникла необходимость изыскания экономически приемлемого способа предварительной очистки чешуи, полученной в производственных условиях от органических примесей

3.2.2 Исследование процесса предварительной обработки чешуи

Предварительная промывка чешуи холодной водой, применяемая в традиционных процессах её переработки, требует значительных объёмов её использования, длительна по времени (стекание воды не менее 4 часов) и лишь частично удаляет жир и другие органические примеси. При этом происходит

потеря сухих веществ сырья, а промытая чешуя сардины и сардинеллы имеет повышенное содержание цинка.

С целью получения качественного сырья для производства муки кормовой на основе рыбной чешуи были исследованы различные способы предварительной её обработки, позволяющие уменьшить содержание органических примесей, частично удалить цинк, предотвратить потери сухих веществ, снизить микробиологическую обсеменённость и увеличить срок её хранения до обработки и сократить продолжительность технологического процесса.

Для определения потерь массы при промывке водой чешуи в лабораторных условиях использовали мороженую чешую сардинеллы. Чешую погружали в воду с различной температурой (от 20 до 83 °С), при гидромодуле 1:6 по массе и перемешивали в течение всей продолжительности промывки, которая составляла 10–30 мин. Полученную смесь разделяли при помощи металлической сетки (размер ячеек 0,5x 0,5 мм) и оставшуюся твердую часть высушивали до постоянной массы

Контролем являлась непромытая чешуя, которая подвергалась сушке в аналогичных условиях. Определение потерь массы и выхода промытой чешуи приведены на рисунке 3.4.

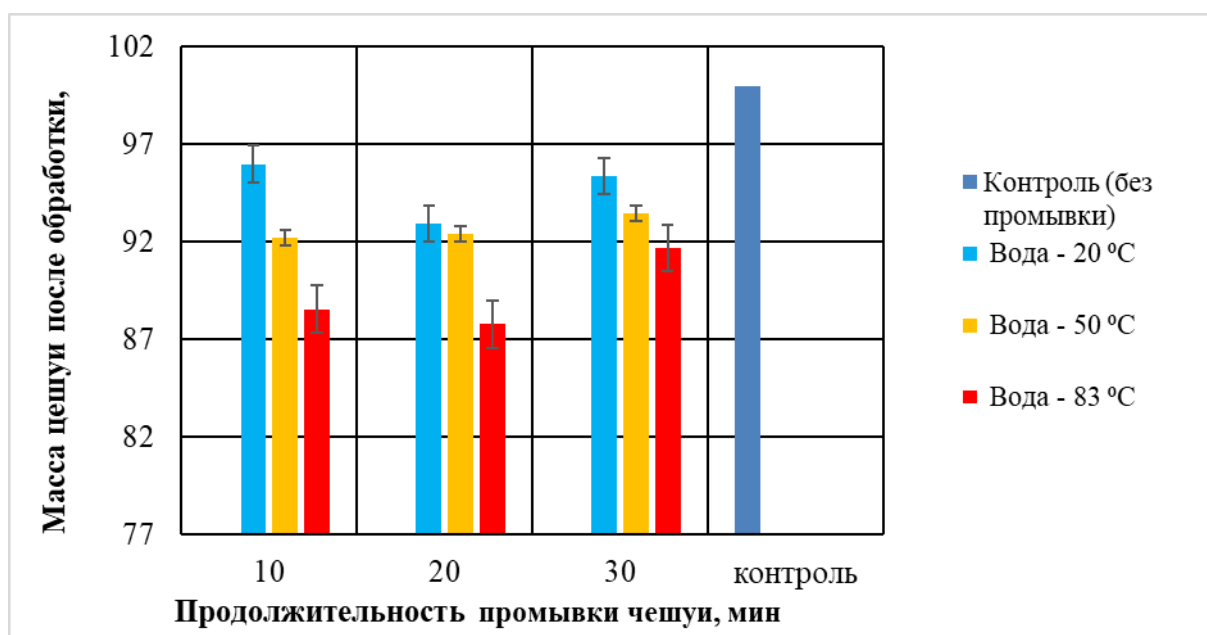


Рисунок 3.4 – Изменение массы чешуи (АСВ) в зависимости от продолжительности её промывки водой с различной температурой

Из рисунка 3.4 видно, что с увеличением температуры промывочной воды, потери массы чешуи увеличиваются в 1,73 раза, а именно: при температуре воды 20⁰С они возрастают с 7,07 % до 12,23 % при температуре воды 83⁰С.

Определение потерь массы чешуи в зависимости от продолжительности варки представлены на рисунке 3.5.

Контролем являлась необработанная (без варки) чешуя, которая подвергалась сушке в аналогичных условиях.



Рисунок 3.5 – Изменение массы чешуи (АСВ) в зависимости от продолжительности её варки

Как видно из рисунка 3.5, в процессе варки чешуи максимальные потери составили 17,68 % сухих веществ. Кроме того, было отмечено, что высушенные образцы чешуи после 10 мин варки теряли жесткость структуры и легко измельчались.

Потери массы рыбной чешуи при промывке водой с температурой 50⁰С в течение 1 мин, в зависимости от продолжительности хранения сырья до обработки в цеху, представлены в таблице 3.8. Контролем являлась необработанная (непромытая), высушенная в аналогичных условиях чешуя.

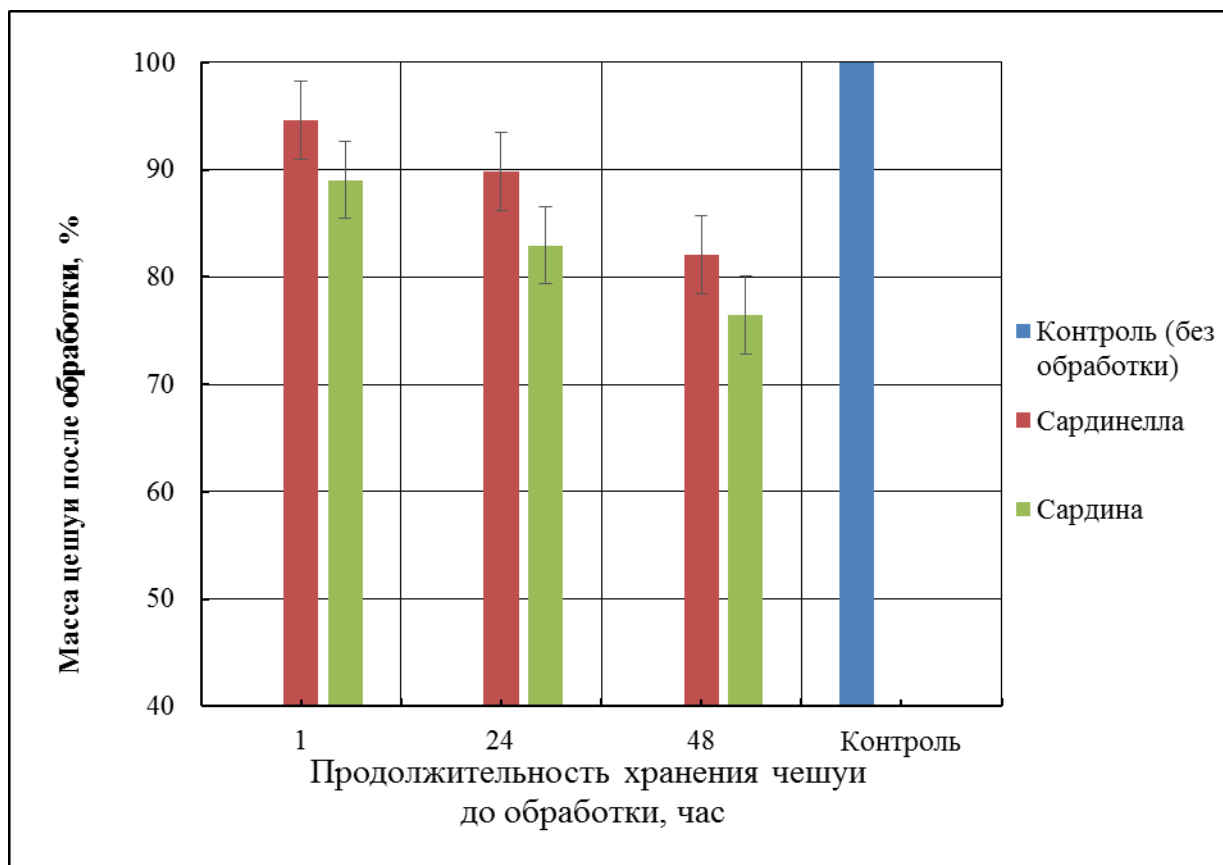


Рисунок 3.6 – Изменение массы чешуи (АСВ) при промывке водой с температурой 50°С в зависимости от продолжительности её хранения до обработки в производственных условиях

Данные рисунка 3.6 показывают, что с увеличением продолжительности хранения сырья до обработки возрастают потери массы чешуи при последующей её промывке водой; для сардинеллы от 5,44 % после часа хранения до 17,9 % после 48 ч хранения и аналогично для сардины от 10,96 % до 23,50 %.

С целью снижения микробиологической обсеменённости размороженных чешуи и кожи, увеличения продолжительности их хранения до обработки, в качестве промывочной жидкости, а также как среды для хранения, была использована молочная сыворотка.

В исследованиях исходное коллагенсодержащее сырье обрабатывалось разными способами. Органолептические и микробиологические показатели рыбной чешуи и кожи рыб, обработанных различными способами, в первые сутки хранения представлены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Изменение органолептических и микробиологических показателей чешуи сардины и кожи балтийского судака в процессе предварительной обработки (1-е сутки хранения)

| № пробы | Органолептические показатели | Общая бактериальная обсемененность, КОЕ/г |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| №1 Чешуя непромытая | Отчетливый гнилостный запах | $6,5 \times 10^5$ |
| №2 Чешуя непромытая с водой | Неприятный гнилостный запах | $6,2 \times 10^4$ |
| №3 Чешуя непромытая с сывороткой | Приятный запах молочной сыворотки, появление пузырей на поверхности | $1,2 \times 10^5$ |
| №4 Чешуя промытая | Неприятный гнилостный запах | $4,6 \times 10^3$ |
| №5 Чешуя, промытая с водой | Неприятный гнилостный запах | $3,0 \times 10^5$ |
| №6 Чешуя, промытая с сывороткой | Приятный запах молочной сыворотки, появление пузырей на поверхности | $2,9 \times 10^3$ |
| №7 Кожа непромытая | Отчетливый гнилостный запах | $4,2 \times 10^5$ |
| №8 Кожа непромытая с водой | Неприятный гнилостный запах | $8,8 \times 10^5$ |
| №9 Кожа непромытая с сывороткой | Приятный запах молочной сыворотки, появление пузырей на поверхности | $1,9 \times 10^5$ |
| №10 Кожа промытая | Неприятный гнилостный запах | $8,7 \times 10^4$ |
| №11 Кожа, промытая с водой | Неприятный гнилостный запах | $3,8 \times 10^4$ |
| №12 Кожа, промытая с сывороткой | Приятный запах молочной сыворотки, появление пузырей на поверхности | $2,2 \times 10^4$ |

В первые сутки хранения минимальные значения общей бактериальной обсемененности регистрировали в пробах чешуи и кожи, промытых молочной сывороткой; максимальные показатели (более 10^5 КОЕ/г) – в контрольных пробах непромытой чешуи и кожи, в которых также отмечали появление стойкого гнилостного запаха.

Данные по органолептическому и микробиологическому анализу чешуи и кожи рыб на 2-е сутки хранения проб представлены в таблице 3.10. На 2-е сутки хранения проб отмечали увеличение численности сапрофитных микроорганизмов в пробах непромытой рыбной чешуи и кожи.

Таблица 3.9 – Изменение органолептических и микробиологических показателей чешуи сардины и кожи судака в процессе предварительной обработки (2-е сутки хранения)

| № пробы | Органолептические данные | Общая бактериальная обсемененность, КОЕ/г |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| №1 Чешуя непромытая | Отчетливый гнилостный запах | $9,8 \times 10^5$ |
| №2 Чешуя непромытая с водой | Отчетливый гнилостный запах | $3,0 \times 10^5$ |
| №3 Чешуя непромытая с сывороткой | Приятный запах молочной сыворотки, много пузырей на поверхности | $1,5 \times 10^4$ |
| №4 Чешуя промытая | Отчетливый гнилостный запах | $8,8 \times 10^5$ |
| №5 Чешуя, промытая с водой | Отчетливый гнилостный запах | $3,0 \times 10^5$ |
| №6 Чешуя, промытая с сывороткой | Приятный запах молочной сыворотки, много пузырей на поверхности | $1,7 \times 10^4$ |
| №7 Кожа непромытая | Отчетливый гнилостный запах | $1,1 \times 10^6$ |
| №8 Кожа непромытая с водой | Отчетливый гнилостный запах | $2,0 \times 10^5$ |
| №9 Кожа непромытая с сывороткой | Приятный запах молочной сыворотки, много пузырей на поверхности | $1,8 \times 10^3$ |
| №10 Кожа промытая | Отчетливый гнилостный запах | $5,2 \times 10^5$ |
| №11 Кожа, промытая с водой | Отчетливый гнилостный запах | $1,3 \times 10^5$ |
| №12 Кожа, промытая с сывороткой | Приятный запах молочной сыворотки, много пузырей на поверхности | $3,2 \times 10^3$ |

Низкие показатели общей бактериальной обсемененности были установлены для проб чешуи и кожи, помещенных в молочную сыворотку. По органолептическому анализу в данных пробах не устанавливали отклонения от нормы по цвету и запаху, в пробах непромытых чешуи и кожи выявляли устойчивый гнилостный запах порчи. Учет результатов микробиологического и органолептического анализа на 3-и, 4-е и 7-е сутки хранения проводили только для проб непромытых и промытых рыбной чешуи и кожи, помещенных в молочную сыворотку (таблица 3.10).

Таблица 3.10 – Изменение органолептических и микробиологических показателей чешуи сардины и кожи балтийского судака в процессе предварительной обработки (3-и, 4-е и 7-е сутки хранения)

| № пробы | Органолептические данные | | | Общая бактериальная обсемененность, КОЕ/г | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|-------------------|-------------------|
| | 3-и сутки | 4-е сутки | 7-е сутки | 3-и сутки | 4-е сутки | 7-е сутки |
| № 3 Чешуя непромытая с сывороткой | Приятный запах молочной сыворотки, появление пузырей | Приятный запах молочной сыворотки, появление пузырей, молочный гриб на поверхности | Неприятный резкий кислый запах | $1,5 \times 10^6$ | $5,3 \times 10^4$ | $1,0 \times 10^5$ |
| № 6 Чешуя, промытая с сывороткой | Приятный запах молочной сыворотки, появление пузырей | Приятный запах молочной сыворотки, появление пузырей, молочный гриб на поверхности | Неприятный резкий кислый запах | $2,8 \times 10^6$ | $1,4 \times 10^5$ | $5,5 \times 10^4$ |
| № 9 Кожа непромытая с сывороткой | Неприятный кислый запах | Неприятный кислый запах | - | $3,7 \times 10^5$ | $3,7 \times 10^4$ | - |
| № 12 Кожа, промытая с сывороткой | Приятный запах молочной сыворотки, появление пузырей на поверхности (интенсивное брожение) | Приятный запах молочной сыворотки, появление пузырей на поверхности (интенсивное брожение), развитие молочного гриба на поверхности | Неприятный резкий кислый запах | $7,4 \times 10^5$ | $1,9 \times 10^3$ | $5,7 \times 10^4$ |

Во всех испытуемых пробах на третьи сутки хранения отмечали увеличение показателя общей бактериальной обсемененности (в среднем с 10^4 КОЕ/г до 10^6 КОЕ/г), при этом органолептические показатели оставались неизменными, кроме образца № 9, который имел неприятный кислый запах. На 4-е сутки хранения показатели общей бактериальной обсемененности понижались, что, вероятно, было связано с интенсивным развитием на поверхности проб молочной плесени *Oidium lactis* [63]. При этом органолептические показатели проб не изменялись. На 7-е сутки хранения во всех испытуемых образцах отмечали появление неприятного резкого кислого запаха. Увеличение показателя общей бактериальной обсемененности регистрировали в пробе непромытой чешуи, помещенной в молочную сыворотку, и в про-

бе с кожей промытой сывороткой. В пробе промытой чешуи с сывороткой число сапрофитных микроорганизмов понижалось.

Проведенные органолептические и микробиологические исследования образцов чешуи сардины и кожи судака после промывки холодной водой позволили заключить, что срок хранения промытой чешуи и кожи до обработки составляет менее 1 суток. Промывка холодной водой чешуи и кожи и последующее их нахождение в растворе молочной сыворотки при комнатной температуре позволяет увеличить срок их хранения до 2 суток (таблица 3.10).

Проведёнными исследованиями установлено, что обработка чешуи горячей водой увеличивает потери сухих веществ и требует значительных затрат на нагрев жидкости, при этом не решается вопрос полного удаления органических примесей. Хранение чешуи в молочной сыворотке способствует увеличению срока её хранения до обработки, но требует наличия больших объёмов молочной сыворотки и решения последующей обработки жидкой части полученного раствора. Предварительная промывка чешуи холодной водой требует значительных объёмов её использования (гидромодуль не менее 1:2 – 1:6 по массе), длительна по времени (стекание воды с чешуи после промывки не менее 4 часов) и лишь частично удаляет жир и органические примеси. При этом промытая чешуя сардины и сардинеллы имеет повышенное содержание цинка.

Известно, что цинк (Zn) в основном локализуется рядом с кристаллами гидроксиапатита в открытых областях внешней поверхности чешуи рыб и не встроен в их кристаллическую структуру [16, 248]. В аминокислотном составе чешуи рыб (сардина и сардинелла) содержится незначительное количество цистеина, что возможно предполагает образование незначительного количества прочных металлопротеиновых комплексов (в том числе с цинком). Следовательно, для снижения уровня цинка в чешуе необходимо частично или полностью удалить поверхностный гиалодентиновый слой, а также слизь рыб, которая может аккумулировать значительное количество тяжёлых металлов [62, 138].

3.2.3 Исследование процесса сухой очистки чешуи

Для частичного удаления гиалодентинового слоя чешуи рыб, а также их слизи предложен способ сухой очистки чешуи (патент РФ № 2621028 Воробьев В.И.) [202]. В предлагаемом способе в качестве чистящего агента (технологическая добавка) было использовано сухое сырьё растительного происхождения (спиртовая барда). Способ осуществляется следующим образом. Сухое растительное сырьё загружается в работающую установку УПС-01 с быстровращающимися ножами (1380 об/мин), а затем добавляется необработанная чешуя, где она перемешивается и очищается.

В лабораторных условиях были проведены предварительные исследования по очистке чешуи сардинеллы пшеничными отрубями в соотношении 1:1 по массе. В качестве смешивающего оборудования использовали кухонный комбайн Moulinex D FBO C1. Продолжительность смешивания 30 сек. Разделение на фракции образовавшейся смеси осуществляли при помощи лабораторного сита с диаметром отверстий 3,2 мм. Было исследовано четыре образца: №1 - чешуя необработанная (контроль), № 2 - чешуя, очищенная пшеничными отрубями, № 3 - пшеничные отруби, № 4 - обогащённые пшеничные отруби. Химический состав высушенных образцов представлен в таблице 3.11.

Результаты эксперимента, приведённые в таблице 3.11, показывают, что способ сухой очистки эффективно удаляет жир из чешуи до 90 % от его начального содержания в ней, при этом содержание абсолютно сухих веществ в очищенной чешуе снижается на 19,95 % по сравнению с их содержанием в необработанной чешуе. Кроме того, данный способ повышает содержание белка на 29,31 %, жира на 21,05 и золы на 84,54 % от их начального содержания в пшеничных отрубях, компонентами рыбного происхождения, увеличивая тем самым их пищевую ценность.

Таблица 3.11 – Химический состав образцов чешуи сардинеллы и пшеничных отрубей, используемых при её очистке

| № образца | Химический состав чешуи сардинеллы и пшеничных отрубей, % | | | | | Общая сумма (АСВ) | |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------|-------|-------|-----------|-------------------|-----|
| | влага | жир | белок | зола | углево-ды | г | % |
| | | | | | | | |
| 1. Чешуя сардинеллы необработанная | 60,20 | 0,80 | 21,44 | 17,56 | - | - | 100 |
| (АСВ), г. | | 0,80 | 21,44 | 17,56 | - | 39,80 | - |
| (АСВ), % | - | 2,01 | 53,87 | 44,12 | - | - | 100 |
| 2. Чешуя сардинеллы очищенная | 7,95 | 0,23 | 50,22 | 40,16 | 1,44 | - | 100 |
| (АСВ), г. | - | 0,08 | 17,38 | 13,90 | 0,50 | 31,86 | - |
| (АСВ), % | - | 0,25 | 54,55 | 42,63 | 1,57 | | 100 |
| 3. Отруби пшеничные | 12,9 | 3,42 | 13,85 | 4,33 | 65,50 | - | 100 |
| (АСВ), г. | - | 3,42 | 13,85 | 4,33 | 65,50 | 87,10 | - |
| (АСВ), % | - | 3,93 | 15,90 | 4,97 | 75,20 | - | 100 |
| 4. Отруби пшеничные обогащённые | 8,17 | 4,00 | 17,30 | 7,72 | 62,80 | - | 100 |
| (АСВ), г. | - | 4,14 | 17,91 | 7,99 | 65,00 | 95,04 | - |
| (АСВ), % | - | 4,34 | 18,84 | 8,40 | 68,39 | - | 100 |

Однако результаты исследования, проведённые в «идеальных» лабораторных условиях, значительно отличались (нагрев смеси, время обработки, химический состав и др.) от дальнейших результатов при их масштабировании и получении образцов очищенной чешуи способом сухой очистки при промышленном производстве. Поэтому в дальнейшем все исследования проводили на промышленном оборудовании в производственных условиях ООО НПП «Прок-М».

С целью определения оптимальных соотношений необработанной чешуи и технологических добавок (барда спиртовая, отруби пшеничные) в процессе её сухой очистки были проведены экспериментальные исследования, представленные в таблице 3.12

Таблица 3.12 – Определение оптимальных соотношений необработанной чешуи и технологических добавок (барда спиртовая, отруби пшеничные) в процессе её сухой очистки

| | | | | |
|--------------------|----------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Чешуя, сардины, кг | Барда спиртовая, кг | Чешуя, % | Барда спиртовая, % | Остаток барды спиртовой на чешуе, % (АСВ) |
| 10 | 5 | 66,66 | 33,33 | 10-22 |
| 9 | 6 | 60,00 | 40,00 | 8-20 |
| 7,5 | 7,5 | 50,00 | 50,00 | 3-18 |
| 5 | 10 | 33,33 | 66,66 | 2-12 (образование чешуйных иголок) |
| Чешуя сардины, кг | Отруби пшеничные, кг | Чешуя сардины, % | Отруби пшеничные, % | Остаток отрубей пшеничных на чешуе, % (АСВ), |
| 5 | 10 | 33,33 | 66,66 | 2-7 |
| 6 | 9 | 40,00 | 60,00 | 3-10 |
| 7,5 | 7,5 | 50,00 | 50,00 | Повышенная нагрузка (блокировка работы установки) |
| Чешуя сардины, кг | Смесь (барда спиртовая (75%)+отруби пшеничные (25%)), кг | Чешуя сардины, % | Смесь (барда спиртовая (75%)+отруби пшеничные (25%)), % | Остаток смеси (барда спиртовая (75%)+отруби пшеничные (25%)) на чешуе, % (АСВ) |
| 10 | 5 | 66,66 | 33,33 | Повышенная нагрузка |
| 9 | 6 | 60,00 | 40,00 | 5-15 |
| 7,5 | 7,5 | 50,00 | 50,00 | 2-12 |
| 5 | 10 | 33,33 | 66,66 | 2-10 (образование чешуйных иголок) |

Было установлено (таблица 3.12), что оптимальным соотношением сухой спиртовой барды и сырой необработанной чешуи в смеси является 1:1-1,9 для пшеничных отрубей 1,8 – 2,0:1 по массе, либо их смесь (спиртовая барда: пшеничные отруби: сырая рыбная чешуя), например, взятая в соотношении 0,75:0,25:1. Оптимальным соотношением считается получаемая смесь, когда растительное сырьё легко отделяется от чешуи. При этом чешуя приобретает слегка вогнутую поверхность и не слипается (отсутствует адгезия) между собой.

Внешний вид чешуйчатых иголок (3 фракции), получаемых в процессе сухой очистки чешуи технологическими добавками (барда спиртовая, пшеничные отруби), которые переходят в обогащённое растительное сырьё, представлен на рисунке 3.7.



Рисунок 3.7 – Внешний вид (3 фракции) чешуйчатых иголок, получаемых из чешуи в процессе её сухой очистки

Как видно из рисунка 3.7, необходимо предотвращать образование чешуйчатых иголок, которые переходят в технологические добавки, уменьшая тем самым выход очищенной чешуи.

Полученная в течение 10-25 с смесь с температурой 28-30 °С выгружается из установки и фракционируется во вращающемся сетчатом (ячейка 5×5 мм) барабане-просеивателе. Получаются две фракции: очищенная чешуя и обогащённое компонентами рыбного происхождения растительное сырьё, которое поступает на производство экструдированных комбикормов или кормовых добавок. В процессе смешивания с необработанной чешуи происходит частичный переход жидкости и органических веществ на сухое растительное сырьё.

Материальный баланс сухой очистки необработанной чешуи сардины спиртовой бардой в течение 20 с -в производственных условиях на установке УПС-01 представлен в таблице 3.13.

Таблица 3.13 – Материальный баланс сухой очистки необработанной чешуи сардины спиртовой бардой на установке УПС-01

| Компоненты | Масса | | Влага, % | Масса (АСВ) | | Потери | |
|------------------------------|-------|-------|-------------|-------------|-------|--------|-------|
| | кг | % | | кг | % | кг | % |
| Необработанная чешуя сардины | 21,65 | 51,18 | 63,40 | 7,92 | 30,59 | - | - |
| Барда спиртовая | 20,65 | 48,82 | 13,00 | 17,97 | 69,41 | - | - |
| Общая сумма (чешуя + барда) | 42,30 | 100 | 47,02 | 25,89 | 100 | - | - |
| Смешивание и выгрузка | | | | | | | |
| Сырая смесь | 40,95 | 96,81 | - | - | - | 1,35 | 3,19 |
| Фракционирование сырой смеси | | | | | | | |
| Очищенная чешуя | 7,25 | 17,14 | 30,10 | 5,06 | 19,54 | | |
| Обогащённая барда | 32,75 | 77,42 | 38,44 | 20,16 | 77,87 | | |
| Итого | 40,00 | 94,56 | - | 25,22 | 97,41 | 2,30 | 5,44 |
| Высушивание | | | | | | | |
| Очищенная чешуя | 5,08 | 12,01 | 4,90 | 4,83 | 18,66 | | |
| Обогащённая барда | 20,17 | 47,68 | 4,35 | 19,29 | 74,50 | | |
| Итого | 25,25 | 59,69 | - | 24,11 | 93,16 | 17,05 | 40,31 |

Как видно из таблицы 3.13, потери абсолютно сухих веществ необработанной чешуи (7,92 кг), в процессе очистки (4,83 кг), составили 39,01 % от их исходного содержания. Промывка в течение 60 с под струёй воды с температурой 80 °С образца этой же необработанной чешуи снижала содержание сухих веществ чешуи на 10,68 %.

Масса абсолютно сухих веществ, спиртовой барды (17,97 кг) увеличилась (19,29 кг) на 7,34 %. Потери сырья на стадии смешивания и выгрузки (1,35 кг) связаны с остатками смеси, оставшейся на внутренних стенках установки (УПС-01), и частичного испарения жидкости. В процессе смешивания в течение 20 с происходит, нагрев смеси с 14 °С до 29 °С. Потери выгруженного из установки сырья связаны с остатками смеси в шнеке (0,95 кг), подающем сырьё в сетчатый барабан-просеиватель. Содержание частичек спиртовой барды оставшихся (прилипших) на очищенной высушенной чешуе составляло 9 % от её массы.

На рисунке 3.8 – показан внешний вид высушенных образцов предварительно обработанной способом сухой очистки (слева) и необработанной чешуи сардинеллы (справа) в производственных условиях



Рисунок 3.8 – Внешний вид высушенных образцов предварительно обработанной способом сухой очистки (слева) и необработанной чешуи сардинеллы (справа) в производственных условиях

Как видно из рисунка 3.8, способ сухой очистки эффективно удаляет жир с поверхности чешуи.

Химический состав чешуи сардины (охлажденной), обработанной способом сухой очистки в производственных условиях с использованием спиртовой барды, представлен в таблице 3.14.

Таблица 3.14 – Химический состав кормовых компонентов

| № образца | Химический состав чешуи сардины и спиртовой барды, % | | | | | Общая сумма (АСВ) | |
|--------------------------------|------------------------------------------------------|------|-------|-------|----------|-------------------|-----|
| | влага | жир | белок | зола | углеводы | г | % |
| | | | | | | | |
| 1. Чешуя сардины без обработки | 63,32 | 2,21 | 18,70 | 15,77 | - | - | 100 |
| (АСВ), г. | | 2,21 | 18,70 | 15,77 | - | 36,68 | - |
| (АСВ), % | - | 6,02 | 50,98 | 42,99 | - | - | 100 |

Окончание таблицы 3.14

| | | | | | | | |
|--------------------------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 2.Чешуя сардины очищенная | 13,10 | 1,23 | 38,12 | 34,49 | 13,05 | - | 100 |
| (АСВ), г. | - | 0,47 | 14,6 | 13,21 | 5,00 | 33,28 | - |
| (АСВ), % | - | 1,41 | 43,87 | 39,69 | 15,02 | | 100 |
| 3. Барда спиртовая исходная | 10,40 | 2,86 | 15,00 | 1,74 | 70,00 | - | 100 |
| (АСВ), г. | - | 2,86 | 15,00 | 1,74 | 70,00 | 89,60 | - |
| (АСВ), % | - | 3,19 | 16,74 | 1,94 | 78,13 | - | 100 |
| 4. Барда спиртовая обогащённая | 8,20 | 4,60 | 18,10 | 4,31 | 65,00 | - | 100 |
| (АСВ), г. | - | 4,60 | 18,1 | 4,31 | 65,00 | 92,01 | - |
| (АСВ), % | - | 5,00 | 19,67 | 4,68 | 70,64 | - | 100 |

В производственных условиях, как видно из таблицы 3.14, после очистки чешуя содержит спиртовую барду (15,02 % от её общей массы АСВ). В очищенной чешуе сардины снижается содержание жира на 78,73 %, белковых веществ на 21,92 %, золы на 16,23 % и общей массы АСВ на 9,27 %, по сравнению с содержанием АСВ в необработанной чешуе.

Изменение общей бактериальной обсемененности чешуи сардины, обработанной сухим способом с использованием сухой спиртовой барды, представлено в таблице 3.15

Таблица 3.15 – Общая бактериальная обсемененность чешуи сардины, обработанной сухим способом

| Наименование показателя | Полученные результаты | |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| | Исходная непромытая чешуя (массовая доля влаги 63,4 %) | Чешуя, обработанная «сухим» способом (массовая доля влаги 30,1 %) |
| Общая бактериальная обсемененность, КОЕ/г | $6,5 \times 10^5$ | $9,3 \times 10^3$ |

Как видно из таблицы 3.15, в пробах рыбной чешуи, обработанной сухим способом, показатель общей бактериальной обсемененности существенно понижался по сравнению с уровнем микробной загрязненности непромытой чешуи, что, прежде всего, было связано с уменьшением массовой доли влаги после её обработки.

Внешний вид чешуи, полученной в производственных условиях способом сухой очистки, представлен на рисунках 3.9 и 3.10.



Рисунок 3.9 – Внешний вид чешуи, полученной в производственных условиях способом сухой очистки



Рисунок 3.10 – Контейнеры с очищенной чешуёй

Химический состав муки кормовой, полученной в производственных условиях из чешуи сардинеллы и сардины с использованием способа сухой очистки (спиртовая барда) согласно разработанной технологии [186], представлен в таблицах 3.16 – 3.26 (Приложение Л, М).

Таблица 3.16 – Органолептические показатели чешуи сардинеллы и сардины

| Наименование показателя | Результаты определения | Допустимые значения |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Внешний вид муки | Сыпучая, без слежавшихся, плотных (не разрушаемых при надавливании) комков, без наличия признаков заплесневения | Сыпучая, без слежавшихся, плотных (не разрушаемых при надавливании) комков, без наличия признаков заплесневения |
| Запах | Свойственный данному виду муки, без постороннего запаха (затхлого, плесенного, гнилостного и других посторонних запахов) | Свойственный данному виду муки, без постороннего запаха (затхлого, плесенного, гнилостного и других посторонних запахов) |

Таблица 3.17 – Физико-химический состав муки кормовой из чешуи сардинеллы

| Наименование определяемого показателя | Результаты определения | Допустимые значения | Погрешность |
|------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------|-------------|
| Массовая доля влаги, % | 11,30 | не более 12,0 | ±0,70 |
| Массовая доля жира, % | 6,98 | не более 14,0 | ±0,72 |
| Массовая доля протеина, % | 43,58 | не менее 50,0 | ±1,27 |
| Кислотное число, мг КОН/г | 10,10 | не более 55,00 | ±0,40 |
| Массовая доля хлористого натрия, % | 0,29 | не более 5,00 | ±0,05 |
| Массовая доля золы не растворимой в 10% соляной кислоте, % | 0,22 | не более 1,0 | ±0,05 |
| Массовая доля кальция, % | 9,94 | не более 13,0 | ±0,85 |
| Массовая доля фосфора, % | 5,01 | не более 5,0 | ±0,83 |
| Наличие посторонних примесей, мг | не обнаружено | не допускается | - |
| Металломагнитная примесь размером не более 2 мм, мг | менее 10 | не более 100 | - |

Таблица 3.18 – Содержание токсичных элементов в муке кормовой из чешуи сардинеллы

| Наименование определяемого показателя | Результаты определения, мг/кг | Допустимые значения, не более | Погрешность |
|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------|
| Свинец (Pb) | 1,90 | 5,0 | ±0,67 |
| Мышьяк (As) | 0,56 | 2,0 | ±0,14 |
| Кадмий (Cd) | 0,46 | 0,3 | ±0,14 |
| Ртуть (Hg) | 0,13 | 0,5 | ±0,03 |
| Медь (Cu) | 3,48 | 80 | ±0,80 |
| Цинк (Zn) | 121 | 100 | ±25 |

Таблица 3.19 – Содержание пестицидов в чешуе сардинеллы

| Наименование определяемого показателя | Результаты определения, мг/кг | Допустимые значения, не более |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Гексахлорциклогексан (α , β , γ – изомеры) | 0,001 | 0,20 |
| ДДТ и его метаболиты | 0,007 | 0,40 |
| Алдрин | не обнаружен | не допускается |
| Гептахлор | не обнаружен | не допускается |

Таблица 3.20 – Содержание аминокислот в муке кормовой из чешуи сардинеллы

| Наименование определяемого показателя | Результаты определения, % | Погрешность |
|--------------------------------------------|---------------------------|-------------|
| Аргинин (Arg) | 2,94 | $\pm 1,18$ |
| Тирозин (Tyr) | 0,47 | $\pm 0,14$ |
| Фенилаланин (Phe) | 1,02 | $\pm 0,31$ |
| Гистидин (His) | 0,63 | $\pm 0,32$ |
| Лейцин +Изолейцин (Leu+Ile) | 0,92 | $\pm 0,24$ |
| Метионин (Met) | 0,69 | $\pm 0,23$ |
| Валин (Val) | 3,89 | $\pm 1,56$ |
| Пролин (Pro) | 4,04 | $\pm 1,05$ |
| Треонин (Thr) | 1,10 | $\pm 0,44$ |
| Серин (Ser) | 1,65 | $\pm 0,43$ |
| Аланин (Ala) | 3,78 | $\pm 0,98$ |
| Глицин (Gly) | 7,54 | $\pm 2,56$ |
| Аспарагиновая кислота +Аспарагин (Asp+Asn) | 2,60 | $\pm 1,04$ |
| Глутаминовая кислота + Глутамин (Glu+Gln) | 3,78 | $\pm 1,51$ |
| Триптофан (Trp) | менее 0,1 | - |
| Лизин (Lys) | 1,87 | $\pm 0,64$ |
| Цистин (Cys-Cys) | 0,28 | $\pm 0,14$ |

Таблица 3.21 – Содержание жирных кислот в муке кормовой из чешуи сардинеллы

| Наименование определяемого показателя | Результаты определения, % |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Лауриновая C12:0 | 0,2 |
| Миристиновая C14:0 | 7,9 |
| Пальмитиновая C16:0 | 21,4 |
| Пальмитолеиновая C16:1 | 8,3 |
| Маргариновая C17:0 | 0,6 |
| Гептадеценовая C17:1 | 1,3 |
| Стеариновая C18:0 | 3,8 |
| Олеиновая C18:1n9c | 12,8 |
| Элаидиновая C18:1n9t | 1,0 |
| Линолевая C18:2n6c | 8,7 |

Окончание таблицы 3.31

| | |
|-----------------------------|------|
| Линолевая (изомер) C18:2n6t | 2,4 |
| Альфа-линоленовая C18:3n3 | 1,2 |
| Арахидовая C20:0 | 0,5 |
| Гадолеиновая C20:1n9 | 1,6 |
| Эйкозодиеновая C20:2 | 0,6 |
| Эйкозотриеновая C20:3n3 | 1,1 |
| Эйкозопентаеновая C20:5n3 | 15,9 |
| Генейкозановая C21:0 | 1,6 |
| Эруковая C22:1n9 | 1,7 |
| Трикозановая C23:0 | 0,5 |
| Докозапентаеновая C22:5 | 1,6 |
| Докозагексаеновая C22:6 | 5,6 |

Таблица 3.22 – Физико-химический состав муки кормовой из чешуи сардины

| Наименование определяемого показателя, % | Результаты определения | Допустимые значения | Погрешность |
|------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------|-------------|
| Массовая доля влаги, % | 11,40 | не более 12,0 | ±0,60 |
| Массовая доля жира, % | 3,11 | не более 14,0 | ±0,53 |
| Массовая доля протеина, % | 42,14 | не менее 50,0 | ±1,23 |
| Кислотное число, мг КОН/г | 8,10 | не более 55,00 | ±0,40 |
| Массовая доля хлористого натрия, % | 0,15 | не более 5,00 | ±0,05 |
| Массовая доля золы не растворимой в 10% соляной кислоте, % | 0,08 | не более 1,0 | ±0,02 |
| Массовая доля кальция, % | 13,60 | не более 13,0 | ±1,20 |
| Массовая доля фосфора, % | 6,60 | не более 5,0 | ±1,10 |
| Наличие посторонних примесей, мг | не обнаружено | не допускается | - |
| Металломагнитная примесь размером не более 2 мм, мг | менее 10 | не более 100 | - |

Таблица 3.23 – Содержание токсичных элементов в муке кормовой из чешуи сардины

| Наименование определяемого показателя | Результаты определения, мг/кг | Допустимые значения, не более | Погрешность |
|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------|
| Свинец (Pb) | 0,45 | 5,0 | ±0,16 |
| Мышьяк (As) | 0,17 | 2,0 | ±0,04 |
| Кадмий (Cd) | 0,21 | 0,3 | ±0,06 |
| Ртуть (Hg) | 0,05 | 0,5 | ±0,01 |
| Медь (Cu) | 2,33 | 80 | ±0,54 |
| Цинк (Zn) | 97,0 | 100 | ±20,4 |

Таблица 3.24 – Содержание пестицидов в чешуе сардины

| Наименование определяемого показателя | Результаты определения, мг/кг | Допустимые значения, не более |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Гексахлорциклогексан (α , β , γ - изомеры) | 0,001 | 0,20 |
| ДДТ и его метаболиты | 0,007 | 0,40 |
| Алдрин | не обнаружен | Не допускается |
| Гептахлор | не обнаружен | Не допускается |

Таблица 3.25 – Содержание аминокислот в муке кормовой из чешуи сардины

| Наименование определяемого показателя | Результаты определения, % | Погрешность |
|--------------------------------------------|---------------------------|-------------|
| Аргинин (Arg) | 2,20 | $\pm 0,90$ |
| Тирозин (Tyr) | 0,51 | $\pm 0,15$ |
| Фенилаланин (Phe) | 0,89 | $\pm 0,27$ |
| Гистидин (His) | 0,50 | $\pm 0,30$ |
| Лейцин +Изолейцин (Leu+Ile) | 0,98 | $\pm 0,25$ |
| Метионин (Met) | 0,65 | $\pm 0,22$ |
| Валин (Val) | 1,10 | $\pm 0,40$ |
| Пролин (Pro) | 1,77 | $\pm 0,46$ |
| Треонин (Thr) | 3,60 | $\pm 1,40$ |
| Серин (Ser) | 1,29 | $\pm 0,34$ |
| Аланин (Ala) | 3,15 | $\pm 0,82$ |
| Глицин (Gly) | 6,15 | $\pm 2,09$ |
| Аспарагиновая кислота +Аспарагин (Asp+Asn) | 4,60 | $\pm 1,80$ |
| Глутаминовая кислота + Глутамин (Glu+Gln) | 7,70 | $\pm 3,10$ |
| Триптофан (Trp) | 0,06 | $\pm 0,02$ |
| Лизин (Lys) | 1,60 | $\pm 0,54$ |
| Цистин (Cys-Cys) | 0,40 | $\pm 0,20$ |

Таблица 3.26 – Содержание жирных кислот в муке кормовой из чешуи сардины

| Наименование определяемого показателя | Результаты определения, % |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Миристиновая C14:0 | 8,4 |
| Пальмитиновая C16:0 | 22,2 |
| Пальмитолеиновая C16:1 | 8,8 |
| Маргариновая C17:0 | 0,5 |
| Гептадеценовая C17:1 | 1,1 |
| Стеариновая C18:0 | 3,8 |
| Олеиновая C18:1n9c | 13,5 |
| Элаидиновая C18:1n9t | 1,1 |
| Линолевая C18:2n6c | 6,2 |
| Линолевая (изомер) C18:2n6t | 2,5 |
| Линолевая (изомер) C18:2n6t | 2,5 |
| Альфа-линоленовая C18:3n3 | 1,0 |
| Гадолеиновая C20:1n9 | 1,7 |
| Эйкозодиеновая C20:2 | 0,7 |

Окончание таблицы 3.26

| | |
|---------------------------|------|
| Эйкозотриеновая C20:3n3 | 1,0 |
| Эйкозопентаеновая C20:5n3 | 17,2 |
| Эруковая C22:1n9 | 1,7 |
| Нервоновая C24:1n9 | 0,5 |
| Докозапентаеновая C22:5 | 1,7 |
| Докозагексаеновая C22:6 | 4,7 |

Результаты физико-химических исследований показали, что образец кормовой муки из чешуи сардинеллы и сардины отличается от нормативных показателей ГОСТ по пониженному содержанию протеина – 43,58-42,14 % (не менее 50%) [81]. Отмечены повышенные уровни содержания фосфора, кальция и цинка (таблицы 3.16-3.26).

С целью снижения уровня цинка в муке кормовой на основе рыбной чешуи очищенная спиртовой бардой чешуя смешивалась с другим коллагенсодержащим рыбным сырьём и высушивалась.

Макро- и микроэлементный состав муки кормовой, представляющей собой смесь очищенной способом сухой чистки рыбной чешуи (сардинелла, сардина) и рыбного сырья (головы трески, кожа окуня, килька), представлены в таблицах 3.27 - 3.30. (Приложения Н, П, Р, С)

Таблица 3.27 – Макро- и микроэлементный состав муки кормовой (смесь очищенной чешуи сардины - 9 кг / головы трески - 12 кг)

| Наименование определяемого показателя | Результаты определения, мг/кг | Допустимые значения, не более | Погрешность |
|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------|
| Свинец (Pb) | 0,63 | 5,0 | ±0,22 |
| Мышьяк (As) | 0,48 | 2,0 | ±0,12 |
| Кадмий (Cd) | 0,14 | 0,3 | ±0,04 |
| Ртуть (Hg) | 0,11 | 0,5 | ±0,02 |
| Медь (Cu) | 2,31 | 80 | ±0,53 |
| Цинк (Zn) | 104 | 100 | ±22,00 |

Таблица 3.28 – Макро- и микроэлементный состав кормовой добавки (смесь очищенной чешуи сардинеллы - 9 кг / головы трески – 12 кг)

| Наименование определяемого показателя | Результаты определения, мг/кг | Допустимые значения, не более | Погрешность |
|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------|
| Свинец (Pb) | 0,60 | 5,0 | ±0,21 |

Окончание таблицы 3.28

| | | | |
|-------------|------------|-----|---------------|
| Мышьяк (As) | 0,43 | 2,0 | ±0,11 |
| Кадмий (Cd) | 0,11 | 0,3 | ±0,03 |
| Ртуть (Hg) | 0,10 | 0,5 | ±0,02 |
| Медь (Cu) | 1,50 | 80 | ±0,34 |
| Цинк (Zn) | 115 | 100 | ±24,00 |

Таблица 3.29 – Макро- и микроэлементный состав кормовой добавки (смесь очищенной чешуи сардинеллы - 14 кг / кожа окуня - 9 кг)

| Наименование определяемого показателя | Результаты определения, мг/кг | Допустимые значения, не более | Погрешность |
|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------|
| Свинец (Pb) | 0,65 | 5,0 | ±0,23 |
| Мышьяк (As) | 0,54 | 2,0 | ±0,14 |
| Кадмий (Cd) | 0,13 | 0,3 | ±0,04 |
| Ртуть (Hg) | 0,13 | 0,5 | ±0,03 |
| Медь (Cu) | 1,42 | 80 | ±0,33 |
| Цинк (Zn) | 91,8 | 100 | ±19,30 |

Таблица 3.30 – Макро- и микроэлементный состав кормовой добавки (смесь чешуя сардинеллы - 9 кг / килька балтийская -12 кг)

| Наименование определяемого показателя | Результаты определения, мг/кг | Допустимые значения, не более | Погрешность |
|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------|
| Свинец (Pb) | 2,16 | 5,0 | ±0,76 |
| Мышьяк (As) | 0,61 | 2,0 | ±0,15 |
| Кадмий (Cd) | 0,32 | 0,3 | ±0,10 |
| Ртуть (Hg) | 0,15 | 0,5 | ±0,03 |
| Медь (Cu) | 5,42 | 80 | ±1,25 |
| Цинк (Zn) | 122 | 100 | ±26,00 |

Смешивание чешуи сардины и сардинеллы, очищенной спиртовой бардой, с другим рыбным сырьём (табл. 3.27 - 3.30) и последующее высушивание образовавшейся смеси способствовало незначительному снижению уровня цинка в полученной муке кормовой на её основе.

Используемая технологическая добавка (спиртовая барда) сократила затраты производства муки кормовой на основе рыбной чешуи (значительное сокращение расхода воды, продолжительность технологического процесса,

увеличение выхода продукции) и улучшила экологию предприятия (резкое снижение дурнопахнущих летучих веществ). Однако как видно из таблиц: 3.18, 3.23, 3,27 – 3.30 на снижение уровня Zn в конечном продукте значительного влияния не оказала.

С целью снижения уровня цинка в конечном кормовом продукте были наработаны производственные партии муки кормовой на основе рыбной чешуи, где вместо технологической добавки (спиртовая барда) аналогично были использованы пшеничные отруби, либо смеси спиртовой барды и пшеничных отрубей (имеют другую насыпную массу и гранулометрический состав частиц в отличие от спиртовой барды). Результаты испытаний очистки чешуи сардинеллы с применением технологической добавки (пшеничные отруби) и последующим получением муки кормовой из неё представлены в таблице 3.31 – 3.34. (Приложение Т)

Таблица 3.31 – Химический состав муки кормовой из чешуи сардинеллы

| Наименование определяемого показателя | Результаты определения | Допустимые значения | Погрешность |
|---------------------------------------|------------------------|---------------------|-------------|
| Массовая доля влаги, % | 13,00 | не более 12,0- | ±0,10 |
| Массовая доля жира, % | 1,29 | не более 14,0 | ±0,43 |
| Массовая доля хлористого натрия, % | 0,29 | не более 5,00 | ±0,05 |
| Кислотное число, мг КОН/г | 15,90 | не более 55,00 | ±0,40 |
| Массовая доля клетчатки, % | менее 2,00 | - | - |
| Массовая доля золы, % | 32,60 | - | ±1,30 |
| Массовая доля протеина, % | 32,12 | не менее 50,0- | ±0,95 |
| Массовая доля фосфора (P),% | 4,54 | 5,00 | ±0,75 |
| Массовая доля кальция (Ca),% | 7,20 | 13,00 | ±0,60 |

Таблица 3.32 – Содержание токсичных элементов в муке кормовой из чешуи сардинеллы

| Наименование определяемого показателя | Результаты определения, мг/кг | Допустимые значения, не более | Погрешность |
|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------|
| Свинец (Pb) | 3,69 | 5,0 | ±1,29 |
| Мышьяк (As) | 0,18 | 2,0 | ±0,05 |
| Кадмий (Cd) | 0,26 | 0,3 | ±0,08 |
| Ртуть (Hg) | 0,04 | 0,5 | ±0,01 |
| Медь (Cu) | 6,49 | 80 | ±1,49 |
| Цинк (Zn) | 8,26 | 100 | ±1,73 |

Таблица 3.33 – Содержание макро- и микроэлементов в муке кормовой из чешуи сардинеллы

| Наименование определяемого показателя | Результаты определения, мг/кг | Допустимые значения, не более | Погрешность |
|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------|
| Калий (K) | 2907 | - | ±581 |
| Натрий (Na) | 1312 | - | ±262 |
| Магний (Mg) | 3014 | - | ±603 |
| Кобальт (Co) | 0,12 | - | ±0,03 |
| Железо (Fe) | 55,00 | - | ±11,00 |

Таблица 3.34 – Содержание аминокислот в белках муки кормовой из чешуи сардинеллы

| Наименование определяемого показателя | Результаты определения, % | Погрешность |
|--------------------------------------------|---------------------------|-------------|
| Аргинин (Arg) | 2,23 | ±0,89 |
| Тирозин (Tyr) | 0,25 | ±0,08 |
| Фенилаланин (Phe) | 0,85 | ±0,26 |
| Гистидин (His) | 0,58 | ±0,29 |
| Лейцин +Изолейцин (Leu+Ile) | 0,81 | ±0,21 |
| Метионин (Met) | 0,62 | ±0,21 |
| Валин (Val) | 1,52 | ±0,61 |
| Пролин (Pro) | 3,50 | ±0,91 |
| Треонин (Thr) | 0,89 | ±0,36 |
| Серин (Ser) | 1,44 | ±0,37 |
| Аланин (Ala) | 2,75 | ±0,72 |
| Глицин (Gly) | 5,95 | ±2,02 |
| Аспарагиновая кислота +Аспарагин (Asp+Asn) | 1,46 | ±0,58 |
| Глутаминовая кислота + Глутамин (Glu+Gln) | 3,13 | ±1,25 |
| Триптофан (Trp) | менее 0,1 | - |
| Лизин (Lys) | 1,40 | ±0,48 |
| Цистин (Cys-Cys) | менее 0,1 | - |

Из таблиц 3.31 – 3.34 видно, что значительно снизился уровень цинка (8,26 мг/кг, исходное содержание 121 - 140 мг/кг), то есть в 14,6 – 16,9 раза, по сравнению с результатами таблиц 3.7 и 3.18. Кроме того, также значительно снизился уровень кальция (7,2 %, исходное содержание 30,52 %), то есть в 4,2 раза, фосфора (4,54 %, исходное содержание 7,46 %) в 1,6 раза и азота (5,14 %, исходное содержание 7,00 %) в 1,36 раза (табл.3.7). Аминокислотный состав белков чешуи сардинеллы характеризовался значительным содержанием глицина, пролина, глутаминовой кислоты + глутамина, аланина

и аргинина от общей массы чешуи и практически отсутствием цистина и триптофана, что характерно для коллагеновых белков.

Это свидетельствует о том, что при использовании пшеничных отрубей в качестве технологической добавки при очистке необработанной чешуи удаляется слизь и частично её гиалодентиновый (поверхностный) слой. Визуально это проявляется в том, что у обработанной чешуи отсутствует характерный поверхностный блеск (поверхность становится матовой, бархатистой), а также уменьшается степень присущей ей жесткости (при сжатии чешуйки пальцами).

Химический состав полученной муки кормовой на основе чешуи сардины, которая была очищена смесью спиртовой барды (75 %) и пшеничных отрубей (25 %) в соотношении 1/1 по массе, с последующим её смешиванием с размороженной килькой, взятых в соотношении 1/2 по массе и высушивании образовавшейся смеси, представлена в таблице 3/35.

Таблица 3.35 – Химический состав муки кормовой на основе чешуи сардины

| Наименование показателей | Результаты определения |
|------------------------------------|------------------------|
| Массовая доля влаги, % | 8,6±0,94 |
| Массовая доля сырого протеина, % | 45,5±0,13 |
| Массовая доля кальция, % | 11,8±1,34 |
| Массовая доля фосфора, % | 5,53±0,77 |
| Массовая доля цинка, % | 46,8±2,2 |
| Массовая доля сырого жира, % | 8,8±0,36 |
| Кислотное число, мг КОН в 1 г жира | 22,4±0,84 |

Из таблицы 3.35 видно, что значительно снизился уровень цинка (46,8 мг/кг, исходное содержание 121 - 140 мг/кг), то есть в 2,58 - 3,0 раза, по сравнению с результатами таблицы 3.7.

Таким образом, способ сухой чистки чешуи сардины и сардинеллы, очищенной пшеничными отрубями или смесью спиртовой барды и пшеничных отрубей, позволяет удалять органические примеси и снижать содержание цинка до нормативного показателя, установленного для муки кормовой

рыбной, и использовать её в качестве сырья для производства муки кормовой на основе рыбной чешуи [62, 236].

Обогащённый после чистки чешуи пшеничными отрубями или смесью спиртовой барды и пшеничных отрубей, белковыми, минеральными и жировыми веществами рыбного происхождения растительный продукт используется в качестве компонента различных комбикормов.

Очищенная рыбная чешуя (массовая доля влаги 25 – 35 %), кратковременно (2,0-4,5 мин) досушивается и измельчается в установке УПС, с последующим добавлением к ней рыбных отходов и высушиванием образовавшейся смеси с целью получения муки кормовой на основе рыбной чешуи.

При необходимости (сохранение качества значительных объёмов исходного сырья) очищенная рыбная чешуя (массовая доля влаги 25 -35 %) может досушиваться потоком воздуха (температура 30 – 40 °С) в сушильной установке барабанного типа до содержания массовой доли влаги 5-10 %.



Рисунок 3.11 – Внешний вид высушенной чешуи: необработанная (слева), промытая водой с температурой 83⁰С (по центру), полученная способом сухой очистки (справа)

Видно (рис. 3.11), что способ сухой очистки чешуи наиболее эффективно удаляет органические примеси из неё, по сравнению с промывкой водой.

3.3 Исследование процесса высушивания рыбной кормовой смеси

Процесс высушивания смеси рыбного сырья, проводимый на установке УПС-01 зависит от многочисленных факторов:

- вида рыбного сырья, степени его свежести, предварительной обработки;
- химического состава исходной смеси сырья;
- конструктивных особенностей установки;
- насыпной массы сырья;
- равномерности подачи рыбного сырья в процессе высушивания;
- степени измельчения рыбного сырья перед обработкой;
- степени изношенности ножей установки;
- других факторов.

Рационализация процесса высушивания рыбной смеси определялась на основе качества конечного готового продукта и экономической целесообразности проведения процесса.

Качество готовой муки кормовой (при условии, что свежесть исходного рыбного сырья соответствует нормативным показателям для кормовой продукции) зависит от вида и жирности рыбного сырья, его предварительной обработки, а также температуры и продолжительности технологического режима сушки, условий хранения готовой продукции до реализации.

Экономическая целесообразность проведения процесса сушки заключается в сокращении энергозатрат и продолжительности технологического процесса сушки при условии соблюдения надлежащего качества конечного продукта. Учитывая непродолжительность процесса сушки смеси сырья (10 - 20 мин), а также постоянное добавление сырой массы рыбного сырья в течение процесса высушивания и сложность определения массовой доли влаги в динамике процесса, основанного на трении, кривые скорости обезвоживания не определялись. Однако для анализа процесса сушки смеси рыбного сырья были определены температурные кривые, показывающие изменение температуры смеси рыбного сырья в зависимости от продолжительности об-

работки (при этом происходит уменьшение влажности материала) и жирности высушиваемой смеси рыбного сырья (рисунок 3.12, 3.13.).

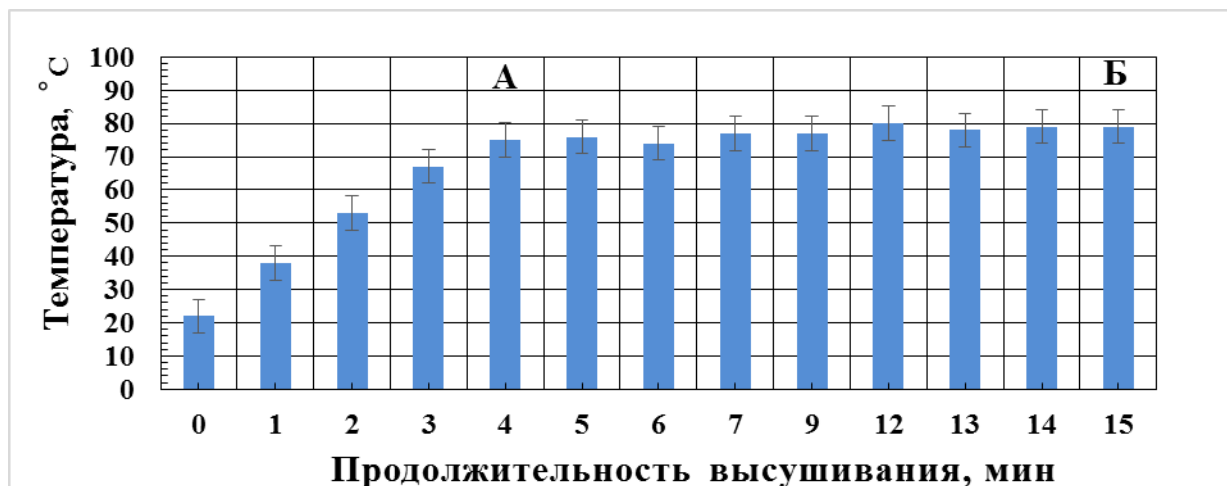


Рисунок 3.12 – Изменение температуры смеси рыбного сырья (чешуя сардинеллы (очищенная) - 9 кг + отходы трески - 12 кг) в процессе её высушивания на установке УПС-01. Точка А - температура мокрого термометра, точка Б – температура окончания сушки

Из рисунка 3.12 видно, что температурная кривая характерна для сушки «тонких» образцов продукта (чешуя), для которых характерно быстрое повышение температуры до температуры мокрого термометра (точка А), и на протяжении периода постоянной скорости обезвоживания она не меняется (интервал от А до Б) [20]. В период постоянной скорости обезвоживания происходит интенсивное удаление влаги, при этом всё тепло расходуется на испарение влаги. Процесс сушки заканчивается в точке (Б), когда содержание массовой доли влаги в высушиваемой смеси находится на уровне 10 -12 % от её массы. Данная точка (Б) была определена эмпирически по уменьшению силы тока (ток автомата установки) и времени последней загрузки рыбных отходов в высушиваемую смесь (1,5-2,0 мин до окончания процесса сушки). Установлено (рис. 3.13), что с добавлением жирного сырья (голова тунца, килька) в процессе высушивания снижается температура обработки и соответственно увеличивается продолжительность всего технологического цикла, что в конечном итоге приводит к снижению качества готового продукта.

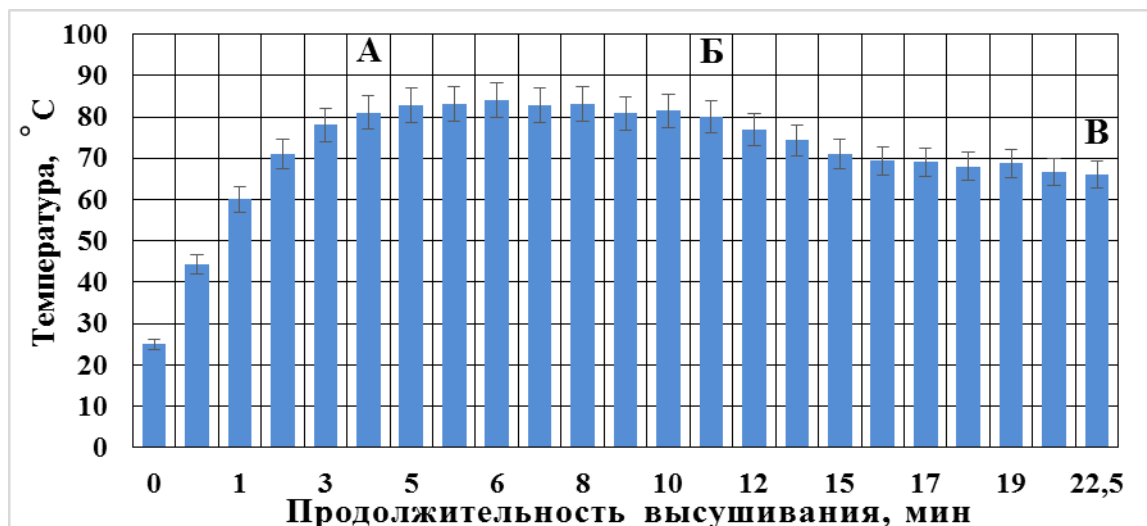


Рисунок 3.13 – Изменение температуры смеси рыбного сырья (чешуя сардины очищенная - 10,3 кг, отходы судака - 9,4 кг, головы тунца - 5,6 кг) в процессе её высушивания на установке УПС-01. Точка А - температура мокрого термометра, точка Б – температура при добавлении жирного сырья в процессе сушки, точка В – температура окончания процесса сушки

После нагрева (рис. 3.13) очищенной рыбной чешуи сардины в установке УПС - 01 (интервал продолжительности высушивания от 0 до 2 мин) до температуры 80 °С (точка А), к ней в течение 10 мин (интервал от 2 до 12 мин) равномерно добавляли отходы судака (с содержанием жира - 3,4 %), при этом средняя температура смеси рыбного сырья составляла 82,3⁰ С, ток автомата установки составил 55-60 ампер. После 12 мин высушивания смеси рыбного сырья (точка Б) к ней добавили головы тунца с содержанием жира 13,4% (интервал времени от 12 до 20,5 мин) при этом средняя температура смеси в этом интервале понизилась на 12,7⁰С и составила 69,6 °С, а ток автомата установки 45-55 ампер. Выход высушенного продукта (точка В) составил 12,55 кг, продолжительность высушивания 22,5 мин, кислотное число 32,5 мг КОН/г.

С целью определения влияния содержания жира на продолжительность процесса высушивания смеси рыбного сырья были проведены исследования

по определению продолжительности выпаривания 1 кг жидкости при сушке, в зависимости от содержания жира в смеси.

Результаты физико-химического анализа, высушивания смеси рыбного сырья, высушенной чешуи сардины (содержание жира - 3,1 %) и охлажденной кильки (содержание жира - 9,0 %), в различных соотношениях представлены в таблице 3.36, из которой видно, что с уменьшением жира в исходной смеси рыбного сырья сокращается продолжительность её высушивания.

Однако при продолжительности высушивания менее 10 мин полученный готовый продукт имеет небольшую насыпную массу из-за недостаточного измельчения чешуи, которая обладает повышенной “пушистостью” (мягкая целая чешуя, лишённая поверхностного жёсткого гиалодентинового слоя, или её фрагменты в виде пуха), что негативно сказывается на внешнем виде продукта. Поэтому обработка данного количества смеси рыбного сырья (из практики) должна быть не менее 10 - 12 мин с целью получения однородного готового продукта (без учёта предварительной подсушки очищенной чешуи).

Отмечено, что очищенная чешуя с массовой долей влаги 20 % (13,0 кг), высушивалась в установке УПС-01 в течение 4,5 мин и получением (11,5 кг) однородного продукта (частички чешуи от пыли до 3 мм, пух отсутствовал). Для снижения жёсткости тепловой обработки и получения качественного готового кормового продукта необходимо, чтобы продолжительность высушивания смеси рыбного сырья (25 кг) составляла не более 15 мин, при этом содержание жира в готовом кормовом продукте должно быть не более 10 %.

Под жёсткостью тепловой обработки понимается произведение длительности высушивания смеси рыбного сырья на температуру его обработки.

Рациональным соотношением смеси рыбного сырья, предназначенным для высушивания, является 64 % чешуи и 36 % рыбного сырья

Таблица 3.36 – Результаты физико-химического анализа высушивания смеси рыбного сырья
(сухая чешуя сардины + охлаждённая килька)

| Чешуя сардины, % | Килька балтийская, % | Общая масса смеси, кг/% | Содержание протеина в сырой смеси, % | Содержание жира в сырой смеси, % | Содержание жира в продукте, % АСВ | Продолжительность сушки, мин | Выход готовой продукции, кг/% | Масса выпаренной жидкости, кг | Продолжительность выпаривания 1кг жидкости, мин |
|------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------|
| 40 | 60 | 25/100 | 25,30± 0,34 | 6,64± 0,14 | 29,70± 0,43 | 38,5 | 13,3/53,2 | 11,7 | 3,29± 0,10 |
| 50 | 50 | 25/100 | 28,10± 0,29 | 6,05± 0,17 | 19,75± 0,10 | 29,5 | 15,2/60,8 | 9,8 | 3,01± 0,10 |
| 64 | 36 | 25/100 | 32,02± 0,20 | 5,22± 0,11 | 15,20± 0,17 | 14,5 | 18,0/72,0 | 7,0 | 2,07± 0,05 |
| 80 | 20 | 25/100 | 36,50± 0,16 | 4,28± 0,04 | 9,88± 0,18 | 8,5 | 21,0/84,0 | 4,0 | 1,70± 0,05 |

3.4 Определение рациональных условий высушивания смеси рыбного сырья

Одним из основных параметров технологии муки кормовой на основе рыбной чешуи является состав смеси рыбного сырья и продолжительность её высушивания в зависимости от содержания в ней жира и влаги. В качестве варьируемых частных факторов, подлежащих регулированию и рационализации в технологии муки кормовой на основе рыбной чешуи, приняты скорость выпаривания 1 кг жидкости из смеси рыбного сырья в зависимости от содержания в ней жира и различное соотношение компонентов смеси рыбного сырья. Продолжительность выпаривания 1 кг жидкости из смеси рыбного сырья с различным содержанием жира (таблица 3.36) представлена на рисунке 3.14

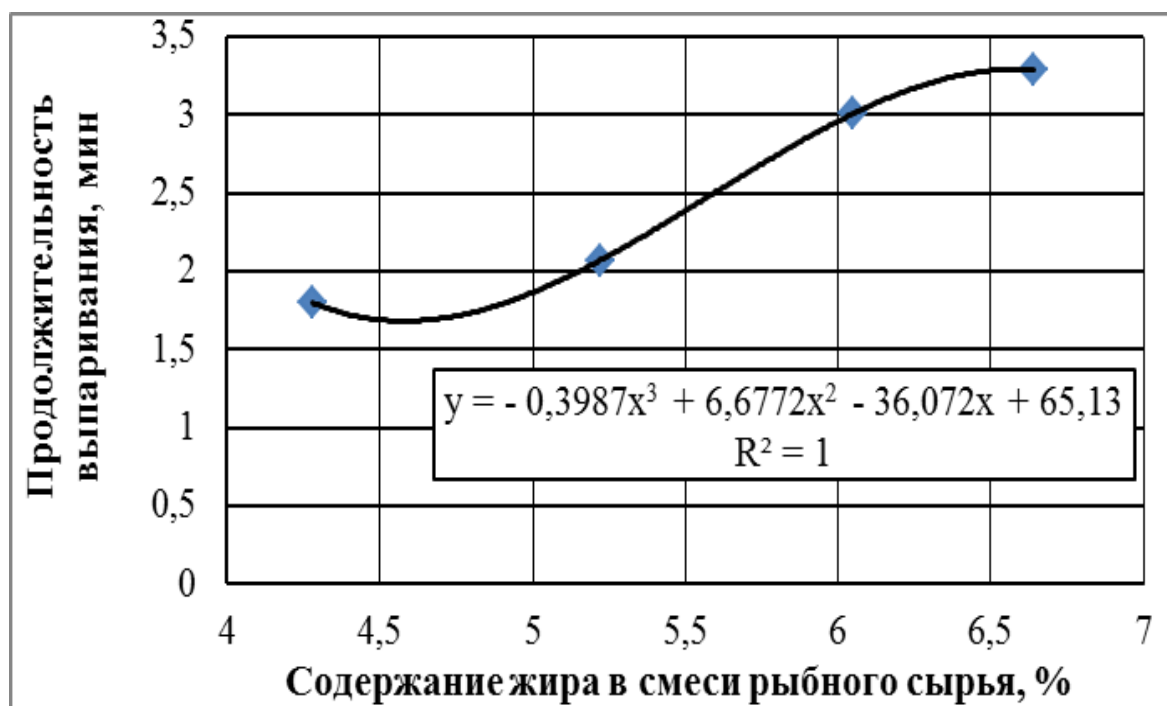


Рисунок 3.14 – Продолжительность выпаривания 1 кг жидкости из смеси рыбного сырья с различным содержанием жира

Из рисунка 3.14 видно, что имеется полиномиальная зависимость между продолжительностью выпаривания 1 кг жидкости и содержанием жира в сырой смеси, которое выражается уравнением регрессии

$$Y = -0,3987 \times x^3 + 6,6772 \times x^2 - 36,072 \times x + 65,13$$

Проверка полученного уравнения регрессии на адекватность показана в приложении У. Для этого методом корреляционно-регрессионного анализа было произведено вычисление остатков [119, 156]. На графиках подбора можно визуально наблюдать разность между вычисленным по уравнению регрессии и полученным практическим путем значения Y (где переменная X1 соответствует значению X, переменная X2 – значению X^2 , переменная X3 – значению X^3).

Установлен оптимум – точка минимума, определённая при помощи пакета анализа MS Excel: теоретическое оптимальное содержание жира в сырой смеси составляет 4,58 %, при этом продолжительность выпаривания 1 кг жидкости равна 1,68 мин.

Зависимость содержания жира в смеси рыбного сырья от доли кильки балтийской в общей смеси рыбного сырья представлена на рисунке 3.15.

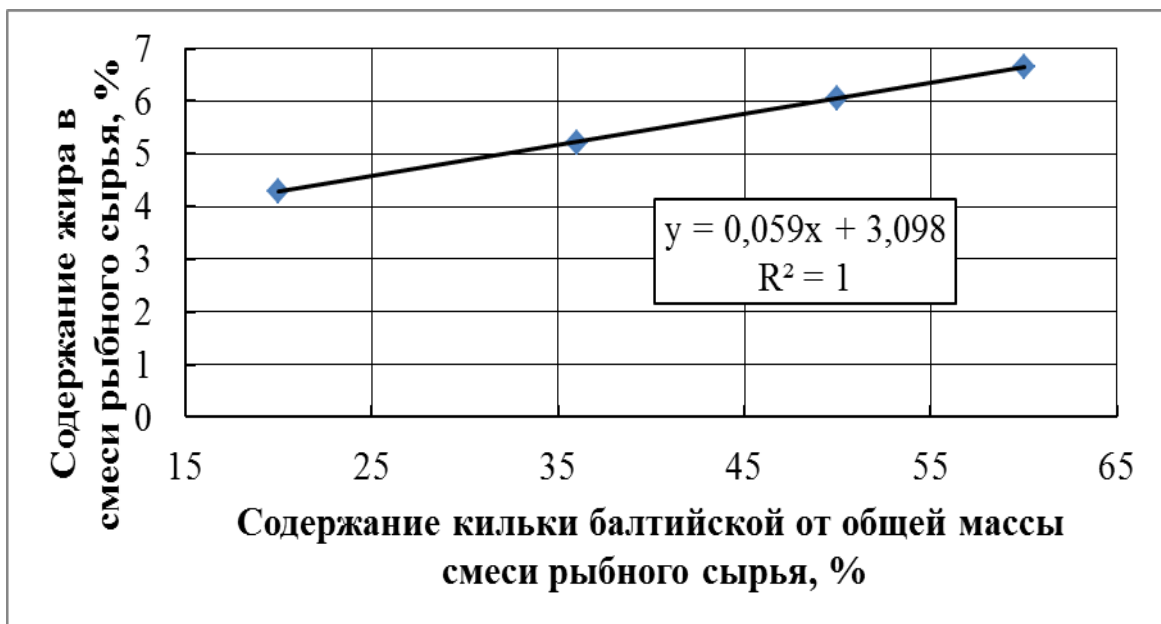


Рисунок 3.15 – Зависимость содержания жира в смеси рыбного сырья от массовой доли кильки балтийской

Из рисунка 3.15 видно наличие прямопропорциональной положительной линейной зависимости. Коэффициент детерминации R практически равен 1.

При проверке полученного уравнения регрессии на адекватность было произведено вычисление остатков – т.е. разности между наблюдаемым и предсказанными значениями зависимой переменной Y при заданном значении независимой переменной X. Данные проверки представлены в Приложении У.

Таким образом, имеется прямопропорциональная положительная линейная зависимость между содержанием жира в смеси рыбного сырья и долей кильки балтийской в общей смеси, которая описывается уравнением регрессии: $Y = 0,0059 \times X + 3,098$

При помощи программы MS Excel был автоматизирован предварительный расчёт общего химического состава высушенной муки кормовой на основе рыбной чешуи с учётом состава смеси рыбного сырья.

Пример расчёта химического состава полученной кормовой муки с учётом соотношения и химического состава компонентов смеси рыбного сырья представлен в таблице 3.37

Таблица 3.37 – Пример расчёта химического состава высушенной муки кормовой на основе рыбной чешуи с учётом соотношения и химического состава компонентов смеси рыбного сырья

| Химический состав голов судака, г на 100 г | | | |
|---------------------------------------------------|------------------------|-------|----------------------|
| влага | жир | белок | минеральные вещества |
| 68,70 | 4,20 | 17,10 | 9,40 |
| Химический состав чешуи, г на 100 г | | | |
| влага | жир | белок | минеральные вещества |
| 13,00 | 4,20 | 49,90 | 32,90 |
| Масса смеси, кг | | | |
| 25 | | | |
| Масса чешуи, кг | Масса голов, кг | | |
| 16 | 9 | | |

Окончание таблицы 3.37

| Общий химический состав сырой смеси, г на 100 г | | | |
|---------------------------------------------------------------|------|-------|----------------------|
| влага | жир | белок | минеральные вещества |
| 33,05 | 4,20 | 38,09 | 24,44 |
| Процент влаги в готовом продукте | | | |
| 10 | | | |
| Расчетный коэффициент | | | |
| 7,41 | | | |
| Общий химический состав на готовый продукт, г на 100 г | | | |
| влага | жир | белок | минеральные вещества |
| 10,00 | 5,66 | 51,37 | 32,96 |
| Итого | | | |
| 100,00 | | | |

Расчёт позволяет определить химический состав готового продукта, зная доленое соотношение и химический состав компонентов смеси рыбного сырья.

3.5 Исследование химического состава жидких рыбных отходов

Одним из способов повышения кормовой ценности муки кормовой на основе рыбной чешуи является использование обезжиренного рыбного бульона или продуктов его переработки (РБК, КНмАС), полученных согласно разработанным способам [1, 192].

Биологическая ценность рыбных бульонов и продуктов его переработки заключается в значительном содержании водорастворимых белков и продуктов их расщепления (полипептидов, олигопептидов, тетрапептидов, пептидов, аминокислот), а также витаминов, минеральных веществ и других биологически активных соединений [19, 46, 50, 149, 150, 174, 177, 206, 217, 219, 244, 254, 261, 262].

Одним из ключевых компонентов стартовых комбикормов является рыбная мука, в которой содержание водорастворимых белков составляет около 10 % от общего количества белков, что не соответствует пищевым потребностям пищеварительной системы молоди рыб [2].

Личинки рыб, у которых пищеварительная система не сформировалась и активность полостных протеаз невелика, лучше усваивают протеин с определённым спектром полипептидов, сходных с организмами зоопланктона. Это, вероятно, эволюционная, генетически закреплённая адаптация [177].

Разработка рецептов продукционных и особенно стартовых комбикормов, сопоставимых по спектру с полипептидными фракциями протеина живого корма, позволит решить проблему кормления и выращивания молоди рыб в раннем постэмбриогенезе. Наличие в комбикормах полипептидов низкой молекулярной массой, равной 1000 - 1300 дальтон, обеспечивает механизм «запуска» кишечных протеаз, а присутствие более сложных белковых структур (молекулярная масса более 10 тыс. дальтон) обуславливает поэтапное развитие ферментной системы личинок и растущих мальков рыб.

Фракционный состав растворимых в воде белков и продуктов их расщепления в высушенном обезжиренном рыбном бульоне следующий: свободные аминокислоты с молекулярной массой (М.м.) = 120 дальтон (2,7 %), полипептиды с М.м. = 1000 - 1300 дальтон (35,2 %), полипептиды с М.м. более 1300 дальтон (20,3 %), низкомолекулярный белок с М.м. более 10000 дальтон (16,3 %) [177].

По данным других исследований низкомолекулярная фракция (1-10 кДа) белков рыбного бульона и продуктов его расщепления составляет от 75,3 до 95,0 %, среднемoleкулярная фракция (30-160 кДа) от 4,1 до 10,7 % и высокомолекулярная фракция (> 200 кДа) от 13,1- 16,4 % , что говорит о его высокой биологической ценности, как компонента комбикормов для личинок и молоди рыб [187].

Химический состав исследуемых обезжиренных рыбных бульонов, полученных из отходов от разделки сардины, ставриды, салаки при производстве консервов, в процессе их переработки на муку кормовую рыбную по центрифужно-сушильной схеме Alfa Laval (Швеция) в условиях ООО «ПГТ-Строй» представлены в таблице 3.38.

Таблица 3.38 – Химический состав обезжиренных рыбных бульонов

| Наименование показателя | Сырьё из отходов от разделки, % | | |
|--------------------------------|---------------------------------|--------|---------|
| | ставрида | салака | сардина |
| Влага | 89,71 | 93,95 | 90,11 |
| Жир | 1,40 | 0,40 | 0,50 |
| Зола | 1,80 | 0,97 | 1,45 |
| Сырой протеин (ОА × 6,25) | 7,09 | 4,68 | 7,94 |
| Общий азот (ОА) | 1,135 | 0,749 | 1,270 |
| Небелковый азот (НБА) | 0,546 | 0,340 | 0,799 |
| Водорастворимый азот (ВА) | 1,10 | 0,585 | 1,25 |
| Формольно-титруемый азот (ФТА) | 0,249 | 0,115 | 0,309 |
| ФТА/ОА × 100% | 21,94 | 15,35 | 24,33 |
| НБА/ОА × 100% | 48,10 | 45,39 | 62,91 |
| ВА/ОА × 100% | 96,92 | 78,10 | 98,42 |
| ФТА/НБА × 100% | 45,60 | 51,91 | 38,67 |

Из табл. 3.38 видно, что содержание ВА по отношению к ОА в рыбных бульонах находится в интервале 78,10 - 98,42 %. Химический состав обезжиренных рыбных бульонов зависит от вида исходного сырья. Так, содержание жира в обезжиренных рыбных бульонах из отходов от разделки салаки и сардины достоверно не отличалось, и было в три раза ниже по сравнению с обезжиренным рыбным бульоном из отходов от разделки ставриды. Содержание сырого протеина, небелкового и водорастворимого азота в обезжиренных рыбных бульонах из отходов от разделки ставриды и сардины было соответственно выше в 1,5 и 1,7; 1,6 и 2,3; 1,9 и 2,3 раза по сравнению с обезжиренным рыбным бульоном из отходов от разделки салаки. Содержание формольно-титруемого азота в обезжиренном рыбном бульоне из отходов от разделки салаки было соответственно ниже в 2,2 и 2,7 раза, чем в обезжиренных рыбных бульонах из отходов от разделки ставриды и сардины.

Показатели отношений ФТА/ОА, ФТА/ОА и ФТА/НБА в обезжиренных рыбных бульонах из отходов от разделки ставриды и сардины достоверно не

отличались, при этом показатели ФТА/ОА и ФТА/ОА были соответственно выше в 1,5 и 1,2 раза, а показатель ФТА/НБА ниже в 1,2 раза, чем в обезжиренном рыбном бульоне из отходов от разделки салаки.

С целью получения продуктов переработки рыбного бульона (РБК и КНмАС) была использована тканевая рыбная жидкость, выделяемая при хранении рыбных отходов до обработки в производственных условиях ООО «ПГТ-Строй» и ООО НПП «Прок-М». Выделение тканевой жидкости из рыбного сырья происходит либо самопроизвольно при его хранении до обработки, либо при механическом воздействии на него (прессование, центрифугирование). Количество и качество выделившейся тканевой жидкости зависит от многочисленных факторов, таких как химический состав, степень свежести и измельчения рыбного сырья, а также используемого давления, температуры, условий и продолжительности хранения его до обработки. При размораживании рыбы потери тканевой жидкости могут достигать 25 % от массы рыбы [40].

Потери тканевых жидкостей в рыбномучном производстве оцениваются в 10-15 % от массы сырья, поступающего на обработку [144, 169, 299, 396]. Вместе с вытекающей тканевой жидкостью теряются вкусовые и питательные вещества (белки, небелковые азотистые и минеральные вещества, липиды), а также физиологически активные вещества, такие как таурин, содержание которого в тканевой жидкости трески, путассу и минтая составляет 10 % [34, 35] от её массы. В свободно вытекающей тканевой жидкости содержится около 1,5 % азота [29, 40]. Тканевый сок состоит из клеточной и внеклеточной жидкости различных тканей рыбы, включая кровь, а также мелкой взвеси частиц, попадающих в сок при прессовании. Общее количество жидкости в рыбе в среднем колеблется от 70 до 80 % от её массы. Из этого количества жидкости 52-58 % приходится на внутриклеточную жидкость, а 13-25 % на внеклеточную жидкость от массы рыбы, при этом объём крови составляет от 1,6 до 8,5 % [7].

При прессовании сырья гидробионтов потери тканевой жидкости составляют от 12 до 60 % от массы сырья [8, 40, 153]. Содержание общего азота колеблется от 0,73 до 1,83 %, белкового азота от 0,05 до 1,5, небелкового азота от 0,34 до 0,78, сухих веществ от 6,4 до 13,0 % [29, 34, 35, 40, 144, 153, 169, 299, 396].

Тканевая жидкость гидробионтов (за исключением сока криля) как самостоятельное сырьё для промышленного производства кормовых или пищевых продуктов до настоящего времени не рассматривалась [8].

Жидкие отходы (обезжиренный бульон, тканевая жидкость) являются ценными источниками экстрактивных азотсодержащих соединений для производства стартовых и продукционных рыбных комбикормов.

Химический состав исследуемой тканевой жидкости, свободно вытекающей из различного рыбного сырья, предназначенного для производства рыбной муки в условиях ООО «ПГТ-Строй», представлен в таблице 3.39.

Таблица 3.39 – Химический состав тканевой жидкости, свободно вытекающей из рыбного сырья

| Сухие вещества, % | Сырой протеин, % | Сырой жир, % | Зола, % |
|-------------------|------------------|--------------|------------|
| 4,20 – 14,90 | 2,10 – 11,80 | 0,08 – 1,20 | 0,30– 2,20 |

Значительные колебания химических показателей тканевой жидкости, как видно из таблицы 3.39, зависят главным образом от вида используемого рыбного сырья и применяемого к нему давления при её получении.

Соотношение белковой и небелковой форм азотсодержащих веществ, тканевой жидкости, полученной из различного рыбного сырья, представлено в таблице 3.40.

Таблица 3.40 – Соотношение белковой и небелковой форм азотсодержащих веществ рыбной тканевой жидкости, свободно вытекающей из сырья при хранении до обработки

| Исходное сырьё | Содержание в тканевой жидкости, % | | | |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------------------|-----------------|
| | общего азота | небелкового азота | небелкового азота к общему азоту | плотных веществ |
| Ставрида (мор.) | 1,66 | 0,59 | 35,54 | 11,82 |
| Салака (охл.) | 0,80 | 0,22 | 27,50 | 5,85 |
| Скумбрия (мор.) | 1,41 | 0,46 | 32,62 | 9,98 |
| Карп (охл.) | 1,52 | 0,47 | 30,92 | 10,06 |
| Килька (охл.) | 0,86 | 0,32 | 37,20 | 6,88 |
| Путассу (мор.) | 0,88 | 0,51 | 57,95 | 6,71 |
| Отходы разделки сардины, хранящиеся навалом в контейнерах | 1,30 | 0,25 | 19,23 | 8,51 |
| Отходы разделки ставриды, хранящиеся навалом в контейнерах | 0,97 | 0,17 | 17,52 | 6,80 |

Анализ данных таблицы 3.40 показывает, что количество белкового азота в тканевом соке варьируется от 42,05 до 82,48 %.

Низкое содержание белкового азота в тканевой жидкости путассу вероятно связано с низкой температурой обитания данной рыбы. Высокое содержание белкового азота в свободно вытекающей тканевой жидкости из охлаждённых отходов разделки сардины и ставриды, хранящихся навалом до обработки, связано с воздействием давления (за счёт собственного веса) на рыбное сырьё.

Исследования по влиянию степени измельчения рыбного сырья и применяемому к нему давлению с целью получения тканевой жидкости представлены в таблице 3.41.

Таблица 3.41 – Влияние степени измельчения рыбного сырья (масса 100 г) и применяемого к нему давления на выход тканевой жидкости

| Сырье (ставрида) | Степень измельчения, см | Давление, кг/см ² | Отпрессованная жидкость, мл | Объем жира, мл | Содержание сухих веществ, г |
|--------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|
| Отходы | 7×3 | 6 | 13 | - | - |
| | 3×3 | 6 | 22 | - | - |
| | 1×1 | 6 | 30 | - | - |
| Тушка | 7×3 | 20 | 28 | 3,0 | 12,8 |
| | 3×3 | 20 | 32 | 1,2 | 12,4 |
| | 1×1 | 20 | 35 | 4,5 | 12,2 |
| Тонко измельченное мясо | - | 6 | 31 | 2,0 | 11,6 |
| | - | 20 | 39 | 3,0 | 11,5 |
| Отходы без измельчения (головы, кости, плавники) | - | 6 | 30 | 2,5 | 15,3 |
| | - | 20 | 33 | 5,0 | 17,8 |

В таблице 3.41 содержание плотных веществ определялось без учёта жира, находящегося в виде жирового слоя в тканевой жидкости, где граница разделения (жир/тканевая жидкость) образуется быстро и видна достаточно отчётливо.

Из таблицы 3.41 видно, что с увеличением давления применяемого к рыбному сырью увеличивается количество выделяемой жидкости и содержание плотных веществ в ней.

3.6 Получение муки кормовой на основе рыбной чешуи с использованием обезжиренного рыбного бульона и продуктов его переработки

Обезжиренный рыбный бульон и продукты его переработки (с использованием тканевой рыбной жидкости), были использованы в качестве компонентов сырья при производстве муки кормовой на основе рыбной чешуи.

Использование обезжиренного рыбного бульона или продуктов его переработки (включая рыбную тканевую жидкость) целесообразно в случае расположения участка по производству муки кормовой на основе рыбной чешуи непосредственно при производстве рыбной муки, получаемой прессово-сушильным или центрифужным способами, где имеются пресс-шнек для предварительного отделения рыбной тканевой жидкости из рыбного сырья, сепараторы, выпарное оборудование и горячий обезжиренный рыбный бульон.

Химический состав муки кормовой, полученной из смеси высушенной рыбной чешуи сардинеллы и продуктов переработки рыбного бульона в соотношении 16:6 по массе, представлен в таблице 3.42.

Таблица 3.42 –Химический состав муки кормовой, полученной из смеси чешуи сардинеллы и продуктов переработки рыбного бульона

| Рыбное сырьё | Влага, % | Сырой протеин, % | Жир, % | Зола, % | Соотношение сырья в смеси, кг | Выход муки кормовой, кг |
|------------------|---------------|------------------|--------------|---------------|-------------------------------|-------------------------|
| Чешуя сардинеллы | 7,3± 0,74 | 51,8± 0,27 | 4,6± 0,31 | 36,3± 0,74 | - | - |
| Чешуя + РБК | 10,7± 0,35 | 57,1± 1,25 | 4,4± 0,17 | 27,8± 1,3 | 16:6 | 17,1± 0,20 |
| Чешуя + КНМАС | 10,9± 0,11 | 53,1± 0,25 | 3,8± 0,18 | 32,2± 1,1 | 16:6 | 18,7± 0,10 |
| Чешуя + КРБ | 9,5± 0,63 | 53,5± 0,96 | 4,2±0, 09 | 32,8± 0,65 | 16:6 | 17,9± 0,10 |

Из таблицы 3.42 видно, что добавление продуктов переработки рыбного бульона способствовало увеличению содержания сырого протеина и, соответственно, уменьшению содержания жира и золы в готовом продукте.

Внешний вид муки кормовой на основе рыбной чешуи (с добавлением продуктов переработки обезжиренного рыбного бульона), полученной в промышленных условиях, представлен на рисунке 3.16.



Рисунок 3.16 – Внешний вид муки кормовой на основе рыбной чешуи с добавлением продуктов переработки обезжиренного рыбного подпрессового бульона

3.7 Технология муки кормовой на основе рыбной чешуи

На основании проведённых исследований были разработаны технологические схемы получения муки кормовой на основе рыбной чешуи, которые приведены на рисунках 3.17 и 3.18.

Технология муки кормовой на основе рыбной чешуи

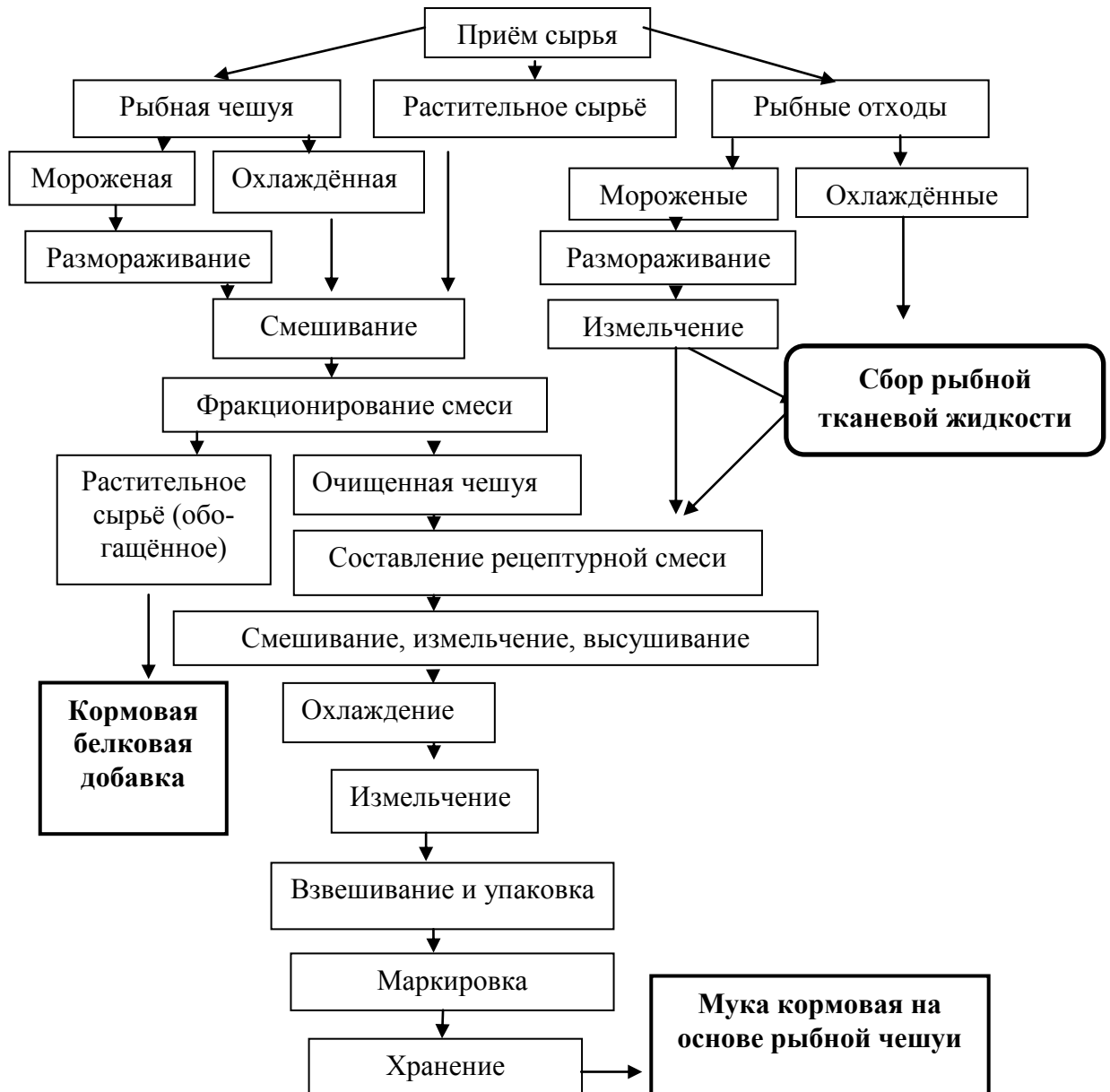


Рисунок 3.17 – Схема технологического процесса получения муки кормовой на основе рыбной чешуи

Мука кормовая на основе рыбной чешуи может быть получена как с использованием обезжиренного рыбного бульона и продуктов его переработки (включая рыбную тканевую жидкость), так и без них.

Технология муки кормовой на основе рыбной чешуи с использованием продуктов переработки обезжиренного подпрессового бульона

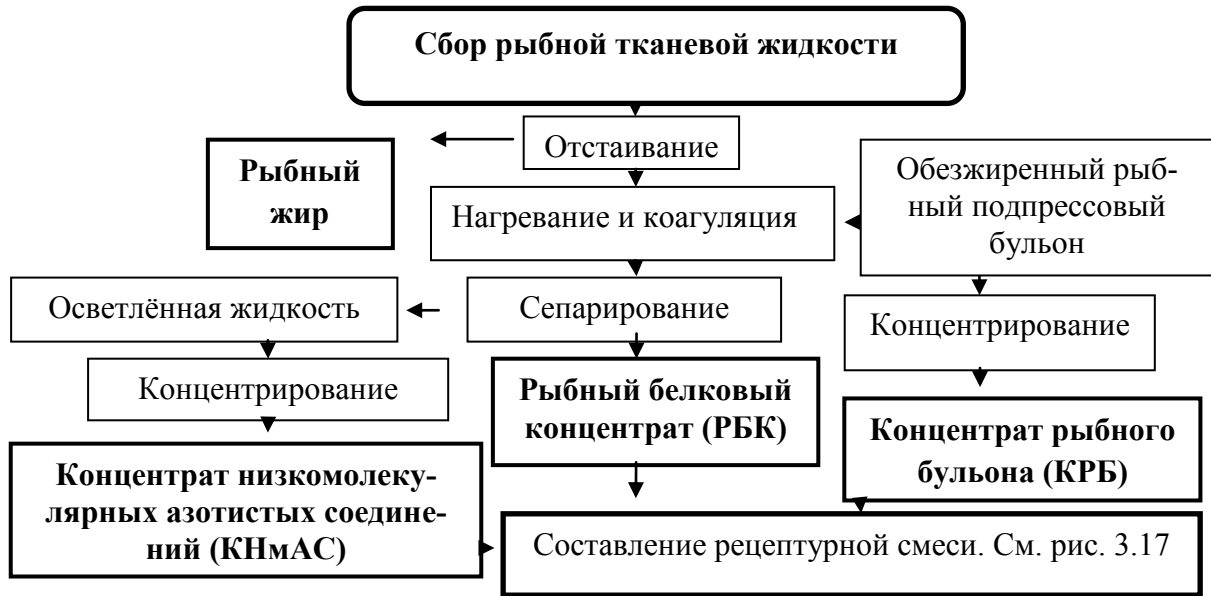


Рисунок 3.18 - Схема технологического процесса получения муки кормовой на основе рыбной чешуи с использованием обезжиренного рыбного бульона и продуктов его переработки

3.7.1 Описание технологической схемы муки кормовой на основе рыбной чешуи с использованием рыбных отходов

Мука кормовая на основе рыбной чешуи должна соответствовать требованиям технических условий и изготавливаться с соблюдением действующих санитарных норм и правил по технологической инструкции и рецептурам, утвержденным в установленном порядке.

Приём сырья. Рыбное мороженое сырьё поступает на предприятие в брикетах, охлаждённое рыбное сырьё поступает в пластиковых контейнерах или ёмкостях, а растительное сырьё в мешках. Мороженое и охлаждённое сырьё (рыбные отходы, рыбная чешуя), а также растительное сырьё, посту-

пающие на производство, подвергаются органолептическому и визуальному осмотру, кроме того, производится отбор проб с последующим проведением лабораторных испытаний

Размораживание. Рыбные отходы и чешую размораживают на воздухе, мороженое рыбное сырьё раскладывается на специальные стеллажи или решётки. Температура воздуха должна быть не выше 20°C . Для ускорения размораживания блоки мороженой чешуи допускается дробить на мелкие кусочки, размораживание заканчивать при достижении температуры рыбного сырья не выше минус 2°C .

Измельчение. Измельчение рыбных отходов (в том числе мороженых) осуществляется при помощи дробилки (Дальрыбтехцентр) с получением кусочков не более 25 мм по длине.

В процессе измельчения температура измельченного сырья не должна превышать плюс 2°C .

Смешивание. Смешивание сырой рыбной чешуи с сухим растительным сырьём (барда кормовая, отруби пшеничные, их смесь) проводят в установке для получения сухих протеиновых смесей (УПС). Соотношение необработанной рыбной чешуи и пшеничных отрубей 1: 2 по массе, соотношение чешуи и растительной смеси (сухая спиртовая барда -75 % и пшеничные отруби - 25 %) 1:1, соотношение чешуи и сухой растительной барды 2:1-1,9.

В процессе смешивания рыбной чешуи с растительным сырьём на УПС контролируются следующие параметры; продолжительность цикла (не более 30 с), рабочая нагрузка на УПС (не более 90 А), соотношение компонентов смеси.

Фракционирование. Полученная смесь рыбной чешуи и растительного сырья фракционируется на сетчатом барабанном просеивателе. Ячей сетки барабана $5\times 5\text{мм}$, ячей сетки может подбираться в зависимости от гранулометрического состава растительного сырья, используемого при сухой чистки чешуи. В процессе разделения контролируется остаток растительного компо-

нента на очищенной чешуе и при необходимости рыбную чешую направляют на повторное фракционирование.

Составление рецептурной смеси. Рецептура смеси (чешуя, рыбные отходы, рыба, коагулят и др.) рассчитывается исходя из назначения конечного продукта в соответствии с необходимым содержанием белка, жира, минеральных веществ, а также с целью оптимизации работы УПС, а именно продолжительности процесса высушивания не более 15 мин (без учёта предварительной подсушки очищенной рыбной чешуи).

Смешивание, измельчение, высушивание. Очищенная рыбная чешуя одновременно смешивается с измельченными рыбными отходами, измельчается и высушивается в установке УПС. Процентное соотношение рыбной чешуи и рыбных отходов при изготовлении муки кормовой составляет: 40-70 / 60 -30. Возможно получение муки кормовой и с другими процентными соотношениями.

В процессе смешивания, измельчения и высушивания контролируются следующие параметры: массовая доля влаги (не более 12 %), продолжительность процесса (в зависимости от рецептуры), нагрузка на УПС (не более 90А), последовательность и равномерность загрузки сырья в УПС.

При необходимости очищенная чешуя может предварительно подсушиваться потоком воздуха (30 – 40 °С) в различных сушильных устройствах до содержания массовой доли влаги 5-10 %.

Охлаждение. Охлаждение муки кормовой производится в охладителе барабанного типа горизонтального исполнения, оборудованном устройствами для перемешивания. Температура кормовой муки, направляемой на упаковывание, должна быть не выше 30 °С.

Измельчение. Муку кормовую измельчают на дробилках молоткового типа (ДПЗ -1). Измельченная мука кормовая должна просеиваться через сито с размером ячеек 5 мм.

Взвешивание и упаковывание. Муку кормовую упаковывают в тканевые, пропиленовые или бумажные четырех- и шестислойные мешки, с при-

менением пленочных мешков-вкладышей. Мешки с кормовой мукой зашивают машинным способом (ручная мешкозашивочная машинка ГК - 9.2), обеспечивающим сохранность продукции при хранении.

Кормовую муку расфасовывают в мешки массой нетто до 50 кг. Массу мешка определяют взвешиванием (весы Штрих МП 60 - 10.20.АГ.1).

Маркировка. Вся упакованная продукция должна иметь маркировку, в соответствии с технологической инструкцией на данный кормовой продукт.

Хранение. Кормовую муку хранят в мешках, сложенных в штабеля, и в других видах тары отдельно по маркам и видам упаковки на поддонах в хорошо вентилируемых помещениях, не заражённых вредителями, при температуре не выше 30 °С и относительной влажности не более 75 %. Срок хранения кормовой муки не более 6 мес с даты изготовления.

Внешний вид муки кормовой на основе рыбной чешуи (с добавлением рыбных отходов), полученный в промышленных условиях, представлен на рисунке 3.19.



Рисунок 3.19 – Внешний вид муки кормовой на основе рыбной чешуи (с добавлением рыбных отходов), полученной в промышленных условиях

3.7.2 Описание технологической схемы с использованием обезжиренного рыбного бульона и продуктов его переработки

Процесс получения муки кормовой на основе рыбной чешуи может осуществляться с использованием обезжиренного рыбного бульона и продуктов его переработки (включая рыбную тканевую жидкость).

Собранная тканевая рыбная жидкость отстаивается с целью удаления поверхностного слоя жира. Обезжиренная тканевая жидкость смешивается с обезжиренным горячим рыбным бульоном с последующим нагревом смеси до 95⁰С. Образовавшаяся смесь после 15 минут нагрева сепарируется с образованием плотного осадка (влажный РБК) и осветлённой тканевой жидкости. Осветлённая жидкость концентрируется до содержания сухих веществ 40-50 % (КНмАС). Обезжиренный рыбный бульон концентрируется до содержания сухих веществ 30-50 % (КРБ).

Полученные: КРБ, КНмАС и влажный РБК смешиваются (по отдельности) с высушенной очищенной рыбной чешуёй в УПС-01 и перерабатываются согласно технологической схемы, указанной на рисунках 3.17, 3.18.

3.8 Исследование изменений качества муки кормовой на основе рыбной чешуи в процессе хранения

С целью определения сроков хранения готовой продукции были изготовлены в производственных условиях на установке УПС - 01 опытные образцы муки кормовой на основе рыбной чешуи, которые были заложены на хранение.

Результаты органолептического и микробиологического анализа проб муки кормовой на основе рыбной чешуи, заложенных на хранение, представлены в таблицах 3.43, 3.44.

Таблица 3.43 – Органолептические показатели проб промышленных образцов муки кормовой

| Наименование показателя | Результаты определения | Допустимые значения |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Внешний вид муки | Сыпучая, без слежавшихся, плотных (не разрушаемых при надавливании) комков, без наличия признаков заплесневения | Сыпучая, без слежавшихся, плотных (не разрушаемых при надавливании) комков, без наличия признаков заплесневения |
| Запах | Свойственный данному виду муки, без постороннего запаха | Свойственный данному виду муки, без постороннего запаха (затхлого, плесенного, гнилостного и других посторонних запахов) |

Таблица 3.44 – Микробиологические показатели проб промышленных образцов муки кормовой

| Наименование определяемого показателя | Результаты определения, КОЕ/г | Допустимые значения |
|------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| КМАФАнМ | $1,6 \times 10^3$ | не более 5×10^5 |
| Энтеропатогенные эшерихии коли | в 1 г не обнаружены | в 1 г не допускаются |
| Proteus | в 1 г не обнаружены | в 1 г не допускаются |
| Анаэробы | в 1 г не обнаружены | в 1 г не допускаются |
| Токсичность (выживаемость инфузорий) | 85 % выживаемости стилонихий | не менее 70 % (не менее 80 % комбикорма для свиней) выживаемости стилонихий |
| Патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонеллы | в 25 г не обнаружены | в 25 г не допускаются |

По микробиологическим и органолептическим показателям (таблица 3.43, 3.44) данные образцы муки кормовой на основе рыбной чешуи соответствовали нормативным показателям качества рыбной кормовой муки.

Образцы были заложены на хранение в течение 7 мес при комнатной температуре (не выше 22 °С), упакованные в полипропиленовые мешки с вкладышами и без вкладышей. Результаты микробиологических показателей образцов при хранении представлены на рисунке 3.20

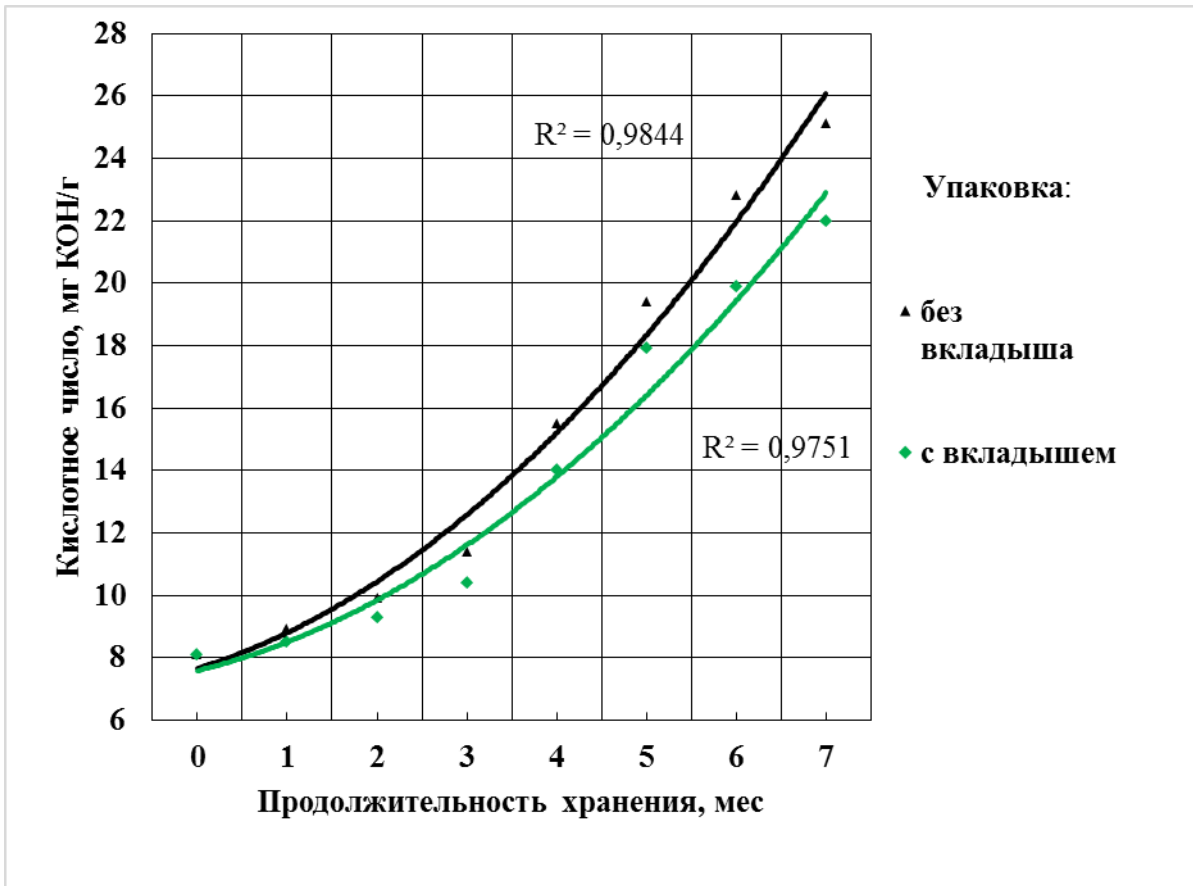


Рисунок 3.20 – Изменение показателей общей бактериальной обсеменённости образцов муки кормовой на основе рыбной чешуи при хранении

В течение всего периода хранения (рис. 3.20) показатели общей бактериальной обсеменённости образцов муки кормовой на основе рыбной чешуи не превышали нормативного значения.

К концу установленного срока хранения в испытуемых образцах отмечали повышение количества сапрофитных микроорганизмов, но в пределах нормативного значения анализируемого показателя.

Изменения кислотного числа жира образцов муки кормовой на основе рыбной чешуи при хранении представлены на рисунке 3.21

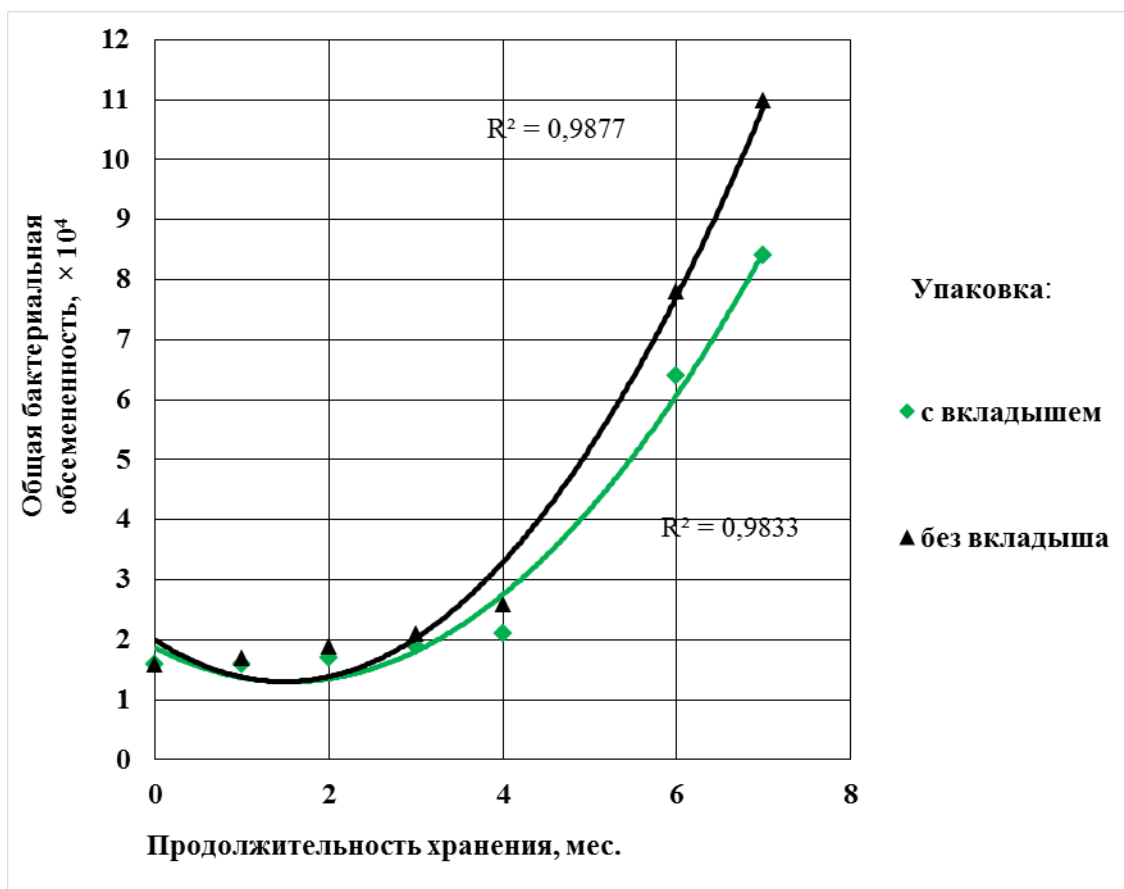


Рисунок 3.21 – Изменение кислотного числа жира образцов муки кормовой на основе рыбной чешуи при хранении

Из рисунка 3.21 видно, что хранение образцов муки кормовой на основе рыбной чешуи в течение 7 месяцев показало, что кислотное число жира не превышает нормативных показателей для кормовой рыбной муки (не более 55, мг КОН/г).

Однако после 6 месяцев хранения в образцах отмечалось наличие запаха слегка окисленного жира. По органолептическому показателю (запах) было установлено, что срок хранения муки кормовой на основе рыбной чешуи без использования консервантов не должен превышать 6 месяцев.

3.9 Оценка эффективности использования муки из рыбной чешуи в комбикормах для молоди форели

Исследования по частичной замене муки рыбной кормовой в составе рецептур комбикормов для молоди рыб на муку кормовую на основе рыбной чешуи проводили в НВХ «Прибрежное» в течение 70 дней с 27 мая по 4 августа, при кормлении форели с начальной массой 4,8 -5,5 г. Условия проведения эксперимента представлены в подразделе 2.3. данной работы.

Эффективность применения муки кормовой на основе рыбной чешуи оценивали:

- по гематологическим и биохимическим показателям крови;
- по интенсивности роста рыб;
- по накоплению питательных веществ кормов (сухое вещество, сырой протеин, липиды, минеральные вещества) на 1 кг первоначальной массы рыб;
- по выживаемости рыб;
- по затратам корма на единицу прироста массы рыб.

Рецептуры опытных кормов с различным содержанием муки кормовой на основе рыбной чешуи представлены в таблице 3.45.

Таблица 3.45 – Рецептуры опытных кормов

| Ингредиенты | Опытные корма | | | | АК-1ФП – производственный корм для форели (контроль) |
|-----------------------------|---------------|----|-----|-----|------------------------------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Мука рыбная, % | 30 | 25 | 20 | 10 | 40 |
| Мука на основе чешуи рыб, % | 15 | 20 | 25 | 35 | - |
| Витазар, % | 15 | - | 34 | 14 | 52 |
| Кукурузный глютен, % | 15 | 30 | 10 | 30 | - |
| Пшеница, % | 14 | 14 | - | - | - |
| Жир рыбный, % | 10 | 10 | 10 | 10 | 7 |
| Премикс ПФ – 3В, % | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Лизин, % | - | - | 0,2 | 0,5 | - |

Как видно из табл. 3.45, мука рыбная была частично заменена мукой на основе чешуи рыб, которую вводили в рецептуры в количестве 15, 20, 25, 35 % от общей массы корма.

Химический состав комбикормов с введением муки кормовой на основе чешуи для молоди форели представлен в таблице 3.46.

Таблица 3.46 – Химический состав комбикорма с различным содержанием муки кормовой на основе чешуи для молоди форели.

| Показатель | Содержание муки кормовой на основе рыбной чешуи в комбикорме, % | | | | |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| | 15 опыт 1 | 20 опыт 2 | 25 опыт 3 | 35 опыт 4 | кон- троль |
| Сырой протеин, % АСВ | 48,4 | 48,9 | 47,1 | 45,3 | 46,8 |
| Липиды, % АСВ | 14,7 | 14,9 | 13,1 | 15,5 | 11,6 |
| Углеводы (гидролизуемые), % АСВ | 16,8 | 13,2 | 15,2 | 15,6 | 12,8 |
| Минеральные вещества, % АСВ | 11,5 | 12,0 | 13,2 | 13,6 | 11,0 |
| Энерго-протеиновое отно- шение, кДж/г | 42,1:1 | 42,1:1 | 40,0:1 | 43,6:1 | 41,5:1 |
| БЭВ, % АСВ | 8,6 | 11,0 | 11,4 | 10,0 | 17,8 |
| Сумма ω_6 жирных кислот, % | 0,29 | 0,30 | 0,27 | 0,31 | 0,24 |
| Сумма ω_3 жирных кислот, % | 2,8 | 2,8 | 2,5 | 2,9 | 2,2 |
| ω_3/ω_6 | 9,66 | 9,33 | 9,26 | 9,35 | 9,17 |
| Обеспеченность протеина ω_3 жирными кислотами, % | 5,79 | 5,73 | 5,31 | 6,41 | 4,70 |

Из таблицы 3.46 видно, что содержание сырого протеина в кормах (45,3 – 48,9 %) и его обеспеченность энергией (40,0 - 43,6 / 1 кДж/г) соответствует потребностям молоди форели [232, 265].

Физиолого-биохимические показатели крови молоди форели, выращенной на опытных кормах с добавлением муки кормовой на основе рыбной чешуи, представлены таблице 3.47.

Таблица 3.47 – Физиолого-биохимические показатели крови молоди форели, выращенной на кормах с добавлением муки кормовой на основе рыбной чешуи

| Показатель | Начало эксперимента | Окончание эксперимента | | | |
|--------------------------|---------------------|------------------------|-----------------|-----------------|---------------|
| | | опыт | | | Контроль |
| | | 1 | 3 | 4 | |
| Гемоглобин, г/л | 90,0 ± 4,5 | 102,0 ± 5,1 | 83,28 ± 3,32 | 90,08 ± 4,50 | 67,4 ± 3,23 |
| Эритроциты, млн/мкл | 1,16 ± 0,07 | 1,20 ± 0,03 | 1,21 ± 0,03 | 1,23 ± 0,06 | 1,21 ± 0,06 |
| Лейкоциты, млн/мкл | 18,6 ± 1,3 | 17,72 ± 0,53 | 25,36 ± 1,01 | 22,28 ± 1,12 | 18,36 ± 0,91 |
| В том числе, %: | | | | | |
| нейтрофилы | 14,8 ± 0,88 | 10,8 ± 0,64 | 7,20 ± 0,43 | 16,8 ± 0,50 | 12,0 ± 0,72 |
| моноциты | 1,00 ± 0,04 | 1,00 ± 0,03 | 1,40 ± 0,04 | 3,0 ± 0,15 | 0,33 ± 0,01 |
| лимфоциты | 79,8 ± 4,78 | 86,4 ± 4,32 | 89,6 ± 4,48 | 75,8 ± 3,79 | 86,3 ± 4,31 |
| Щелочная фосфатаза, ед/л | 3208,66 ± 96,25 | 988,74 ± 49,43 | 2096,62 ± 62,89 | 2162,07 ± 43,24 | 914,2 ± 36,56 |
| Глюкоза, мл/л | 9,44 ± 0,37 | 10,42 ± 0,52 | 9,68 ± 0,29 | 12,12 ± 0,48 | 5,1 ± 0,15 |
| Белок, г/л | 91,98 ± 6,43 | 119,88 ± 3,59 | 99,8 ± 4,99 | 112,0 ± 3,36 | 65,93 ± 2,63 |

Анализ данных таблицы 3.47 показывает, что содержание гемоглобина в крови рыб опытов 1, 3 и 4 находится на одном уровне и не отличается от 1-го дня эксперимента, но при этом на 23,6 – 51,3 % выше, чем в контроле. Различия между содержанием эритроцитов в опытах и контроле статистически недостоверны. В опыте 1 содержание лейкоцитов, лимфоцитов и нейтрофилов у рыб достоверно не отличается от 1-го дня опыта и контроля. В крови рыб опыта 3 отмечено некоторое повышение содержания лейкоцитов, нейтрофилов и моноцитов, а лимфоцитов – понижение, в то время как в опыте 4 содержание лейкоцитов и моноцитов повысилось, а лимфоцитов – понизилось, что свидетельствует о влиянии добавленной муки кормовой на основе чешуи на иммунитет рыб. При этом в опытах 1 и 3 содержание лимфоцитов и нейтрофилов достоверно не отличается от контроля, а в опыте 4 отмечено достоверное снижение лимфоцитов на 12,2 % и повышение нейтрофилов на 28,6 % по сравнению с контролем. В опытах 1, 3 и 4 выявлен более высокий уровень моноцитов, чем в контроле, при этом в опытах 1 и 3 он не отличается

от 1-го дня эксперимента, а в опыте 4 этот показатель превышает данные других авторов [263]. Низкий уровень фагоцитарных клеток (моноцитов и нейтрофилов) свидетельствует об отсутствии воспалительных процессов, нормальном функционировании иммунной системы и здоровье рыбы в целом [71]. Количество нейтрофилов в лейкоцитарной формуле находилось на одном уровне с контролем и хорошо согласуется с многочисленными литературными данными о повышенной способности нейтрофилов рыб к фагоцитозу при различных заболеваниях.

Рыбоводные результаты испытаний эффективности введения в комбикорма муки на основе чешуи при выращивании молоди форели представлены в таблице 3.48.

Таблица 3.48 – Рыбоводные результаты испытаний эффективности введения муки на основе чешуи в комбикорма, при выращивании молоди форели в течение 70 дней с 27 мая по 4 августа

| Показатель | Опыт | | | | Контроль |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Средняя масса рыб, г | | | | | |
| начальная | 5,3 | 5,5 | 4,8 | 4,9 | 4,9 |
| конечная | 23,0 | 24,5 | 17,5 | 16,9 | 19,6 |
| Прирост массы рыб, г | - | | | | |
| абсолютный | 17,7 | 19,0 | 12,7 | 12,0 | 14,7 |
| % к контролю | 120,4 | 129,2 | 86,4 | 82,8 | 100 |
| относительный | 334 | 345,4 | 264,6 | 244,9 | 300 |
| % к контролю | 111,3 | 115,3 | 88,2 | 81,6 | 100 |
| среднесуточный | 2,08 | 2,11 | 1,90 | 1,83 | 2,00 |
| % к контролю | 104 | 105,5 | 95 | 91,5 | 100 |
| ихтиомасса, кг | - | | | | |
| начальная | 6,9 | 7,1 | 6,2 | 6,4 | 6,4 |
| конечная | 29,3 | 31,4 | 22,2 | 21,1 | 24,8 |
| Прирост ихтиомассы, кг | - | | | | |
| абсолютный | 22,4 | 24,3 | 16,0 | 14,7 | 18,4 |
| % к контролю | 121,7 | 132,0 | 86,9 | 79,9 | 100 |
| Количество, шт. | - | | | | |
| начальное | 1300 | 1300 | 1300 | 1300 | 1300 |
| конечное | 1276 | 1284 | 1270 | 1248 | 1268 |
| Отход рыб, % | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,04 | 0,02 |
| Кормовой коэффициент | 1,03 | 1,02 | 1,07 | 1,30 | 1,10 |

Анализ данных таблицы 3.48 показал, что за весь период выращивания молоди форели в опыте 1 и 2 абсолютный, относительный и среднесуточный приросты рыб, а также абсолютный прирост ихтиомассы были соответственно выше, чем в контроле. При этом затраты корма в опытах 1, 2, 3 были ниже соответственно на 6,4; 7,3; 2,7 %, а в опыте 4 – на 18,2 % выше по сравнению с контролем.

Для оценки направленности и интенсивности пластического обмена были использованы показатели накопления питательных веществ на 1 кг первоначальной массы, рассчитанные на основе данных об изменении массы и химического состава тела рыб в начале и в конце эксперимента, которые представлены на рис. 3.22

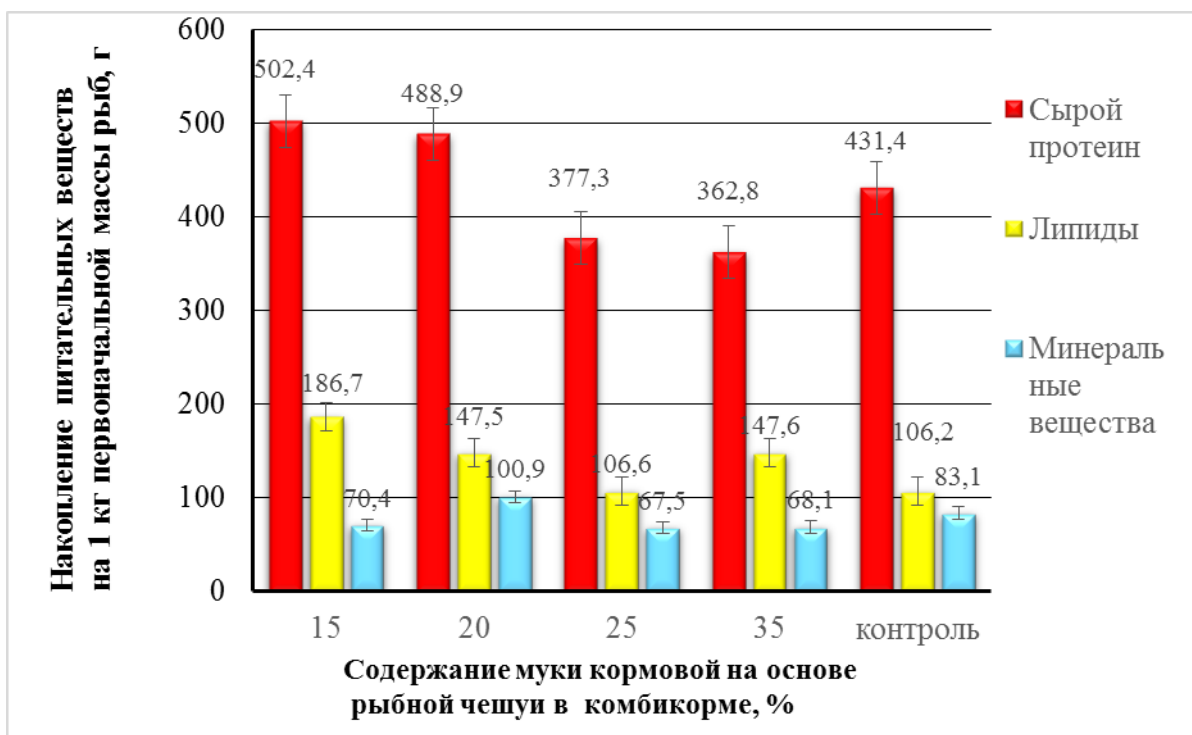


Рисунок 3.22 – Влияние введения различных доз муки на основе чешуи в комбикорм на накопление сырого протеина, общих липидов и минеральных веществ у форели на 1 кг первоначальной массы, г

Полученные данные (рис.3.22) свидетельствуют о том, что введение 15 и 20 % муки на основе чешуи вместо рыбной муки в комбикорме активировало

синтез белков и липидов в организме молоди форели, а введение 25 и 35 % - его ингибировала.

Так, в опыте 1 с 15 % муки на основе чешуи накопление протеина и липидов на 1 кг первоначальной массы молоди форели было соответственно выше на 16,5 % и 75,8 %, а минеральных веществ ниже - на 15,3 %, чем в контроле. В опыте 2 с 20 % муки на основе чешуи накопление протеина, липидов и минеральных веществ было соответственно выше на 13,3; 38,9 и 21,4, чем в контроле. В опыте 3 с 25 % муки на основе чешуи накопление протеина и минеральных веществ было соответственно ниже на 15,9; 18,1 %, а содержание липидов – выше на 39,0 %, чем в контроле. В опыте 4 с 35 % накопление протеина и минеральных веществ было ниже на 12,5 и 18,8 %, а липидов – не отличалось от контроля

Рыбоводные результаты испытаний эффективности введения в комби-корма различных доз муки кормовой на основе рыбной чешуи на абсолютный прирост молоди форели в динамике эксперимента представлены на рисунке 3.23.

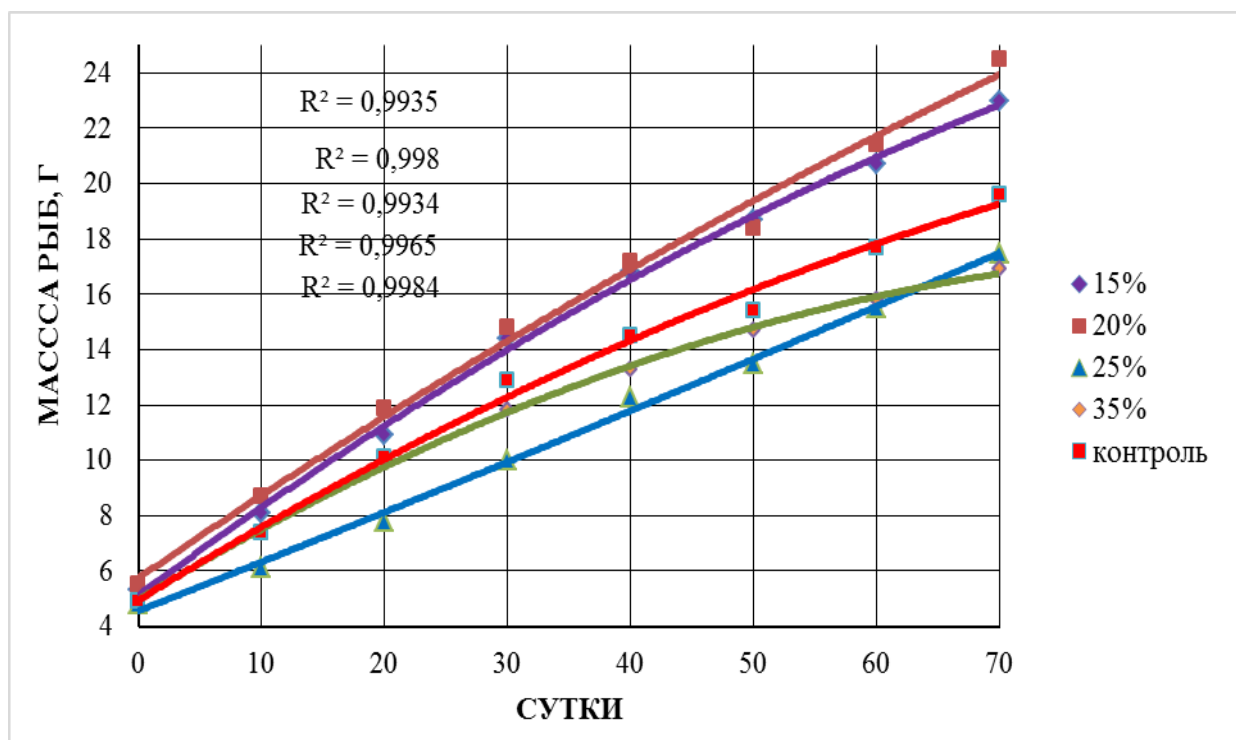


Рисунок 3.23 – Абсолютный прирост молоди форели, выращиваемой с 27 мая по 4 августа на кормах с добавлением муки кормовой на основе чешуи

Из рисунка 3.23 видно, что введение 15 и 20 % муки на основе чешуи вместо рыбной муки в комбикорме способствовало увеличению абсолютного прироста молоди форели, составляющего 121,7 и 132,0 % по отношению к контролю, а введение 25 и 35 % её в комбикорм способствовало снижению абсолютного прироста молоди форели, составляющего 86,9 и 79,9 %.

Анализ полученных рыбоводных и физиолого-биохимических данных свидетельствует о том, что введение в комбикорм 15 % муки кормовой на основе рыбной чешуи оказало положительное влияние на гематологические показатели крови обмен белков и липидов в организме форели, что обусловило более высокий темп роста рыб при более низких затратах корма по сравнению с контролем.

3.10 Расчет экономической эффективности технологии

Расчёт экономической эффективности разработанной ресурсосберегающей технологии осуществлялся по методике ФГБОУ ВО «КГТУ» «Экономическое обоснование эффективности проектов в пищевой промышленности» [70].

Учитывались затраты на фонд оплаты труда, капитальные затраты на приобретение и эксплуатацию оборудования, сырья и материалов, текущие затраты при определённой производственной программе.

При расчёте было принято, что производство муки кормовой на основе рыбной чешуи (**МК**) и рыбной белковой добавки (**РБД**) будет осуществляться на производственной базе ООО НПП «Прок-М» расположенной в п. Павлинино, Зеленоградского р-на Калининградской области, где имеются необходимые производственные площади и оборудование. Подробный расчет экономической эффективности представлен в Приложении Э.

Основные расчетные показатели экономической эффективности разработанной технологии отражены в таблице 3.49.

Таблица 3.49 – Основные технико-экономические показатели проекта по изготовлению муки кормовой на основе рыбной чешуи (**МК**) и кормовой белковой добавки (**КБД**) на производственной базе ООО НПП «Прок-М»

| Показатель | Единица измерения | Значение в год |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------|
| Годовая производственная мощность: - МК - КБД | т. | 125,2 512,7 |
| Производственная программа выпуска продукции: - МК - КБД | меш. | 3130 17088 |
| Себестоимость 1 т продукции: - МК - КБД | руб. | 16382.02 23131.25 |
| Оптовая цена единицы продукции: - МК (мешок 40 кг) - КБД (мешок 30 кг) | руб. | 982.92 1040.90 |
| Затраты на 1 рубль товарной продукции | руб. | 0,26 |
| Капитальные затраты | руб. | 5525468 |
| Численность промышленно-производственного персонала | чел. | 17 |
| Фонд оплаты труда | руб. | 4200000 |
| Прибыль | руб. | 6953018.02 |
| Налог на прибыль | руб. | 417181.08 |
| Чистая прибыль | руб. | 6535836.94 |
| Рентабельность | % | 49,98 |
| Фондоотдача | руб./ руб. | 3,77 |
| Срок окупаемости | лет | 0,84 |

Из таблицы 3.48 видно, что при годовом производстве **МК** и **КБД** в количестве 125,2 т и 512,7 т соответственно, предприятие имеет 6,53 млн руб. чистой прибыли, при этом рентабельность производства составляет 50 %, а срок окупаемости – 0,84 года.

3.11 Производственные испытания и внедрение технологии

Технология муки кормовой на основе рыбной чешуи успешно прошла производственные испытания в условиях ООО НПП «Прок-М». Была изготовлена опытная партия муки кормовой на основе рыбной чешуи в количестве 850 кг (Приложение Ю). На основании полученных результатов техноло-

гия муки кормовой на основе рыбной чешуи была внедрена на предприятии ООО НПП «Прок-М» (Приложение Я).

На новую технологию разработана техническая документация ТУ 102041-001-00471544 – 2017 «Мука кормовая на основе рыбной чешуи» и соответствующая ТИ 010 – 2017, а также ТУ 928314-001-00471544-2017 «Отходы рыбные». Объём перерабатываемой сырой чешуи предприятием составляет 400 т/год. Количество получаемой муки кормовой на основе рыбной чешуи 120 -145 т/год, а также кормовой белковой добавки с использованием рыбной чешуи (КБД) - 360 т/год.

Мука кормовая на основе рыбной чешуи применяется в составе рецептов кормов для сельскохозяйственных животных, птиц и рыб. Потребителями кормовой продукции являются фермерские хозяйства, промышленные предприятия и комбикормовые заводы Калининградской области.

Ярко выраженным внешним эффектом введения муки кормовой на основе рыбной чешуи в комбикорма является улучшение качества шерсти у норок и кроликов, сокращение сроков линьки за счёт более быстрой оперяемости птицы, а также увеличение прочности и уменьшение крошимости гранул при введении её в состав комбикормов при гранулировании.

Представлены положительные отзывы специалистов предприятий по применению новой кормовой продукции. Это: Знаменский комбикормовый завод; АО «Береговой» (разведение норки); ИП ГКФК Короткова Е.Ф. (перепелиная ферма – 60 тыс. голов); учебно-опытное хозяйство ФГБОУ ВО «КГТУ» (Приложения Ф, Х, Ц, Ш, Щ).

Результаты научно-исследовательской работы внедрены в образовательный процесс ФГБОУ ВО «КГТУ» (Приложение D).

В 2017 г. работа «Технология кормовой муки на основе рыбной чешуи», выдвинутая ФГБОУ ВО «КГТУ» на соискание премии правительства Калининградской области «ЭВРИКА» в области науки, технологий и инновационной деятельности, стала победителем конкурса (Приложение F).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Научно обоснованы и экспериментально подтверждены технологические решения, направленные на использование рыбной чешуи как сырьевой основы для приготовления муки кормовой с высокой биологической ценностью.

Результаты исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Определён комплекс показателей качества и безопасности коллагенсодержащих отходов от разделки рыбы. Показано, что необработанная чешуя сардины (*Sardina pilchardus*) и сардинеллы (*Sardinella aurita*), используемая в качестве сырья для производства муки кормовой, по содержанию тяжёлых металлов, пестицидов, не превышает нормативных показателей на данный вид продукции, кроме цинка, содержание которого находится на уровне предельных или несколько превышающих значений предельно допустимых концентраций.

2. Установлено, что чешуя, полученная в процессе разделки рыбного сырья в промышленных условиях, имеет значительное количество органических примесей (кусочки кожи, мяса, кости, плавники, жаберные крышки, внутренности, рыбная слизь, жир, кровь и др.), которые приводят к слипанию чешуи и образованию комков, затрудняющих процесс её последующего высушивания. Показано, что по микробиологическим показателям срок хранения необработанной чешуи рыб в производственных условиях - менее одних суток, в то время как хранение её в молочной сыворотке увеличивает срок хранения до двух суток. При хранении и предварительной обработке чешуи мойкой в воде с различной температурой, а также при варке происходят потери массы сырья, достигающие до 23,5 % от общей массы, однако эффективность её очистки такими способами недостаточна.

3. Выявлено, что наиболее эффективным способом очистки чешуи от органических примесей является сухая очистка, осуществляемая кратковременным (10 – 25 с) интенсивным смешиванием необработанной чешуи с сухой спиртовой бардой или пшеничными отрубями, или их смесью

(75:25 %) в соотношении 1:(0,6-1), 1:2, 1:1 соответственно по массе, в установке с окружной скоростью вращающихся ножей 40 м/с и фракционирование образовавшейся смеси.

Способ сухой очистки чешуи позволяет снизить в ней содержание жира в 3,2 - 4,1 раза, кальция – в 4,2 раза, фосфора – в 1,6 раза, азота – в 1,36 раза, цинка в 14,6 - 16,9 раза (до его массовой доли менее 100 мг/кг в очищенной чешуе). Общая бактериальная обсеменённость снижается с $6,5 \times 10^5$, до $9,3 \times 10^3$ КОЕ/г, что обусловлено снижением массовой доли влаги с 63,4 % до 30,1 % в очищенной чешуе.

4. Впервые разработана новая технология муки кормовой на основе рыбной чешуи с использованием промышленного технологического оборудования, включающего такие операции, как одновременное перемешивание, измельчение и высушивание смеси рыбного сырья за счёт тепла, выделяемого при трении компонентов сырья и образующегося аэродинамического потока, возникающего при вращении ножей с окружной скоростью (40 м/с).

5. Установлена зависимость биологической ценности муки кормовой на основе рыбной чешуи от соотношения в ней количества чешуи и рыбных отходов (включая обезжиренный рыбный бульон и продукты его переработки). Количество сырого протеина в муке кормовой при её производстве на установке УПС - 01 может быть повышено на 14 % по сравнению с количеством протеина в высушенной рыбной чешуе за счёт добавления рыбных отходов.

6. Анализ рыбоводных и физиолого-биохимических данных, полученных при кормлении молоди форели кормами с коллагенсодержащим компонентом (мука кормовая на основе рыбной чешуи) в количестве 15 %, показал их положительное влияние на гематологические показатели крови рыб, синтез белков и липидов, что обусловило более высокий темп роста молоди при более низких затратах корма по сравнению с контролем.

7. Разработана и утверждена техническая документация на производство муки кормовой на основе рыбной чешуи (Технические условия ТУ

10.20.41-01000471544-2017 и Технологическая инструкция ТИ 010-2017), а также ТУ928314-001-00471544-2017 «Отходы рыбные». Проведены производственные испытания технологических решений по производству муки кормовой на основе рыбной чешуи в условиях ООО НПП «Прок-М». Ресурсосберегающая технология муки кормовой на основе рыбной чешуи внедрена на данном предприятии. Количество перерабатываемой сырой чешуи предприятием составило 400 т/год. Объём производства муки кормовой на основе рыбной чешуи составил 125 - 145 т/год; кормовой белковой добавки с использованием рыбной чешуи - до 360 т/год.

8. Произведён расчёт экономической эффективности производства при внедрении технологии, показавший в условиях ООО НПП «Прок-М» рентабельность 50 %, срок окупаемости 0,84 года при высокой прибыльности производства.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| АСВ – абсолютно сухое вещество; | РБК – рыбный белковый концентрат; |
| БАД – биологически активная добавка; | СанПиН – санитарно-эпидемиологические правила и нормативы; |
| БЭВ – безазотистые экстрактивные вещества; | СРО – сухая рыбная основа; |
| ВА – водорастворимый азот; | ТИ – технологическая инструкция; |
| ГА – гидроксипатит кальция $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$; | ТУ – технические условия; |
| КБД – кормовая белковая добавка; | УПС-01 – установка для производства протеиновой смеси; |
| КМАФАнМ – количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов; | М.м. – молекулярная масса; |
| КНмАС – концентрат низкомолекулярных азотистых соединений; | ФАО/ВОЗ – Продовольственная и сельскохозяйственная организация (Food and Agriculture Organization, FAO) / Всемирная организация здравоохранения (World Health Organization, WHO); |
| КОЕ – колониеобразующая единица; | ФТА – формольно-титруемый азот; |
| КПЭ – котёл парозлектрический; | АСЕ – ангиотензинпревращающий фермент; |
| КРБ – концентрат рыбного бульона; | АСН-Р – антиоксидантный пептид; |
| ЛАВ – летучие ароматические вещества; | FCR – коэффициент конвертации, который показывает, сколько граммов корма необходимо для производства одного грамма рыбы или мяса; |
| МК – мука кормовая на основе рыбной чешуи; | FIFO – метод оценки запасов при их списании на реализацию; |
| МНПК – международная научно-практическая конференция; | IFFO – международная организация рыбной муки и рыбного жира; |
| НБА – небелковый азот; | НАр – пористый гидроксипатит |
| НВХ – нерестово-выростное хозяйство; | |
| ОА – общий азот; | |
| ПДК – предельно допустимая концентрация; | |

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. А. с. (Россия) 1768120 А1 А23 К 1/10. Способ переработки рыбного подпрессового бульона на корм / ВНИРО; **В. И. Воробьев**, В. А. Исаев, Т. М. Бикбов; опубл. 15.10.1992, Бюл. № 38.
2. Абросимова, Н. А. Корма и кормление молоди осетровых рыб в индустриальной аквакультуре: Автореф. докт. биол. наук / Н. А. Абросимова. – М.: 1997. – 76 с.
3. Аквакультура намерена наращивать производство // Комбикорма. – 2015. – №5. – С. 9-10.
4. Аламдари, Х. Использование гидролизата рыбного белка для кормления осетровых рыб / Х. Аламдари, С. В. Пономарёв // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2013. – № 11. – С. 49-59.
5. Александровский, В. П. Производство кормовых продуктов из рыб и рыбных отходов / В. П. Александровский. – Кал-д, 1959. – 145 с.
6. Альтернативные источники получения аналогов рыбной муки / **В. И. Воробьев [и др.]** // Известия КГТУ. – 2015. – № 38. – С. 74-82.
7. Аминева, В. А. Физиология рыб / В. А. Аминева, А. А. Яржомбек. – М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1984. – 200 с.
8. Андреев, М. П. Прессово-центрифужный способ получения белковой пасты “Океан”/ М. П. Андреев, Л. С. Байдалинова, В. М. Смирнов // Рыбное хозяйство ЦНИИТЭИРХ: экспресс – информация. Сер. Обработка рыбы и морепродуктов. – М.: 1985. – Вып. № 1. – С. 44-47.
9. Андрусенко, П. И. Малоотходная и безотходная технология при обработке рыбы / П. И. Андрусенко. – М.: Агропромиздат, 1988. – 82 с.
10. Анисимова, И. М. Ихтиология: учебное пособие для с.-х. вузов / И. М. Анисимова, В. В. Лавровский; под ред. А.С. Орловой. – М.: Высшая школа, 1983. – 255 с.
11. Антипова, Л. В. Использование вторичного коллагенсодержащего сырья мясной промышленности / Л. В. Антипова, И. А. Глотова. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 384 с.

12. Антипова, Л. В. Создание коллагеновых продуктов из рыбного сырья / Л. В. Антипова, С. А. Сторублевцев, С. Б. Болгова // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2015. – № 1 (63). – С. 130-133.
13. Антипова, Л. В. Сухая основа из малоценных продуктов разделки прудовых рыб для приготовления первых блюд / Л. В. Антипова, О. П. Дворянинова, Ю. Н. Воронцова // Известия вузов. Сер. Пищевая технология. – 2012. – № 2-3. – С. 76-79.
14. Антипова, Л. В. Чешуя прудовых рыб – источник пищевого продукта [Электронный ресурс] / Л. В. Антипова, Ву Тхи Лоан. – Режим доступа: <http://www.tstu.ru/book/elib/pdf/st/2009/antipova.pdf> (дата обращения: 12.07.2017).
15. Аршавский, Д. С. Корма для рыб: особенности состава и технологии (БиоМар) [Электронный ресурс] / Д. С. Аршавский // Fishtech-2016: междунар. выст. (12-15 сент. 2016 г.): материалы. – Москва. – С. 46-47. – Режим доступа: http://www.fishtech-expo.ru/www_fishtech/files/5b/5b6ce448-5376-4058-8b10-deda9d5758ae.pdf (дата обращения: 07.01.2017).
16. Афанасьев, В. А. Современное состояние комбикормовой промышленности России [Электронный ресурс] / В. А. Афанасьев // Ценовик: с/х. обозрение. – 2016. – № 3. – Режим доступа: <http://www.tsenovik.ru/articles/obzory-i-prognozy/sovremennoe-sostoyanie-kombikormovoy-promyshlennosti-rossii> (дата обращения: 07.01.2017)
17. Байдалинова, Л. С. Биохимия сырья водного происхождения: учебное пособие. – Л. С. Байдалинова, А. А. Яржомбек. – М.: Морская книга. – 2011. – 506 с.
18. Баль, В. В. Технология рыбных продуктов и технологическое оборудование / В. В. Баль, Е. Л. Верейн. – М.: Агропромиздат, 1990. – 205 с.
19. Баранов, В. В. Производство кормовой продукции из рыбного сырья / В. В. Баранов, И. П. Ковалёва. - Калининград, 1986. – 103 с.

20. Баранов, В. В. Технология рыбы и рыбных продуктов: учебник для вузов / В. В. Баранов, И. Э. Бражная, В. А. Гроховский и др.; под ред. А. М. Ершова. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 761с.
21. Барьерная технология гидробионтов: учебное пособие / Г. Н. Ким [и др.]. СПб.: Проспект Науки, 2011. – 336 с.
22. Батечко, С. А. Коллаген. Новая стратегия сохранения здоровья и продления молодости / С. А. Батечко, А. М. Ледзевиров. – Колечково, 2010. – 244 с.
23. Белок и спасение человечества [Электронный ресурс] / опубл. М. В. Орешкин. – Режим доступа: http://www.proza.ru_2016/09/15/1154 (дата обращения 15.07.2017).
24. Березов, Т. Т. Биологическая химия: учебник / Т. Т. Березов, Б. Ф. Коровкин; 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 1998. – 704 с.
25. Биотехнология морепродуктов / Л. С. Байдалинова [и др.]. – М.: Мир, 2006. – 560 с.
26. Биотехнология рационального использования гидробионтов: учебник / О. Я. Мезенова [и др.]; под ред. О. Я. Мезеновой –: Изд-во «Лань», СПб.: 2013. – 416 с.
27. Биохимия / под ред. чл.-корр. РАН, проф. Е. С. Северина. – М.: 2003. – 779 с.
28. Биохимия соединительной ткани [Электронный ресурс]. – Режим доступа: biochem.vsmu.edu.ua/biochem_common_r/sbor...tkani... (дата обращения 19.01.2017).
29. Блинов, Ю. Г. Влияние холодильного хранения и тепловой обработки на потери минеральных веществ мышечной тканью ставриды / Ю. Г. Блинов // Исследования по технологии пелагических рыб и нерыбных объектов. – Владивосток: ТИНРО, 1984. – С. 37-41.
30. Богданов, В. Д. Структурообразователи и рыбные композиции / В. Д. Богданов, Т. М. Сафронова. – М.: ВНИРО, 1993. – 172 с.

31. Болгова, С. Б. Идентификация коллагенов на основании электронно-микроскопического анализа / С. Б. Болгова, Л. В. Антипова // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 3-2. – С. 249-250.
32. Болгова, С. Б. Перспектива применения рыбного коллагена в косметической и фармацевтической промышленности / С. Б. Болгова, Л. В. Антипова, А. В. Гребенщиков // Научные перспективы XXI века. Достижения и перспективы нового столетия: XII Междунар. науч.-практ. конф. (10-11.07.2015): материалы. – Новосибирск, 2015. – С. 128-131.
33. Болгова, С. Б. Рыбные коллагены: получение, свойства и применение: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.07 / Болгова Светлана Борисовна. – Воронеж, 2015. – 159 с.
34. Борисочкина, Л. И. Использование клеевой воды в кормах животных / Л. И. Борисочкина // Рыбное хозяйство. Сер. Обработка рыбы и морепродуктов: экспресс-информация. – М.: ЦНИИТЭИРХ, 1986. – Вып.11. – С. 12-13.
35. Борисочкина, Л. И. Использование отходов от обработки рыбы на выпуск различных видов продукции / Л. И. Борисочкина // Рыбное хозяйство. Сер. Обработка рыбы и морепродуктов: информ. пакет. – М.: ВНИЭРХ, 1989. – № 5(1). – С. 3.
36. Борисочкина, Л. И. Технология продуктов из океанических рыб / Л. И. Борисочкина, Т. А. Дубровская. – М.: Агропромиздат, 1988. – С. 166.
37. Брет, Д. Р. Физиологическая энергетика / Биоэнергетика и рост рыб // Д.Р. Брет, Д. Д. Гроувс. – М.: Лёг. и пищ. пром-ть, 1983. – С. 203-205.
38. Брифинг IFFO: Производство рыбной муки и жира для аквакультуры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.fishnet.ru/news/novosti_otrasli/20567.html (дата обращения: 07.01.2017)
39. Буруковский, Р. Н. Питание и пищевые взаимоотношения креветок: моногр. / Р. Н. Буруковский. – Калининград: ФГОУ ВПО «КГТУ», 2009. – 409 с.

40. Быков, В. П. Изменения мяса рыбы при холодильной обработке. Автолитические и бактериальные процессы / В. П. Быков. – М.: Агропромиздат, 1987. – С. 14.
41. Бюро, Д. Корма для аквакультуры: «море» проблем /Д. Бюро // Комбикорма. – 2015. – №11. – С. 68-70.
42. В России увеличилось производство рыбной муки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://soyanews.info/news/v_rossii_uvelichilos_proizvodstvo_rybnoy_muki.html?sphrase_id=13975 (дата обращения 07.01.2017)
43. Вавилкин, А. С. Основы ихтиологии и рыбоводства / А. С. Вавилкин, А. П. Иванов, И. И. Куранова. Москва: Агропромиздат, 1985. - 184 с.
44. Васильева, И. О. Разработка технологии мясного продукта с использованием биологически активного композита на основе модифицированного коллагена и минорного нутриента / И. О. Васильева. – Москва, 2014. – 188 с.
45. Васильева, Л. М. Проблемы и перспективы развития аквакультуры в Российской Федерации / Л. М. Васильева // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2015. – №. 1 (5). – С. 18-23.
46. Виннов, А. С. Способ переработки подпрессовых бульонов: дис. ... канд. техн. наук. / Алексей Сергеевич Виннов. – Астрахань, 1988. – 167 с.
47. **Воробьев, В. И.** Влияние способа переработки рыбной чешуи на содержание тяжёлых металлов в кормовых добавках / В. И. Воробьев // Известия КГТУ. – 2017. – № 44.
48. **Воробьев, В. И.** Влияние ферментативной обработки на структуру продукта распылительной сушки из рыбного подпрессового бульона / В. И. Воробьев, И. П. Ковалева, В. В. Хлопкова // Деп. Рукоп. № 1062 рх – 89; Библиогр. указатель ВИНТИ (Естественные и точные науки, техника). – Москва: ВНИЭРХ, 1990. – № 1(219). – С. 90.

49. **Воробьёв, В. И.** Изменение качества и биологической ценности рыбных жиров при хранении в зависимости от технологии их получения / В. И. Воробьёв, Н. Т. Сергеева, Н. В. Ломако // Известия КГТУ. – 2005. – № 7. – С.168-173.

50. **Воробьёв, В. И.** Изменение содержания ЭПК и ДГК в жире кильки при хранении в зависимости от технологии получения / В. И. Воробьёв, Н. Т. Сергеева, Н. В. Ломако // Инновации в науке и образовании 2004: междунар. науч. конф., посвящ. 10-летию КГТУ (20-22 окт.): материалы / КГТУ. – Калининград, 2004. – С. 232-233.

51. **Воробьёв, В. И.** Использование рыбного коллагена и продуктов его гидролиза / В. И. Воробьёв // Известия КГТУ. – 2008. – №13. – С. 55-58.

52. **Воробьёв, В. И.** Использование стоков рыбообработывающих предприятий для получения комбикормов / В. И. Воробьёв, И. П. Ковалева // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре: II Междунар. симпозиум: материалы докл. – Краснодар: Изд-во «КрасНИРХ», 1999. – С. 188-189.

53. **Воробьёв, В. И.** Исследование аминокислотного состава рыбного сырья на различных технологических операциях получения рыбного белкового концентрата (РБК) и концентрата низкомолекулярных азотистых соединений (КНМАС) / В. И. Воробьёв, Н. П. Нефедова // Инновации в науке и образовании – 2005: междунар. науч. конф., посвящ. 75-летию основания КГТУ и 750-летию Кёнигсберга-Калининграда: труды. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2005. – Ч. 2. – С. 174-176.

54. **Воробьёв, В. И.** Исследование вязкости рыбных бульонов при концентрировании / В. И. Воробьёв, И. П. Ковалева // Совершенствование технологии и контроля производства продукции из рыбного сырья: сб. науч. тр. – Калининград: КТИРПХ, 1990. – С. 78-83.

55. **Воробьёв, В. И.** Исследования и применение рыбной чешуи в различных отраслях промышленности (обзор) / В. И. Воробьёв, Е. В. Нижникова // Известия КГТУ. – 2017. – № 45. – С. 147-159.

56. **Воробьёв, В. И.** Комплексная безотходная технология переработки подпрессовых бульонов с разделением белковых фракций / В. И. Воробьёв, В. И. Терещенко, И. П. Ковалева // Прогрессивные технологии продуктов питания: сб. науч. тр. – Калининград: Изд-во «КГТУ», 1997. – С. 13-16.
57. **Воробьёв, В. И.** Обезвоживание ферментированных рыбных бульонов / В. И. Воробьёв, И. П. Ковалева // Комбикорма и обмен веществ у рыб: сб. науч. тр. – Калининград, 1991. – С. 102-108.
58. **Воробьёв, В. И.** Переработка коллагенсодержащего рыбного сырья / В. И. Воробьёв // Рыбное хозяйство. – 2015. – №. 1. – С. 122-125.
59. **Воробьёв, В. И.** Переработка коллагенсодержащих рыбных отходов / В. И. Воробьёв, Д. В. Мищенко // Инновации в науке, образовании и бизнесе-2014 (15-17 окт.): XII Междунар. науч. конф.: труды. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2014. – Ч.2. – С. 319-320.
60. **Воробьёв, В. И.** Применение коагулянтов для выделения высокомолекулярных фракций из подпрессового бульона / В. И. Воробьёв, И. П. Ковалева // Прогрессивные технологии продуктов питания: сб. науч. тр. – Калининград: Изд-во «КГТУ», 1997. – С. 106-110.
61. **Воробьёв, В. И.** Результаты рыбоводных испытаний кормовых продуктов из подпрессового бульона в составе стартовых кормов для рыб / В. И. Воробьёв, И. П. Ковалева, О. Т. Лемперт // Прогрессивные технологии продуктов питания: сб. науч. тр. – Калининград: Изд-во «КГТУ», 1997. – С. 103-105.
62. **Воробьёв, В. И.** Содержание токсичных элементов в покровных тканях рыб / В. И. Воробьёв, Е. В. Нижникова, Н. П. Нефёдова // Инновации в науке, образовании и предпринимательстве – 2017: V Междунар. Балтийский форум: XV Междунар. науч. конф.: тез. докл. – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2017. – Ч. 2. – С. 31-33.
63. **Воробьёв, В. И.** Химическая и микробиологическая оценки коллагенсодержащего сырья (рыбной чешуи), подвергнутого предварительной

обработке / В. И. Воробьев, О. В. Казимирченко // Известия КГТУ. – 2016. – № 43. – С. 109-121.

64. Воропаев, В.М. Использование отходов рыбообработки в кормопроизводстве / В. М. Воропаев, Ю. Г. Блинов, В. Н. Акулин // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре: тез. докл. – Краснодар, 1996. – С. 11.

65. Востроушкин, Д. Н. Реакции рыб - объектов отечественного рыболовства и рыбоводства на сенсорно-активные сигналы химической природы: Автореф. дис. ...канд. биолог. наук / Дмитрий Николаевич Востроушкин. – Калининград: Изд-во КГТУ, 1998. – 25 с.

66. Востроушкин, Д. Н. Влияние химических стимулов на пищевое поведение некоторых объектов отечественного рыбоводства / Д. Н. Востроушкин, С. Ю. Кузьмин, В. А. Шутов // Физиолого-биохимические основы кормления рыб в аквакультуре: сб. науч. тр. – Калининград, 1995. – С. 44-52.

67. Востроушкин, Д.Н. Химическая рецепция рыб. Её роль в оборонительном и пищевом поведении: монография / Д. Н. Востроушкин. – Калининград: КГТУ, 2004. – 142 с.

68. Вотинова, Е. М. Оценка современного состояния рыбной промышленности: статистический обзор и анализ ситуации / Е. М. Вотинова, М. В. Вотинов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер.: Экономика. – 2017. – №. 2. – С. 50.

69. Гамыгин, Е. А. Кормовая добавка на основе отходов переработки рыбы / Е. А. Гамыгин, Е. Н. Попов // Актуальные проблемы выращивания и переработки прудовой рыбы: междунар. науч.-техн. интернет-конф.: материалы. – Краснодар, ФГБОУ «Кубанский государственный технологический университет», 2012. – С. 36-39.

70. Гегечкори, О. Н. Экономическое обоснование эффективности проектов в пищевой промышленности: учебное пособие / О. Н. Гегечкори. – Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2009. – 33с.

71. Головина, Н. А. Методы гематологических исследований в ихтиопатологической практике / Н. А. Головина // Экспресс-информация

ЦНИИТЭИРХ. Сер.: Рыбохозяйственное использование внутренних водоёмов. – М.: ЦНИИТЭИРХ, 1979. – №4. – С. 8-18.

72. Головня, Е. Я. Метод выявления фальсификации рыбной муки / Е. Я. Головня // Комбикорма. – 2014. – № 3. – С. 70-72.

73. Горбов, Л. Г. Состояние рыбопромыслового флота Российской Федерации / Л. Г. Горбов Fishnews – Новости рыболовства. – №3 (44). – 2016. – С. 61-64.

74. ГОСТ 13496.0-2016. Комбикорма, комбикормовое сырье. Методы отбора проб.

75. ГОСТ 13496.13-75. Комбикорма. Методы определения запаха, зараженности вредителями хлебных запасов (с Изменениями N 1, 2).

76. ГОСТ 13496.15-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания сырого жира (с Изменением N 1).

77. ГОСТ 13496.18-85. Комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения кислотного числа жира (с Изменениями N 1, 2, 3).

78. ГОСТ 13496.3-92 (ИСО 6496-83). Комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения влаги.

79. ГОСТ 13496.4-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина.

80. ГОСТ 13496.9-96. Комбикорма. Методы определения металломагнитной примеси.

81. ГОСТ 2116-2000. Мука кормовая из рыбы, морских млекопитающих, ракообразных и беспозвоночных. Технические условия.

82. ГОСТ 26176-91. Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов.

83. ГОСТ 26226-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы.

84. ГОСТ 26570-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения кальция.

85. ГОСТ 26657-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания фосфора.
86. ГОСТ 29136-91. Мука кормовая из рыбы, морских млекопитающих, ракообразных и беспозвоночных. Метод определения токсичности.
87. ГОСТ 30178-96. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов.
88. ГОСТ 30692-2000. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Атомно-абсорбционный метод определения содержания меди, свинца, цинка и кадмия.
89. ГОСТ 31339-2006. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб (с Изменениями N 1, 2).
90. ГОСТ 31481-2012. Комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения остаточных количеств, хлорорганических пестицидов.
91. ГОСТ 31484-2012. Комбикорма, белково-витаминно-минеральные концентраты, премиксы. Методы определения металломагнитной примеси.
92. ГОСТ 31663-2012. Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров жирных кислот.
93. ГОСТ 31675-2012. Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации.
94. ГОСТ 32004-2012. Рыба мелкая охлажденная. Технические условия.
95. ГОСТ 32045-2012. (ISO 5985:2002). Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания золы, не растворимой в соляной кислоте.
96. ГОСТ 32343-2013. Корма, комбикорма. Определение содержания кальция, меди, железа, магния, марганца, калия, натрия и цинка методом атомно-абсорбционной спектрометрии.

97. ГОСТ 32744-2014. Рыба мелкая мороженая. Технические условия.
98. ГОСТ 32933-2014. Корма, комбикорма. Метод определения содержания сырой золы.
99. ГОСТ 33445-2015. Средства лекарственные для ветеринарного применения, корма, кормовые добавки. Определение массовой доли кобальта методом электротермической атомно-абсорбционной спектроскопии.
100. ГОСТ 7631-2008. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей.
101. ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа.
102. ГОСТ 9404-88. Мука и отруби. Метод определения влажности (с Изменением N 1)
103. ГОСТ Р 51309. Вода питьевая. Определения содержания элементов методами атомной спектроскопии.
104. ГОСТ Р 52337-2005. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения общей токсичности.
105. ГОСТ Р 52698-2006. Комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения остаточных количеств хлорорганических пестицидов.
106. ГОСТ Р 53098-2008. Барда кормовая. Технические условия.
107. ГОСТ Р 53100-2008. Средства лекарственные для животных, корма, кормовые добавки. Определение массовой доли кадмия и свинца методом атомно-абсорбционной спектроскопии.
108. ГОСТ Р 53101-2008. Средства лекарственные для животных, корма, кормовые добавки. Определение массовой доли мышьяка методом атомно-абсорбционной спектроскопии.
109. ГОСТ Р 54059-2010. Продукты пищевые функциональные. Ингредиенты пищевые функциональные. Классификация и общие требования. – Москва: Стандартинформ, 2011. – 11 с.

110. ГОСТ Р 54951-2012. Корма для животных. Определение содержания влаги.
111. ГОСТ Р 51766-2001. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения мышьяка.
112. ГОСТ 25311-82. Мука кормовая животного происхождения. Методы бактериологического анализа.
113. ГОСТ 7169-66. Отруби пшеничные. Технические условия.
114. ГОСТ 13496.14-87. Комбикорма, комбикормовое сырье, корма. Метод определения золы, не растворимой в соляной кислоте.
115. Дворянинова, О. П. Перспективы использования продуктов глубокой разделки прудовых рыб в технологии кормопроизводства / О. П. Дворянинова, А. В. Соколов, М. В. Спиридонова // Евразийский союз ученых. – 2015. – № 8-2. – С. 76-79.
116. Дворянинова, О. П. Получение, свойства и применение коллагеновых дисперсий из кожи рыб: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / Ольга Павловна Дворянинова. – Воронеж, 2002. – 218 с.
117. Дворянинова, О.П. Биотехнологический потенциал рыб внутренних водоемов: глубокая переработка и высокотехнологичные импортозамещающие производства: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.04, 05.18.07 / Ольга Павловна Дворянинова. – Воронеж, 2013. – 508 с.
118. Дгебуадзе, Ю. Ю. Чешуя костистых рыб как диагностическая и регистрирующая структура / Ю. Ю. Дгебуадзе, О. Ф. Чернова. – Товарищество науч. изд. КМК, 2009. – 395 с.
119. Джонсон, Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке: методы обработки данных / Н. Джонсон, Ф. Лион; пер. с англ. – М.: Мир, 1980. – 610 с.
120. До Ле Хыу Нам. Получение желатина из коллагенсодержащих продуктов разделки прудовых рыб с использованием ферментных препаратов: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.18.04, 05.18.07 / До Ле Хыу Нам. – Воронеж, 2012. – 24 с.

121. Докучаева, С. И. Питание разновозрастного европейского сома при выращивании в рыбоводных прудах / С. И. Докучаева, В. В. Кончиц, В. Г. Фёдорова // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. – 2011. – С. 64-71
122. Долгополова, С. В. Перспективные направления использования коллагена при производстве кулинарной продукции / С. В. Долгополова // Наука XXI века: вопросы, гипотезы, ответы. – 2014. – №. 4. – С. 101-104.
123. Донник, И. М. Показатели питательности рыбной муки и способы ее фальсификации / И. М. Донник, А. Ю. Лошманова, Н. Н. Беспмятных // Аграрный вестник Урала. – № 9 (101). – 2012. – С. 18-19.
124. Донченко, Л.В. Безопасность пищевой продукции [Текст]: учеб. Пособие / Л. В. Донченко, В. Д. Надыкта. – М.: Пищепромиздат, 2001.– 528 с.
125. Дроздова, Л. И. Коллагеновые концентраты из тканей гидробионтов и их использование в функциональных продуктах / Л. И. Дроздова, М. В. Орлова, Т. Н. Пивненко // Рыбное хозяйство. – 2008. – № 3. – С. 97–100.
126. Егорова, В. И. Адаптация пищеварительной функции кишечника карпа к кормам с подпрессовым бульоном на различных носителях / В. И. Егорова, С. Н. Егоров // Научные труды Астраханского ГТУ. – 2000. – Т. 2. – №. 1. – С. 270.
127. Зальцман, В. А. Кормовая мука из саранчи: восполнение дефицита животного белка в кормах для животных / В. А. Зальцман, О. Ю. Красильников // Нивы Зауралья. – 2014. – №11 (122).
128. Иванова, Е. А. Товароведная характеристика клея, получаемого из чешуи рыб / Е. А. Иванова, О. С. Якубова // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. – 2013. – № 3. – С. 162-168.
129. Иванова, Е. А. Анализ молекулярно-массового состава и свойств желатина и клея из чешуи рыб продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение / Е. А. Иванова, О. С. Якубова // Междунар. науч.-техн. конф.: материалы. – ВГУИТ, 2014. – С. 204-210.

130. Из чешуи рыб вырастили человеческие кости [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.likar.info/travmatologiya-i-ortopediya/news-56761-iz-cheshui-ryb-vyrastili-chelovecheskie-kosti/> (дата обращения 19.12.2016).
131. Исаев, В. А. Кормовая рыбная мука / В. А. Исаев. – М.: Агропромиздат, 1985. – 189 с.
132. Использование коллагенсодержащего сырья гидробионтов в технологии молочных продуктов / А. Л. Золаев [и др.] // Живые системы: XIII науч.-практ. конф. с международным участием: сб. материалов. – М.: ИК МГУПП, 2015. – С. 89-90.
133. Исследование свойств продуктов растворения коллагена (ПРК), полученных из шкур прудовых рыб / О. И. Борисова [и др.] // Успехи современного естествознания. – 2012. – №6. – С. 130-131
134. Канидьеv, А. Н. Руководство по кормлению радужной форели полноценными гранулированными кормами / А. Н. Канидьеv, Е.А. Гамыгин. – Москва: ВНИИПРХ, 1977. – 92 с.
135. Као, Т. Х. Заготовка, хранение и предварительная подготовка кожи рыб для дальнейшего использования / Тхи Хуе Као, Р. Г. Разумовская // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. – 2011. – №1. – С. 116 -121.
136. Као, Т. Х. Некоторые аспекты технологии получения желатина из коллагенсодержащих вторичных рыбных ресурсов: обзор / Тхи Хуе Као // Труды белорусского государственного университета. Серия: физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем. – 2014. – №1. – С. 23-32.
137. Као, Т. Х. Чешуя рыб как источник получения пищевого желатина / Т. Х. Као, Т. М. Нгуен, М. Ю. Карапун // Молодой ученый. – 2016. – №23. – С. 113-115.
138. Качественные кормовые компоненты. Каталог продукции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.feedexpert.ru/catalog/> (дата обращения 07.01. 2017).

139. Киладзе, А. Б. Рыбные отходы – ценное сырье / А. Б. Киладзе // Рыбное хозяйство. – 2004. – № 3. – С. 58.
140. Киселев, В. И. Применение коллагена в медицине / В. И. Киселев // Морская индустрия (информационно-аналитический журнал). – №2(15). – 2002. – С. 32.
141. Клеймёнов, И. Я. Пищевая ценность рыб / И. Я. Клеймёнов. – М.: Пищевая промышленность, 1971. – 151 с.
142. Ковалева, И.П. Разработка технологии кормового продукта из подпрессового бульона / И. П. Ковалева, **В. И. Воробьёв**, В. В. Хлопкова // XXII межвузовская НТК профессорско-преподавательского состава, научных и инженерно-технических работников, аспирантов Калининградских вузов Минрыбхоза СССР: сб. тез. докл. – Калининград, 1989. – С. 79.
143. Колаковский, Э. Технология рыбного фарша / Э. Колаковский; под ред. Л. И. Борисочкиной. – М.: Агропромиздат, 1991. – 220 с.
144. Корочкина, Л. С. Технология и оборудование рыбообработывающих предприятий / Л. С. Корочкина, П. Ф. Панкин. – Москва: Пищевая промышленность, 1974. – 264 с.
145. Кочетов, А. М. Декоративное рыбоводство / А. М. Кочетов. – Москва: Просвещение, 1991. – 509 с.
146. Крупнейший в РФ завод по производству коллагена из... . [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rusgosnews.com/2017/06/01/krupneyshiy-v-rf-zavod-po-proizvodstvu-kollagena-iz-ribi.html> (дата обращения 07.07.2017)
147. Крылова, Н. Н. Физико-химические методы исследования продуктов животного происхождения / Н. Н. Крылова, Ю. Н. Лясковская. – Москва: Пищепромиздат, 1961. – 234 с.
148. Куликов, П. И. Производство муки, жира и белково-витаминных препаратов в рыбной промышленности / П. И. Куликов. – М.: Пищевая промышленность, 1971. – 264 с.

149. Кушак, Р. И. Перспективный белковый компонент / Р. И. Кушак, А. П. Кузнецов // Мукомольно-элеваторная и комбикормовая промышленность. – 1987. – №6. – С. 25–27.
150. Кушак, Р. И. Утилизация подпрессового рыбного бульона и производство кормового белка / Р. И. Кушак, А. П. Кузнецов, В. Е. Киреев. – Рига: Зинатне, 1989. – 38 с.
151. Лазаревский, А. А. Техно-химический контроль в рыбоперерабатывающей промышленности / А. А. Лазаревский. – М.: Политиздат, 1955. – 512 с.
152. Лакин, Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1990. – 120 с.
153. Леванидов, И. П. Технология формованных вяленых рыбных продуктов / И. П. Леванидов, В. И. Базилевич, В. Ф. Колгина // Исследования по технологии новых объектов промысла / под ред. В.Н. Акулина. – Владивосток: ТИПРО, 1980. – С. 33-44.
154. Ленинджер, А. Основы биохимии: в 3-х т. / А. Ленинджер; пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – Т. 1. – 367 с.
155. Липкин, В. М. Проблема белка / В. М. Липкин. – М.: Наука, 1995. – Т.1. – 496 с.;
156. Лисин П.А. Компьютерное моделирование производственных процессов в пищевой промышленности/ П.А. Лисин // Учебники для вузов. Специальная литература. – СПб.: «Лань», 2016. – 256 с.
157. Мануковская, М. В. Эффективность применения рыбного коллагена для восстановления структуры волос / М. В. Мануковская // Проблемы и перспективы развития лёгкой промышленности и сферы услуг: Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием: материалы / ФГБОУ ВПО "Омский государственный институт сервиса". – 2015. – С. 14-18.
158. Матковская, М. В. Разработка технологий продукции геродиетического питания с применением биологически активных компонентов вто-

ричного рыбного сырья: дис. ... канд. техн. наук.: 05.18.04, 05.18.07 / Мария Владимировна Матковская. – Калининград, 2016. – 210 с.

159. Мезенова, Н. Ю. Использование гидролизатов рыбной чешуи в составе базового специализированного питания спортсменов / Н. Ю. Мезенова, Л. С. Байдалинова, О. Я. Мезенова // Известия высших учебных заведений. Сер. Пищевая технология. – 2014. – №. 4. – С. 62-65.

160. Мезенова, Н. Ю. Разработка технологии биопродукта для спортивного питания с использованием биомодифицированного коллагенсодержащего рыбного сырья: дис. ... канд. тех. наук 05.18.04, 05.18.07 / Наталья Юрьевна Мезенова. – Калининград, 2017. – 223 с.

161. Мезенова, О. Я. Биопотенциал рыбной чешуи и её использование в технологии биологически активных продуктов / О. Я. Мезенова, Л. С. Байдалинова, **В. И. Воробьев** // Форум науки и инноваций (25-27 июня): Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием ИРНИТУ85: материалы. – Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2015. – С. 123-130.

162. Мезенова, О. Я. Биотехнология продуктов геродиетического профиля с применением вторичного рыбного сырья / О. Я. Мезенова, М. В. Матковская // Вестник МАХ. – 2015. – № 4. – С. 23.

163. Мезенова, О. Я. Биотехнология рационального использования гидробионтов / О. Я. Мезенова. – СПб.: Лань, 2013. – 416 с.

164. Мезенова, О. Я. Использование рыбной чешуи в технологии пищевых и кормовых продуктов / О. Я. Мезенова, Л. С. Байдалинова, **В. И. Воробьев** // Известия КГТУ. – 2015. – № 37. – С. 92-101.

165. Методика М-04-38-2009. Определение протеиногенных аминокислот в комбикормах и сырье.

166. Минеральные корма для птицы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fadr.msu.ru/rin/livest/birds1.htm> (дата обращения 19.12.2016).

167. Миронов, С. Г. Особенности поведенческих реакций молоди русского осетра на экстракты стартовых комбикормов при выращивании в бас-

сейнах / С. Г. Миронов, Д. Н. Востроушкин // Водные ресурсы и аквакультура: сб. науч. тр. – Калининград, 1994. – С. 139-144.

168. Михайлов, А. Н. Коллаген кожного покрова и основы его переработки: монография / А. Н. Михайлов. – М.: Изд-во «Лёгкая индустрия», 1971. – 528 с.

169. Москаленко, Н. Ф. Отечественные и зарубежные новшества по комплексному использованию отходов производства / Н. Ф. Москаленко // Экспресс-информация ЦНИИТЭИРХ. Сер. Обработка рыбы и морепродуктов. – М.: 1978. – Вып. 9. – С. 13–22.

170. МУ 01-19/47-11. Атомно-адсорбционные методы определения токсичных элементов в пищевых продуктах и пищевом сырье.

171. МУ 2142-80. Методические указания по определению хлорорганических пестицидов в воде, продуктах питания, кормах и табачных изделиях хроматографией в тонком слое.

172. МУ 5178-90. Методические указания по обнаружению и определению содержания общей ртути в пищевых продуктах методом беспламенной атомной абсорбции.

173. МУК 4.1.1472-03. Атомно-абсорбционное определение массовой концентрации ртути в биоматериалах животного и растительного происхождения (пищевых продуктах, кормах и др.).

174. Мукатова, М. Д. Исследование аминокислотного состава подпрессовых бульонов / М. Д. Мукатова, С. И. Кузнецов, О. А. Николаенко // Рыбное хозяйство. – 1985. – № 10. – С. 64.

175. Неклюдов, А. Д. Выделение коллагенов из органов и тканей млекопитающих / А. Д. Неклюдов // Экологические системы и приборы. – №11. – 2005. – С. 24.

176. Николаева, Т. И. Гидролизаты коллагена в профилактике и лечении заболеваний суставов / Т. И. Николаева, П. В. Шеховцов // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12. – С. 524-528.

177. Новый метод совершенствования состава белковых компонентов стартовых комбикормов для личинок и мальков ценных объектов аквакультуры / С. В. Пономарев [и др.] // Вестник АГТУ. – 1996. – Вып. 2. – С. 64-67.

178. О единых нормах расхода сырья при производстве консервов и при производстве консервов и пресервов из океанических рыб. Приложение №1. Нормы отходов и потерь и выхода разделанной рыбы океанического промысла (в %, к массе промытой рыбы, поступившей на разделку) при производстве консервов и пресервов. Приказ № 639 МРХ от 4 декабря 1987 г. – Москва, 1988.

179. О рыбной муке и ее фальсификатах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://soft-agro.com/kormoproizvodstvo/o-rybnoj-muke-i-ee-falsifikatax.html#lightbox/0/> (дата обращения 03.01.2017).

180. Обзор рынка аквакультуры и мира [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
http://novovremya.ru/media/2014/19aug2014/obzor_rynka_aquacult_2014.pdf
(дата обращения 10.10.2016)

181. Овсяк, Е. А. Токсиканты промысловых рыб Северо-Восточной Атлантики и влияние технологических режимов рыбообработки на их снижение: автореферат дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / Елена Алексеевна Овсяк. – С.-Петербург. гос. ун-т низкотемпературных и пищевых технологий. – СПб.: 2001. – 16 с.

182. Особенности применения личиночного комбикорма на основе белкового гидролизата и ихтиожелатина / Х. Аламдари [и др.] // Тваринництво України. – 2013. – № 5. – С. 32-36.

183. Отчёт НИОКР № 115052010033 по теме: Использование жидких отходов рыбопереработки в качестве удобрения сельскохозяйственных культур Калининградской области. Шифр 30.31.06.2, **Воробьев В.И.**, Григорович Л.М. (ФГБОУ ВПО «КГТУ»), 2015. – С. 37.

184. Отчёт о научно-исследовательской работе по теме № 2/95 «Проведение испытания коллагенсодержащего компонента в составе продукционного форелевого корма», КГТУ: Калининград, 2001. – 30 с.

185. Оценка возможности использования природных биополимеров рыбного происхождения в технологиях лакокрасочных покрытий / Л. В. Антипова [и др.] // Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение: междунар. науч.-техн. конф.: материалы. – Воронеж, 2014. – С. 271-277.

186. Павлов, М. Ю. Состояние и перспективы развития российской комбикормовой промышленности / М. Ю. Павлов, В. М. Лагутин [Электронный ресурс] // Бизнес Партнер: сельское хозяйство России. – 2014. - Режим доступа: <http://www.tsenovik.ru/bizness/articles/mkorm/sostoyanie-i-perspektivy-razvitiya-rossiyskoy-kombikormovoy-promyshlennosti-situation-and-developmen/> (дата обращения 10.10.2016).

187. Панчишина, Е. М. Разработка технологии рыбного бульона и супов на его основе с использованием вторичного сырья: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / Панчишина Екатерина Мироновна; – Владивосток, 2014. – 158 с.

188. Пат. (RU) № 2097992 С1МПК6 А23L001/326 Способ получения муки из рыбной чешуи / Джамбулатов М. М.; Магомедов М. Ш.; Дугричилов Д. М.; Алигазиева П. А.; опубл. 10.12.97.

189. Пат. (RU) № 2262861 С2 МПК7 А23К1/10. Способ получения кормовой белково-минеральной муки (варианты) / **Воробьев В. И.**, Сергеева Н. Т.; заяв. 2001.03.29; опубл. 2005.10.27. Бюл. 30.

190. Пат. (RU) № 2552444 С1 МПК А23L 1/39. Композиция продукта с биологически активными свойствами. Мезенова Н.Ю., Байдалинова Л.С., Мезенова О.Я.; заяв. 23.12.2013; опубл. 10.06.15.

191. Пат. (RU) № 94014824 А1 МПК А23К 1/10. Способ получения рыбной кормовой муки / Долганова Н.В.; заяв. 21.04.1994; опубл. 20.04.1996.

192. Пат. (Россия) № 2116731 С1 6А 23К 1/10, А 23 L 1/326. Способ переработки подпрессового бульона в процессе производства рыбной кормовой муки / **Воробьев В. И.**, Терещенко В.П., Ковалева И.П. – КГТУ; опубл. 10.08.1998, Бюл. № 22.

193. Пат. № 2001125681 РФ, МПК А23L1/325, А 23В 4/00. Способ производства ветчинно-рубленых консервов из гидробионтов / Рулёва Т.Н. – № 2001125681/13; заяв. 19.09.01; опубл. 20.02.2004.

194. Пат. № 2006132339 РФ, МПК А61Q11/00. Композиции для покрытия зубов и способы / Оик Д.К. (US), Кертис Д.П.(US); заяв. 10.02.2005; опубл. 20.03.2008.

195. Пат. № 2014128363 РФ, МПК А01С1/06. Композиция для предпосевной обработки семян огурца / Якубова О.С., Иванова Е.А., Байрамбеков Ш.Б., Полякова Е.В.; заяв. 10.07.14; опубл. 27.01.16, Бюл. № 03.

196. Пат. № 2241347 РФ, Способ получения пищевой добавки / Степанцова Г.Е., **Воробьев В. И.**; - № 2002102173/13; заяв. 25.01.2002, опубл. 10.04.2004. Бюл. 34.

197. Пат. № 2335951 РФ, МПК А23L 1/325. Способ получения пищевого белкового продукта воздушно-пористой структуры / **Воробьев В.И.**; опубл. 20.10.2008, Бюл. № 29.

198. Пат. № 2447115 РФ, МПК С09Н 3/00 Способ получения желатина из чешуи прудовых рыб / Антипова Л.В., До Ле Хыу Нам; заяв. 20.10.2010; опубл. 10.04.12.

199. Пат. № 2502714 РФ, Способ получения органического удобрения и кормовых добавок на основе остаточных продуктов переработки рыбных отходов / Д.А. Пашнюк – № 2012123409/13; заяв. 06.06.2012; опубл. 27.12.2013.

200. Пат. № 2528458 РФ, Способ получения кормовой добавки или удобрения из гидробионтов / **Воробьев В. И.**, Бушуев А.А.; заяв. 07.05.2013, опубл. 23.07.2014. Бюл. 26.

201. Пат. № 2568127 РФ, МПК C09H1/00. Способ получения рыбного клея / Долганова Н.В., Якубова О.С., Иванова Е.А. – № 2014113875/13; заяв. 08.04.14; опубл. 10.11.15, Бюл. № 31. – 4 с.

202. Пат. № 2621028 РФ, А23К 10/38. Способ получения кормовой добавки или удобрения / **Воробьев В. И.**; опубл. 30.05.2017, Бюл. № 16.

203. Пат. № 96105343 РФ, МПК А23L1/325. Способ производства пищевого рыбного фарша / Денисова С.А., Казимирчик С.В., Шевченко В.В. – № 96105343/13; заяв. 18.03.96; опубл. 10.04.98.

204. Петриченко, С. П. Разработка технологий стабилизатора из коллагенсодержащих вторичных рыбных ресурсов и овощных йогуртов с его использованием: автореферат дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / Петриченко Светлана Петровна. – Ставрополь, 2008. – 24 с.

205. Петрухин, И. В. Корма и кормовые добавки: справочник / И. В. Петрухин. – М.: Росагропромиздат, 1989. – 526 с.

206. Повышение эффективности стартовых комбикормов за счёт продуктов переработки подпрессового рыбного бульона / В. Н. Раденко [и др.] // Рыбное хозяйство. Сер. Аквакультура, Корма и кормление рыб: инф. пакет. – 1994. – Вып. 2. – С. 1-23.

207. Подбор сырьевой композиции и исследование процесса конвективной сушки продуктов глубокой переработки рыб, при производстве сухих основ для бульонов / Л. В. Антипова [и др.] // Рыбное хозяйство. – № 5. – 2014. – С. 85-89.

208. Покусаева, О. А. Ихтиожелатин как основа съедобных плёночных покрытий для пищевых продуктов / А.О. Покусаева, Н. В. Долганова, О. С. Якубова // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство.– 2015. –№ 2. – С. 123-124.

209. Получение, идентификация и сравнительный анализ рыбных коллагенов с аналогами животного происхождения / Л. В. Антипова [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 8-1. – С. 9-13.

210. Правила бактериологического исследования кормов: утв. ГУВ Министерства сельского хозяйства от 10.06.1975 // Главное управление ветеринарии Министерства сельского хозяйства СССР. – М.: Колос, 1976. – 9 с.
211. Предварительная обработка рыбной чешуи / **В. И. Воробьёв [и др.]** // Известия КГТУ. – 2017. – № 44. – С. 111-122.
212. Применение коллагеновых субстанций в отраслях экономики / Л. В. Антипова [и др.] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 10, ч. 4. – С. 601-604.
213. Иванова, Е.А. Морфологическое обоснование технологии переработки чешуи рыб для получения коллагеновых субстанций / Е.А. Иванова, О.С. Якубова // Приоритеты и научное обеспечение реализации государственной политики здорового питания в России: [Электронный ресурс] // III Междунар. науч.-практ. интернет-конф. (15 нояб. – 15 декаб. 2013): материалы. – Орёл: Госуниверситет – УНПК, 2013. - С. 21-26 (дата обращения 05.05.17)
214. Проект: О безопасности рыбы и рыбной продукции. Технический регламент Таможенного союза [Электронный ресурс]. – Режим доступа: (тр 201_/00_/тс). pandia.ru/text/78/372/809.php (дата обращения 25.11.2017)
215. Промысловые рыбы Атлантического океана / М. С. Биденко [и др.]. – Москва: Лёгкая и пищевая пром-ть, 1981. – 176 с.
216. Протеины из вторичного рыбного сырья как инновационные компоненты спортивного питания / А. Хёлинг [и др.] // Известия КГТУ. – 2015. – № 39. – С. 85-94.
217. Прушинский, Е. В. Минеральные вещества и пестициды рыбных отходов и их количественные изменения в процессе производства водорастворимого кормового РБК / Е. В. Прушинский, В. В. Хлопкова // Совершенствование технологии и контроля производства продукции из рыбного сырья: сб. науч. тр. КТИРПиХ. – 1990. – С. 73 - 78.
218. Радионова, А. В. Анализ состояния и перспектив развития российского рынка функциональных напитков / А. В. Радионова // Научный

журнал НИУ ИТМО. Сер. Процессы и аппараты пищевых производств. – 2014. – № 1.- С. 208-217.

219. Разработка технико-экономического обоснования и технического задания безотходной технологии использования подпрессового бульона: отчёт о науч.-исслед. работе КТИРПиХ 87-32.31.100.1. Рук. темы к. т. н. В. Н. Ермольчик. – Калининград, 1987. – С. 24.

220. Ржавская, Ф. М. Методика выделения липидов из тканей рыб / Ф. М. Ржавская, Т. А. Дубровская, А. М. Макарова. – М.: ОНТИ ВНИРО, 1973. – 9 с.

221. Рыбная мука исчезает из аквакультурных кормов [Электронный ресурс] // Информационное агентство SoyaNews. – 2015. – Режим доступа: http://soyanews.info/news/rybnaya_muka_ischezaet_iz_akvakulturnykh_kormov.html?sphrase_id=774. (дата обращения: 20.05.2017).

222. Рыбное хозяйство. Химический состав рыбообразных [Электронный ресурс] / опубл. на [www/RusNevod/com](http://www.RusNevod.com). – Режим доступа: <http://www.rusnevod.com/cgi-bin/rnev/start.cgi?mode=idxb&d0=2&d1=21> (дата обращения: 20.05.2017).

223. Рыбоводство. Основы разведения, вылова и переработки рыб в искусственных водоемах / Л. В. Антипова [и др.] / СПб : Гиорд, 2009.– 472 с.

224. Самойлова, Д. А. Вторичные ресурсы рыбной промышленности как источник пищевых и биологически активных добавок / Д. А. Самойлова, М. Е. Цибизова // Вестник АГТУ. Сер. Рыбное хозяйство. – 2015. – № 2. – С. 129-135.

225. Сапожникова, А. И. Применение коллагена в медицине и косметологии [Электронный ресурс] / А. И. Сапожникова, Е. В. Щукина. – Режим доступа: <http://www.collagen.su/archives/904> (дата обращения 20.11.2016).

226. Сергеева, Н. Т. Применение КНМАС из рыбного сырья при выращивании молоди сига // Н. Т. Сергеева, **В. И. Воробьёв**, О. Ю. Маташенко // Пищевая и морская биотехнология: проблемы и перспективы (4-5 июня): науч.-практ. конф.: материалы. – Калининград, 2006. – С. 103-104.

227. Сергеева, Н. Т. Биологически активные вещества коллагенсодержащего сырья и их физиологическая ценность / Н. Т. Сергеева, **В. И. Воробьев**, Г. Е. Степанцова // Известия КГТУ. – 2010. – №8. – С. 118-124.

228. Сергеева, Н. Т. Использование добавок КНМАС в комбикормах для молоди сига (*Coregonus lavaretus* L.) / Н. Т. Сергеева, **В. И. Воробьев**, О. Ю. Маташенко // Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России (24-27 сент. 2001, Адлер): междунар. науч.-практ. конф.: материалы (КрасНИРХ) – Краснодар, 2001. – С. 248-249.

229. Сергеева, Н. Т. Коллагенсодержащее рыбное сырьё, как компонент комбикорма / Н. Т. Сергеева, **В. И. Воробьев**, Е. В. Нижникова // Инновации в науке, образовании и бизнесе – 2013: XI Междунар. науч. конф.: труды, Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ» 2013. – Ч.1. – С.133-136.

230. Сергеева, Н. Т. Коллагенсодержащее сырьё в комбикормах для форели / Н. Т. Сергеева, Г. Е. Степанцова, **В. И. Воробьев** // Пищевая и морская биотехнология: проблемы и перспективы» (Светлогорск, 2-3 июля 2008): науч.-практ. конф.: тезисы. – Москва: МАКС Пресс. – С. 128-129.

231. Сергеева, Н. Т. Рост молоди морского сига (*Coregonus lavaretus*) в зависимости от питательности корма и температуры воды / Н. Т. Сергеева, О. Ю. Маташенко, **В. И. Воробьев** // VIII съезд гидробиологического общества РАН: тезисы докладов. – Калининград: АтлантНИРО, 2001. – Т. 2. – С. 59-60.

232. Сергеева, Н. Т. Физиолого-биохимические основы повышения эффективности питания радужной форели (*Salmo gairneri* Rich.) в аквакультуре: дис. д-ра биол. наук / Сергеева Нина Тимофеевна; КТИРПХ. – Калининград, 1989. – 554 с.

233. Сергеева, Н. Т. Физиолого-биохимический статус молоди форели, выращиваемой на кормах с введением коллагенсодержащего компонента / Н. Т. Сергеева, **В. И. Воробьев**, И. В. Перловская // Теоретические и прикладные аспекты биоэкологии: юбилейный сб. науч. тр. – Калининград: Изд-во КГУ, 2003. – С. 128 -133.

234. Сергеева, Н. Т. Эколого-биохимические аспекты использования отходов переработки рыбного сырья в кормах для молодого сига / Н. Т. Сергеева, **В. И. Воробьев** // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. – Сер. Естественные и медицинские науки. – 2006. – № 7. – С. 81-84.

235. Сергеева, Н. Т. Эколого-биохимические аспекты использования отходов переработки рыбного сырья (РБК) в кормах для молоди форели / Н. Т. Сергеева, **В. И. Воробьев**, О. Т. Лемперт // Инновации в науке и образовании – 2005: Междунар. науч. конф., посвящ. 75-летию основания КГТУ и 750-летию Кёнигсберга-Калининграда. – Калининград, 2005. – Ч. 2. – С. 169-172.

236. Содержание токсичных элементов и способ их частичного удаления в покровных тканях рыб, с целью использования данного сырья для производства кормовой продукции / **В. И. Воробьев**, М.П. Андреев, Е.В. Нижникова [и др.] // Известия КГТУ. – 2017. – № 47. – С. 116-122.

237. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры 2016: вклад в обеспечение всеобщей продовольственной безопасности и питания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fao.org/publications/sofia/2016> (дата обращения: 20.05.2017).

238. Ставропольский коллаген из рыбы станет главным... [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rusfishjournal.ru/Новости/collagen-from-fish> (дата обращения 07.07.2017)

239. Степанцова, Г. Е. Пищевая добавка из коллагенсодержащего сырья гидробионтов / Г. Е. Степанцова, Н. Т. Сергеева, **В. И. Воробьев** // Пищевая и морская биотехнология: проблемы и перспективы (Калининград, 4-5 июля 2006): науч.-практ. конф.: материалы. – Москва, 2006. – С. 112-113.

240. Степанцова, Г. Е. Биологическая ценность коллагенсодержащего сырья гидробионтов / Г. Е. Степанцова, **В. И. Воробьев** // Инновации в науке и образовании – 2007: V Междунар. науч. конф.: труды. – Калининград, 2007. – Ч. 1. – С. 310-312.

241. Степанцова, Г. Е. Использование коллагенсодержащего сырья гидробионтов для пищевых и кормовых целей / Г. Е. Степанцова, Н. Т. Сергеева, **В. И. Воробьев** // Инновации в науке и образовании – 2006: IV Междунар. науч. конф.: труды. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2006. – Ч. 1. – С. 294 – 296.
242. Сторублевцев, С. А. Обогащенные коллагеном пищевые продукты / С. А. Сторублевцев, Е. Н. Перова // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – №5-1. – 116 с.
243. Тарвердиева, М. И. Питание четырехугольного волосатого краба (*Erimacrus isenbeckii*) у западного побережья о. Сахалин / М. И. Тарвердиева, А. А. Крутченко // Известия ТИНРО. – 2006. – Т. 147. – С. 148-155.
244. Таутс, О. В. Получение белка из рыбных бульонов / О. В. Таутс, Р.Ф. Тяхт // Труды Таллинского политех. ин-та. – 1984. – № 572. – С. 43-47.
245. Технология обработки водного сырья / И. В. Кизеветтер [и др.]. – М.: Пищ. пром., 1976. – 696 с.
246. ТУ 15-615-84. Комбикорма гранулированные тонущие для разновозрастных рыб / Е. А. Гамыгин, В. Л. Лысенко, В. И. Турецкий, Т.И. Сазонова. – М.: ВНИИПРХ, 1986. – 7 с.
247. Тылик, К. В. Общая ихтиология / К. В. Тылик. – Калининград: Изд-во ООО «Аксиос», 2015. – С. 37-41.
248. Фальсификация рыбной муки [Электронный ресурс]: официальный сайт ФГБУ ЦНПВРЛ. – Режим доступа: <http://www.fgu-radiovetlab.ru/sobytiya-i-novosti/informatsiya-o-vyyavleniyakh/item/1685-falsifikatsiya-rybnoj-muki241016.html> (дата обращения 10.10.2017)
249. Фатыхов, Ю. А. Технология пищевой добавки из рыбной кости: результаты исследования / Ю. А. Фатыхов, А. Э. Суслов, А. В. Мажаров // Вестник МГТУ. – 2010. – Т.13, № 4/1. – С. 665–672.
250. Форум «ПротеинТек-2016» - Журнал...[agri-news.ru](http://agri-news.ru/novosti/forum-proteintek-2016.html)novosti/forum-«proteintek-2016».html (дата обращения 06.12.2017)

251. Хаустова Г.А. Разработка технологий глубокой переработки рыбного шкурсырья для получения коллагена, гиалуроновой кислоты и готовых кож: дис...канд. техн. наук: 05.18.07 / Хаустова Галина Александровна. - Воронеж, 2013. - 249 с.

252. Химия пищи: учебник для вузов: в 2-х кн. / Л. В. Антипова [и др.]. – М.: Колос, 2000. – Кн. 1: Белки: структура, функции, роль в питании. – 384 с.

253. Хохрин С. Н. Кормление свиней, птицы, кроликов и пушных зверей. – СПб.: ПРОФИ-ИНФОРМ, 2004. - 542с.

254. Хрусталева Е. И. Корма и кормление в аквакультуре / Е.И. Хрусталева, Т.М. Курапова, О.Е. Гончаренко, К.А. Молчанова// Учебники для вузов. Специальная литература – СПб.: «Лань». –2017. – 388 с.

255. Хьюбо Йан. Экстракция наночастиц гидроксиапатита из рыбьей чешуи [Электронный ресурс] / Хьюбо Йан и др.//электронный журнал РЖ 19Л. Технология неорганических веществ и материалов. – Изд-во: ООО "НТИ-КОМПАКТ", М., 2006. - №13. - ISSN: 0203-2214. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/contents.asp?issueid=445789&selid=9818388> (дата обращения 10.10.2017).

256. Цибизова М.Е. Практические аспекты получения структурообразователя из отходов рыбного сырья / Цибизова М.Е., Разумовская Р.Г., Као Т.Х., Павлова Г.А. // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство, 2011. - № 1. - С.145 - 151.

257. Цибизова М.Е. Ферментация костной ткани как один из этапов получения структурообразователей / М.Е. Цибизова, Д.С. Язенкова, А.Ю. Акимова // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство, 2010. – №2. – С. 144-149.

258. Чернега Н.В. Разработка технологии многокомпонентных консервов в гелеобразных заливках из коллагенсодержащих рыбных ресурсов: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.18.07. / Н.В. Чернега; Ставрополь, 2006. – 24 с.

259. Шатуновский М.И., Вельтищева И.Т. Методы определения углеводов в тканях рыб // Методика морфологических исследований - М.: ВНИРО, 1972. - С. 44-51.
260. Швалев Ю.В. Анализ рынка комбикормов РФ в 2016 году и перспективы на 2017-й / Ю.В. Швалев [Электронный ресурс] // с/х обозрение Ценовик. – 2016. - № 11. – Режим доступа: <http://www.tsenovik.ru/archive/2016/tsenovik-noyabr-2016/> (дата обращения 06.01.2017)
261. Шендерюк В.И., Давыдик И.И., Ключева В.И. Пути полного использования подпрессовых бульонов/ Труды АтлантНИРО - Калининград, 1989. – С. 205 – 211.
262. Шендерюк, В. И. Пути полного использования подпрессовых бульонов / В. И. Шендерюк, И. И. Давыдик, В. И. Ключева / Труды АтлантНИРО. – Калининград, 1989. – С. 205-211.
263. Шилин И.В. Эффективность хитозансодержащих композиций в составе комбикормов для радужной форели: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: ВНИИПРХ, 2002, – 108 с.
264. Щербина М. А. Методические указания, по физиологической оценке, питательности кормов для рыб / А.М. Щербина – М.: ВНИИПРХ, 1983. - 83 с.
265. Щербина М.А., Абросимова Н.А, Сергеева Н.Т. Искусственные корма и технологии кормления основных объектов промышленного рыбодства. Рекомендации, Ростов-на-Дону: АзНИИРХ, 1985, - 46 с.
266. Югай А.В., Бойцова Т.М. К вопросу о многофункциональном использовании коллагена, получаемого из кожи рыб. Фундаментальные исследования. № 2-4, 2015, С. 704-707.
267. Якубова О. С. Чешуя частиковых и прудовых рыб как сырье для получения ихтиожелатина / О. С. Якубова, Н. В. Долганова, А. Л. Котенко // Известия вузов. Пищевая технология. - 2005. - № 5–6 (288–289). - С. 41–44.

268. Якубова, О. С. Безопасность рыбного желатина / О. С. Якубова, А. А. Бекешева, Д. А. Гусева // Пищевая и морская биотехнология: V Международный Балтийский форум (21-27 мая 2017): VI Международ. науч.-практ. конф.: тез докл. – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2017. – Ч. 8. – С. 153-155.

269. Якубова, О. С. Разработка технологии получения ихтиожелатина из чешуи рыб: дис... канд. техн. наук: 05.18.04 / Якубова Олеся Сергеевна. – Воронеж, 2006. – 206 с.

270. Якубова, О. С. Чешуя как источник получения ихтиожелатина / О. С. Якубова, А.Л. Котенко // Вестник АГТУ. Сер. Рыбное хозяйство. – 2004. - №2(21). – С. 130-135.

271. A comprehensive approach for modeling sorption of lead and cobalt ions through fish scales as an adsorbent/ Basu, A., Mustafiz, S., Islam, M. R et al. //Chemical Engineering Communications. – 2006. – Т. 193. – №. 5. – С. 580-605.

272. A Fish Scale–Derived Collagen Matrix as Artificial Cornea in Rats: Properties and Potential Fish-Derived Collagen Matrix as Artificial Cornea/ van Essen, T. H., Lin, C. C., Hussain, A. K. //Investigative ophthalmology & visual science. – 2013. – Т. 54. – №. 5. – С. 3224-3233.39

273. A novel porous nanocomposite of sulfur/carbon obtained from fish scales for lithium–sulfur batteries/ Zhao, S., Li, C., Wang, W. et al. //Journal of Materials Chemistry A. – 2013. – Т. 1. – №. 10. – С. 3334-3339.

274. Akintunde, E.A. Possible inclusion of fish waste (scales and fins) in the diet of fishes in aquaculture. In: 5th Annual Conference of the Fisheries Society of Nigeria (FISON), 22-25 Sep 1986, Ilorin, Nigeria, pp. 241-251.

275. Basu B. Production of protein rich organic fertilizer from fish scale by a mutant *Aspergillus niger* AB100–A media optimization study/ Basu B., Banik A. K. //J Sci. Ind. Res. – 2005. – Т. 64. – P. 293-298.

276. Basu, A. Extension of pore diffusion approach for modeling binary adsorption of lead and arsenic ions in a fixed-bed column packed with Atlantic Cod fish scales/ Basu, A., Rahaman, M. S., & Islam, M. R. // Canadian Journal of Chemical Engineering. – 2011. - № 89 (3). – С. 499-507.

277. Basu, A. Modeling arsenic removal in a fixed-bed dynamic column packed with Atlantic Cod fish scales/ Basu, A., Rahaman, M. S., & Islam, M. R. // Canadian Journal of Chemical Engineering. – 2011. - № 93 (11). - С. 2024-2030.
278. Bellali F. Response surface methodology optimization of deproteinization from sardine (*Sardina pilchardus*) scale of moroccan coast/ Bellali, F., Kharroubi, M., Lahlou, F. Z. et al. //The International Journal of Biotechnology. – 2013. – Т. 2. – №. 11. – P. 182-192.
279. Berillis P. Collagen fibrils in cultured and wild sea bream (*Sparus aurata*) liver. An electron microscopy and image analysis study / Berillis P., Mente E., Nengas I. //The Scientific World Journal. – 2011. – Т. 11. – С. 917-929.
280. Bio Plastics from Fish Scales by Alvin M. Suarez et al. [Электронный ресурс] / URL: <https://www.scribd.com/doc/30495324/Bio-Plastics-From-Fish-Scales>
281. Bioabsorbable fish scale for the internal fixation of fracture: a preliminary study/ Chou, C. H., Chen, Y. G., Lin, C. C. et al. //Tissue Engineering Part A. – 2014. – Т. 20. – №. 17-18. – С. 2493-2502.
282. Brar S. K. Biotransformation of waste biomass into high value biochemical/ Brar, S. K., Dhillon, G. S., & Soccol, C. R.// New York, USA: Springer, 2014. – P. 1-504.
283. Byun H. G. Purification and characterization of angiotensin I converting enzyme (ACE) inhibitory peptides from Alaska pollack (*Theragra chalcogramma*) skin/ Byun, H. G., & Kim, S. K. //Process Biochemistry. – 2001. – Т. 36. – №. 12. – С. 1155-1162.
284. Characteristics of acid soluble collagen and pepsin soluble collagen from scale of spotted golden goatfish (*Parupeneus heptacanthus*)/ Matmaroh, K., Benjakul, S., Prodpran, T. //Food chemistry. – 2011. – Т. 129. – №. 3. – С. 1179-1186
285. Chuaychan S. Characteristics of acid-and pepsin-soluble collagens from scale of seabass (*Lates calcarifer*)/ Chuaychan, S., Benjakul, S., & Kishimura, H. //LWT-Food Science and Technology. – 2015. – Т. 63. – №. 1. – С. 71-76.

286. Collagen scaffolds derived from fresh water fish origin and their biocompatibility/ Pati, F., Datta, P., Adhikari et al. //Journal of Biomedical Materials Research Part A. – 2012. – T. 100. – №. 4. – C. 1068-1079.

287. Collagen: Animal Sources and Biomedical Application / K. S. Silvipriya, K. Krishna Kumar, A. R. Bhat et al.//Journal of Applied Pharmaceutical Science. - 2015. - № 5(3). – C. 123-127.

288. Collagencin, an antibacterial peptide from fish collagen: Activity, structure and interaction dynamics with membrane / Ennaas, N., Hammami, R., Gomaa, A. et al. // Biochemical and biophysical research communications. – 2016. – T. 473. – №. 2. – C. 642-647.

289. Composite electrospun nanomembranes of fish scale collagen peptides/chito-oligosaccharides: antibacterial properties and potential for wound dressing/ Wang, Y., Zhang, C. L., Zhang, Q., & Li, P. //International journal of nanomedicine. – 2011. – T. 6. – C. 667.

290. Determination of heavy metals in fish scales/ Nováková, H., Holá, M., Kaiser, J., //Journal of Biochemical Technology. – 2014. – T. 2. – №. 5. – S. 48-49.

291. Element distribution over the surface of fish scales and its connection to the geochemical environment of habitats: a potential biogeochemical tag/ Wang, T., Lai, Y. C., Chiang, C. C. //Environmental monitoring and assessment. – 2016. – T. 188. – №. 3. – C. 180.

292. Evolution of feeding specialization in Tanganyikan scale-eating cichlids: a molecular phylogenetic approach/ Takahashi, R., Watanabe, K., Nishida, M., & Hori, M. //BMC Evolutionary Biology. – 2007. – T. 7. – №. 1. – C. 195.

293. Extraction and characterization of acid-and pepsin-soluble collagens from the scales, skins and swim-bladders of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*)/ Liu, D., Zhang, X., Li, T. //Food Bioscience. – 2015. – T. 9. – C. 68-74

294. Fabrication of prototype flexible semi conducting thin film with carbon nano particles and carbon nanotubes using fish scale collagen. / Inbasekaran, S., Muthukumar, T., Katheem, M. F et al. // International Journal of Innovative Re-

search in Science, Engineering and Technology. Vol. 3, Issue 3. - March 2014. - C.10379 -10387.

295. Fish collagen-containing drink is subcutaneously absorbed and attenuates the UVA-induced tissue-integrity destruction and DNA damages in 3D-human skin tissue model / Kato, S., Matsui, H., Saitoh, Y., & Miwa, N. //Journal of Functional Foods. – 2011. – T. 3. – №. 1. – C. 50-55.

296. Fish Gelatin: Characteristics, functional properties, applications and future potentials/ da Trindade Alfaro, A., Balbinot, E., Weber, C. I. et al. //Food Engineering Reviews. – 2015. – T. 7. – №. 1. – P. 33-44.

297. Fish scales as biosensors for catecholamines / Lundström, I., Gustafsson, A., Ödman, S //Biosensors and Bioelectronics. – 1990. – T. 5. – №. 6. – C. 449-459.

298. Fish scales patterning guiding hASC growth / Silva, J. M., Afonso, D. L. D. A., Silva, T. H. et al. // Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine. – 2012. – C. 10-10.

299. Fourie J.M. Recovery of blood and fish body solids from blood-water by a system of heat coagulation. F. Ind. 1959 - SA 26 - 29

300. Free radical scavenging and Angiotensin-I converting enzyme inhibitory peptides from Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) skin gelatin/ Ngo, D. H., Ryu, B., Vo, T. S. et al.//International journal of biological macromolecules. – 2011. – T. 49. – №. 5. – C. 1110-1116.

301. Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review / Gómez-Guillén, M. C., Giménez, B., López-Caballero, M. A., & Montero, M. P. // Food hydrocolloids. – 2011. – T. 25. – №. 8. – C. 1813-1827.

302. Gelse K. Collagens—structure, function, and biosynthesis / Gelse K., Pöschl E., Aigner T. //Advanced drug delivery reviews. – 2003. – T. 55. – №. 12. – P. 1531-1546.

303. Ghosh, S. K. High-performance bio-piezoelectric nanogenerator made with fish scale/ Ghosh, S. K., & Mandal, D. // *Phys. Lett.* 109 (10), 103701. - 2016.
304. Gildberg, A. Properties of a propionic acid/formic acid preserved silage of cod viscera. / Gildberg, A., & Raa, J. // *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 28(7), 647-653.
305. Gorgieva S. Collagen-vs. gelatine-based biomaterials and their biocompatibility: review and perspectives/ Gorgieva, S., & Kokol, V. // – INTECH open access publisher, 2011.
306. Grahl-Nielsen O. Fatty acids in fish scales/ Grahl-Nielsen, O., & Glover, K. A // *Marine biology*. – 2010. – T. 157. – №. 7. – C. 1567-1576.
307. Guo H. Core- Shell Collagen Peptide Chelated Calcium/Calcium Alginate Nanoparticles from Fish Scales for Calcium Supplementation/ Guo H., Hong Z., Yi R. // *Journal of food science*. – 2015. – T. 80. – №. 7..
308. Herpandi H. Fish bone and scale as a potential source of halal gelatin/ Herpandi H., Huda N., Adzitey F. // *Journal of Fisheries and Aquatic Science*. – 2011. – T. 6. – №. 4. – P. 379-389.
309. Huang B. From fish scales to highly porous N-doped carbon: a low cost material solution for CO₂ capture/ Huang, B., Shao, H., Liu, N. et al. // *RSC Advances*. – 2015. – T. 5. – №. 107. – C. 88171-88175.
310. Huang, E. Use of Fish Scales as Biosorbent for the Removal of Copper in Water. *Water Research* Vol. 30(9), 2007. - C. 1985-1990.
311. Huang, Y. C. Hydroxyapatite extracted from fish scale: Effects on MG63 osteoblast-like cells / Huang, Y. C., Hsiao, P. C., & Chai, H. J.// *Ceramics International*. - August 2011. – Vol. 37. - Issue 6. – P. 1825–1831.
312. Huang, Y. C. Using hydroxyapatite from fish scales to prepare chitosan/gelatin/hydroxyapatite membrane: exploring potential for bone tissue engineering / Y.C. Huang, H. W. Chu // *Journal of Marine Science and Technology*. – 2013. – T. 21. – №. 6. – C. 716-722.

313. Hwang J. H. Dietary flounder skin improves growth performance, body composition, and stress recovery in the juvenile black rockfish (*Sebastes schlegeli*) / Hwang, J. H., Rha, S. J., Cho, J. K. // SpringerPlus. – 2014. – T. 3. – №. 1. – P. 235.
314. Hydroxyapatite from fish scale for potential use as bone scaffold or regenerative material / Pon-On, W., Suntornsaratoon, P., Charoenphandhu, N. et al. // Materials Science and Engineering: C. – 2016. – T. 62. – C. 183-189.
315. In vitro antioxidant activity of a peptide isolated from Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) scale gelatin in free radical-mediated oxidative systems / Ngo, D. H., Qian, Z. J., Ryu, B. et al. // Journal of Functional Foods. – 2010. – T. 2. – №. 2. – P. 107-117.
316. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology / Karthickeyan. A, Gayathri. V, Banumathy. P, Hemalatha. K // (An ISO 3297: 2007 Certified Organization) Vol. 5, Issue 1, Januray 2016. C. 645-650.
317. Islam M. Biochemical analysis of collagen binding by invertebrate SPARC and engineered monomeric decorin. – 2013.
318. Isolation and characterization of collagen and antioxidant collagen peptides from scales of croceine croaker (*Pseudosciaena crocea*) / Wang, B., Wang, Y. M., Chi, C. F. et al. // Marine drugs. – 2013. – T. 11. – №. 11. – C. 4641-4661.
319. Isolation and characterization of collagens from scale of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) / Zhang, J., Duan, R., Ye, C., & Konno, K. // Food Biochem. – 2010. - № 34. - P. 1343–1354.
320. Janovetz J. Functional morphology of feeding in the scale-eating specialist *Catoprion mento* // Journal of experimental biology. – 2005. – T. 208. – №. 24. – C. 4757-4768.
321. Karayannakidis, P. D. Fish Processing By-Products as a Potential Source of Gelatin: A Review // P.D. Karayannakidis, A. Zotos // Journal of Aquatic Food Product Technology. – 2016. – T. 25. – №. 1.– 3. 65-92.

322. Kaur R. Fish scales as indicators of wastewater toxicity from an international water channel Tung Dhab drain/ Kaur, R., & Dua, A. //Environmental monitoring and assessment. – 2012. – T. 184. – №. 5. – C. 2729-2740.
323. Khora S. S. Marine fish-derived bioactive peptides and proteins for human therapeutics //Int. J. Pharm. Pharm. Sci. – 2013. – T. 5. – №. 3. – C. 31-37.
324. Kim S.-K. (2006). Bioactive compounds from marine processing by-products- a review. / Kim, S. K., Mendis, E. //Food Research International, 39, 383-393
325. Kim, S. K. Marine Cosmeceuticals: Trends and Prospects. Edited by Se-Kwon Kim. - April 19, 2016. - CRC Press Taylor & Francis Group. – P. 428.
326. Kumari S. Extraction and characterization of chitin and chitosan from (Labeo rohita) fish scales/ Kumari, S., & Rath, P. K. //Procedia Materials Science. – 2014. – T. 6. – C. 482-489.
327. Lakshmi S. S. In vivo Utilization of Seafood Processing Waste for Cultivation of the Medicinal Mushroom (*Ganoderma lucidum*) using Agro-Industrial Waste //Asian Journal Pharmaceutical and Clinical Research. – 2013. – T. 6. – №. 4. – P. 51-54.
328. Manikkam, V. Biofunctional and physicochemical properties of fish scales collagen-derived protein powders / Mathai, M. L., Street, W. A. Et al. //International Food Research Journal. – 2016. – T. 23. – №. 4. - P1614-1622.
329. Marine collagen peptide isolated from Chum Salmon (*Oncorhynchus keta*) skin facilitates learning and memory in aged C57BL/6J mice/ Pei, X., Yang, R., Zhang, Z. //Food Chemistry. – 2010. – T. 118. – №. 2. – C. 333-340
330. Marine Fish Proteins and Peptides for Cosmeceuticals: A Review/ Venkatesan, J., Anil, S., Kim, S. K. //Marine drugs. – 2017. – T. 15. – №. 5. – C. 143
331. Marine Origin Collagens and Its Potential Applications / Silva T. H., Moreira-Silva J., Marques A. L. P. et al. // Marine Drugs. - 2014. - Vol. 12, Issue 12. - P. 5881-5901

332. Mechanical Characterization, Fabrication and FTIR Spectroscopic Analysis of Fish Scale Reinforced Epoxy Composites/ Atefi, R., Razmavar, A., Teimoori, F., & Teimoori, F. //Life Science Journal. – 2012. – T. 9. – №. 2.
333. Microstructure, mechanical, and biomimetic properties of fish scales from *Pagrus major*/ Ikoma, T., Kobayashi, H., Tanaka, J et al. //Journal of Structural Biology. – 2003. – T. 142. – №. 3. – C. 327-333.
334. Mustafiz S. The application of fish scales in removing heavy, metals from energy-produced waste streams: the role of microbes //Energy sources. – 2003. – T. 25. – №. 9. – C. 905-916.
335. Nollet, L. M. Food biochemistry and food processing / Nollet, L. M. Benjakul, S., Paliyath, G., & Hui, Y. H. // John Wiley & Sons. – 2012. – P.365-387.
336. Nuclear microscopy study of fish scales/ Tang, S. M., Orlic, I., Yu, K. N. //Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms. – 1997. – T. 130. – №. 1. – C. 396-401.
337. Okazaki, E. Isolation and characterization of acid-soluble collagen from the scales of marine fishes from / Okazaki, E., Osako, K. // Japan and Vietnam Food Chemistry. - 15 April 2014. –Vol. 149. – P. 264–27.
338. Olatunji O. et al. Microneedles from fish scale biopolymer //Journal of Applied Polymer Science. – 2014. – T. 131. – №. 12.
339. Olsen R. L. Challenges and realistic opportunities in the use of by-products from processing of fish and shellfish/ Olsen, R. L., Toppe, J., & Karunasagar, I. //Trends in Food Science & Technology. – 2014. – T. 36. – №. 2. – C. 144-151.
340. Othman, N. Characterization and optimization of heavy metals Biosorption by fish scales. / Othman, N., & Juki, M. I. //Regional Symposium on Engineering and Technology Kuching, Sarawak, Malaysia. - 21-23 November, 2011. - C.126-132.

341. Pal G. K. Comparative assessment of physico-chemical characteristics and fibril formation capacity of thermostable carp scales collagen/ Pal, G. K., & Suresh, P. V. //Materials Science and Engineering: C. – 2017. – T. 70. – P.32-40.

342. Panda N. N. Extraction and characterization of biocompatible hydroxyapatite from fresh water fish scales for tissue engineering scaffold/ Panda, N. N., Pramanik, K., & Sukla, L. B. //Bioprocess and biosystems engineering. – 2014. – T. 37. – №. 3. – C. 433-440.

343. Pat. № 104193456 (CN). Organic silkworm excrement fertilizer and preparation method thereof / Chen Z., Wang X. - 2014-12-10 C05G1/00

344. Pat. № 101225426 (CN). Method for producing fish scale collagen by employing preservative agent / Shouyi Y., Dongqi Q., Liyong Z. et al. – 2008-07-23 C12P21/06.

345. Pat. № 101402986 (CN). Method for producing collagen, gluten or collagen by degreasing and deliming of fish scale / Yunzhong C. – 2009-04-08 C12P21/06.

346. Pat. № 101734956 (CN). Method for preparing microorganism fermentation liquor from fish skins or fish scales and bacterial manure containing fermentation liquor / Zhiqiang S., Xiaojing Z. – 2010-06-16 C05F1/00.

347. Pat. № 102138675 (CN). Processing method of fish jelly / Aijun H., Qiongxi C., Zhinua Z. et al. – 2011-08-03 A23L17/10, A23L21/10, A23L33/00.

348. Pat. № 102138693 (CN). Method for processing fish beverage / Aijun H, Zhihua Z, Yiming W et al. 2011-08-03 A23L1/09, A23L1/325, A23L2/38, A23L2/52.

349. Pat. № 102154424 (CN). Process for preparing micro-molecular fish scale collagen peptides / Junde C., Ruizao Y., Hui C. et al. – 2011-08-17 C07K1/14., C07K1/34., C07K1/36., C12P21/06.

350. Pat. № 102327646 (CN). Tissue restoration structure derived from fish scales / Hongji L., Fenghui L., Jiancheng L. et al. – 2012-01-25 61L27/36.

351. Pat. № 102504302 (CN). Method for preparing collagen film / Wuyin W., Minjie C., Guangming L. et al. – 2012-06-20 B65D65/46, C08J5/18, C08K5/053, C08K5/09, C08L89/00, C08L91/06.

352. Pat. № 102839207 (CN). Method for preparing collagen peptide from fish scales / Zhou M., Zhao X. – 2012-12-26 C12P21/06.

353. Pat. № 103211080 (CN). Method for preparing collagen protein powder from fish scales / Li Z. – 2013-07-24 A23J1/04.

354. Pat. № 103238871 (CN). Fish scale powder processing method / Hu S. – 2013-08-14 A23L 17/00.

355. Pat. № 103333220 (CN). Degreasing and de-ashing method for extracting collagen from fish scales / Wang H., Shen D., Qu L. et al. – 2013-10-02 C07K1/14.

356. Pat. № 103540635 (CN). Preparation process of fish scale collagen protein / Gao D. – 2014-01-29 C07K1/34, C07K2/00, C12P21/06.

357. Pat. № 103583999 (CN). Leisure food made of fish scales / Zhao X. – 2014-02-09 A23L1/18, A23L1/29, A23L1/325.

358. Pat. № 103705431 (CN). Fish source collagen antioxidant peptide beauty mask and preparation method thereof / Song L, Mao S, Xu P. et al.- 2014-04-09 A61K8/02, A61K8/64, A61K8/73, A61K8/97, A61K8/98, A61Q19/00, A61Q19/02, A61Q19/08.

359. Pat. № 103951853 (CN). Sodium alginate-based fish scale collagen protein and asparagus powder blending packing film and preparation method thereof / Wang L, Dong X, Guo Z. et al.– 2014- 07-30 B65D65/46, C08J3/24, C08J3/28, C08K5/00, C08K5/053, C08L5/04, C08L89/00

360. Pat. № 103980360 (CN). Rapid preparation method of fish scale collagen protein / Jiang H, Chen F., Zhao Y. et al. – 2014-08-13 C07K1/14, C07K1/34, C07K14/78.

361. Pat. № 104054959 (CN). Laying hen feed / Song S. - 2014-09-24 A23K1/00, A23K1/10, A23K 1/14, A23K1/16, A23K 1/18

362. Pat. № 104058852 (CN). High-performance controlled-release compound fertilizer containing dried fish scales / Liu Y. – 2014-09-24 C05G3/00, C05G3/08.

363. Pat. № 104140992 (CN). Large-scale preparation method of fish scale types I collagen peptides / Chen S., Yi R., Chen H. et al – 2014-11-12 C07K1/34, C12P21/06.

364. Pat. № 104146287 (CN). Wine brewing residue and fish scale paste and production process thereof. Wang H, Chen C., Shi X. et al. –2014-11-19 A23L17/00, A23L33/00, A23L17/00, A23L19/09, A23L33/00, A23L33/22.

365. Pat. № 104322734 (CN). Liver protecting and sore-throat relieving tea for being drunk after wine drinking / Zhang C. – 2015-02-04 A23F3/14.

366. Pat. № 104430855 (CN). Blueberry collagen polypeptide Ca yogurt / Liu J. – 2015-03-15 A23C9/13, A23C9/133.

367. Pat. № 104522334 (CN). Cow- dung-fermented feed for specially used for ducks and preparing method thereof / Chen Z. – 2015-04-22 A23K1/00, A23K1/14, A23K1/16.

368. Pat. № 104814500(CN). Aesthetic health care beverages for strengthening the bones and muscles and skin and a preparation method thereof / Ma W. – 2011-08-05 A 23L2/38, A23L33/00.

369. Pat. № 104860774 (CN). Special fertilizer for potted plants and flowers and preparation method of special fertilizer / Yuan G. – 2015-08-26 A01C21/00, C05F17/00, C05G3/02.

370. Pat. № 104926434 (CN). Coated fertilizer for improving blueberry quality and preparation method thereof / Zhang Y., Xiao C., Cai C. – 2015-09-23 C05/F17/00, C05G3/00, C05G3/04.

371. Pat. № 105087734 (CN). Method for preparing collagen powder from fish skin and fish scales / Yang X., Yang Z. – 2015-11-25 C12P21/06

372. Pat. № 105198484 (CN). Method for preparing cement foaming agent by using fish scales / Li L., Su X.– 2015-12-30 C04B24/14, C04B38/02

373. Pat. № 105360712 (CN). Low-cost ricefield ell feed and preparation method thereof / Hu C., Lu J., Qian C. et al. – 2016-03-02 A23K10/18, A23K10/22, A23K10/30, A23K20/142, A23K20/174, A23K20/26, A23K50/80
374. Pat. № 105394384 (CN). Calcium-supplementing type feed for breeding pigs / Wang J. – 2016-03-16 A23K10/12, A23K10/14, A23K10/30, A23K10/37, A23K20/00, A23K20/163, A23K20/24, A23K20/28, A23K50/30
375. Pat. № 105495533(CN). Multi-calcium chelation edible salt for children and preparation method for edible salt / Bai S. – 2016-04-20 A23L27/40, A23L33/00, A23L33/16.
376. Pat. № 1055333498 (CN). Seafood sausage rich in fish scale collagen protein and preparation method thereof / Li T., Li J., Cui F. et al. – 2016-05-04 A23L13/50, A23L13/60, A23L17/00, A23L29/281.
377. Pat. № 105594946 (CN). Calcium supplement chocolate. Ma X, Wang Z. – 2016-05-25 A23G1/32, A23G1/48, A23G1/54.
378. Pat. № 1282534 (CN). Technology for processing fish scales / Zhao G. – 2001-02-07 A23L17/00, A23L17/30, (IPC1-7) A23L1/328.
379. Pat. № 1864512 (CN). Processed freshwater fish scale and method for processing and cooking same. / Zhang P. Z. – 2006-11-22 A22C25/00, A23J1/04.
380. Pat. № 1948411 (CN). Preparation method of undenatured fish scale collagen / Li G. Liu. – 2007-04-18 A61K8/65, C09H3/00, C12N9/50, C12P21/00.
381. Pat. № 2003023970 (JP). Method of production for collagen, chitin compound material obtained from fish scale and method of utilizing the same for food / Ishizuka Y.– 2003-01-28 A23J1/04, A23L1/30, A61K31/722, A61K35/60, A61K38/17, A61P37/04, A61P43/00.
382. Pat. № 2006217876 (JP). Method for producing gelatin or collagen peptide derived from fish scale / Ogawa K.– 2006-08-24 A23J3/06, C12P21/06
383. Pat. № 2008206470 (JP) Method for producing collagen peptide of fish scale origin. O Tosei. – 2008-09-11 A23J3/04, A23J3/34, C12P21/06.

384. Pat. № 201020264 (TW). A new process for the preparation of collagen peptide from fish scale. Kuo Jen-Mun., Hwan A. – 2010-06-01 A61K8/65, A61K8/98, C07K14/78.

385. Pat. № 201238492 (TW). Method for manufacturing fish scale collagen flower tea bag. Guo H. – 2012-10-01 A23F3/34, C07K14/78.

386. Pat. № 20150055811 (KR). Method for cultivating of (rubus coreanus) using environment-friendly amino acid liquid fertilizer / Chung H.S., Hwang K. C. – 2015-05-22 A01G7/06, C05F11/08.

387. Pat. № 3034 (HUN). Method for producing fodders consist of developed slaughterhouse by-products. Hegedus M., Fazekas T., Koleszar M. et al. – 1985-12-28 A23K1/18.

388. Pat. № S57159470 (JP). Powdering of scale of fish / Kondoi S., Kimura M., Mizoguchi K. – 1982-10-01 A23K1/10, A23L1/325, A23L1/326, B02C19/18, C05F1/00.

389. Pat. №103553749 (CN). Method for producing amino acid agricultural fertilizer through compound enzyme hydrolysis of fish skins and fish scales / Li S. – 2014-02-05 C05G1/00, C05G3/00.

390. Pati F. Isolation and characterization of fish scale collagen of higher thermal stability/ Pati, F., Adhikari, B., & Dhara, S. //Bioresource Technology. – 2010. – T. 101. – №. 10. – . 3737-3742.

391. Physico-mechanical and antimicrobial properties of gelatin film from the skin of unicorn leatherjacket incorporated with essential oils/ Ahmad, M., Benjakul, S., Prodpran, T., & Agustini, T. W. //Food Hydrocolloids. – 2012. – T. 28. – №. 1. – C. 189-199.

392. Potency of fish collagen as a scaffold for regenerative medicine/ Yamada, S., Yamamoto, K., Ikeda, T. //BioMed research international. – 2014. – T. 2014. – P.8.

393. Preparation and Characterisation of Collagen from Freshwater Fish Scales /F. Zhang, A. Wang, Z. Li etc. // Food and Nutrition Sciences. - 2011. - № 2. - P. 818-823.

394. Preparation and properties on gelatin from fish scale/ Sha, X. M., Tu, Z. C., Wang, H. et al. //Advanced Materials Research. – Trans Tech Publications, 2013. – T. 647. – P.352-356.

395. Preparation of a Rechargeable Battery Using Waste Protein from the Fish Scales/ Hussain, Z., Bashir, N., Ahmad, O et al.// J.Chem.Soc.Pak., Vol. 37, №. 04. – 2015. - P. 824-829.

396. Preservacion y utilizacion de agua de sangre en la fabricacion de harina y aceite de pescado. Instituto de Fomento Pesquero./ Nakagawa, M., Romo, C., Rutman, M. // Publicacion 1965 No. 14. Santiago, Chile.

397. Recovery of astaxanthin from seafood wastewater utilizing fish scales waste [Text]: научное издание / Stepnowski, P., Olafsson, G., Helgason, H., & Jastorff, B.// Chemosphere. - 2004. - Vol. 54, N 3. – С. 413-417

398. Rigozzi S. Structure and function in tendon: experimental studies on the ultrastructural determinants of tendon biomechanical function: дис. – ETH Zürich, 2011. - P. 724-731.

399. Shahid Mahboob. Isolation and characterization of collagen from fish waste material- skin, scales and fins of *Catla catla* and *Cirrhinus mrigala* // Journal of Food Science and Technology. – 2015. –Vol. 52. -№7. – P. 4296.

400. Shoulders M. D. Collagen structure and stability / M. D. Shoulders, R. T. Raines //Annual review of biochemistry. – 2009. – T. 78. – P. 929.

401. Studies on processing and characterization of hydroxyapatite biomaterials from different bio wastes / Mondal, S., Mondal, B., Dey, A., & Mukhopadhyay, S. S. //Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering. – 2012. – T. 11. – №. 01. – С. 55.

402. Szelistowski W. A. Scale-feeding in juvenile marine catfishes (Pisces: Ariidae) //Copeia. – 1989. – T. 1989. – №. 2. – С. 517-519.

403. Takeshi Nagai. Fish scale collagen. Preparation and partial characterization / Takeshi Nagai, Masami Izumi, Masahide Ishii // International Journal of Food Science Technology. - 3 March 2004. – Vol. 39. – P. 239–244.

404. The Fish Feast by Erik de Laurens [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.dezeen.com/2011/07/15/the-fish-feast-by-erik-de-laurens> (дата обращения 25.11.2016)
405. The State of World Fisheries and Aquaculture 2014. Opportunities and challenges. FAO. Rome. – 2014. - 215 с.
406. The use of freshwater fish scale of the species *Leporinus elongatus* as adsorbent for anionic dyes/ Vieira, E. F., Cestari, A. R., Carvalho, W. A. //Journal of thermal analysis and calorimetry. – 2012. – Т. 109. – №. 3. – С. 1407-1412.
407. Towards more efficient longline fisheries: fish feeding behaviour, bait characteristics and development of alternative baits/ Løkkeborg, S., Siikavuopio, S. I., Humborstad, O. B. //Reviews in fish biology and fisheries. – 2014. – Т. 24. – №. 4. – С. 985-1003.
408. Tsaicorrigendum to “isolation and characterization of fish scale gelatin from tilapia (*oreochromis* sp.) by a novel extrusion–hydro-extraction process / Huang, C. Y., Kuo, J. M., Wu, S. J., & Tsai, H. T. // Food chem. - 2016. – P. 997–1006.
409. Ytrestøyl T. Utilisation of feed resources in production of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Norway / Ytrestøyl, T., Aas, T. S., & Åsgård, T.//Aquaculture. – 2015. – Т. 448. – С. 365-374.
410. Zeugolis, D. I. Collagen: materials analysis and implant uses / Zeugolis, D. I., Raghunath, M., & Ducheyne, P. //Comprehensive Biomaterials. Volume. – 2011. – Т. 2. – С. 261-278.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Патент РФ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2621028

**СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ИЛИ
УДОБРЕНИЯ**

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Калининградский государственный технический университет" (RU)*

Автор: *Воробьев Виктор Иванович (RU)*

Заявка № 2015157332

Приоритет изобретения 30 декабря 2015 г.

Дата государственной регистрации в


Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 30 мая 2017 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 30 декабря 2035 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

 Г.П. Ивлиев



ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Патент РФ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2528458

**СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ИЛИ
УДОБРЕНИЯ ИЗ ГИДРОБИОНТОВ**Патентообладатель(ли): *Общество с ограниченной
ответственностью "Прок-Агро" (RU)*Автор(ы): *ВОРОБЬЕВ ВИКТОР ИВАНОВИЧ (RU), БУШУЕВ
АЛЕКСАНДР АНАТОЛЬЕВИЧ (RU)*

Заявка № 2013121522

Приоритет изобретения 07 мая 2013 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре
изобретений Российской Федерации 23 июля 2014 г.

Срок действия патента истекает 07 мая 2033 г.

Врио руководителя Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Л.Л. Кирий



ПРИЛОЖЕНИЕ В

Патент РФ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2262861

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КОРМОВОЙ БЕЛКОВО-
МИНЕРАЛЬНОЙ МУКИ (ВАРИАНТЫ)Патентообладатель(ли): *Калининградский государственный
технический университет (RU)*Автор(ы): *Воробьев Виктор Иванович (RU), Сергеева Нина
Тимофеевна (RU)*

Заявка № 2001108484

Приоритет изобретения 29 марта 2001 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре
изобретений Российской Федерации 27 октября 2005 г.

Срок действия патента истекает 29 марта 2021 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной
собственности, патентам и товарным знакам

Б.П. Симонов

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Патент РФ



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО ПО ПАТЕНТАМ
И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ
(РОСПАТЕНТ)**

ПАТЕНТ

№ 2116731

на ИЗОБРЕТЕНИЕ
"Способ переработки подпрессового бульона в процессе
производства рыбной кормовой муки"

Патентообладатель (ли): Калининградский государственный
технический университет

Автор (авторы): Воробьев Виктор Иванович, Терещенко
Владимир Петрович и Ковалева Ирина Петровна

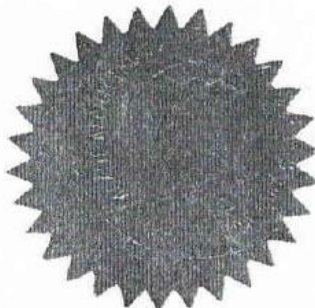
Приоритет изобретения 24 января 1997г.

Дата поступления заявки в Роспатент 24 января 1997г.

Заявка № 97101287

**Зарегистрирован в Государственном
реестре изобретений** 10 августа 1998г.

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР



ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Авторское свидетельство



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1768120 A1

(51)5 A 23 K 1/10

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

№ 0 29 3

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

- (21) 4805489/15
(22) 23.03.90
(46) 15.10.92. Бюл. № 38
(71) Всесоюзный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии
(72) В. И. Воробьев, В. А. Исаев и Т. М. Бихбов
(56) Авторское свидетельство СССР № 736938, кл. А 23 К 1/10, А 23 3/00, 1980. Заявка Японии № 57-49183, 1982.
(54) СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ РЫБНОГО ПОДПРЕССОВОГО БУЛЬОНА НА КОРМ
(57) Изобретение относится к кормопроизводству. Цель изобретения: повышение ка-

2

чества готового продукта и увеличение его выхода. Способ переработки рыбного бульона на корм, включает добавление коагулянта к горячему бульону, отделение образовавшегося осадка, концентрирование оставшейся жидкости и ее сушку до порошкообразного состояния, в качестве коагулянта используют жидкость, содержащую нативный белок и вводят ее в подпрессовый бульон до достижения температуры полученной смеси 40–80°С, отдельный осадок высушивают до порошкообразного состояния и используют его на корм отдельно или смешивают с порошком, полученным из концентрированной жидкости. 1 табл.

Изобретение относится к кормопроизводству.

Цель изобретения — повышение качества готового продукта и увеличение его выхода.

Сущность изобретения иллюстрируется следующими примерами.

Пример 1.

В качестве исходного сырья используют горячий подпрессовый бульон с температурой 80–95°С, получаемый непосредственно в процессе производства кормовой рыбной муки. К горячему бульону добавляют раствор коагулянта. В качестве коагулянта используют раствор, содержащий нативный, т.е. неденатурированный белок животного, растительного или микробиологического происхождения в любой концентрации от единичных молекул до насыщенных растворов.

К рыбному подпрессовому бульону (50 кг), полученному при производстве кормовой рыбной муки из отходов разделки рыбы (ставрида, сардина с температурой 90°С) добавляют воду, полученную при промывке рыбного фарша (90 кг), с температурой 13°С (концентрация белка — 1,45%), температура образовавшейся смеси 40°С. Осадок, образовавшийся при смешивании, отделяют на сепаратор ОМ-1М. Полученный осадок (11,75 кг) направляют в сушильную установку плиточного типа "Фаворит"—Норвегия. Получают сухой кормовой продукт рыбный белковый концентрат РБК (1,77 кг). Оставшуюся жидкость (128,25 кг) концентрируют в роторном испарителе под вакуумом при 65°С. Полученный концентрат (25,44 кг) высушивают в установке А1—ФБУ. Получают сухой растворимый концентрат низкомоле-

(19) SU (11) 1768120 A1

ПРИЛОЖЕНИЕ Е**ТУ 102041110-001-00471544 - 2017 Технические условия**

ФГБОУ ВО «КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Утверждаю
Ректор ФГБОУ ВО «КГТУ»
В.А. Волкогон
_____ 2017

**Мука кормовая на основе рыбной чешуи****Технические условия****ТУ 102041110 – 001 - 00471544 – 2017****(впервые)**

Дата введения в действие – 20 февраля 2017

РАЗРАБОТАНО


ФГБОУ ВО «КГТУ»

д.т.н., профессор


_____ Андреев М.П.

ФГБОУ ВО «КГТУ»

доцент кафедры химии


_____ Воробьев В.И.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

ТИ 010-2017 Технологическая инструкция

ФГБОУ ВО «КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Утверждаю:
Ректор ФГБОУ ВО «КГТУ»
В.А. Волкогон
2017

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ
ТИ 010 - 2017

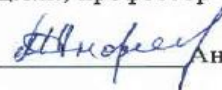
по изготовлению муки кормовой на основе рыбной чешуи
к ТУ 10.20.41- 010 - 00471544 – 2017

Дата введения в действие – 20 февраля 2017

РАЗРАБОТАНО


ФГБОУ ВО «КГТУ»

д.т.н., профессор


Андреев М.П.

ФГБОУ ВО «КГТУ»

доцент кафедры химии


Воробьев В.И.

г. Калининград

ПРИЛОЖЕНИЕ К

ТУ 928314-001-00471544-2017 Технические условия

ФГБОУ ВО «КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ
Ректор ФГБОУ ВО «КГТУ»
В.А. Волкогон В.А. Волкогон

2017 г.

ОТХОДЫ РЫБНЫЕ

Технические условия
ТУ 928314-001-00471544-2017

РАЗРАБОТАНО

ФГБОУ ВО «КГТУ»

д.т.н., профессор

М.П. Андреев М.П. Андреев

ФГБОУ ВО «КГТУ»

доцент

В.И. Воробьев В.И. Воробьев

г. Калининград

2017

ПРИЛОЖЕНИЕ Л

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
АТЛАНТИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ
(ФГБНУ «АтлантНИРО»)
 ул. Дм. Донского 5, Калининград, Россия, 236022

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ЦЕНТР
 Тел. (8 4012) 92-53-06, 92-54-78, факс: (8 4012) 21-99-97, e.mail: icenter@atlantniro.ru
 Аттестат аккредитации № RA.RU 21ПК65 (дата внесения в реестр аккредитованных лиц 08.09.2015 г.)



Утверждаю
 Руководитель ИЛЦ
 В.В.Шендерюк
 «12» апреля 2016 г.
 М.П.

ПРОТОКОЛ № 0584р
 от 12.04.2016 г.

Наименование образца (объекта испытаний): Рыбная кормовая добавка №1
 Дата изготовления, срок годности:
 Сопроводительные документы: Заявка от заказчика от 01.04.2016 г. (ИЛЦ не несет ответственности за отбор и доставку пробы)
 Место отбора: Не указано
 Дата отбора: 01.04.2016
 Дата поступления: 01.04.2016
 Время поступления: 11:00:00
 Регистрационный номер (код образца): 0584р.16.2.1
 Изготовитель: Ворьбев Виктор Иванович
 Заявитель: Ворьбев Виктор Иванович
 Упаковка и её целостность: Не нарушена
 Количество поступившего образца (кг, дм³): 2 кг
 Способ доставки: Автотранспорт
 Даты проведения испытаний: 01.04.2016-12.04.2016
 Нормативная документация: НД изготовителя
 Цель испытаний (документ, устанавливающий требования к испытаниям): МДУ № 123-4/281-87 от 07.08.1987 г., ПДК № 117-116 от 17.05.1977 г., ГОСТ 2116-2000
 Исполнители: Талызина О.Д., Морозов А.А., Саядов С.О., Дубова О.Л., Головачева С.А., Буздырина Н.А.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ:

| Наименование определяемого показателя | Единицы измерения | Допустимые значения | Результаты испытаний | Погрешность/неопределенность* | Обозначение НД на метод испытаний |
|---------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| Аминокислоты | | | | | |
| Аргинин (Arg) | % | - | 2,94 | 1,18 | М-04-38-2009 |
| Тирозин (Tyr) | % | - | 0,47 | 0,14 | М-04-38-2009 |
| Фенилаланин (Phe) | % | - | 1,02 | 0,31 | М-04-38-2009 |
| Гистидин (His) | % | - | 0,63 | 0,32 | М-04-38-2009 |
| Лейцин+Изолейцин (Leu+Ile) | % | - | 0,92 | 0,24 | М-04-38-2009 |
| Метионин (Met) | % | - | 0,69 | 0,23 | М-04-38-2009 |
| Валин (Val) | % | - | 3,89 | 1,56 | М-04-38-2009 |
| Пролин (Pro) | % | - | 4,04 | 1,05 | М-04-38-2009 |
| Треонин (Thr) | % | - | 1,10 | 0,44 | М-04-38-2009 |
| Серин (Ser) | % | - | 1,65 | 0,43 | М-04-38-2009 |
| Аланин (Ala) | % | - | 3,78 | 0,98 | М-04-38-2009 |
| Глицин (Gly) | % | - | 7,54 | 2,56 | М-04-38-2009 |

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Л

| | | | | | |
|---------------------------------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------|
| Аспарагиновая кислота+Аспарагин (Asp+Asn) | % | - | 2,60 | 1,04 | М-04-38-2009 |
| Глутаминовая кислота+Глутамин (Glu+Gln) | % | - | 3,78 | 1,51 | М-04-38-2009 |
| Триптофан (Trp) | % | - | менее 0,1 | - | М-04-38-2009 |
| Лизин (Lys) | % | - | 1,87 | 0,64 | М-04-38-2009 |
| Цистин (Cys-Cys) | % | - | 0,28 | 0,14 | М-04-38-2009 |
| Санитарно-гигиенические показатели | | | | | |
| Токсичные элементы | | | | | |
| Свинец (Pb) | мг/кг | не более 5,0 | 1,90 | 0,67 | ГОСТ Р 53100-2008 |
| Мышьяк (As) | мг/кг | не более 2,0 | 0,56 | 0,14 | ГОСТ Р 53101-2008 |
| Кадмий (Cd) | мг/кг | не более 0,3 | 0,46 | 0,14 | ГОСТ Р 53100-2008 |
| Ртуть (Hg) | мг/кг | не более 0,5 | 0,13 | 0,03 | МУК 4.1.1472-03 |
| Медь (Cu) | мг/кг | не более 80 | 3,48 | 0,80 | ГОСТ 30692-2000 |
| Цинк (Zn) | мг/кг | не более 100 | 121 | 25 | ГОСТ 30692-2000 |
| Пестициды | | | | | |
| Гексахлорциклогексан (альфа-, бета-, гамма-изомеры) | мг/кг | не более 0,2 | менее 0,001 | - | ГОСТ 31481-2012 |
| ДДТ и его метаболиты | мг/кг | не более 0,4 | менее 0,007 | - | ГОСТ 31481-2012 |
| Алдрин | мг/кг | не допускается | менее 0,005 (не обнаружен) | - | МУ 2142-80 |
| Гептахлор | мг/кг | не допускается | менее 0,005 (не обнаружен) | - | МУ 2142-80 |
| Физико-химические показатели | | | | | |
| Массовая доля жира | % | Не более 14,0 | 6,98 | 0,72 | ГОСТ 13496.15-97 |
| Массовая доля фосфора | % | не более 5,0 | 5,01 | 0,83 | ГОСТ 26657-97 |
| Массовая доля хлористого натрия | % | не более 5,0 | 0,29 | 0,05 | ГОСТ 7636-85 |
| Массовая доля кальция | % | не более 13 | 9,94 | 0,85 | ГОСТ 26570-95 |
| Массовая доля антиокислителя - агидола (ионола) | % | Не более 0,1 | Менее 0,005 | - | ГОСТ 7636-85 |
| Массовая доля золы, нерастворимой в 10% соляной кислоте | % | не более 1,0 | 0,22 | 0,05 | ГОСТ 32045-2012 |
| Кислотное число | мг КОН/г | Не более 55,0 | 10,1 | 0,4 | ГОСТ 13496.18-85 |
| Наличие посторонних примесей | | Не допускается | Не обнаружено | - | ГОСТ 7636-85 |
| Металломангнитная примесь размером не более 2 мм | мг/кг | Не более 100,0 | Менее 10,0 | - | ГОСТ 13496.9-96 |
| Перекисное число | % I | - | 0,02 | 0,01 | ГОСТ 7636-85 |
| Массовая доля сырого протеина | % | - | 43,58 | 1,27 | ГОСТ 13496.4-93 |
| Массовая доля воды | % | Не более 12,0 | 11,3 | 0,7 | ГОСТ Р 54951-2012 |
| Органолептические показатели | | | | | |
| Внешний вид муки | - | Сыпучая, без слежавшихся, плотных (не разрушаемых при надавливании) комков, без наличия признаков заплесневения. | Сыпучая, без слежавшихся, плотных (не разрушаемых при надавливании) комков, без наличия признаков заплесневения. | - | ГОСТ 7636-85 |
| Запах | - | Свойственный данному виду муки, без постороннего запаха (затхлого, | Свойственный данному виду муки, без постороннего запаха (затхлого, | - | ГОСТ 13496.13-75 |

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Л

| | | плесенного, гнилостного и других посторонних запахов) | плесенного, гнилостного и других посторонних запахов) | | |
|------------------------------|---|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---|-----------------|
| Жирнокислотный состав | | | | | |
| C12:0 | % | - | 0,2 | - | ГОСТ 31663-2012 |
| C14:0 | % | - | 7,9 | - | |
| C16:0 | % | - | 21,4 | - | |
| C16:1 | % | - | 8,3 | - | |
| C17:0 | % | - | 0,6 | - | |
| C17:1 | % | - | 1,3 | - | |
| C18:0 | % | - | 3,8 | - | |
| C18:1n9c | % | - | 12,8 | - | |
| C18:1n9t | % | - | 1,0 | - | |
| C18:2n6c | % | - | 8,7 | - | |
| C18:2n6t | % | - | 2,4 | - | |
| C18:3n3 | % | - | 1,2 | - | |
| C20:0 | % | - | 0,5 | - | |
| C20:1n9 | % | - | 1,6 | - | |
| C20:2 | % | - | 0,6 | - | |
| C20:3n3 | % | - | 1,1 | - | |
| C20:5n3 | % | - | 15,9 | - | |
| C21:0 | % | - | 1,6 | - | |
| C22:1n9 | % | - | 1,7 | - | |
| C23:0 | % | - | 0,5 | - | |
| C22:5 | % | - | 1,6 | - | |
| C22:6 | % | - | 5,6 | - | |

Условия проведения испытаний соблюдены.

Примечание

*неопределенность

Ответственный за подготовку протокола



С.А. Салихова

Протокол распространяется на образцы, подвергнутые испытаниям, частичная или полная перепечатка протокола не допускается без разрешения испытательного лабораторного центра.

ПРИЛОЖЕНИЕ М

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
 Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
**АТЛАНТИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
 РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ (ФГБНУ «АтлантНИРО»)**
 ул. Дм. Донского 5, Калининград, Россия, 236022

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ЦЕНТР
 Тел. (8 4012) 92-53-06, 92-54-78, факс: (8 4012) 21-99-97, e.mail: icenter@atlant.baltnet.ru
СВИДЕТЕЛЬСТВО № 04-2015 от 06 апреля 2015 г до 06 апреля 2020 г.



Утверждаю
 Руководитель ИЛЦ
 В.В.Шендерюк
 «17» марта 2016 г.
 М.П.

ПРОТОКОЛ № 0363р
 от 17.03.2016 г.

Наименование образца (объекта испытаний): Рыбная кормовая добавка
 Дата изготовления, срок годности: 29.02.2016 г.
 Сопроводительные документы: Заявка заказчика от 02.03.2016 г. (ИЛЦ не несет ответственности за отбор и доставку пробы)

Характеристика образца (объекта испытаний):
 Место отбора: Не указано
 Дата отбора: 02.03.2016
 Дата поступления: 02.03.2016
 Время поступления: 15:30:00
 Регистрационный номер (код образца): 0363р.16.1.1
 Изготовитель: Воробьев Виктор Иванович
 Заявитель: Воробьев Виктор Иванович
 Упаковка и её целостность: Не нарушена
 Количество поступившего образца (кг, дм³): 2,0 кг
 Способ доставки: Автотранспорт
 Даты проведения испытаний: 02.03.2016-17.03.2016
 Нормативная документация: НД изготовителя
 Цель испытаний (документ, устанавливающий требования к испытаниям): Испытание продукции по показателям безопасности (МДУ № 123-4/281-7 от 07.08.1987 г., ПДК №117-116 от 17.05.1977, ГОСТ 2116-2000, Правила бактериологического исследования кормов от 10.06.1975 г.)
 Исполнители: Морозов А.А., Дубова О.Л., Снежная Е.В., Саядов С.О., Буздырина Н.А., Головачева С.А., Талызина О.Д.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ:

| Наименование определяемого показателя | Единицы измерения | Допустимые значения | Результаты испытаний | Погрешность/неопределенность* | Обозначение НД на метод испытаний |
|-----------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| Санитарно-гигиенические показатели | | | | | |
| Токсичные элементы | | | | | |
| Свинец (Pb) | мг/кг | - | 0,45 | 0,16 | ГОСТ Р 53100-2008 |
| Мышьяк (As) | мг/кг | - | 0,17 | 0,04 | ГОСТ Р 53101-2008 |
| Кадмий (Cd) | мг/кг | - | 0,21 | 0,06 | ГОСТ Р 53100-2008 |
| Ртуть (Hg) | мг/кг | - | 0,05 | 0,01 | МУК 4.1.1472-03 |
| Медь (Cu) | мг/кг | - | 2,33 | 0,54 | ГОСТ 30692-2000 |
| Цинк (Zn) | мг/кг | - | 97,0 | 20,4 | ГОСТ 30692-2000 |
| Пестициды | | | | | |
| Гексахлорциклопексан (альфа-, бета-, гамма-изомеры) | мг/кг | - | менее 0,001 | - | ГОСТ 31481-2012 |
| ДДТ и его метаболиты | мг/кг | - | менее 0,007 | - | ГОСТ 31481-2012 |
| Алдрин | мг/кг | - | менее 0,005 | - | МУ 2142-80 |
| Гептахлор | мг/кг | - | менее 0,005 | - | МУ 2142-80 |

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ М

| Микробиологические показатели | | | | | |
|-----------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------|-----------------------------------------------------------------|
| КМАФАнМ | КОЕ/г | не более 5*10(5) | 1,6*10(3) | - | Правила бактериологического исследования кормов от 10.06.975 г. |
| Энтеропатогенные эшерихии коли | - | в 1 г не допускаются | в 1 г не обнаружены | - | Правила бактериологического исследования кормов от 10.06.975 г. |
| Proteus | - | в 1 г не допускаются | в 1 г не обнаружены | - | Правила бактериологического исследования кормов от 10.06.975 г. |
| Анаэробы | - | в 1 г не допускаются | в 1 г не обнаружены | - | Правила бактериологического исследования кормов от 10.06.975 г. |
| Токсичность (выживаемость инфузорий) | - | не менее 70 % (не менее 80 % комбикорма для свиней) выживаемости стилоухий | 85 % выживаемости стилоухий | - | ГОСТ 31674-2012 |
| Патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы | - | в 25 г не допускаются | в 25 г не обнаружены | - | Правила бактериологического исследования кормов от 10.06.975 г. |
| Аминокислоты | | | | | |
| Аргинин (Arg) | % | - | 2,2 | 0,9 | М-04-38-2009 |
| Тирозин (Tyr) | % | - | 0,51 | 0,15 | М-04-38-2009 |
| Фенилаланин (Phe) | % | - | 0,89 | 0,27 | М-04-38-2009 |
| Гистидин (His) | % | - | 0,5 | 0,3 | М-04-38-2009 |
| Лейцин+Изолейцин (Leu+Ile) | % | - | 0,98 | 0,25 | М-04-38-2009 |
| Метионин (Met) | % | - | 0,65 | 0,22 | М-04-38-2009 |
| Валин (Val) | % | - | 1,1 | 0,4 | М-04-38-2009 |
| Пролин (Pro) | % | - | 1,77 | 0,46 | М-04-38-2009 |
| Треонин (Thr) | % | - | 3,6 | 1,4 | М-04-38-2009 |
| Серин (Ser) | % | - | 1,29 | 0,34 | М-04-38-2009 |
| Аланин (Ala) | % | - | 3,15 | 0,82 | М-04-38-2009 |
| Глицин (Gly) | % | - | 6,15 | 2,09 | М-04-38-2009 |
| Аспарагиновая кислота+Аспарагин (Asp+Asn) | % | - | 4,6 | 1,8 | М-04-38-2009 |
| Глутаминовая кислота+Глутамин (Glu+Gln) | % | - | 7,7 | 3,1 | М-04-38-2009 |
| Триптофан (Trp) | % | - | 0,06 | 0,02 | М-04-38-2009 |
| Лизин (Lys) | % | - | 1,60 | 0,54 | М-04-38-2009 |
| Цистин (Cys-Cys) | % | - | 0,4 | 0,2 | М-04-38-2009 |
| Физико-химические показатели | | | | | |
| Массовая доля влаги | % | - | 11,4 | 0,1 | ГОСТ Р 54951-2012 |
| Массовая доля жира | % | - | 3,11 | 0,53 | ГОСТ 13496.15-97 |
| Массовая доля фосфора | % | - | 6,6 | 1,1 | ГОСТ 26657-97 |
| Массовая доля хлористого натрия | % | - | 0,15 | 0,05 | ГОСТ 7636-85 |
| Массовая доля кальция | % | - | 13,6 | 1,2 | ГОСТ 26570-95 |

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ М

| | | | | | |
|---------------------------------------------------------|----------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------|
| Массовая доля антиокислителя - агидола (инола) | % | - | Менее 0,005 | - | ГОСТ 7636-85 |
| Массовая доля золы, нерастворимой в 10% соляной кислоте | % | - | 0,08 | 0,02 | ГОСТ 32045-2012 |
| Наличие посторонних примесей | - | - | Не обнаружено | - | ГОСТ 7636-85 |
| Металломагнитная примесь размером не более 2 мм | мг/кг | - | Менее 10 | - | ГОСТ 31484-2012 |
| Массовая доля сырого протеина | % | - | 42,14 | 1,23 | ГОСТ 13496.4-93 |
| Кислотное число | мг КОН/г | - | 8,1 | 0,4 | ГОСТ 13496.18-85 |
| Органолептические показатели | | | | | |
| Внешний вид муки | - | - | Сыпучая, без слежавшихся, плотных (не разрушаемых при надавливании) комков, без наличия признаков заплесневения. | - | ГОСТ 7636-85 |
| Запах | - | - | Свойственный данному виду муки, без постороннего запаха | - | ГОСТ 13496.13-75 |
| Жирнокислотный состав | | | | | |
| C14:0 | % | - | 8,4 | - | ГОСТ 31663-2012 |
| C16:0 | % | - | 22,2 | - | |
| C16:1 | % | - | 8,8 | - | |
| C17:0 | % | - | 0,5 | - | |
| C17:1 | % | - | 1,1 | - | |
| C18:0 | % | - | 3,8 | - | |
| C18:1n9c | % | - | 13,5 | - | |
| C18:1n9t | % | - | 1,1 | - | |
| C18:2n6c | % | - | 6,2 | - | |
| C18:2n6t | % | - | 2,5 | - | |
| C18:3n3 | % | - | 1,0 | - | |
| C20:1n9 | % | - | 1,7 | - | |
| C20:2 | % | - | 0,7 | - | |
| C20:3n3 | % | - | 1,0 | - | |
| C20:5n3 | % | - | 17,2 | - | |
| C22:1n9 | % | - | 1,7 | - | |
| C24:1n9 | % | - | 0,5 | - | |
| C22:5 | % | - | 1,7 | - | |
| C22:6 | % | - | 4,7 | - | |

Условия проведения испытаний соблюдены.

Примечание

*неопределенность.

Ответственный за подготовку протокола

 Л.В. Степанова

Протокол распространяется на образцы, подвергнутые испытаниям, частичная или полная перепечатка протокола не допускается без разрешения испытательного лабораторного центра.

ПРИЛОЖЕНИЕ Н

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
АТЛАНТИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ
(ФГБНУ «АтлантНИРО»)
ул. Дм. Донского 5, Калининград, Россия, 236022

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ЦЕНТР

Тел. (8 4012) 92-53-06, 92-54-78, факс: (8 4012) 21-99-97, e.mail: icenter@atlantniro.ru
Аттестат аккредитации № RA.RU 21ПК65 (дата внесения в реестр аккредитованных лиц 08.09.2015 г.).



Утверждаю
 Руководитель ИЛЦ
 В.В.Шендерюк
 «12» апреля 2016 г.
 М.П.

ПРОТОКОЛ № 0584р-1 от 12.04.2016 г.

| | |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Наименование образца (объекта испытаний): | Рыбная кормовая добавка №2 |
| Дата изготовления, срок годности: | |
| Сопроводительные документы: | Заявка от заказчика от 01.04.2016 г. (ИЛЦ не несет ответственности за отбор и доставку пробы) |
| Место отбора: | Не указано |
| Дата отбора: | 01.04.2016 |
| Дата поступления: | 01.04.2016 |
| Время поступления: | 11:00:00 |
| Регистрационный номер (код образца): | 0584р.16.2.2 |
| Изготовитель: | Ворьбьев Виктор Иванович |
| Заявитель: | Ворьбьев Виктор Иванович |
| Упаковка и её целостность: | Не нарушена |
| Количество поступившего образца (кг, дм ³): | 2 кг |
| Способ доставки: | Автотранспорт |
| Даты проведения испытаний: | 01.04.2016-12.04.2016 |
| Нормативная документация: | НД изготовителя |
| Цель испытаний (документ, устанавливающий требования к испытаниям): | МДУ № 123-4/281-87 от 07.08.1987 г., ПДК № 117-116 от 17.05.1977 г., ГОСТ 2116-2000 |
| Исполнители: | Тальзина О.Д., Морозов А.А., Саядов С.О., Дубова О.Л., Головачева С.А., Буздырина Н.А. |

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ:

| Наименование определяемого показателя | Единицы измерения | Допустимые значения | Результаты испытаний | Погрешность/неопределенность* | Обозначение НД на метод испытаний |
|---------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| Аминокислоты | | | | | |
| Аргинин (Arg) | % | - | 2,51 | 1,0 | М-04-38-2009 |
| Тирозин (Tyr) | % | - | 0,58 | 0,17 | М-04-38-2009 |
| Фенилаланин (Phe) | % | - | 1,05 | 0,32 | М-04-38-2009 |
| Гистидин (His) | % | - | 0,55 | 0,28 | М-04-38-2009 |
| Лейцин+Изолейцин (Leu+Ile) | % | - | 1,23 | 0,32 | М-04-38-2009 |
| Метионин (Met) | % | - | 0,83 | 0,28 | М-04-38-2009 |
| Валин (Val) | % | - | 2,91 | 1,16 | М-04-38-2009 |
| Пролин (Pro) | % | - | 2,95 | 0,77 | М-04-38-2009 |
| Треонин (Thr) | % | - | 1,19 | 0,48 | М-04-38-2009 |
| Серин (Ser) | % | - | 1,63 | 0,42 | М-04-38-2009 |
| Аланин (Ala) | % | - | 3,17 | 0,82 | М-04-38-2009 |
| Глицин (Gly) | % | - | 5,46 | 1,86 | М-04-38-2009 |

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Н

| | | | | | |
|---------------------------------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------|
| Аспарагиновая кислота+Аспарагин (Asp+Asn) | % | - | 3,13 | 1,25 | М-04-38-2009 |
| Глутаминовая кислота+Глутамин (Glu+Gln) | % | - | 4,27 | 1,71 | М-04-38-2009 |
| Триптофан (Trp) | % | - | 0,14 | 0,06 | М-04-38-2009 |
| Лизин (Lys) | % | - | 2,01 | 0,68 | М-04-38-2009 |
| Цистин (Cys-Cys) | % | - | 0,30 | 0,15 | М-04-38-2009 |
| Санитарно-гигиенические показатели | | | | | |
| Токсичные элементы | | | | | |
| Свинец (Pb) | мг/кг | не более 5,0 | 2,16 | 0,76 | ГОСТ Р 53100-2008 |
| Мышьяк (As) | мг/кг | не более 2,0 | 0,61 | 0,15 | ГОСТ Р 53101-2008 |
| Кадмий (Cd) | мг/кг | не более 0,3 | 0,32 | 0,10 | ГОСТ Р 53100-2008 |
| Ртуть (Hg) | мг/кг | не более 0,5 | 0,15 | 0,03 | МУК 4.1.1472-03 |
| Медь (Cu) | мг/кг | не более 80 | 5,42 | 1,25 | ГОСТ 30692-2000 |
| Цинк (Zn) | мг/кг | не более 100 | 122 | 26 | ГОСТ 30692-2000 |
| Пестициды | | | | | |
| Гексахлорциклогексан (альфа-, бета-, гамма-изомеры) | мг/кг | не более 0,2 | менее 0,001 | - | ГОСТ 31481-2012 |
| ДДТ и его метаболиты | мг/кг | не более 0,4 | менее 0,007 | - | ГОСТ 31481-2012 |
| Алдрин | мг/кг | не допускается | менее 0,005 (не обнаружен) | - | МУ 2142-80 |
| Гептахлор | мг/кг | не допускается | менее 0,005 (не обнаружен) | - | МУ 2142-80 |
| Физико-химические показатели | | | | | |
| Массовая доля жира | % | Не более 14,0 | 9,37 | 0,84 | ГОСТ 13496.15-97 |
| Массовая доля фосфора | % | не более 5,0 | 6,65 | 1,10 | ГОСТ 26657-97 |
| Массовая доля хлористого натрия | % | не более 5,0 | 0,29 | 0,05 | ГОСТ 7636-85 |
| Массовая доля кальция | % | не более 13 | 9,54 | 0,82 | ГОСТ 26570-95 |
| Массовая доля антиокислителя - агидола (инола) | % | Не более 0,1 | Менее 0,005 | - | ГОСТ 7636-85 |
| Массовая доля золы, нерастворимой в 10% соляной кислоте | % | не более 1,0 | 0,06 | 0,01 | ГОСТ 32045-2012 |
| Кислотное число | мг КОН/г | Не более 55,0 | 13,3 | 0,4 | ГОСТ 13496.18-85 |
| Наличие посторонних примесей | | Не допускается | Не обнаружено | - | ГОСТ 7636-85 |
| Металломагнитная примесь размером не более 2 мм | мг/кг | Не более 100,0 | Менее 10,0 | - | ГОСТ 13496.9-96 |
| Перекисное число | % I | - | 0,02 | 0,01 | ГОСТ 7636-85 |
| Массовая доля сырого протеина | % | - | 47,37 | 1,38 | ГОСТ 13496.4-93 |
| Массовая доля воды | % | Не более 12,0 | 9,0 | 0,7 | ГОСТ Р 54951-2012 |
| Органолептические показатели | | | | | |
| Внешний вид муки | - | Сыпучая, без слежавшихся, плотных (не разрушаемых при надавливании) комков, без наличия признаков заплесневения. | Сыпучая, без слежавшихся, плотных (не разрушаемых при надавливании) комков, без наличия признаков заплесневения. | - | ГОСТ 7636-85 |
| Запах | - | Свойственный данному виду муки, без постороннего запаха (затхлого, | Свойственный данному виду муки, без постороннего запаха (затхлого, | - | ГОСТ 13496.13-75 |

Окончание ПРИЛОЖЕНИЯ Н

| | | плесенного, (гнилостного и других посторонних запахов) | плесенного, (гнилостного и других посторонних запахов) | | |
|------------------------------|---|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---|-----------------|
| Жирнокислотный состав | | | | | |
| C14:0 | % | - | 6,2 | - | ГОСТ 31663-2012 |
| C16:0 | % | - | 26,8 | - | |
| C16:1 | % | - | 7,0 | - | |
| C17:0 | % | - | 1,7 | - | |
| C17:1 | % | - | 0,7 | - | |
| C18:0 | % | - | 3,8 | - | |
| C18:1n9c | % | - | 29,6 | - | |
| C18:2n6c | % | - | 8,2 | - | |
| C20:0 | % | - | 0,3 | - | |
| C20:1n9 | % | - | 2,1 | - | |
| C20:3n3 | % | - | 0,6 | - | |
| C20:5n3 | % | - | 3,4 | - | |
| C21:0 | % | - | 1,2 | - | |
| C22:1n9 | % | - | 0,3 | - | |
| C23:0 | % | - | 0,4 | - | |
| C24:1n9 | % | - | 1,9 | - | |
| C22:5 | % | - | 0,4 | - | |
| C22:6 | % | - | 4,6 | - | |

Условия проведения испытаний соблюдены.

Примечание

*неопределенность

Ответственный за подготовку протокола

 С.А. Салихова

Протокол распространяется на образцы, подвергнутые испытаниям, частичная или полная перепечатка протокола не допускается без разрешения испытательного лабораторного центра.

ПРИЛОЖЕНИЕ П

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
АТЛАНТИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ (ФГБНУ «АтлантНИРО»)
ул. Дм. Донского 5, Калининград, Россия, 236022

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ЦЕНТР
Тел. (8 4012) 92-53-06, 92-54-78, факс: (8 4012) 21-99-97, e.mail: icenter@atlantniro.ru
СВИДЕТЕЛЬСТВО № 04-2015 от 06 апреля 2015 г до 06 апреля 2020 г.

Утверждаю
Руководитель ИЛЦ
В.В.Шендерюк
«25» апреля 2016 г.



ПРОТОКОЛ № 0654р
от 25.04.2016 г.

Наименование образца (объекта испытаний): Кормовая рыбная добавка №3
Дата изготовления, срок годности: не указано
Сопроводительные документы: Заявка заказчика от 14.04.2016 г. (ИЛЦ не несет ответственности за отбор и доставку пробы)
Характеристика образца (объекта испытаний):
Место отбора: Не указано
Дата отбора: 14.04.2016
Дата поступления: 14.04.2016
Время поступления: 12:50:00
Регистрационный номер (код образца): 0654р.16.3.1
Изготовитель: Воробьев Виктор Иванович
Заявитель: Воробьев Виктор Иванович
Упаковка и её целостность: П/пакет, целостность не нарушена
Количество поступившего образца (кг, дм³): 2,0 кг
Способ доставки: Автотранспорт
Даты проведения испытаний: 14.04.2016-25.04.2016
Нормативная документация: НД изготовителя
Цель испытаний (документ, устанавливающий требования к испытаниям): Испытание продукции по показателям безопасности (МДУ № 123-4/281-7 от 07.08.1987 г., ПДК №117-116 от 17.05.1977, ГОСТ 2116-2000, Правила бактериологического исследования кормов от 10.06.1975 г.)
Исполнители: Морозов А.А., Саядов С.О., Дубова О.Л., Талызина О.Д., Головачева С.А.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ:

| Наименование определяемого показателя | Единицы измерения | Допустимые значения | Результаты испытаний | Погрешность/неопределенность* | Обозначение НД на метод испытаний |
|-----------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| Санитарно-гигиенические показатели | | | | | |
| Токсичные элементы | | | | | |
| Свинец (Pb) | мг/кг | не более 5,0 | 0,63 | 0,22 | ГОСТ Р 53100-2008 |
| Мышьяк (As) | мг/кг | не более 2,0 | 0,48 | 0,12 | ГОСТ Р 53101-2008 |
| Кадмий (Cd) | мг/кг | не более 0,3 | 0,14 | 0,04 | ГОСТ Р 53100-2008 |
| Ртуть (Hg) | мг/кг | не более 0,5 | 0,11 | 0,02 | МУК 4.1.1472-03 |
| Медь (Cu) | мг/кг | не более 80 | 2,31 | 0,53 | ГОСТ 30692-2000 |
| Цинк (Zn) | мг/кг | не более 100 | 104 | 22 | ГОСТ 30692-2000 |
| Пестициды | | | | | |
| Гексахлорциклопексан (альфа-, бета-, гамма-изомеры) | мг/кг | не более 0,2 | менее 0,001 | - | ГОСТ 31481-2012 |

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ П

| | | | | | |
|---------------------------------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------|
| ДДТ и его метаболиты | мг/кг | не более 0,4 | менее 0,007 | - | ГОСТ 31481-2012 |
| Алдрин | мг/кг | не допускается | менее 0,005 (не обнаружен) | - | МУ 2142-80 |
| Гептахлор | мг/кг | не допускается | менее 0,005 (не обнаружен) | - | МУ 2142-80 |
| Аминокислоты | | | | | |
| Аргинин (Arg) | % | - | 2,07 | 0,83 | М-04-38-2009 |
| Тирозин (Tyr) | % | - | 0,46 | 0,14 | М-04-38-2009 |
| Фенилаланин (Phe) | % | - | 0,90 | 0,27 | М-04-38-2009 |
| Гистидин (His) | % | - | 0,50 | 0,25 | М-04-38-2009 |
| Лейцин+Изолейцин (Leu+Ile) | % | - | 1,01 | 0,26 | М-04-38-2009 |
| Метионин (Met) | % | - | 0,77 | 0,26 | М-04-38-2009 |
| Валин (Val) | % | - | 1,02 | 0,41 | М-04-38-2009 |
| Пролин (Pro) | % | - | 2,96 | 0,77 | М-04-38-2009 |
| Треонин (Thr) | % | - | 1,09 | 0,44 | М-04-38-2009 |
| Серин (Ser) | % | - | 1,57 | 0,41 | М-04-38-2009 |
| Аланин (Ala) | % | - | 2,97 | 0,77 | М-04-38-2009 |
| Глицин (Gly) | % | - | 5,60 | 1,90 | М-04-38-2009 |
| Глутаминовая кислота+Глутамин (Glu+Gln) | % | - | 2,60 | 1,04 | М-04-38-2009 |
| Триптофан (Trp) | % | - | 0,078 | 0,023 | М-04-38-2009 |
| Лизин (Lys) | % | - | 1,59 | 0,54 | М-04-38-2009 |
| Цистин (Cys-Cys) | % | - | 0,19 | 0,10 | М-04-38-2009 |
| Аспарагиновая кислота+Аспарагин (Asp+Asn) | % | - | 1,58 | 0,63 | М-04-38-2009 |
| Физико-химические показатели | | | | | |
| Массовая доля жира | % | Не более 14,0 | 2,40 | 0,49 | ГОСТ 13496.15-97 |
| Массовая доля фосфора | % | не более 5,0 | 4,07 | 0,67 | ГОСТ 26657-97 |
| Массовая доля хлористого натрия | % | не более 5,0 | 0,29 | 0,05 | ГОСТ 7636-85 |
| Массовая доля кальция | % | не более 13 | 11,5 | 1,0 | ГОСТ 26570-95 |
| Массовая доля антиокислителя - агидола (нонола) | % | Не более 0,1 | Менее 0,005 | - | ГОСТ 7636-85 |
| Массовая доля золы, нерастворимой в 10% соляной кислоте | % | не более 1,0 | 0,10 | 0,02 | ГОСТ 32045-2012 |
| Кислотное число | мг КОН/г | Не более 55,0 | 38,0 | 0,4 | ГОСТ 13496.18-85 |
| Наличие посторонних примесей | - | Не допускается | Не обнаружено | - | ГОСТ 7636-85 |
| Металломагнитная примесь размером не более 2 мм | мг/кг | Не более 100,0 | Менее 10,0 | - | ГОСТ 13496.9-96 |
| Массовая доля сырого протеина | % | - | 45,92 | 1,34 | ГОСТ 13496.4-93 |
| Массовая доля воды | % | Не более 12,0 | 10,0 | 0,1 | ГОСТ Р 54951-2012 |
| Перекисное число | % I | - | 0,03 | 0,01 | ГОСТ 7636-85 |
| Органолептические показатели | | | | | |
| Внешний вид муки | - | Сыпучая, без слежавшихся, плотных (не разрушаемых при надавливании) комков, без наличия признаков заплесневения. | Сыпучая, без слежавшихся, плотных (не разрушаемых при надавливании) комков, без наличия признаков заплесневения. | - | ГОСТ 7636-85 |

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ П

| Запах | - | войственный данному виду муки, без постороннего запаха (затхлого, плесенного, гнилостного и других посторонних запахов) | войственный данному виду муки, без постороннего запаха (затхлого, плесенного, гнилостного и других посторонних запахов) | - | ГОСТ 13496.13-75 |
|------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------------------|
| Жирнокислотный состав | | | | | |
| C14:0 | % | - | 7,1 | - | ГОСТ 31663-2012 |
| C14:1 | % | - | 0,5 | - | |
| C16:0 | % | - | 27,7 | - | |
| C16:1 | % | - | 7,4 | - | |
| C17:0 | % | - | 0,7 | - | |
| C17:1 | % | - | 0,8 | - | |
| C18:0 | % | - | 3,9 | - | |
| C18:1n9c | % | - | 20,2 | - | |
| C18:1n9t | % | - | 0,2 | - | |
| C18:2n6c | % | - | 19,3 | - | |
| C18:2n6t | % | - | 0,6 | - | |
| C18:3n6 | % | - | 1,9 | - | |
| C18:3n3 | % | - | 1,7 | - | |
| C20:0 | % | - | 0,4 | - | |
| C20:4n6 | % | - | 0,9 | - | |
| C20:5n3 | % | - | 2,8 | - | |
| C21:0 | % | - | 0,4 | - | |
| C22:0 | % | - | 0,7 | - | |
| C22:1n9 | % | - | 0,7 | - | |
| C24:1n9 | % | - | 0,5 | - | |
| C22:5 | % | - | 0,4 | - | |
| C22:6 | % | - | 1,4 | - | |

Условия проведения испытаний соблюдены.

Примечание

*неопределенность

Ответственный за подготовку протокола

 Л.В. Степанова

Протокол распространяется на образцы, подвергнутые испытаниям, частичная или полная перепечатка протокола не допускается без разрешения испытательного лабораторного центра.

ПРИЛОЖЕНИЕ Р

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
АТЛАНТИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ (ФГБНУ «АтлантНИРО»)
ул. Дм. Донского 5, Калининград, Россия, 236022

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ЦЕНТР

Тел. (8 4012) 92-53-06, 92-54-78, факс: (8 4012) 21-99-97, e.mail: icenter@atlantniro.ru
СВИДЕТЕЛЬСТВО № 04-2015 от 06 апреля 2015 г до 06 апреля 2020 г.

Утверждаю
Руководитель ИЛЦ
В.В.Шендерюк
«25» апреля 2016 г.

ПРОТОКОЛ № 0654р-1
от 25.04.2016 г.

Наименование образца (объекта испытаний): Кормовая рыбная добавка №4
Дата изготовления, срок годности: не указано
Сопроводительные документы: Заявка заказчика от 14.04.2016 г. (ИЛЦ не несет ответственности за отбор и доставку пробы)
Характеристика образца (объекта испытаний):
Место отбора: Не указано
Дата отбора: 14.04.2016
Дата поступления: 14.04.2016
Время поступления: 12:50:00
Регистрационный номер (код образца): 0654р.16.3.2
Изготовитель: Воробьев Виктор Иванович
Заявитель: Воробьев Виктор Иванович
Упаковка и её целостность: П/пакет, целостность не нарушена
Количество поступившего образца (кг, дм³): 2,0 кг
Способ доставки: Автотранспорт
Даты проведения испытаний: 14.04.2016-25.04.2016
Нормативная документация: НД изготовителя
Цель испытаний (документ, устанавливающий требования к испытаниям): Испытание продукции по показателям безопасности (МДУ № 123-4/281-7 от 07.08.1987 г., ПДК №117-116 от 17.05.1977, ГОСТ 2116-2000, Правила бактериологического исследования кормов от 10.06.1975 г.)
Исполнители: Морозов А.А., Саядов С.О., Дубова О.Л., Тальзина О.Д., Головачева С.А.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ:

| Наименование определяемого показателя | Единицы измерения | Допустимые значения | Результаты испытаний | Погрешность/неопределенность* | Обозначение НД на метод испытаний |
|-----------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| Санитарно-гигиенические показатели | | | | | |
| Токсичные элементы | | | | | |
| Свинец (Pb) | мг/кг | не более 5,0 | 0,60 | 0,21 | ГОСТ Р 53100-2008 |
| Мышьяк (As) | мг/кг | не более 2,0 | 0,43 | 0,11 | ГОСТ Р 53101-2008 |
| Кадмий (Cd) | мг/кг | не более 0,2 | 0,11 | 0,03 | ГОСТ Р 53100-2008 |
| Ртуть (Hg) | мг/кг | не более 0,5 | 0,10 | 0,02 | МУК 4.1.1472-03 |
| Медь (Cu) | мг/кг | не более 80 | 1,50 | 0,34 | ГОСТ 30692-2000 |
| Цинк (Zn) | мг/кг | не более 100 | 115 | 24 | ГОСТ 30692-2000 |
| Пестициды | | | | | |
| Гексахлорциклогексан (альфа-, бета-, гамма-изомеры) | мг/кг | не более 0,2 | менее 0,001 | - | ГОСТ 31481-2012 |

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Р

| | | | | | |
|---------------------------------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------|
| ДДТ и его метаболиты | мг/кг | не более 0,4 | менее 0,007 | - | ГОСТ 31481-2012 |
| Алдрин | мг/кг | не допускается | менее 0,005 (не обнаружен) | - | МУ 2142-80 |
| Гептахлор | мг/кг | не допускается | менее 0,005 (не обнаружен) | - | МУ 2142-80 |
| Аминокислоты | | | | | |
| Аргинин (Arg) | % | - | 1,96 | 0,78 | М-04-38-2009 |
| Тирозин (Tyr) | % | - | 0,41 | 0,12 | М-04-38-2009 |
| Фенилаланин (Phe) | % | - | 0,82 | 0,25 | М-04-38-2009 |
| Гистидин (His) | % | - | 0,49 | 0,25 | М-04-38-2009 |
| Лейцин+Изолейцин (Leu+Ile) | % | - | 0,88 | 0,23 | М-04-38-2009 |
| Метионин (Met) | % | - | 0,67 | 0,23 | М-04-38-2009 |
| Валин (Val) | % | - | 0,95 | 0,38 | М-04-38-2009 |
| Пролин (Pro) | % | - | 2,73 | 0,71 | М-04-38-2009 |
| Треонин (Thr) | % | - | 0,99 | 0,40 | М-04-38-2009 |
| Серин (Ser) | % | - | 1,15 | 0,30 | М-04-38-2009 |
| Аланин (Ala) | % | - | 2,84 | 0,74 | М-04-38-2009 |
| Глицин (Gly) | % | - | 5,37 | 1,83 | М-04-38-2009 |
| Аспарагиновая кислота+Аспарагин (Asp+Asn) | % | - | 1,80 | 0,72 | М-04-38-2009 |
| Глутаминовая кислота+Глутамин (Glu+Gln) | % | - | 3,22 | 1,29 | М-04-38-2009 |
| Триптофан (Trp) | % | - | 0,060 | 0,024 | М-04-38-2009 |
| Лизин (Lys) | % | - | 1,49 | 0,51 | М-04-38-2009 |
| Цистин (Cys-Cys) | % | - | 0,12 | 0,06 | М-04-38-2009 |
| Физико-химические показатели | | | | | |
| Массовая доля жира | % | Не более 14,0 | 1,50 | 0,45 | ГОСТ 13496.15-97 |
| Массовая доля фосфора | % | не более 5,0 | 7,29 | 1,20 | ГОСТ 26657-97 |
| Массовая доля хлористого натрия | % | не более 5,0 | 0,29 | 0,05 | ГОСТ 7636-85 |
| Массовая доля кальция | % | не более 13 | 11,5 | 1,0 | ГОСТ 26570-95 |
| Массовая доля антиокислителя - агидола (ионола) | % | Не более 0,1 | Менее 0,005 | - | ГОСТ 7636-85 |
| Массовая доля золы, нерастворимой в 10% соляной кислоте | % | не более 1,0 | 0,05 | 0,01 | ГОСТ 32045-2012 |
| Кислотное число | мг КОН/г | Не более 55,0 | 35,1 | 0,4 | ГОСТ 13496.18-85 |
| Наличие посторонних примесей | - | Не допускается | Не обнаружено | - | ГОСТ 7636-85 |
| Металломагнитная примесь размером не более 2 мм | мг/кг | Не более 100,0 | Менее 10,0 | - | ГОСТ 13496.9-96 |
| Перекисное число | % I | - | 0,02 | 0,01 | ГОСТ 7636-85 |
| Массовая доля сырого протеина | % | - | 48,33 | 1,40 | ГОСТ 13496.4-93 |
| Массовая доля воды | % | Не более 12,0 | 8,6 | 0,2 | ГОСТ Р 54951-2012 |
| Органолептические показатели | | | | | |
| Внешний вид муки | - | Сыпучая, без слежавшихся, плотных (не разрушаемых при надавливании) комков, без наличия признаков заплесневения. | Сыпучая, без слежавшихся, плотных (не разрушаемых при надавливании) комков, без наличия признаков заплесневения. | - | ГОСТ 7636-85 |

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Р

| Запах | - | Свойственный данному виду муки, без постороннего запаха (затхлого, плесенного, гнилостного и других посторонних запахов) | Свойственный данному виду муки, без постороннего запаха (затхлого, плесенного, гнилостного и других посторонних запахов) | - | ГОСТ 13496.13-75 |
|------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------------------|
| Жирнокислотный состав | | | | | |
| C14:0 | % | - | 4,1 | - | ГОСТ 31663-2012 |
| C14:1 | % | - | 0,3 | - | |
| C16:0 | % | - | 20,9 | - | |
| C16:1 | % | - | 4,7 | - | |
| C17:0 | % | - | 0,4 | - | |
| C17:1 | % | - | 0,6 | - | |
| C18:0 | % | - | 2,9 | - | |
| C18:1n9c | % | - | 15,8 | - | |
| C18:1n9t | % | - | 0,5 | - | |
| C18:2n6c | % | - | 29,3 | - | |
| C18:2n6t | % | - | 0,8 | - | |
| C18:3n3 | % | - | 2,7 | - | |
| C20:0 | % | - | 0,2 | - | |
| C20:1n9 | % | - | 1,1 | - | |
| C20:2 | % | - | 0,3 | - | |
| C20:3n3 | % | - | 1,1 | - | |
| C20:4n6 | % | - | 1,1 | - | |
| C20:5n3 | % | - | 7,6 | - | |
| C21:0 | % | - | 0,7 | - | |
| C22:0 | % | - | 0,6 | - | |
| C24:1n9 | % | - | 0,2 | - | |
| C22:5 | % | - | 1,0 | - | |
| C22:6 | % | - | 3,4 | - | |

Условия проведения испытаний соблюдены.

Примечание

*неопределенность

Ответственный за подготовку протокола

 Л.В. Степанова

Протокол распространяется на образцы, подвергнутые испытаниям, частичная или полная перепечатка протокола не допускается без разрешения испытательного лабораторного центра.

ПРИЛОЖЕНИЕ С

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
 Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
 АТЛАНТИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
 РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ (ФГБНУ «АтлантНИРО»)
 ул. Дм. Донского 5, Калининград, Россия, 236022

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ЦЕНТР
 Тел. (8 4012) 92-53-06, 92-54-78, факс: (8 4012) 21-99-97, e.mail: icenter@atlantniro.ru
 СВИДЕТЕЛЬСТВО № 04-2015 от 06 апреля 2015 г до 06 апреля 2020 г.

Утверждаю
 Руководитель ИЛЦ
 В.В.Шендерюк
 «25» апреля 2016 г.
 М.П.



ПРОТОКОЛ № 0654р-2
 от 25.04.2016 г.

Наименование образца (объекта испытаний): Кормовая рыбная добавка №5
 Дата изготовления, срок годности: не указано
 Сопроводительные документы: Заявка заказчика от 14.04.2016 г. (ИЛЦ не несет ответственности за отбор и доставку пробы)
 Характеристика образца (объекта испытаний):
 Место отбора: Не указано
 Дата отбора: 14.04.2016
 Дата поступления: 14.04.2016
 Время поступления: 12:50:00
 Регистрационный номер (код образца): 0654р.16.3.3
 Изготовитель: Воробьев Виктор Иванович
 Заявитель: Воробьев Виктор Иванович
 Упаковка и её целостность: П/пакет, целостность не нарушена
 Количество поступившего образца (кг, дм³): 2,0 кг
 Способ доставки: Автотранспорт
 Даты проведения испытаний: 14.04.2016-25.04.2016
 Нормативная документация: НД изготовителя
 Цель испытаний (документ, устанавливающий требования к испытаниям): Испытание продукции по показателям безопасности (МДУ № 123-4/281-7 от 07.08.1987 г., ПДК №117-116 от 17.05.1977, ГОСТ 2116-2000, Правила бактериологического исследования кормов от 10.06.1975 г.)
 Исполнители: Морозов А.А., Саядов С.О., Дубова О.Л., Талызина О.Д., Головачева С.А.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ:

| Наименование определяемого показателя | Единицы измерения | Допустимые значения | Результаты испытаний | Погрешность/неопределенность* | Обозначение НД на метод испытаний |
|-----------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| Санитарно-гигиенические показатели | | | | | |
| Токсичные элементы | | | | | |
| Свинец (Pb) | мг/кг | не более 5,0 | 0,65 | 0,23 | ГОСТ Р 53100-2008 |
| Мышьяк (As) | мг/кг | не более 2,0 | 0,54 | 0,14 | ГОСТ Р 53101-2008 |
| Кадмий (Cd) | мг/кг | не более 0,3 | 0,13 | 0,04 | ГОСТ Р 53100-2008 |
| Ртуть (Hg) | мг/кг | не более 0,5 | 0,13 | 0,03 | МУК 4.1.1472-03 |
| Медь (Cu) | мг/кг | не более 80 | 1,42 | 0,33 | ГОСТ 30692-2000 |
| Цинк (Zn) | мг/кг | не более 100 | 91,8 | 19,3 | ГОСТ 30692-2000 |
| Пестициды | | | | | |
| Гексахлорциклогексан (альфа-, бета-, гамма-изомеры) | мг/кг | не более 0,2 | менее 0,001 | - | ГОСТ 31481-2012 |

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ С

| | | | | | |
|---------------------------------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------|
| ДДТ и его метаболиты | мг/кг | не более 0,4 | менее 0,007 | - | ГОСТ 31481-2012 |
| Алдрин | мг/кг | не допускается | менее 0,005 (не обнаружен) | - | МУ 2142-80 |
| Гептахлор | мг/кг | не допускается | менее 0,005 (не обнаружен) | - | МУ 2142-80 |
| Аминокислоты | | | | | |
| Аргинин (Arg) | % | - | 2,13 | 0,85 | М-04-38-2009 |
| Тирозин (Tyr) | % | - | 0,37 | 0,11 | М-04-38-2009 |
| Фенилаланин (Phe) | % | - | 0,85 | 0,26 | М-04-38-2009 |
| Гистидин (His) | % | - | 0,50 | 0,25 | М-04-38-2009 |
| Лейцин+Изолейцин (Leu+Ile) | % | - | 0,89 | 0,23 | М-04-38-2009 |
| Метионин (Met) | % | - | 0,57 | 0,19 | М-04-38-2009 |
| Валин (Val) | % | - | 0,66 | 0,24 | М-04-38-2009 |
| Треонин (Thr) | % | - | 0,95 | 0,38 | М-04-38-2009 |
| Серин (Ser) | % | - | 1,24 | 0,32 | М-04-38-2009 |
| Аланин (Ala) | % | - | 3,13 | 0,81 | М-04-38-2009 |
| Глицин (Gly) | % | - | 5,91 | 2,01 | М-04-38-2009 |
| Аспарагиновая кислота+Аспарагин (Asp+Asn) | % | - | 2,11 | 0,84 | М-04-38-2009 |
| Глутаминовая кислота+Глутамин (Glu+Gln) | % | - | 3,34 | 1,34 | М-04-38-2009 |
| Триптофан (Trp) | % | - | менее 0,1 | - | М-04-38-2009 |
| Лизин (Lys) | % | - | 1,55 | 0,53 | М-04-38-2009 |
| Цистин (Cys-Cys) | % | - | 0,10 | 0,05 | М-04-38-2009 |
| Пролин (Pro) | % | - | 3,18 | 0,83 | М-04-38-2009 |
| Физико-химические показатели | | | | | |
| Массовая доля жира | % | Не более 14,0 | 3,09 | 0,52 | ГОСТ 13496.15-97 |
| Массовая доля фосфора | % | не более 5,0 | 4,78 | 0,79 | ГОСТ 26657-97 |
| Массовая доля хлористого натрия | % | не более 5,0 | 0,29 | 0,05 | ГОСТ 7636-85 |
| Массовая доля кальция | % | не более 13 | 11,5 | 1,0 | ГОСТ 26570-95 |
| Массовая доля антиокислителя - агидола (инола) | % | Не более 0,1 | Менее 0,005 | - | ГОСТ 7636-85 |
| Массовая доля золы, нерастворимой в 10% соляной кислоте | % | не более 1,0 | 0,02 | 0,01 | ГОСТ 32045-2012 |
| Кислотное число | мг КОН/г | Не более 55,0 | 36,6 | 0,4 | ГОСТ 13496.18-85 |
| Наличие посторонних примесей | - | Не допускается | Не обнаружено | - | ГОСТ 7636-85 |
| Металломангнитная примесь размером не более 2 мм | мг/кг | Не более 100,0 | Менее 10,0 | - | ГОСТ 13496.9-96 |
| Перекисное число | % I | - | 0,02 | 0,01 | ГОСТ 7636-85 |
| Массовая доля сырого протеина | % | - | 49,51 | 1,44 | ГОСТ 13496.4-93 |
| Массовая доля воды | % | Не более 12,0 | 7,3 | 0,4 | ГОСТ Р 54951-2012 |
| Органолептические показатели | | | | | |
| Внешний вид муки | - | Сыпучая, без слежавшихся, плотных (не разрушаемых при надавливании) комков, без наличия признаков заплесневения. | Сыпучая, без слежавшихся, плотных (не разрушаемых при надавливании) комков, без наличия признаков заплесневения. | - | ГОСТ 7636-85 |

Приложение ПРОДОЛЖЕНИЯ С

| | | | | | |
|------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------------------|
| Запах | - | Свойственный данному виду муки, без постороннего запаха (затхлого, плесенного, гнилостного и других посторонних запахов) | Свойственный данному виду муки, без постороннего запаха (затхлого, плесенного, гнилостного и других посторонних запахов) | - | ГОСТ 13496.13-75 |
| Жирнокислотный состав | | | | | |
| C14:0 | % | - | 5,7 | - | ГОСТ 31663-2012 |
| C14:1 | % | - | 0,5 | - | |
| C16:0 | % | - | 29,3 | - | |
| C16:1 | % | - | 5,2 | - | |
| C17:0 | % | - | 0,5 | - | |
| C17:1 | % | - | 0,6 | - | |
| C18:0 | % | - | 4,4 | - | |
| C18:1n9c | % | - | 23,4 | - | |
| C18:1n9t | % | - | 0,2 | - | |
| C18:2n6c | % | - | 21,0 | - | |
| C18:2n6t | % | - | 0,4 | - | |
| C18:3n3 | % | - | 1,4 | - | |
| C20:0 | % | - | 0,4 | - | |
| C20:1n9 | % | - | 1,2 | - | |
| C20:2 | % | - | 0,1 | - | |
| C20:3n6 | % | - | 0,1 | - | |
| C20:3n3 | % | - | 0,4 | - | |
| C20:4n6 | % | - | 1,1 | - | |
| C20:5n3 | % | - | 1,7 | - | |
| C21:0 | % | - | 0,2 | - | |
| C22:0 | % | - | 0,6 | - | |
| C24:1n9 | % | - | 0,4 | - | |
| C22:5 | % | - | 0,2 | - | |
| C22:6 | % | - | 1,0 | - | |

Условия проведения испытаний соблюдены.

Примечание

*неопределенность

Ответственный за подготовку протокола

 Л.В. Степанова

Протокол распространяется на образцы, подвергнутые испытаниям, частичная или полная перепечатка протокола не допускается без разрешения испытательного лабораторного центра.

ПРИЛОЖЕНИЕ Т

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
 Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
 АТЛАНТИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
 РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ
 (ФГБНУ «АтлантНИРО»)
 ул. Дм. Донского 5, Калининград, Россия, 236022

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ЦЕНТР

Тел. (8 4012) 92-53-06, 92-54-78, факс: (8 4012) 21-99-97, e.mail: icenter@atlantniro.ru
 Аттестат аккредитации № RA.RU 21ПК65 (дата внесения в реестр аккредитованных лиц 08.09.2015 г.)



Утверждаю
 Зам. руководителя ИЛЦ по качеству
 Л.П.Баходина
 «10» августа 2016 г.
 М.П.

ПРОТОКОЛ № 1498р
от 10.08.2016 г.

Наименование образца (объекта испытаний): Кормовая добавка
 Дата изготовления, срок годности: Не указано
 Сопроводительные документы: Заявка от заказчика от 01.08.2016 г. (ИЛЦ не несет ответственности за отбор и доставку пробы)
 Место отбора: Не указано
 Дата отбора: 01.08.2016
 Дата поступления: 01.08.2016
 Время поступления: 13:00:00
 Регистрационный номер (код образца): 1498р.16.1.1
 Изготовитель: Воробьев Виктор Иванович
 Заявитель: Воробьев Виктор Иванович
 Упаковка и её целостность: Не нарушена
 Количество поступившего образца (кг, дм³): 2 кг
 Размер партии: Не указано
 Способ доставки: Автотранспорт
 Даты проведения испытаний: 01.08.2016-10.08.2016
 Нормативная документация: НД изготовителя
 Цель испытаний (документ, устанавливающий требования к испытаниям): Физико-химические показатели
 Исполнители: Морозов А.А., Талызина О.Д., Саядов С.О.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ:

| Наименование определяемого показателя | Единицы измерения | Допустимые значения | Результаты испытаний | Погрешность/неопределенность* | Обозначение НД на метод испытаний |
|---------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| Аминокислоты | | | | | |
| Аргинин (Arg) | % | - | 2,23 | 0,89 | М-04-38-2009 |
| Тирозин (Tyr) | % | - | 0,25 | 0,08 | М-04-38-2009 |
| Фенилаланин (Phe) | % | - | 0,85 | 0,26 | М-04-38-2009 |
| Гистидин (His) | % | - | 0,58 | 0,29 | М-04-38-2009 |
| Лейцин+Изолейцин (Leu+Ile) | % | - | 0,81 | 0,21 | М-04-38-2009 |
| Метионин (Met) | % | - | 0,62 | 0,21 | М-04-38-2009 |
| Валин (Val) | % | - | 1,52 | 0,61 | М-04-38-2009 |
| Пролин (Pro) | % | - | 3,50 | 0,91 | М-04-38-2009 |
| Треонин (Thr) | % | - | 0,89 | 0,36 | М-04-38-2009 |
| Серин (Ser) | % | - | 1,44 | 0,37 | М-04-38-2009 |
| Аланин (Ala) | % | - | 2,75 | 0,72 | М-04-38-2009 |
| Глицин (Gly) | % | - | 5,95 | 2,02 | М-04-38-2009 |

Окончание ПРИЛОЖЕНИЯ Т

| | | | | | |
|-------------------------------------------|----------|---|-----------|------|-------------------|
| Аспарагиновая кислота+Аспарагин (Asp+Asn) | % | - | 1,46 | 0,58 | М-04-38-2009 |
| Глутаминовая кислота+Глутамин (Glu+Gln) | % | - | 3,13 | 1,25 | М-04-38-2009 |
| Триптофан (Trp) | % | - | менее 0,1 | - | М-04-38-2009 |
| Лизин (Lys) | % | - | 1,40 | 0,48 | М-04-38-2009 |
| Цистин (Cys-Cys) | % | - | менее 0,1 | - | М-04-38-2009 |
| Физико-химические показатели | | | | | |
| Свинец (Pb) | мг/кг | - | 3,69 | 1,29 | ГОСТ Р 53100-2008 |
| Мышьяк (As) | мг/кг | - | 0,18 | 0,05 | ГОСТ Р 53101-2008 |
| Кадмий (Cd) | мг/кг | - | 0,26 | 0,08 | ГОСТ Р 53100-2008 |
| Ртуть (Hg) | мг/кг | - | 0,04 | 0,01 | МУК 4.1.1472-03 |
| Железо (Fe) | мг/кг | - | 55,0 | 11,0 | ГОСТ 32343-2013 |
| Медь (Cu) | мг/кг | - | 6,49 | 1,49 | ГОСТ 30692-2000 |
| Цинк (Zn) | мг/кг | - | 8,26 | 1,73 | ГОСТ 30692-2000 |
| Калий (K) | мг/кг | - | 2907 | 581 | ГОСТ 32343-2013 |
| Натрий (Na) | мг/кг | - | 1312 | 262 | ГОСТ 32343-2013 |
| Магний (Mg) | мг/кг | - | 3014 | 603 | ГОСТ 32343-2013 |
| Кобальт (Co) | мг/кг | - | 0,12 | 0,03 | ГОСТ 33445-2015 |
| Фосфор | мг/кг | - | 4,54 | 0,75 | ГОСТ 26657-97 |
| Содержание кальция | % | - | 7,2 | 0,6 | ГОСТ 26570-95 |
| Физико-химические показатели | | | | | |
| Массовая доля азота | % | - | 5,14 | 0,19 | ГОСТ 13496.4-93 |
| Массовая доля влаги | % | - | 13,0 | 0,1 | ГОСТ Р 54951-2012 |
| Массовая доля жира | % | - | 1,29 | 0,43 | ГОСТ 32905-2014 |
| Массовая доля хлористого натрия | % | - | 0,29 | 0,05 | ГОСТ 13496.1-98 |
| Кислотное число | мг КОН/г | - | 15,9 | 0,4 | ГОСТ 13496.18-85 |
| Массовая доля клетчатки | % | - | менее 2,0 | - | ГОСТ 31675-2012 |
| Массовая доля золы | % | - | 32,6 | 1,3 | ГОСТ 32933-2014 |
| Массовая доля протеина | % | - | 32,12 | 0,95 | ГОСТ 13496.4-93 |

Условия проведения испытаний соблюдены.

Примечание

*неопределенность

Ответственный за подготовку протокола

 С.А. Салихова

Протокол распространяется на образцы, подвергнутые испытаниям, частичная или полная перепечатка протокола не допускается без разрешения испытательного лабораторного центра.

ПРИЛОЖЕНИЕ У

Оптимизация рецептур кормовых смесей.

Одним из основных параметров технологии муки кормовой на основе рыбной чешуи является рецептура смеси рыбного сырья и продолжительность её высушивания в зависимости от влажности и жирности исходной смеси (при условии постоянной начальной массы). В качестве варьируемых частных факторов, подлежащих регулированию и оптимизации в технологии кормовой продукции, приняты различные соотношения компонентов смеси (изменение массовой доли влаги и жира) и скорость испарения 1 кг жидкости в зависимости от рецептуры смеси рыбного сырья (таблица 3.20). На рисунке У.1 представлена зависимость продолжительности испарения 1 кг жидкости от содержания жира в смеси рыбного сырья, свидетельствующая о наличии полиномиальной зависимости третьего порядка, коэффициент детерминации равен 1.

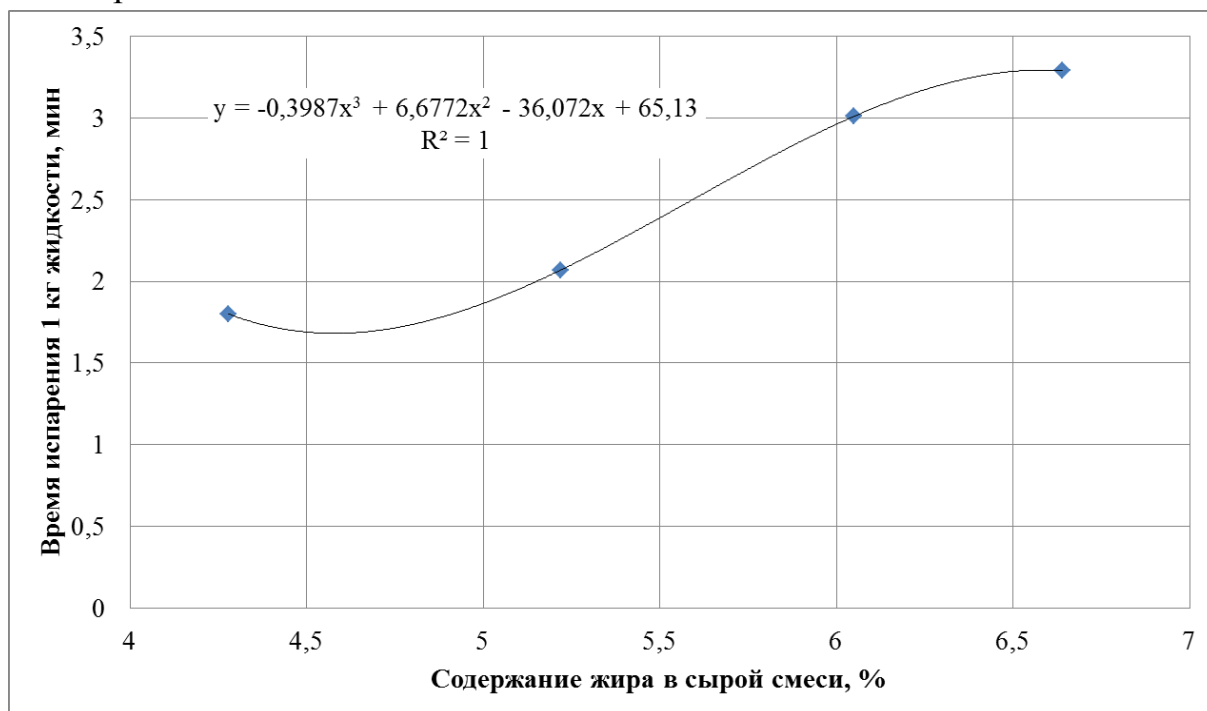
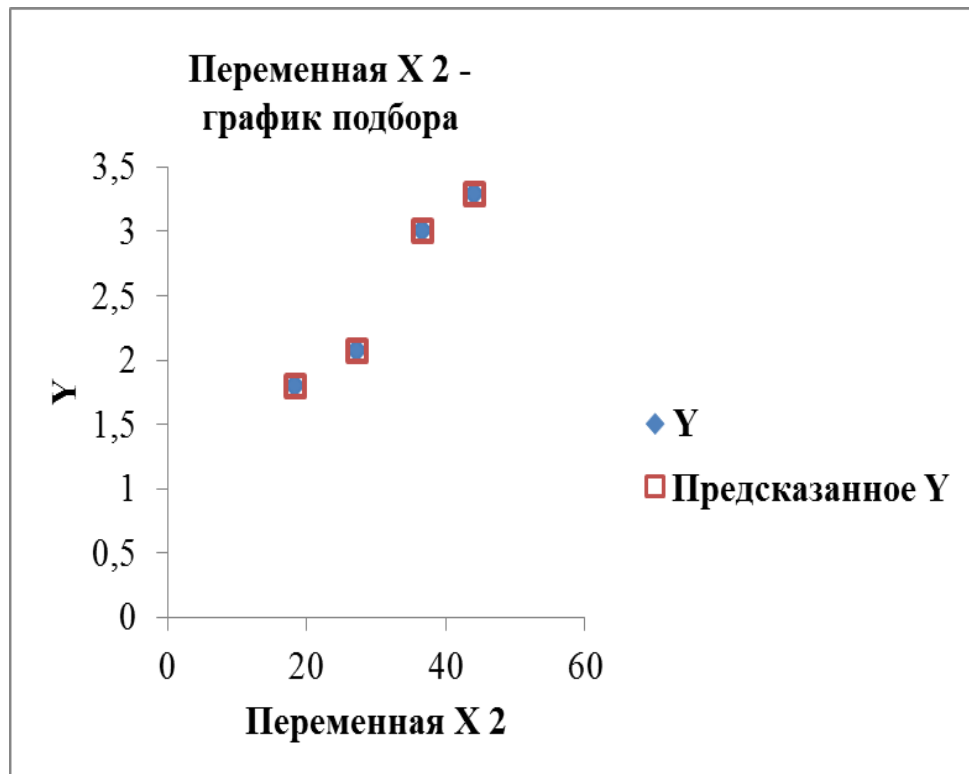
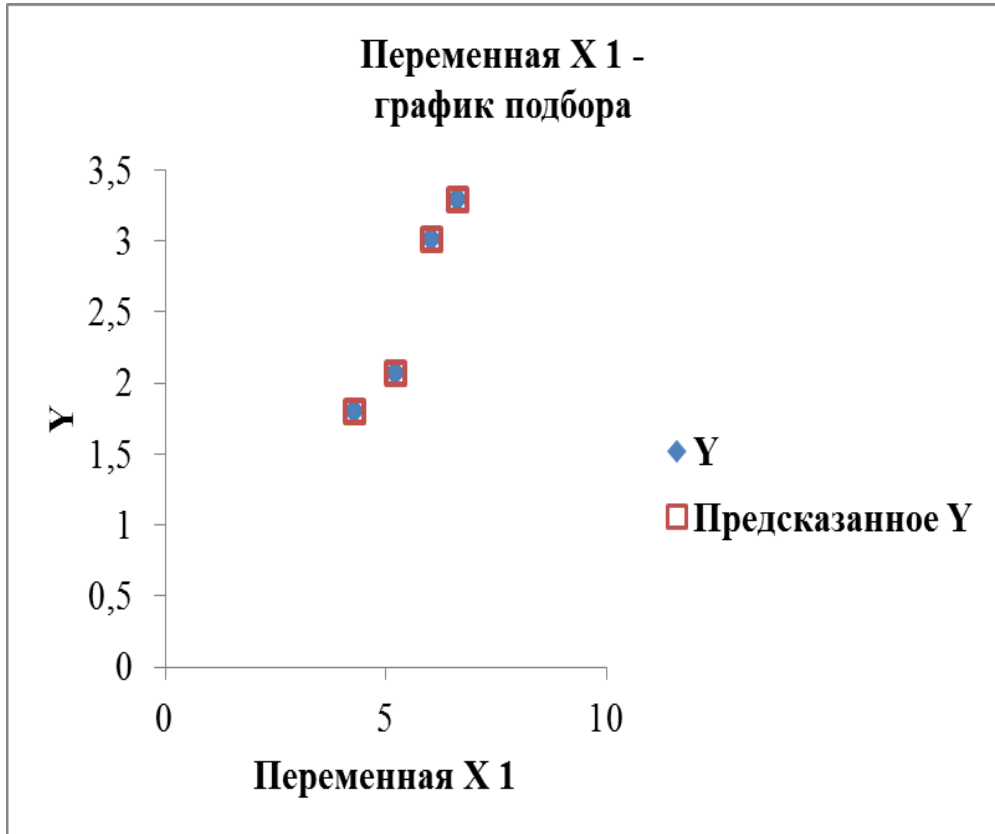


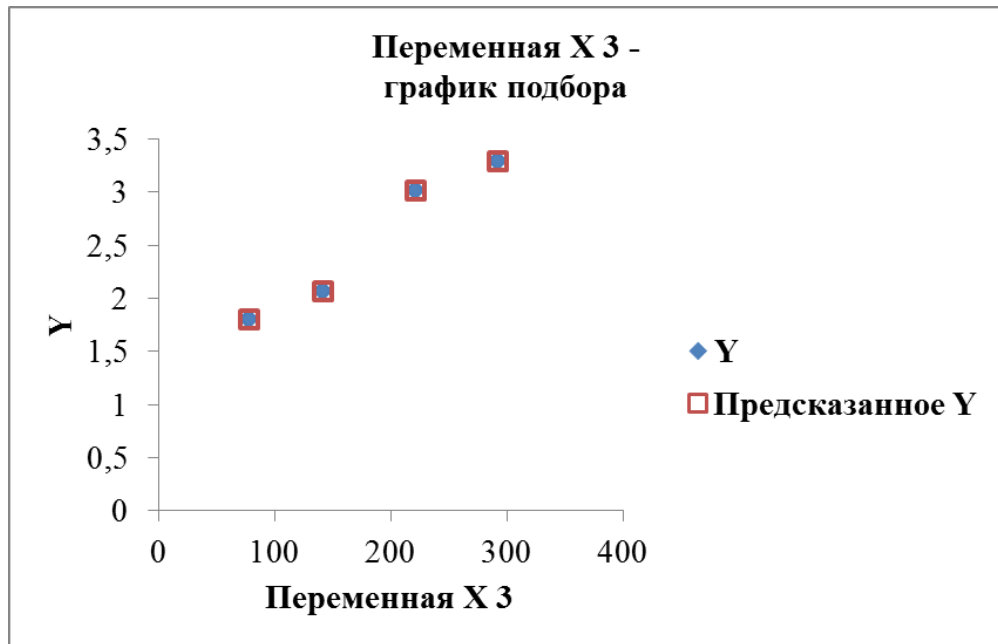
Рисунок У.1– Зависимость продолжительности испарения 1 кг жидкости от содержания жира смеси рыбного сырья

Проверим полученное уравнение регрессии на адекватность. Для этого произведем вычисление остатков. На графиках подбора можно визуально наблюдать разность между вычисленным по уравнению регрессии и полученным практическим путем значения Y (где переменная X_1 соответствует значению X , переменная X_2 – значению X^2 , переменная X_3 – значению X^3).

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ У

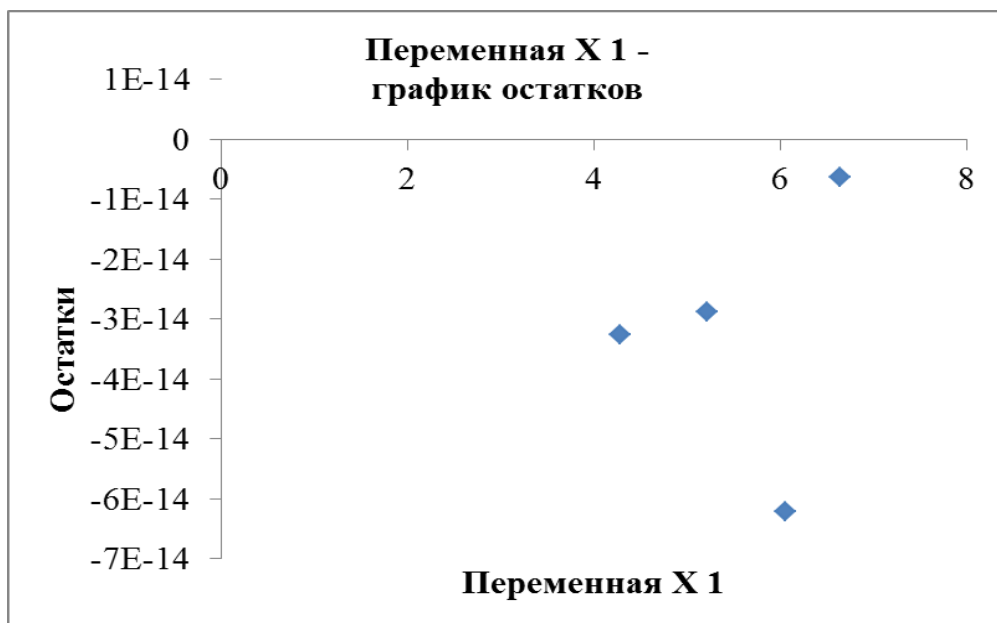


Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ У

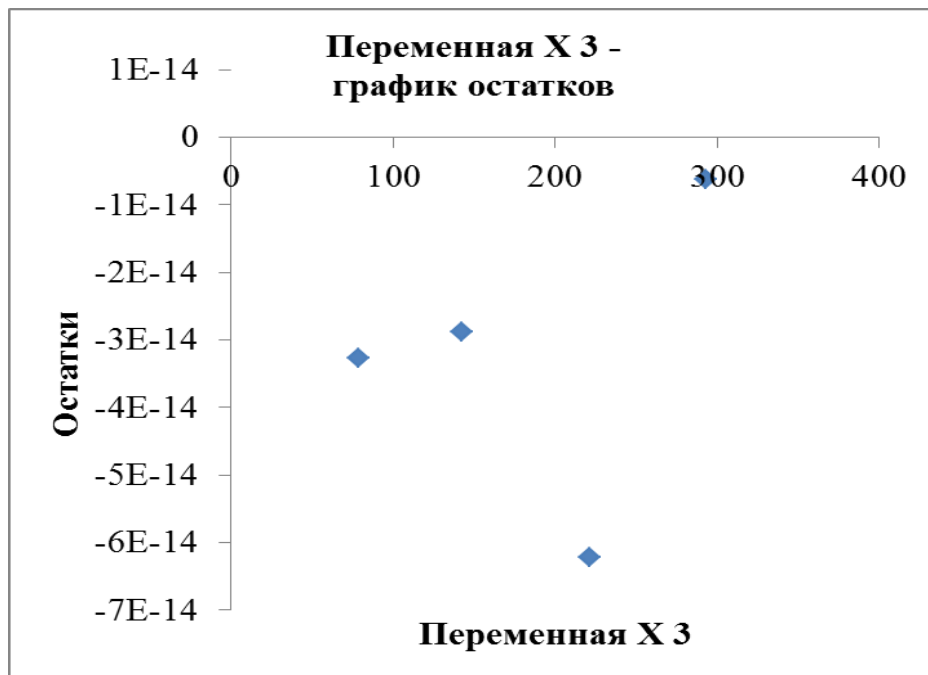
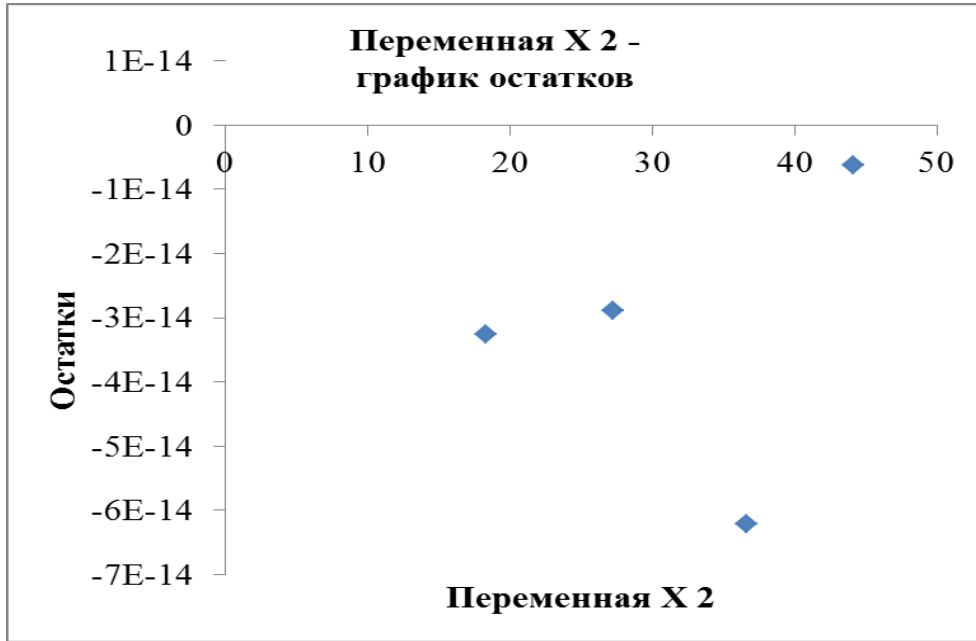


| ВЫВОД ОСТАТКА | | | |
|-------------------|------------------------|----------------|----------------------------|
| <i>Наблюдение</i> | <i>Предсказанное Y</i> | <i>Остатки</i> | <i>Стандартные остатки</i> |
| 1 | 3,29 | -6,21725E-15 | -0,14136547 |
| 2 | 3,01 | -6,21725E-14 | -1,413654702 |
| 3 | 2,07 | -2,88658E-14 | -0,656339683 |
| 4 | 1,8 | -3,26406E-14 | -0,742168719 |

Графики остатков представлены ниже.



Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ У



Как видим из рисунка, явно выраженной зависимости нет, значит, модель пригодна.

Чтобы проверить предположение о нормальном распределении ошибок, построим график нормального распределения.

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ У

Небольшой объем выборки позволяют утверждать, что условие о нормальном распределении ошибок нарушается незначительно.

Таким образом, имеется полиномиальная зависимость между временем испарения 1 кг жидкости и содержанием жира в смеси рыбного сырья, которое выражается уравнением регрессии:

$$Y = -0,3987 \times x^3 + 6,6772 \times x^2 - 36,072 \times x + 65,13$$

Установим оптимум – точку минимума при помощи пакета анализа MS Excel: теоретическое оптимальное содержание жира в смеси рыбного сырья составляет 4,58 %, при этом время испарения 1 кг жидкости будет равно 1,68 минуты.

На рисунке У.2 представлена зависимость содержания жира в исходной смеси рыбного сырья от доли кильки балтийской в общей смеси рыбного сырья.

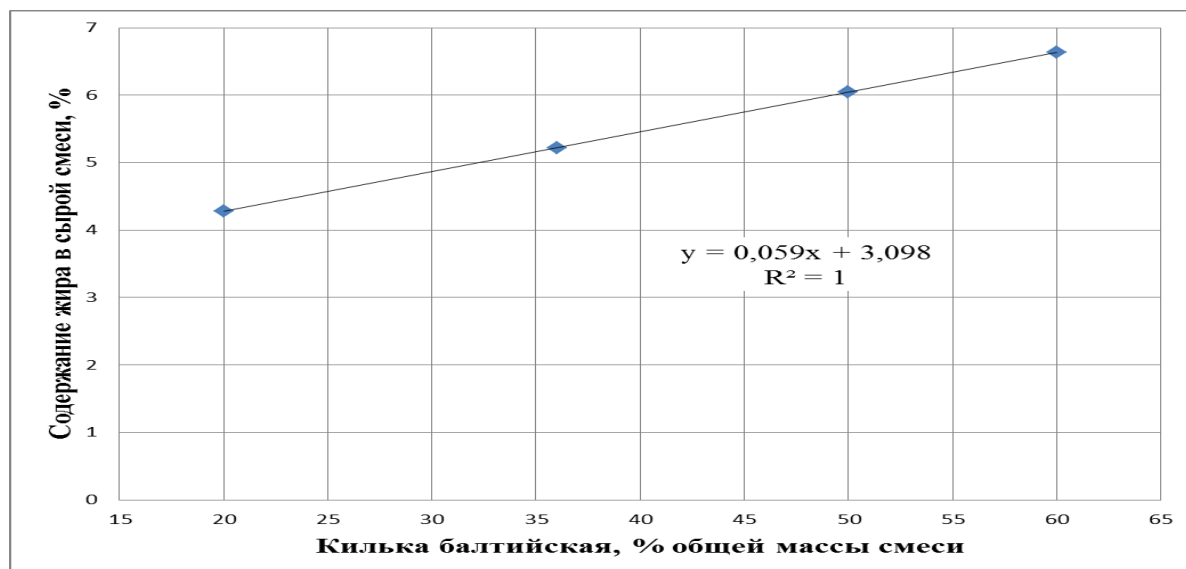
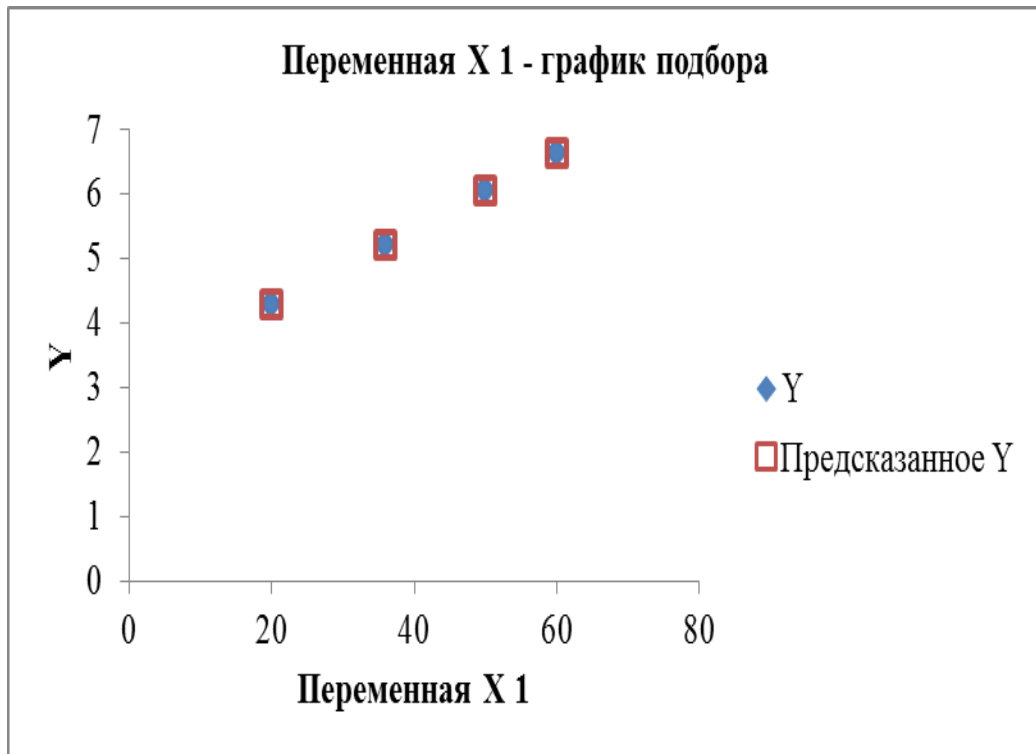


Рисунок У.2 - Зависимость содержания жира в смеси рыбного сырья от массовой доли кильки балтийской

Из рисунка У.2, видно наличие прямопропорциональной положительной линейной зависимости. Коэффициент детерминации ($R^2 = 0,999996371257516$) практически равен 1.

Проверим полученное уравнение регрессии на адекватность. Для этого произведем вычисление остатков - т.е. разность между наблюдаемым и предсказанным значениями зависимой переменной Y при заданном значении независимой переменной X . На графике подбора можно визуально наблюдать данную разность.

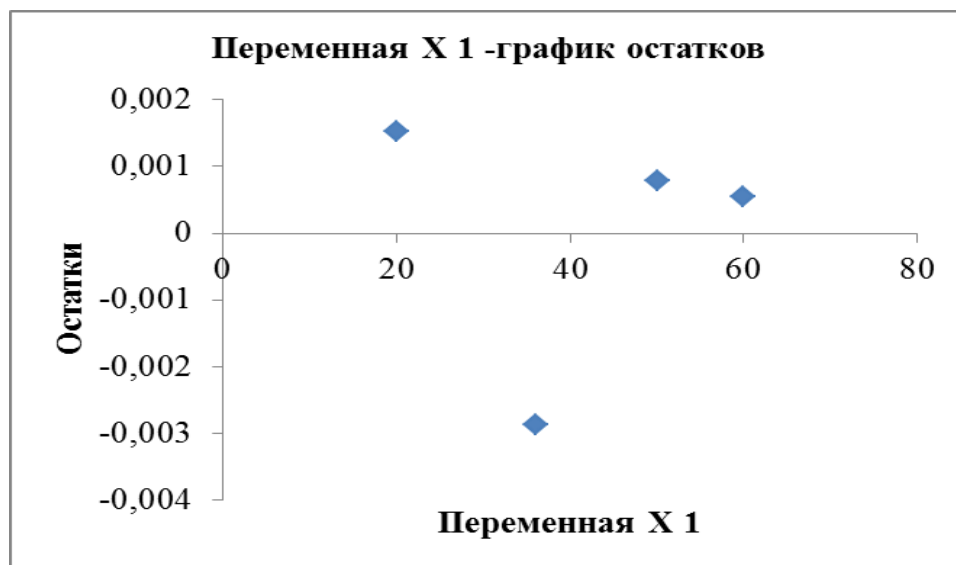
Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ У



| ВЫВОД ОСТАТКА | | | |
|-------------------|------------------------|----------------|----------------------------|
| <i>Наблюдение</i> | <i>Предсказанное Y</i> | <i>Остатки</i> | <i>Стандартные остатки</i> |
| 1 | 6,639448732 | 0,000551268 | 0,281974814 |
| 2 | 6,049206174 | 0,000793826 | 0,406043732 |
| 3 | 5,222866593 | -0,002866593 | -1,466269032 |
| 4 | 4,278478501 | 0,001521499 | 0,778250486 |

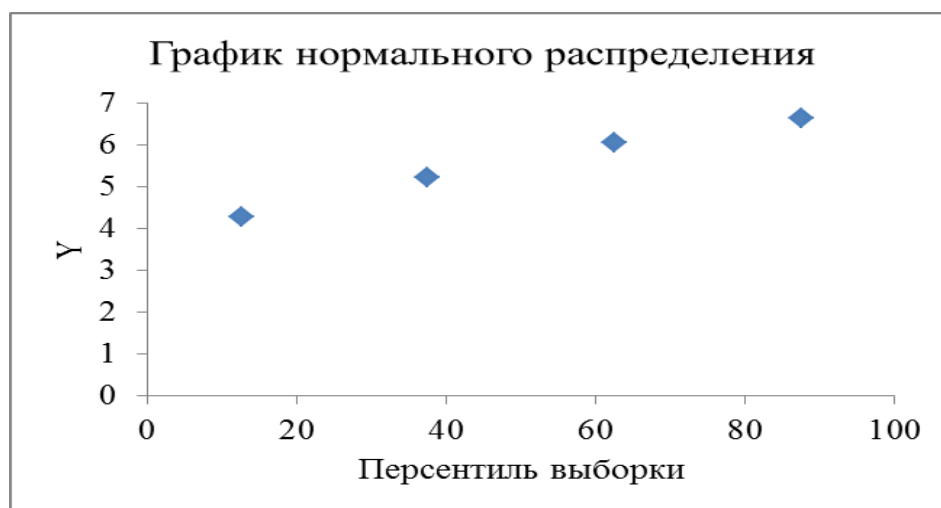
Для оценки пригодности эмпирической модели регрессии остатки откладываются по вертикальной оси, а значения X - по горизонтальной. Если эмпирическая модель пригодна, график не должен иметь ярко выраженной закономерности. Если же модель регрессии не пригодна, на рисунке проявится зависимость между значениями X и остатками.

Окончание ПРИЛОЖЕНИЯ У



Как видим из рисунка, явно выраженной зависимости нет, значит, модель пригодна.

Чтобы проверить предположение о нормальном распределении ошибок, построим график нормального распределения на основе точечного графика, на вертикальной оси которого отложены значения остатков, а на горизонтальной оси - соответствующие квантили стандартизованного нормального распределения.



Небольшой объем выборки позволяют утверждать, что условие о нормальном распределении ошибок нарушается незначительно.

Таким образом, имеется прямопропорциональная положительная линейная зависимость между содержанием жира в сырой смеси и процентом кильки балтийской в общей смеси, которая описывается уравнением регрессии:

$$y = 0,0059 \times X + 3,098$$

ПРИЛОЖЕНИЕ Ф

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «БЕРЕГОВОЙ»

Звероводство, производство меховых изделий

238460 г. Ладушкин, Калининградской обл., ул. Садовая, 1

БИК 042748878 ИНН 3915000354 КПП 391501001

тел/факс 8-401-56-68-1-48 (1-19)

e-mail: beregovoy39@yandex.ru

№ 146
«14» февраля 2017 г.Технология кормовых добавок
На основе рыбной чешуи.

ОТЗЫВ

В период с 2015 по 2016 гг. наше предприятие использовало **рыбо-растительную кормовую добавку на основе рыбной чешуи**. Добавка изготовлена на предприятии **НПП ООО «Прок-М»**, по технологии **Воробьева В.И.**, доцента кафедры химии ФГБОУ ВО "Калининградский государственный технический университет".

Добавка применялась при изготовлении кормов в рационе основного стада и молодняка норки.

За данный период было использовано порядка **300 тонн** кормовой добавки.

Рыбо-растительная кормовая добавка при использовании зарекомендовала себя с **положительной** стороны.

Добавка служит отличным загустителем при производстве кормов. С её помощью удаётся добиться необходимой консистенции питательной смеси.

При помощи добавки удалось снизить среднесуточный рацион, так как добавка при набухании в желудке норки, создаёт чувство сытости.

Использование рыбо-растительной кормовой добавки на основе рыбной чешуи экономически целесообразно.

Можем рекомендовать применение рыбо-растительной кормовой добавки на основе рыбной чешуи всем производителям кормов для пушных зверей.

Директор ЗАО «Береговой»



Дембицкий Л.С.

ПРИЛОЖЕНИЕ X**ИП ГКФХ Короткова Е.Ф****Отзыв**

на кормовую муку (добавку) на основе рыбной чешуи в составе комбикормов для кормления перепёлок.

В 2015 -2017 годах ИП ГКФХ Короткова Е.Ф. (перепелиная ферма в количестве 60 тысяч штук, п. Овражье, Калининградской области) использовало кормовую муку на основе рыбной чешуи в количестве 45 тонн при изготовлении комбикормов для перепёлок. Данная добавка была применена в качестве заменителя кормовой рыбной муки в составе рецептуры корма для перепёлок. Кормовая мука получена от ООО НПП «Прок - М» (п. Павлинино, Калининградская область). Технология кормовой муки разработана доцентом кафедры химии Воробьевым В.И. За весь период кормления комбикормами с данной добавкой замечаний и нареканий не было. Отмечено, что нормы ввода кормовой муки несколько больше (в 1,2 -1,5 раза) по сравнению с кормовой рыбной мукой. Однако, учитывая более низкую стоимость данной кормовой муки (45 руб./кг.) по сравнению с кормовой рыбной мукой (100 руб./кг.), её использование более рентабельно. Кормовая добавка является альтернативой замены более дорогостоящей и дефицитной рыбной кормовой муки в кормлении перепёлок. Рекомендуем использование данной кормовой муки (добавки), в качестве белкового компонента рыбного происхождения в рецептурах комбикормов для перепёлок

ИП ГКФХ Короткова Е.Ф



ПРИЛОЖЕНИЕ Ц

Директор учебно-
опытного хозяйства
ФГБОУ ВО «КГТУ»
Жданов П.П.

Отзыв

на кормовую муку (добавку) на основе рыбной чешуи в составе комбикормов для карпа.

В 2015 -2016 годах учебно-опытным хозяйством ФГБОУ ВО «КГТУ» было использовано 23 тонны комбикормов для кормления карпа изготовленных ООО НПП «Прок -М», в рецептуре которых рыбная мука была частично или полностью заменена на кормовую муку на основе рыбной чешуи изготовленную по технологии разработанной доцентом кафедры химии ФГБОУ ВО «КГТУ» Воробьевым В.И.. Анализ полученных данных за указанный период кормления карпа с добавлением данной кормовой добавки, в состав комбикорма в количестве 15 -25%, вместо части кормовой рыбной муки используемой в рецептуре комбикормов, показал положительное влияние на обмен белков, липидов и минеральных веществ, что обусловило более высокий темп роста рыб. Рекомендуем использование данной кормовой добавки при кормлении карпа.

Директор учебно-опытного хозяйства
ФГБОУ ВО «КГТУ»

Жданов П.П.

Согласовано



ПРИЛОЖЕНИЕ Ш

Директор
ООО «ЗКЗ»
Краснобаев Э.Д.

Отзыв

на кормовую муку (добавку) на основе рыбной чешуи в составе комбикормов для животных, птиц и рыб.

В 2015 - 2016 годах ООО «ЗКЗ» (п. Знаменск, Калининградская область) применял при изготовлении комбикормов в их рецептуре кормовую муку на основе чешуи рыб (технология её получения разработана доцентом кафедры химии Воробьевым В.И.). Кормовая мука была получена от ООО НПП «Прок -М» (п. Павлинино, Калининградской области). За весь период кормления комбикормами с данной добавкой (курица, перепёлка, цыплята, кролики, карп и др.) замечаний и нареканий не было. Кормовая добавка является альтернативой замены более дорогостоящей и дефицитной рыбной кормовой муки в рецептурах комбикормов и кормовых смесях, при их производстве и кормлении животных птиц и рыб. Рекомендуем использование данной кормовой добавки, в качестве натурального компонента рыбного происхождения в рецептурах комбикормов для кормления сельскохозяйственных животных птиц и рыб.

Директор ООО «ЗКЗ»



Краснобаев Э.Д.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ц

Рыбоконсервный комплекс

Рыбоконсервный комплекс ООО "Роскон"
Россия, 238590 Калининградская область,
г. Пионерский, Калининградское шоссе, 29
телефон (4012) 31-25-33, факс (40125) 31-25-18
эл. почта: office@rk-roskon.ru www.rk-roskon.ru

ПИСЬМО - ПОДДЕРЖКА

Рыбная чешуя, образующаяся в процессе разделки рыбы (сардина, сардинелла и др.) при производстве консервов на ООО «РОСКОН» (г. Пионерский, Калининградская область) в количестве до 2 т./сутки практически полностью поставляется на переработку ООО НПП «Прок-М» (п. Павлинино, Калининградская область) с целью получения кормовых продуктов. Переработка чешуи, которая в настоящее время мало востребована, является проблемой для многих предприятий по производству рыбной продукции, включая производителей рыбной кормовой муки, использующих традиционные технологии (прессово-сушильная, центрифужно-сушильная) её получения. Поэтому разработка новых технологий, позволяющих перерабатывать её в промышленных объёмах экономически рентабельным способом, является весьма актуальной задачей рыбной промышленности. Применяемая новая технология переработки чешуи (разработчики: Воробьёв В.И., Бушуев А.А., патент РФ № 2528458) в ООО НПП «Прок -М» позволяет дополнительно получить белковую кормовую муку рыбного происхождения, решить проблему переработки чешуи на предприятиях по производству рыбной продукции в Калининградской области и улучшить её экологию.

Исполнительный директор
ООО «РОСКОН»



Маруненко В.Д.

ПРИЛОЖЕНИЕ Э

Оценка экономической эффективности технологии.

1. Труд и заработная плата

Численность руководителей, специалистов, служащих, фонд их заработной платы устанавливаются штатным расписанием в зависимости от годового объема производства. Для определения среднесписочного числа рабочих рассчитан плановый годовой фонд рабочего времени одного рабочего (таблица Э.1).

Таблица Э.1 – Годовой фонд рабочего времени одного работающего

| Показатели | Значение |
|------------------------------------------------------------|----------|
| Календарный фонд рабочего времени, дни | 365 |
| Выходные и праздники, дни | 118 |
| Номинальный фонд рабочего времени, дни | 247 |
| Средняя продолжительность рабочего дня, ч | 7 |
| Среднее число смен в месяц, дни | 78 |
| Годовой полезный фонд рабочего времени одного работника, ч | 1729 |

Годовой фонд заработной платы промышленно-производственного персонала на существующем предприятии представлен в таблице Э.2.

Таблица Э.2 – Расчет годового фонда заработной платы

| Категория работников | Численность работников, чел. | Должностной оклад, руб. | Премия (25%) | Среднемесячная заработная плата одного работника, руб. | Годовой фонд заработной платы, руб |
|----------------------|------------------------------|-------------------------|--------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Бухгалтер | 1 | 16000 | 4000 | 20000 | 240000 |
| Технолог | 1 | 22500 | 7500 | 30000 | 360000 |
| Оператор УПС | 9 | 16000 | 4000 | 20000 | 2160000 |
| Фасовщик | 3 | 16000 | 4000 | 20000 | 720000 |
| Рабочий на линии | 3 | 16000 | 4000 | 20000 | 720000 |
| Итого: | 17 | - | - | - | 4200000 |

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Э

Расчёт режима работы предприятия рассчитывается из необходимости переработки полученной сырой рыбной чешуи на рыбоперерабатывающих предприятиях Калининградской области, в количестве 360 тонн/год. При этом одновременно в смену выпускается два кормовых продукта мучка кормовая на основе рыбной чешуи (**МК**), и рыборастительная кормовая добавка (**КБД**). Режим работы предприятия по выпуску (**МК**) и (**КБД**) представлен в таблице Э.3.

Таблица Э.3 – Режим работы предприятия

| Продукт | Количество рабочих дней в году | Количество смен в сутки | Продолжительность смены, ч | Время работы, ч. | Выработка, т | | |
|----------------|--------------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------|--------------|---------|-------|
| | | | | | В смену | В сутки | В год |
| МК (1) | 247 | 3 | 7 | 1,305 | 0,188 | 0,564 | 139,3 |
| КБД (2) | 247 | 3 | 7 | 5,695 | 0,769 | 2,307 | 569,8 |

2. Оценка экономической эффективности проекта

Расчет производственной программы

1. Производственная мощность линии за год ($M_{год}, t$):

$$M_{год} = B_{см} \cdot Tr \cdot n, \quad (1)$$

где: $B_{см}$ – производственное задание на заключительных рабочих местах потока, т/смену; Tr – годовое время работы технологической линии; n – число смен в сутки.

$$M_{год}^1 = 0,188 \cdot 247 \cdot 3 = 139,3 \text{ т}$$

$$M_{год}^2 = 0,769 \cdot 247 \cdot 3 = 569,8 \text{ т}$$

2. Проектируемый годовое производство продукции в натуральном выражении на линии:

$$B_{год} = B^{см} \text{ ПРОЕКТ} \cdot Tr \cdot n \quad (2)$$

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Э

$$B_{\text{ПРОЕКТ}}^{\text{СМ}} = B_{\text{СМ}} \cdot K, \quad (3)$$

где: K – коэффициент загрузки соответствующего оборудования (принимается – 0,9 для **КМ** и 0,9 для **КБД**).

$$B_{\text{проект1}}^{\text{СМ}} = 0,188 \cdot 0,9 = 0,169 \text{ т} \quad B_{\text{ГОД}}^1 = 0,169 \cdot 247 \cdot 3 = 125,2 \text{ т}$$

$$B_{\text{проект2}}^{\text{СМ}} = 0,769 \cdot 0,9 = 0,692 \text{ т} \quad B_{\text{ГОД}}^2 = 0,692 \cdot 247 \cdot 3 = 512,7 \text{ т}$$

3. Коэффициент использования производственной мощности ($K_{\text{исп}}$) линии:

$$K_{\text{исп}} = \frac{B_{\text{ГОД}}}{M_{\text{ГОД}}} \quad (4)$$

$$K_{\text{исп}}^1 = 125,2/1393 = 0,9 \quad K_{\text{исп}}^2 = 512,7/5698 = 0,9$$

Сменная производственная мощность ($M_{\text{см}}$, т):

$$M_{\text{см}} = \Pi_{\text{п}} \cdot K \cdot T_{\text{см}} \cdot K_{\text{исп}} / 1000 \quad (5)$$

где $\Pi_{\text{п}}$ - паспортная производительность ведущего оборудования, кг/ч;

K – количество единиц ведущего оборудования;

$T_{\text{см}}$ – установленная длительность смен, ч;

$$M_{\text{см}}^1 = 60 \cdot 1,305 \cdot 0,9 / 1000 = 0,211 \text{ т}$$

$$M_{\text{см}}^2 = 60 \cdot 3 \cdot 5,695 \cdot 0,9 / 1000 = 0,923 \text{ т}$$

4. Суточная производительность ($M_{\text{сут}}$, т):

$$M_{\text{сут}}^1 = n \cdot M_{\text{см}} = 3 \cdot 0,211 = 0,633 \text{ т} \quad (6)$$

$$M_{\text{сут}}^2 = 3 \cdot 0,923 = 2,769 \text{ т}$$

5. Годовая производительность ($M_{\text{г}}$, т):

$$M_{\text{г}}^1 = M_{\text{сут}} \cdot M_{\text{сут}} = 0,654 \cdot 247 = 161,5 \text{ т} \quad (7)$$

$$M_{\text{г}}^2 = 2,769 \cdot 247 = 683,9 \text{ т}$$

3. Расчет капитальных затрат

Капитальные вложения включают затраты на приобретение машин, оборудования, инвентаря, затраты на транспортировку и монтаж, проектно-

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Э

изыскательные работы, а также затраты на контрольно-измерительную аппаратуру и другие затраты. Стоимость аренды помещения исключается, так как помещение находится в собственности основного производства. Рассматриваемое рыбоперерабатывающее предприятие уже имеет некоторое необходимое оборудование и материалы. Перечень и стоимость устанавливаемого оборудования, приобретаемого (без НДС) приведен в таблице.

Таблица Э.4 – Перечень и стоимость устанавливаемого оборудования

| № | Наименование оборудования | Количество единиц | Стоимость единицы оборудования, тыс.руб. | Общая стоимость, тыс. руб. |
|----|-------------------------------------|-------------------|------------------------------------------|----------------------------|
| 1 | Установка протеиновой смеси УПС-01 | 3 | 540 | 1620 |
| 2 | Погрузчик Toyota 32-7FG15 | 1 | 400 | 400 |
| 3 | Рефконтейнер Carrier D831 | 1 | 400 | 400 |
| 4 | Волчок В-2-114 | 1 | 341,5 | 341,5 |
| 5 | Ёмкость для сырья | 60 | 10,0 | 600,0 |
| 6 | Горизонтальный смеситель «Жаско» | 1 | 300,0 | 300,0 |
| 7 | Дробилка ДПЗ -1 | 1 | 80 | 80 |
| 8 | Весы Штрих МП 60 - 10.20.АГ.1 | 2 | 9,5 | 19 |
| 9 | Просеиватель барабанный | 1 | 30 | 30 |
| 10 | Охладитель | 1 | 100 | 100 |
| 12 | Гидравлическая тележка KLEBIER, 2т. | 1 | 11,7 | 11,7 |
| 13 | Прочие (20%) | | | 780.4 |
| | Итого | | | 4682.6 |

4. Расходы на транспортировку оборудования – 5 % ($Q_{TR}, руб$)

$$Q_{TR} = Q_{OB} \cdot 0,05 \quad (8)$$

Где $Q_{об}$ – общая стоимость оборудования, руб.

$$Q_{тр}^{1,2} = 4682600 \cdot 0,05 = 234130 \text{руб.}$$

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Э

5. Расходы на монтаж – 10 % ($Q_{\text{МОНТ}}$, руб)

$$Q_{\text{МОНТ}} = Q_{\text{ОБ}} \cdot 0,1 \quad (9)$$

$$Q_{\text{МОНТ}}^{1,2} = 4682600 \cdot 0,1 = 468260 \text{руб.}$$

6. Амортизационные отчисления – 3%

$$Q_{\text{АМ}} = Q_{\text{ОБ}} \cdot 0,03 \quad (10)$$

$$Q_{\text{АМ}}^{1,2} = 4682600 \cdot 0,03 = 140478 \text{руб.}$$

Итого, первоначальные капитальные затраты:

$$Q_{\text{КАП}} = Q_{\text{ОБ}} + Q_{\text{ТР}} + Q_{\text{МОНТ}} + Q_{\text{АМ}} \quad (11)$$

$$Q_{\text{КАП}}^{1,2} = 4682600 + 234130 + 468260 + 140478 = 5525468 \text{руб.}$$

2.3 Текущие издержки производства

Для исчисления себестоимости отдельных видов продукции, затраты предприятия группируются и учитываются по статьям калькуляции. Основными положениями по учету и калькулированию себестоимости продукции установлена типовая группировка затрат по статьям калькуляции.

Таблица Э.5 – Затраты на сырье и материалы для производства 1 т готовой продукции (КМ)

| № | Сырье и материалы | Единица измерения | Норма расхода на ед., N_{ij} (на 1 т готового продукта) | Стоимость единицы, C_j , руб. | Общая стоимость, C_i , руб. |
|-----------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| 1 | Чешуя исходная | кг | 2598 | 0,1 | 259,2 |
| 2 | Рыбные отходы | кг | 563 | 3,5 | 1970,5 |
| | Итого | | | | 2229,7 |
| Упаковочные материалы | | | | | |
| 6 | Мешок с вкладышем | шт | 25 | 15,0 | 375 |
| 8 | Нить полиэфирная | кг | 0,012 | 500 | 6,0 |
| 9 | Этикетка | шт | 25 | 0,2 | 5,0 |
| | Итого | | | | 386 |

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Э

Таблица Э.6 – Затраты на сырье и материалы для производства 1 т готовой продукции (КБД)

| № | Сырье и материалы | Единица измерения | Норма расхода на ед., N_{ij} (на 1 т готового продукта) | Стоимость единицы, C_j , руб. | Общая стоимость, C_i , руб. |
|------------------------------|----------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| 1 | Чешуя исходная | кг | 133 | 0,1 | 13,3 |
| 2 | Рыбные отходы | кг | 534 | 3,5 | 1869 |
| 3 | Смесь (барда + отруби (1: 0,25)) | кг | 800 | 6,35 | 5080 |
| 4 | Отруби пшеничные | кг | 200 | 8 | 1600 |
| | Итого | | 1667 | | 8562,3 |
| Упаковочные материалы | | | | | |
| 6 | Мешок с вкладышем | шт | 34 | 15,0 | 510 |
| 8 | Нить полиэфирная | кг | 0,012 | 500 | 6,0 |
| 9 | Этикетка | шт | 34 | 0,2 | 6,8 |
| | Итого | | | | 522,8 |
| | | | | | |

2. Расходы воды и энергии на технологические цели представлены в таблице.

Таблица Э.7 – Расходы воды и энергии

| Ресурс | Ед. изм. | Норма расхода на ед., N_{ij} | Стоимость единицы, руб., C_j | Общая стоимость, руб., C_i |
|-----------------------------|----------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| При производстве КМ | | | | |
| Электроэнергия | кВт/ч | 555.6 | 4,00 | 2222,4 |
| Вода | м ³ | 0,5 | 14,29 | 7,15 |
| | | | | Итого: 2229.5 |
| При производстве КБД | | | | |
| Электроэнергия | кВт/ч | 592.6 | 4.00 | 2370,4 |
| Вода | м ³ | 0,5 | 14,29 | 7,15 |
| | | | | Итого: 2377,5 |

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Э

3. Заработная плата на единицу продукции (z , руб.):

$$z = \frac{Z_{ОСН}}{B_{ГОД}} \quad (12)$$

$$z = 4200000 / 637,9 = 6584,1 \text{ руб./т}$$

4. Отчисления на социальные нужды $Z_{СТРАХ}$, руб:

$$Z_{СТРАХ} = z \cdot 0,26 \quad (13)$$

$$Z_{страх} = 6584,1 \cdot 0,26 = 1711,9 \text{ руб.}$$

5. Расходы на подготовку и освоение производства ($C_{ПОД}$, руб) включают пусковые расходы (до 10 % от z):

$$C_{ПОД} = z \cdot 0,1 \quad (14)$$

$$C_{под} = 6584,1 \cdot 0,1 = 658,4 \text{ руб.}$$

6. Транспортные расходы (C_T , руб.) (составляют 1-4 % от z):

$$C_T = z \cdot 0,01$$

$$C_T = 6584,1 \cdot 0,01 = 65,8 \text{ руб.} \quad (15)$$

7. Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования ($C_{Э.ОБ.}$, руб.) (5%)

$$C_{Э.ОБ.} = z \cdot 0,05 \quad (16)$$

$$C_{э.об.} = 6584,1 \cdot 0,05 = 329,2 \text{ руб.}$$

8. Общепроизводственные расходы (освещение и отопление цеха, содержание административного аппарата, цеха, амортизация) (до 20 % от z)

$$C_{ЦЕХ} = z \cdot 0,2 \quad (17)$$

$$C_{цех} = 6584,1 \cdot 0,2 = 1316,8 \text{ руб.}$$

9. Общехозяйственные расходы (до 5 % от z):

$$C_{ОБЩ} = z \cdot 0,05 \quad (18)$$

$$C_{общ} = 6584,1 \cdot 0,05 = 329,2 \text{ руб.}$$

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Э

10. Амортизация на единицу продукции (Q, руб.):

$$Q = \frac{Q_{AM}}{B_{ГОД}} \quad (19)$$

$$Q_{1,2} = 140478/637,9 = 220,2 \text{ руб.}$$

Производственная себестоимость 1 т продукции:

$$C_{пр} = C_i + C_{эл+в} + 3 + 3_{страх} + C_{под} + C_T + C_{э.об.} + C_{цех} + C_{общ} + Q$$

$$C_{1, пр.} = 2615,7 + 2229,5 + 6584,1 + 1711,9 + 658,4 + 65,8 + 329,2 + 1316,8 + 329,2 + 220,2 = 16060,8 \text{ руб.}$$

$$C_{2, пр.} = 9084,6 + 2377,5 + 6584,1 + 1711,9 + 658,4 + 65,8 + 329,2 + 1316,8 + 329,2 + 220,2 = 22677,7 \text{ руб.}$$

Внепроизводственные расходы $C_{вн}$ (реклама, маркетинг) (1-15% от $C_{пр}$)

$$C_{1, вн} = 16060,8 \cdot 0,02 = 321,22 \text{ руб}$$

$$C_{2, вн} = 22677,7 \cdot 0,02 = 453,55 \text{ руб}$$

14. Полная себестоимость единицы продукции:

$$C = C_{пр} + C_{вн} \quad (20)$$

$$C_1 = 16060,8 + 321,22 = 16382,02 \text{ руб}$$

$$C_2 = 22677,7 + 453,55 = 23131,25 \text{ руб}$$

15. Цена проектируемой продукции:

$$C_{ПРОЕКТ} = C + C \cdot \Delta П, \quad (21)$$

Где $\Delta П$ – плановый коэффициент прибыли (50%).

$$Ц_{1, проект} = 16382,02 + 16382,02 \cdot 0,5 = 24573,03 \text{ руб.}$$

$$Ц_{1, мешка (40 кг)} = 24573,03 \text{ руб.} / 1000 \cdot 40 = 982,92 \text{ руб.}$$

$$Ц_{2, проект} = 23131,25 + 23131,25 \cdot 0,5 = 34696,87 \text{ руб.}$$

$$Ц_{2, мешка (30 кг)} = 34696,87 \text{ руб.} / 1000 \cdot 30 = 1040,90 \text{ руб.}$$

Объем производства (рассчитывается в стоимостном выражении):

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Э

$$ТП = V_{\text{год}} \cdot Ц_{\text{пр}}, \quad (22)$$

где $Ц_{\text{пр}}$ – средняя цена единицы изделия, $V_{\text{год}}$ – годовой выпуск продукции в натуральном выражении.

Мешки **КМ** по 40 кг. На 1 т **КМ** приходится $1000:40=25$ мешков

Поскольку в год выпускается 125,2 т (**КМ**) пищевых добавок (4300 мешков по 40 кг) и 512,7 т (1 мешок – 30 кг), годовой выпуск продукции в натуральном выражении составит:

$$V_{1,\text{год}} = 25 \cdot 125,2 = 3130 \text{ мешков} \quad ТП_1 = 3130 \cdot 982,92 = 3076539,6 \text{ руб.}$$

$$V_{2,\text{год}} = 33,33 \cdot 512,7 = 17088 \text{ мешков} \quad ТП_2 = 17088 \cdot 1040,90 = 17786899,2 \text{ руб.}$$

Общий объем производства:

$$ТП = ТП_1 + ТП_2 = 3076539,6 + 17786899,2 = 20863438,8 \text{ руб.}$$

2.4 Расчет прибыли и рентабельности

К показателям экономической эффективности относятся абсолютные и относительные показатели, характеризующие увеличение, прибыли при внедрении проектного решения.

Полная себестоимость готовой продукции ($C_{\text{тп}}$, руб.) – годовые затраты на производство продукции

$$C_{\text{тп}} = C \cdot V_{\text{год}}, \quad (23)$$

где C – себестоимость единицы продукции по калькуляции.

$$C_{\text{тп}} = 16382,02 \cdot 125,2 + 23131,25 \cdot 512,7 = 13910420,78 \text{ руб.}$$

Расчет прибыли:

$$П_{\text{тп}} = ТП - C_{\text{тп}} \quad (24)$$

$$П_{\text{тп}} = 20863438,8 - 13910420,78 = 6953018,02 \text{ руб.}$$

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Э

Налог на прибыль при упрощенной системе налогообложения:

$$H_{\Pi} = 0,06 \Pi_{\text{ТП}} \quad (25)$$

$$H_{\Pi} = 0,06 \cdot 6953018.02 = 417181.08 \text{ руб.}$$

Чистая прибыль за год:

$$\Pi_{\text{ч}} = \Pi_{\text{ТП}} - H_{\Pi} = 6953018.02 - 417181.08 = 6535836.94 \text{ руб.} \quad (26)$$

Расчет рентабельности:

$$P = \frac{\Pi_{\text{ТП}}}{C_{\text{ТП}}} \cdot 100\% \quad (27)$$

$$P = 6953018.02 / 13910420.78 \cdot 100\% = 49,98\%$$

Расчет экономического эффекта за срок службы оборудования ($\mathcal{E}_{\text{сл}}$, руб.):

$$\mathcal{E}_{\text{сл}} = \frac{(\text{ТП} - C_{\text{ТП}})}{(K_{\Pi} + E_{\text{Н}})}, \quad (28)$$

Где $E_{\text{Н}}$ – нормативный коэффициент эффективности ($E_{\text{Н}}=0,1$); K_{Π} – норма реновации основных фондов при использовании продукции ($K_{\Pi}=1$)

$$\mathcal{E}_{\text{сл}} = (20863438.8 - 13910420.78) / (0,1 + 1) = 6320925.47 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений ($T_{\text{ок}}$, года):

$$T_{\text{ок}} = Q_{\text{кап}} / \Pi_{\text{ч}} \quad (29)$$

$$T_{\text{ок}} = 5525468 / 6535836.94 = 0,84 \text{ года}$$

Таблица Э.8 – Экономическая эффективность производства

| № | Показатель | Ед. изм. | Расчетная формула | Значение в год |
|---|------------------------------------------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1 | Мощность: - КМ - КБД | т | $M_{\text{ГОД}} = B_{\text{СМ}} \cdot Tr \cdot n$ | 125,2 512,7 |
| 2 | Производственная себестоимость (1 т продукции): - КМ - КБД | руб | $C_{\text{ПР}} = \sum n_1 - n_{11}$ | 16060.8 22677.7 |
| 3 | Полная себестоимость (1 т продукции): - КМ - КБД | руб | $C = C_{\text{ПР}} + C_{\text{ВН}}$ | 16382.02 23131.25 |
| 4 | Прибыль производства | руб | $\Pi_{\text{ТП}} = \text{ТП} - C_{\text{ТП}}$ | 6953018.02 |
| 5 | Рентабельность | % | $P = \frac{\Pi_{\text{ТП}}}{C_{\text{ТП}}} \cdot 100\%$ | 49,98% |
| 6 | Срок окупаемости | год | $T_{\text{ок}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{сл}}}{Q_{\text{кап}}}$ | 0,84 |

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Э

2.5 Показатели эффективности использования основных фондов

Фондоотдача (Φ_o) характеризует выпуск продукции в денежном выражении на один рубль основных фондов, руб./руб., т.е. показывает насколько эффективно использование последних.

$$\Phi_o = P_{\pi} / \text{ОФ}, \quad (30)$$

где Φ - фондоотдача,

P_{π} =ТП - объем производства (реализации) продукции или услуг, руб.

ОФ= $Q_{\text{кап}}$ – среднегодовая стоимость основных фондов

$$\Phi_o = 20863438.8 / 5525468 = 3,77 \text{ руб./руб.}$$

Фондоемкость (Φ_e) – обратный показатель фондоотдачи и показывает какое количество основных фондов приходится на один рубль продукции (коэффициент закрепления основных средств), руб./руб.

$$\Phi_e = \text{ОФ} / P_{\pi} \quad (31)$$

$$\Phi_e = 5525468 / 20863438.8 = 0,26 \text{ руб./руб.}$$

Фондовооруженность (Φ_b) характеризует уровень механизации и автоматизации труда, руб./чел.:

$$\Phi_b = \text{ОФ} / Ч_{\text{сп}} \quad (32)$$

где $Ч_{\text{сп}}$ – наибольшая среднесписочная численность рабочих в смену, чел.

$$\Phi_b = 5525468 / 6 = 920911.33 \text{ руб./чел.}$$

Все основные расчетные показатели экономической эффективности проекта по производству **КМ** и **КБД** представлены в таблице Э.9

Окончание ПРИЛОЖЕНИЯ Э

Таблица Э.9 - Основные технико-экономические показатели проекта

| Показатель | Единица измерения | Значение в год |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------|
| Годовая производственная мощность: - КМ - КБД | т. | 125,2 512,7 |
| Производственная программа выпуска продукции: - КМ - КБД | меш. | 3130 17088 |
| Себестоимость 1 т продукции: - КМ - КБД | руб. | 16382.02 23131.25 |
| Оптовая цена единицы продукции: - КМ (мешок 40 кг) - КБД (мешок 30 кг) | руб. | 982.92 1040.90 |
| Затраты на 1 рубль товарной продукции | руб. | 0,26 |
| Капитальные затраты | руб. | 5525468 |
| Численность промышленно-производственного персонала | чел. | 17 |
| Фонд оплаты труда | руб. | 4200000 |
| Прибыль | руб. | 6953018.02 |
| Налог на прибыль | руб. | 417181.08 |
| Чистая прибыль | руб. | 6535836.94 |
| Рентабельность | % | 49,98 |
| Фондоотдача | руб./ руб. | 3,77 |
| Срок окупаемости | лет | 0,84 |

ПРИЛОЖЕНИЕ Ю

Утверждаю
 Директор
 ООО НПП «Прок -М»
 Бушуев А.А.

АКТ

Производственных испытаний проведённых на ООО НПП «Прок - М» (п. Павлинино, Калининградская область) по выпуску кормовой муки на основе рыбной чешуи.

Комиссия в составе представителей:

от ООО НПП «Прок-М»:

Директор Бушуев А.А.

Технолог Петров И.М.

От ФГБОУ ВПО «КГТУ» Ст. преподаватель кафедры химии

Воробьев В.И.

Настоящий акт составлен в том, что 15 января 2015 г. на предприятии ООО НПП «Прок -М» была изготовлена партия кормовой муки на основе рыбной чешуи с целью испытания технологии предложенной Воробьевым В.И.

Цель испытаний – установка возможности производства кормовой муки на основе рыбной чешуи. В процессе испытаний на базе действующего оборудования было получено 850 кг кормовой муки. Для изготовления кормовой продукции использовались рыбные коллагенсодержащие отходы (чешуя, кожа, плавники, головы кости и др.) полученные с Калининградских рыбоперерабатывающих предприятий. Полученная кормовая мука соответствовала по качеству нормативным требованиям ГОСТ Р 54319-2011 Мука кормовая , ТУ.

Комиссия пришла к заключению о возможности внедрения кормовой муки на основе рыбной чешуи в промышленном производстве на данном предприятии.

Директор ООО НПП «Прок-М»:

Бушуев А.А.

Технолог

Петров И.М.

Ст. преподаватель кафедры химии

Воробьев В.И.

ФГБОУ ВПО «КГТУ»



ПРИЛОЖЕНИЕ Я

Утверждаю
Директор
ООО НПП «Прок - М»
Бушуев А.А.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

на ООО НПП «Прок - М» (п. Павлинино, Калининградская область) по выпуску кормовой муки на основе рыбной чешуи.

Комиссия в составе представителей:

от ООО НПП «Прок-М»: Директор Бушуев А.А.
Технолог Петров И.М.

От ФГБОУ ВПО «КГТУ» Ст. преподаватель кафедры химии
Воробьев В.И.

Настоящий акт составлен в том, что с 7 февраля по 20 февраля 2015 г. на предприятии ООО НПП «Прок - М» была внедрена технология кормовой муки на основе рыбной чешуи предложенной Воробьевым В.И.

В процессе внедрения на базе действующего оборудования с 7 февраля по 15 февраля 2015 г. было получено 6,3 тонны кормовой муки. Для изготовления кормовой продукции использовались рыбные коллагенсодержащие отходы (чешуя, кожа, плавники, головы кости и др.) полученные с Калининградских рыбоперерабатывающих предприятий. Полученная кормовая мука соответствовала по качеству нормативным требованиям ГОСТ Р 54319-2011 Мука кормовая , ТУ.

Комиссия пришла к заключению, что внедрённая технология кормовой муки на основе рыбной чешуи безотходна, технологична и соответствует нормативным требованиям качества кормовой продукции.

Директор ООО НПП «Прок-М»



Бушуев А.А.

Технолог

Петров И.М.

Ст. преподаватель кафедры химии

Воробьев В.И.

ФГБОУ ВПО «КГТУ»

ПРИЛОЖЕНИЕ D

Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

РЕКТОР ФГБОУ ВО «КГТУ»


В.А. Волкогон

2017 г.

**Акт****о внедрении результатов**

кандидатской диссертационной работы Воробьева В.И.
«ТЕХНОЛОГИЯ МУКИ КОРМОВОЙ НА ОСНОВЕ РЫБНОЙ ЧЕШУИ»
в учебный процесс

Результаты научно - исследовательской работы доцента кафедры химии ФГБОУ ВО «КГТУ» Воробьева Виктора Ивановича (научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Андреев Михаил Павлович) по обоснованию технологии переработки коллагенсодержащих рыбных отходов внедрены в учебный процесс кафедры технологии продуктов питания ФГБОУ ВО «КГТУ». Данные материалы используются в образовательном процессе при подготовке бакалавров по направлению 19.03.03 – Продукты питания животного происхождения, дисциплина - «Производство рыбных продуктов» и магистрантов по направлению 19.04.03 – Продукты питания животного происхождения, дисциплины: «Производство продукции из водных биологических ресурсов», «Современные проблемы переработки водных биологических ресурсов».

Заведующая кафедрой технологии продуктов питания
ФГБОУ ВО «КГТУ», канд. техн. наук, доц.  — И.М. Титова



ПРАВИТЕЛЬСТВО
КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

ДИПЛОМ ЛАУРЕАТА

ПРЕМИИ
КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

«ЭВРИКА»

НАГРАЖДАЕТСЯ

Воробьев Виктор Иванович

доцент кафедры химии факультета фундаментальной подготовки
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»

за работу «Технология кормовой муки
на основе рыбной чешуи»

ВРИО Губернатора
Калининградской области

А.А. Алиханов

 ПРЕМИИ
КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ
СОЗИДАНИЕ, СОПРИЧАСТНОСТЬ, ЭВРИКА, ПРИЗНАНИЕ

КАЛИНИНГРАД
2017