

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет»
(ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»)

На правах рукописи



ПОЛЕЩУК ВИКТОРИЯ ИГОРЕВНА

**НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ
ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ САРДИНЫ ТИХООКЕАНСКОЙ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОРЕГУЛЯТОРОВ**

Специальность: 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов
и биологических активных веществ;
05.18.04 – Технология мясных, молочных
и рыбных продуктов и холодильных производств.

**Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Научные руководители:
доктор технических наук, профессор
Слуцкая Т.Н.
доктор технических наук, профессор
Максимова С.Н.

г. Владивосток – 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1 НАУЧНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ МОРОЖЕНОЙ САРДИНЫ ТИХООКЕАНСКОЙ (ИВАСИ).....	11
1.1 Технологическая характеристика сардины тихоокеанской (иваси).....	11
1.2 Анализ современного состояния производства соленой и кулинарной продукции.....	19
1.3 Влияние биорегуляторов на процессы протеолиза, окисления липидов и развития микроорганизмов.....	25
ГЛАВА 2 МЕТОДОЛОГИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	34
2.1 Методология исследований.....	34
2.2 Материалы исследований.....	35
2.3 Методы исследований.....	36
ГЛАВА 3 ИССЛЕДОВАНИЕ МОРОЖЕНОЙ САРДИНЫ ТИХООКЕАНСКОЙ (ИВАСИ) И ОБОСНОВАНИЕ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ.....	41
3.1 Обоснование использования мороженой рыбы для производства пищевой продукции из сардины тихоокеанской (иваси).....	41
3.2 Исследование биотрансформации мороженой сардины тихоокеанской при получении соленой продукции с использованием биорегуляторов	46
3.3 Обоснование и разработка технологии кулинарной продукции из мороженой сардины тихоокеанской (иваси) с использованием	

хитозана.....	76
ГЛАВА 4 ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	88
4.1 Расчет экономической эффективности соленой продукции из сардины тихоокеанской.....	88
4.2 Расчет экономической эффективности кулинарной продукции из сардины тихоокеанской.....	91
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	98
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	101
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	102
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	120
ПРИЛОЖЕНИЕ А Графики элюции ингибиторов.....	121
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Органолептическая оценка в баллах для соленой продукции из сардины тихоокеанской (иваси).....	123
ПРИЛОЖЕНИЕ В Патент № 2691571 Способ производства пресервов из сардины.....	124
ПРИЛОЖЕНИЕ Г СТО «Солёный продукт из сардины тихоокеанской (иваси)». Требования к качеству и безопасности. Требование к производству, хранению, реализации.....	125
ПРИЛОЖЕНИЕ Д СТО Кулинарная формованная продукция из сардины тихоокеанской «Хлебы рыбные». Требования к качеству и безопасности. Требование к производству, хранению, реализации.....	126
ПРИЛОЖЕНИЕ Е Акт производственной проверки.....	127
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Акт производственной проверки.....	128
ПРИЛОЖЕНИЕ И Акт внедрения в учебный процесс.....	129

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследований. Согласно Стратегии развития рыбного хозяйства России до 2030 года и Федеральному закону «О качестве и безопасности продуктов питания» в ближайшее время предстоит решить ряд задач, которые позволят не только сохранить и рационально использовать водные биологические ресурсы, но и обеспечить высокое качество, безопасность и конкурентоспособность выпускаемой из них продукции. Высокое качество продуктов питания из объектов водного происхождения обеспечивается разработкой и применением технологий, регулирующих ее показатели с учетом особенностей сырья, которое отличается разнообразием по размерно-массовым, физико-химическим, биохимическим, структурно-механическим и другим характеристикам.

Это в значительной мере относится к такому массовому биологическому объекту как сардина тихоокеанская (иваси) (*Sardinops melanostictus*), объем вылова которой в последнее десятилетие ежегодно увеличивается и превышает 300 тыс.т (Ярочкин и др., 2015; Булатов и др., 2016; Бойцов и др., 2020).

Производство пищевой продукции из сардины тихоокеанской (иваси) сопряжено с рядом трудностей, связанных с особенностями ее химического состава: высокой активностью протеолитических ферментов внутренностей и мышечной ткани, а также большой долей ненасыщенных жирных кислот в липидах. Это приводит к нарушению структуры тканей за счет протеолиза и увеличению количества токсичных продуктов окисления при получении и хранении готовой продукции.

Данная проблема частично решается использованием повышенного содержания соли с целью уменьшения активности ферментов при хранении соленой продукции, что не соответствует принципам здорового питания, разработанным ВОЗ. Другая проблема связана с развитием рыбопереработки на

береговых предприятиях, использующих в качестве сырья мороженую рыбу, которая в процессе холодильного хранения подвержена неблагоприятным изменениям, что отрицательно влияет на качество произведенной из нее продукции (Пономаренко, 2021). Поэтому существуют ограничения по срокам использования мороженой сардины тихоокеанской (иваси), так для производства стерилизованной и соленой продукции срок годности мороженой рыбы должен составлять от 1 до 4 месяцев. Одним из современных способов, позволяющих уменьшить влияние негативных факторов при использовании мороженой сардины тихоокеанской (иваси) является применение биорегуляторов природного происхождения, замедляющих процессы протеолиза и окисления липидов. К таким биорегуляторам согласно данным литературы относятся ингибиторы протеолиза растительного происхождения (Слущкая др., 1990) и хитозан (Суровцева, 2010). В связи с этим поиск новых технологических решений, основанных на использовании природных биорегуляторов, позволяющих получить высококачественную пищевую продукцию из мороженой сардины тихоокеанской (иваси), является актуальной задачей.

Степень разработанности темы. Исследованиям, направленным на изучение природных биорегуляторов (ингибиторов протеолиза и окисления), а также их использование в технологии пищевой продукции, посвящены работы ученых Т.А. Валуевой, В.П. Варламова, Т.Н. Виняр, Ю.М. Гафурова, Н.В. Долгановой, С.Н. Максимовой, О.Я. Мезеновой, Н.И. Милениной, В.В. Мосолова, Т.М. Сафроновой, Т.Н. Слущкой, Е.В. Суровцевой, G.M. Hall, R.J. Hsieh, S. Kim, R.O. Olson, H.V. Ottaway, P. Park, A.A. Tayel и др.

Цель научных исследований – научное обоснование и разработка технологии пищевой продукции из мороженой сардины тихоокеанской (иваси) с использованием биорегуляторов.

Для достижения цели поставлены следующие **задачи**:

1. На основе анализа научной и патентной литературы привести технологическую характеристику сардины тихоокеанской (иваси), сделать

анализ направлений производства из нее пищевой продукции, обосновать необходимость применения биорегуляторов.

2. Провести исследования мороженой сардины тихоокеанской (иваси) с целью производства пищевой продукции в течение ее нормативного срока годности.

3. Провести сравнительное исследование ингибиторов протеолиза из двух видов растительного сырья (картофеля и рисовой пшеницы), обосновать возможность их использования в технологии соленой продукции из мороженой сардины тихоокеанской (иваси).

4. Исследовать влияние ингибиторов на процессы протеолиза при хранении соленой сардины тихоокеанской (иваси), полученной из мороженой рыбы длительного срока хранения.

5. Обосновать совместное применение биорегуляторов, замедляющих протеолиз (растительные ингибиторы), и хитозана как антиокислителя и антимикробного компонента при хранении соленой продукции из мороженой сардины тихоокеанской (иваси).

6. Установить сроки годности соленой сардины тихоокеанской (иваси), полученной из мороженой рыбы длительного срока хранения с применением биорегуляторов.

7. Разработать технологию кулинарной продукции из сардины тихоокеанской (иваси) с использованием хитозана как регулятора структуры.

8. Провести оценку качества разработанной пищевой продукции из мороженой сардины тихоокеанской (иваси) с использованием биорегуляторов. Разработать и утвердить нормативную документацию.

9. Оценить экономическую эффективность производства пищевой продукции из мороженой сардины тихоокеанской (иваси) с использованием биорегуляторов.

Научная новизна работы. Впервые, в условиях регулируемого протеолиза и окисления, научно обоснована технология слабосоленой рыбной продукции из мороженой сардины тихоокеанской (иваси) длительного срока годности.

На основании установления закономерностей изменения физико-химических показателей и органолептической оценки обоснованы срок хранения мороженой сардины до обработки и рациональная продолжительность хранения соленой продукции с биорегуляторами.

Впервые экспериментально показано сходство ингибиторов протеолиза из картофеля и рисовой пшеницы по молекулярно-массовому составу и их влияние на замедление процессов гидролиза белков в системе рыба-соль-тузлук при посоле сардины тихоокеанской (иваси).

Показано, что применение низкомолекулярного хитозана при хранении соленой продукции из мороженой сардины тихоокеанской (иваси) позволяет замедлить процессы окисления липидов и развитие микроорганизмов в системе рыба-соль-тузлук.

Впервые показано совместное ингибирующее действие биорегуляторов (растительных ингибиторов и хитозана) на протеолитические и окислительные процессы при хранении соленой продукции из мороженой сардины тихоокеанской (иваси), что позволило обеспечить длительный срок годности готовой продукции.

Показано, что использование биорегуляторов при посоле сардины тихоокеанской (иваси) позволяет обеспечить высокое качество продукции за счет исключения из состава посольной смеси консерванта (бензоинокислый натрий) и снижения массовой доли хлорида натрия в готовой соленой продукции.

Впервые обоснована технология кулинарной продукции из мороженой сардины тихоокеанской (иваси) с применением низкомолекулярного хитозана как регулятора структуры.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретически и практически обоснованная технология соленой и кулинарной продукции из

мороженой сардины тихоокеанской (иваси) с использованием биорегуляторов протеолиза, окисления и микробиальной порчи создает базу для решения приоритетной задачи в рыбной отрасли – расширения ассортимента готовой пищевой продукции высокого качества из мороженой рыбы.

По разработанной технологии получен патент РФ № 2691571 «Способ производства пресервов из сардины» и утверждена нормативная документация: СТО 00471515-055-2017 «Соленая продукция из сардины тихоокеанской», СТО 00471515-068-2018 «Кулинарная формованная продукция из сардины тихоокеанской «Хлебы рыбные»».

Диссертационная работа выполнялась в рамках научных исследований по государственному заданию Федерального агентства по рыболовству НИР № 687/2017 «Разработка технологии производства соленой продукции из сардины тихоокеанской (иваси) с пониженным содержанием соли пролонгированного хранения», НИР № 716/2018 «Разработка технологии новой качественной пищевой продукции из мороженой сардины тихоокеанской (иваси) различного срока хранения».

Производственная апробация технологии пищевой продукции из сардины тихоокеанской (иваси) с применением биорегуляторов выполнялась на действующем рыбоперерабатывающем предприятии ООО «Дальпико-Рыбсервис».

Материалы диссертационной работы внедрены в учебный процесс кафедры «Технология продуктов питания» ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз» при подготовке методических указаний к лабораторным работам по дисциплине «Технология функциональных продуктов из водных биологических ресурсов» по направлению подготовки 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения».

Положения, выносимые на защиту

1. Мороженую сардину тихоокеанскую длительного срока годности по органолептическим и структурно-механическим показателям рационально

использовать для получения соленой и кулинарной продукции с применением биорегуляторов.

2. Биорегуляторы, использованные для получения пищевой продукции из мороженой сардины тихоокеанской, существенно замедляют протеолиз (ингибиторы из картофеля или рисовой пшеницы) и снижают интенсивность окисления липидов и накопления микроорганизмов (хитозан).

3. Применение биорегуляторов протеолиза и окисления обеспечивает стабильно высокое качество пищевой продукции из мороженой сардины тихоокеанской (иваси) в течение длительного срока годности.

Апробация работы. Результаты выполненных исследований были представлены на V Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана» (Владивосток, 2018), I Национальной научно-технической конференции с международным участием «Инновационные и ресурсосберегающие технологии продуктов питания» (Владивосток, 2018), II Национальной научно-технической конференции «Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации» (Владивосток, 2018).

Степень достоверности результатов. Все численные величины, использованные при построении таблиц и графиков, являются среднеарифметическими, включая среднюю ошибку из результатов, полученных после проведения 3-5 параллельных определений. Для обеспечения надежности результатов в технологических разработках и научных экспериментах принята доверительная вероятность $P = 0,95$ и доверительный интервал $\Delta \pm 5 \%$. Математическую обработку данных проводили с помощью прикладных программ «Microsoft Office – 2007» (MS Word, MS Excel).

Личное участие автора. Настоящая работа представляет собой обобщение результатов научных исследований, проведенных в период с 2017 по 2021 г. Личное участие автора заключается в теоретическом обосновании актуальности исследований, формулировании цели, постановке задач, планировании и

выполнении экспериментов, обобщении их результатов, обработке полученных данных, формировании выводов, подготовке материалов к публикации, разработке нормативной документации.

Публикации. По результатам исследований опубликовано 14 работ, в том числе 5 статей в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ, 1 патент.

Структура и объем работы. Диссертация включает введение, 4 главы, заключение, список использованных источников и приложения. Основное содержание изложено на 129 страницах, включает 41 таблицу, 26 рисунков и 155 литературных источника, из которых 45 зарубежных авторов, 8 приложений.

ГЛАВА 1 НАУЧНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ МОРОЖЕНОЙ САРДИНЫ ТИХООКЕАНСКОЙ (ИВАСИ)

1.1 Технологическая характеристика сардины тихоокеанской (иваси)

Начиная с 2014 г. учеными ТИНРО установлена устойчивая тенденция к росту запасов сардины тихоокеанской (*Sardinops melanostictus*) в дальневосточных водах. Траловые съемки позволили сделать вывод о благоприятном прогнозе увеличения популяции сардины в тихоокеанских водах, объемы нереста сардины поступательно увеличивались начиная с 2015 г. (Ярочкин и др., 2015).

Сардина тихоокеанская, или иваси, является морской стайной рыбой семейства сельдевых, тело округлое в сечении. В анальном плавнике последние лучи удлинены, брюшко приостренное. Характерным признаком сардины является наличие крыловидных чешуй в основании хвостового плавника, за брюшными плавниками находится киль. На нижней половине дуги жаберные тычинки укорочены, а жаберная крышка исчерчена достаточно слабо. Окраска является типичной для семейств сельдевых: бока бело-серебристые, спина оливково-зеленая, задняя часть хвостового плавника и конец рыла – черные. Ближе к спине, на боках до 15 шт. темных черных пятен, ниже возможен ряд светлых пятен меньшего числа, длина в среднем достигает 30 см (Кагановский, 1939).

В возрасте 2 лет сардина достигает половой зрелости. Нерест происходит в начале мая и декабре при температуре 13-15 °С, в заливах, бухтах и открытом море, икрометание – порционное, плодовитость 27-84 тыс. икринок. В зимний период взрослые особи держатся в южных районах Японского моря, в феврале-марте при температуре выше 8 °С начинаются миграции на север. При

температуре воды 10 °С массово подходит к берегам, и отходит от них при прогревании воды до 19-25 °С. Мигрирует на юг при температуре 9-11 °С, питается зоо- и фитопланктоном (Дударев, Кеня, 1986).

Сардина тихоокеанская (иваси) относится к прибрежно-пелагическому типу и наряду с анчоусом, скумбрией и сайрой является одной из массовых рыб, ареал обитания которых находится на северо-западе Тихого океана. Субтропические воды теплого течения Куроисио и его западного ответвления – Цусимского – являются местом обитания иваси до наступления половой зрелости. Размножение иваси происходит в шельфовой зоне прибрежных вод японских островов, при этом наблюдается тяготение части нагульного ареала к водам умеренных широт и зоне субарктического фронта.

В водах Японского моря в основном осуществляет миграцию сардина, достигшая половой зрелости. Течение Куроисио обеспечивает вынос в области субарктического фронта большого количества молоди, не совершающей активного мигрирования в зону северных нерестилищ. Подобные наблюдения фиксируются в годы с высокой численностью сардины в области тихоокеанской стороны Японии и на юге Курильских островов. В пределах экономической зоны России в Японском море нагул осуществляет лишь половозрелая часть популяции сардины, которая мигрирует весной или в начале лета. Северной границей ареала обитания в независимости от популяционной численности можно считать южное окончание Амурского лимана Японского моря и северную часть Курильских островов. Популяцию сардины по данным исследований ТИНРО составляют два морфотипа: быстрорастущая и тугорослая сардина, которые размножаются на нерестилищах вблизи о-вов Сикоку и Кюсю, данные морфотипы различаются по репродуктивному потенциалу. Во время последней «вспышки» численности сардины основную часть ее популяции составила быстрорастущая сардина, которая характеризовалась большими размерами. За счет своих антропометрических характеристик она обладает возможностью к максимальной скорости размножения. Сардина становится более зависимой от условий нагула за

счет фактора увеличения популяции в максимально сжатые сроки. Именно сардина этой популяции при достижении температуры воды более 8 °С начинает мигрировать к Приморью. Медленнорастущий морфотип сардины характеризуется поздними нагульными миграциями, осуществляемыми при достижении температуры воды около 10 °С, данный морфотип отличается меньшей плодовитостью и низкой скоростью созревания.

Увеличение популяции тугорослой сардины в начале 80-х гг. прошлого века привело не только к снижению средних размеров сардины в япономорской зоне с 21 до 18 см, но и к тому, что большая часть популяции не достигла половой зрелости и пропустила нерест, именно этот факт можно считать причиной снижения численности сардины тихоокеанской в дальневосточных водах после прошлой вспышки ее численности (Дударев, Демина, 1980).

Ареал обитания сардины тихоокеанской находится в районе Курильских и японских островов, а также в Восточно-Китайском, Желтом, Японском и Охотском морях. В летнее время сардина перемещается в российские воды для нагула (Тупоногов, Кодолов, 2014).

Сардину тихоокеанскую начали добывать в прошлом столетии еще в начале 20-х гг. – это была первая вспышка ее запасов и первое появление рыбы у отечественных берегов. Общий период промысла составил 21 год. Вторая вспышка запасов сардины иваси произошла в начале 1970-х гг. с тем же периодом длительности (Ярочкин и др., 2015).

В последующие 25 лет лов сардины вели только японские рыбаки, при этом в последние годы вылов стабильно увеличивался примерно на 25-30 % ежегодно. К 2014 г. вылов был около 200 тыс. т в тихоокеанских водах и порядка 100 тыс. т – в Японском море. Тенденция роста вылова продолжается в настоящее время. Увеличение вылова является следствием роста запасов, которые в тихоокеанских водах за семь последних лет увеличились со 100 тыс. т до почти 1 млн. Тенденция роста запасов сардины отмечена и в Японском море, здесь увеличение более интенсивное – от 10 до почти 300 тыс. т за 8 лет (Ярочкин и др., 2015).

При промысле сайры увеличился прилов сардины у южных Курильских островов, косяки сардин периодически подходят к берегам Приморья и западного Сахалина. Объемы добычи сардины за 2016-2020 гг. приведены на рис. 1.1.

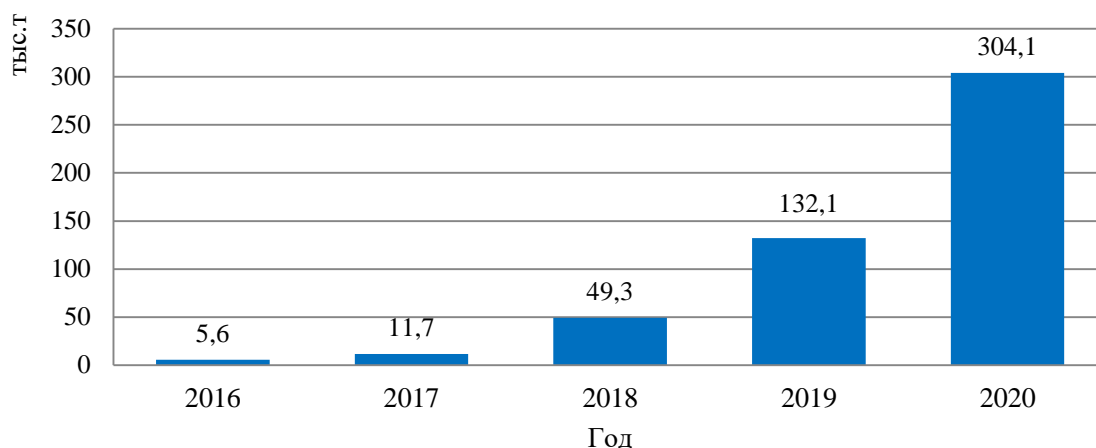


Рисунок 1.1 – Объем добычи тихоокеанской сардины (иваси) за период 2016–2020 гг. (Бойцов и др., 2020)

Промысловая добыча сардины тихоокеанской в России осуществлялась в основном кошельковыми неводами (480*80, 950*160, 1200*150) в период с 1976 по 1994 г., при этом использовались малые и средние суда (РС-300, МРС-225 и СТР-1320) (Бойцов и др., 2020).

В связи с тем, что прошлая вспышка численности сардины (иваси) закончилась к 1993 г., большинство промысловых судов, занимающихся ее добычей, были переоборудованы под другие объекты.

В настоящее время добыча сардины в большей степени ведется с использованием тралового промысла, оснащенность судов таким орудием лова по данным на 2019 г. составила около 80 % (Бойцов и др., 2020).

Использование трала при добыче сардины приводит к ее травмируемости и, как следствие, к снижению качества сырья.

В настоящее время большая часть сардины тихоокеанской добывается малотоннажным флотом, при этом отсутствует возможность для переработки сардины на пищевую продукцию с высокой добавленной стоимостью в морских

условиях. Таким образом, большая часть сардины тихоокеанской (иваси) замораживается и в таком виде попадает на берег.

Снижение массы сардины тихоокеанской закономерно происходит от начала к концу путины от 100-110 г в летние месяцы, до 96-97 г в осенние, части тела при этом остаются практически стабильными и составляют (в процентах к массе рыбы): голова 20,1-22,3, тушка 64,2-64,9, хвост 2,0-2,7, внутренности 10,4-12,4, всего отходов 35,1-35,8. При разделывании тушек на филе получают около 58 % мышечной ткани (Кизеветтер, 1971).

Химический состав мяса сардины тихоокеанской является непостоянным (табл. 1.1).

Таблица 1.1 – Химический состав мяса сардины тихоокеанской, %

Показатели	Вода	Жир	Белок	Минеральные вещества
Наименьшее	52,1	11,3	13,3	0,8
Наибольшее	69,4	28,2	20,4	3,2
Среднее	61,1	19,2	17,5	2,2

С увеличением возраста содержание жира в мясе сардины увеличивается, при этом в мясе самцов содержание липидов меньше, чем у самок (табл. 1.2) (Кизеветтер, 1971).

Таблица 1.2 – Содержание жира в мясе сардины тихоокеанской в зависимости от возраста, %

Пол	Возраст сардины, лет			
	2	3	4	5
	Содержание жира			
Самцы	15,4	17,4	18,9	21,6
Самки	17,2	–	21,2	24,2

Наименьшее содержание воды в мясе и наибольшее содержание жира обнаруживается в августе-сентябре, в начале и конце лова содержание жира в мясе сардины меньше.

В конце августа и начале сентября количество белков в мясе сардины минимальное, пределы содержания белков от 17,2 до 21,6 %, белки при этом имеют низкий показатель гидратации. Наиболее нежной консистенцией сардина обладает в августе, когда показатель гидратации составляет 3,2-3,4 (Кизеветтер, 1971).

Более крупная рыба приходит в северные района Приморья. Сардина младших возрастов более теплолюбивая, поэтому ареал ее обитания находится в южном Приморье. Севернее 46,5⁰ с.ш. добывается более жирная сардина, с содержанием жира от 20 до 23 %, южнее 43⁰ с.ш. ловится сардина менее жирная (17-22 % жира). В северной зоне промыслового района содержание жира у сардины было более постоянным, чем у рыбы в южной зоне. В водах западного побережья северного Сахалина добывается крупная сардина с устойчивым содержанием жира (15,5-17,0 %) (Кизеветтер, 1971).

Жир, накопленный в организме сардин (62-68 %), в основном сосредоточен в подкожном жировом слое, во внутренностях и тканях головы содержание жира соответственно 15-19 и 17-21 % (Кизеветтер, 1971).

В брюшной части сардины, а также у основания плавников находятся наиболее мощные жировые отложения. В хвостовой части тела сардины ярко выражены миосептические жировые отложения (Кизеветтер, 1971).

Во время нереста у сардины происходит резкое сокращение количества жира до 1,5-3,0 %. Но к берегам Приморья она подходит упитанной, судя по накоплению во внутренностях депозитного жира, содержание жира увеличивается на 25-30 %, в тушке с головой – на 9-10 % от его первоначального содержания.

В мясе сардины содержится мускулатура бурая – 25-30 % и светлая – 70-75 % от массы мяса. Увеличение относительной массы бурой мускулатуры происходит от головы к хвостовой части. Светлая мускулатура отличается от бурой большим содержанием азота и воды, при этом она содержит меньше азотистых экстрактивных веществ и жира (Кизеветтер, 1971).

Липиды бурой мускулатуры содержат более высокое количество ненасыщенных соединений (йодное число 101-181) по сравнению с липидами

светлой мускулатуры (89-117). Также липиды светлой мускулатуры характеризуются высоким содержанием холестерина (до 11 %).

В мясе свежей сардины азотистые вещества представлены на 90-92 % азотом истинных белков. Экстрактивные вещества от общего количества азота составляют 6-7 %, из них азот экстрактивных небелковых веществ – 3,0-3,5 % (Кизеветтер, 1971).

В белках светлой мускулатуры сардины тихоокеанской обнаружен полный спектр аминокислот (табл. 1.3) (Кизеветтер, 1971). В сыром мясе содержится пантотеновая кислота, а также витамины группы В (В₂, РР, В₁₂).

Таблица 1.3 – Содержание заменимых и незаменимых аминокислот в мясе сардины тихоокеанской, % к массе сухого белка

Группа аминокислот	Незаменимые аминокислоты		Заменимые аминокислоты	
Моноаминокислоты				
Монокарбоновые	Валин	7,0–7,75	Глицин	5,1 – 5,6
	Лейцин	8,0–9,3	Аланин	6,4–7,3
	Изолейцин	5,2–6,0	Серин	<u>4,1–5,1</u>
	Треонин	<u>5,1–5,6</u> 25,3–28,8		15,6–18,0
Дикарбоновые	–		Аспарагиновая кислота	10,1–11,2
	–		Глутаминовая кислота	<u>12,8–14,7</u> 22,9–25,9
Серосодержащие	Метионин	<u>2,0–3,6</u> 27,3–32,0	–	
Диаминокислоты				
Монокарбоновые	Лизин	6,8–11,0	Аргинин	5,4–6,9
Дикарбоновые	–		Цистин	–
Серосодержащие	Фенилаланин	3,5–4,7	Пролин	3,0–4,0
Циклические:				
	Гистидин	1,2–2,5	Тирозин	<u>4,0–4,5</u>
	Триптофан	<u>1,0–1,3</u> 6,6–8,5		7,0–8,5
Всего		43,0–51,5		50,9–63, 3

Примечание. Над чертой – светлая мускулатура, под чертой – бурая.

Жир сардины тихоокеанской имеет специфический запах и вкус и светло-желтую окраску, выделение обильного осадка твердых глицеридов (50-70 % объема жира) происходит при температуре 6-10 °С. Путем охлаждения сардинового жира с применением фильтрования можно выделить 11,2 % стеарина, при понижении температуры до 1,5 °С 64,5 % и 79,8 % – при снижении температуры до 0 °С.

Содержание насыщенных жирных кислот в жире сардин обнаружено в пределах от 19,7 до 22,7 %, в том числе 13,9-14,1 % – миристиновой, 4,6-5,9 % – пальмитиновой и 1,0-3,2 % – стеариновой (Кизеветтер, 1971).

Содержание ненасыщенных жирных кислот в жирах сардины составляет (от 70,1 до 79,5 %), при этом они в основном представлены кислотами олеинового ряда, такими как азелаиновая, изоолеиновая, клупанодоновая, экориновая и гадолеиновая.

В жире тихоокеанской сардины обнаружены фукоксантин (от 0,30 до 0,84 % к массе жира), ксантофилл (от 0,49 до 0,84) и каротин (0,02-0,25 % к массе жира), в подкожном жире содержится витамин Д (от 20 до 100 и.е на 1 г) и витамин А (от 10 до 55 и.е на 1 г).

Исследования позволили установить, что липиды сардины отличаются высокой концентрацией полиненасыщенных жирных кислот, почти половина которых приходится на эйкозапентаеновую (ЭПК) и докозагексаеновую (ДГК) кислоты (Hayashi, Takagi, 1977). Одновременно липиды сардины тихоокеанской характеризуются легкоокисляющимися фосфолипидами (Сыскин и др., 1983), что является одной из причин низкой устойчивости этого объекта при хранении и переработке. Тем не менее именно уникальный по количеству и составу жир иваси послужил основанием к созданию функционально значимой продукции гипотензивной направленности (Швидкая и др., 2008).

Внутренности сардины тихоокеанской отличаются высокой активностью протеолитических ферментов (от 4 до 5 ПЕ при рН 6,0) (Слуцкая и др., 1985).

Приведенный выше химический состав сардины тихоокеанской (иваси) предопределяет ее приоритетное использование в технологии соленой продукции (пресервов). Именно особенности химического состава сардины являются одним из факторов ограниченного ассортимента пищевой продукции на ее основе, расширение ассортимента которой является важной технологической задачей.

В настоящее время в России сардину традиционно используют в мороженом виде для производства из нее соленой продукции (ГОСТ 34064-2017) и консервов (ГОСТ 7452-2014), из мелкой или поврежденной рыбы производят кормовую продукцию.

Анализ показал, что для получения пищевой продукции из мороженой сардины тихоокеанской (иваси) существуют ограничения, в частности, предельных сроков ее использования. Так, согласно ГОСТ 7452-2014 для производства консервов может быть использована мороженая сардина не более 5 мес. хранения при температуре не выше минус 25 °С и не более 1 мес. хранения при температуре не выше минус 18 °С. Аналогичные рекомендации существуют и для производства соленой рыбы.

Таким образом, тихоокеанская сардина, которая характеризуется большим количеством липидов и высокой активностью протеолитических ферментов, с одной стороны, является потенциальным объектом для получения созревающей соленой продукции, с другой – в силу особенностей состава имеет ограничения по срокам годности, что создает определенные проблемы при ее обработке после морозильного хранения.

1.2 Анализ современного состояния производства соленой и кулинарной продукции

Увеличение ритма современной жизни приводит к корректировкам режима питания. В настоящее время большое число покупателей при выборе

ориентируются на продукты, которые не требуют дополнительной обработки (Квасницкая, 2007). К такой продукции можно отнести соленую и кулинарную.

Установлено, что объемы выпуска соленой продукции постоянно увеличиваются за счет использования как сырья с низкой способностью к созреванию (толстолобик, карп и др.), так и традиционных объектов (сельдевые, лососевые), которые отличаются высокой способностью к созреванию.

Изменение видового состава сырья, поступающего в производство соленых рыбных продуктов, происходит по причине снижения вылова традиционных сырьевых объектов морского и океанологического промысла, что заставляет производителей изыскивать новые технологические направления для производства соленой продукции, которая пользуется высоким спросом у населения.

Одним из популярных направлений изготовления соленой рыбной продукции являются пресервы, при производстве которых может быть использована как целая, так и разделанная рыба, а также различные соусы и заливки.

Согласно данным Alto Consulting Group (ACG) (<https://alto-group.ru/>) в последние 5 лет наблюдается тенденция к увеличению доли пресервов в различных соусах и заливках и снижение доли пресервовпряного и специального посола.

Подобная ситуация на рынке приводит к необходимости поиска относительно недорогой соленой продукции, которая бы отвечала основным запросам потребителей. В этом направлении наряду с сельдью возможно использовать сардину тихоокеанскую (иваси), промысел которой возобновился в настоящее время, как описано в предыдущей главе.

Важным фактором в производстве соленой продукции является использование поваренной соли, которая участвует в сложном массообменном процессе, состоящем из диффузии соли в рыбу, а также переноса воды из тканей рыбы в тузлук, и, наоборот, за счет диффузионно-осмотического процесса,

который зависит от степени насыщенности тузлука. При этом происходят сложные биохимические и физико-химические изменения: денатурация и гидролиз белков, липидов, накопление экстрактивных веществ, изменения количества микрофлоры и витаминов.

Учеными АтлантНИРО разработана классификация рыбной продукции по содержанию соли (рис. 1.2) (Технология рыбы и рыбных продуктов, 2010).

Соль является не только вкусовым, но и консервирующим фактором, при достижении концентрации соли от массы рыбы от 6 до 8 % большинство микрофлоры, вызывающей порчу, погибает. При этом с увеличением концентрации соли до значений, соответствующих крепкому посолу, не наблюдается полное угнетение бактерий галофильной группы (Леванидов, 1967).



Рисунок 1.2 – Классификация рыбной продукции по содержанию соли

В настоящее время стала прослеживаться тенденция к снижению потребления соленой продукции с высоким содержанием соли, и связано это не только с изменившимися вкусовыми предпочтениями потребителей, но и с последними исследованиями ученых, выявивших негативный эффект чрезмерного потребления хлористого натрия и его воздействия на организм человека. Среди

негативных эффектов можно выделить повышение возбудимости центральной нервной системы, приводящее к развитию гипертонических осложнений, нарушений работы сердечно-сосудистой системы; уменьшение коллоидной стабильности холестерина за счет ингибирующего воздействия натрия на липопротеиновую липазу крови, что является одним из факторов развития атеросклероза, поэтому идея полной или частичной замены хлорида натрия успешно нашла свое применение во многих странах мира (Дворянинова, Антипова, 2012).

Применяемые в ряде стран посольные смеси, содержащие хлориды калия и магния, органические кислоты и их соли, отличаются сложностью в производстве и высокой себестоимостью (Технология рыбы и рыбных продуктов, 2006).

Применяемые в классической технологии консерванты химического происхождения – бензоат натрия или сорбат калия – способствуют увеличению сроков хранения, но их присутствие в пищевых продуктах не всегда является желательным. Таким образом, снижение дозы хлорида натрия, а также исключение из рецептуры пищевых продуктов консервантов является современной проблемой, требующей решения. Кроме того, актуальным вопросом в технологии соленой рыбы в настоящее время является изыскание возможности использования природных барьерных соединений.

В том случае, когда речь идет о возможности использования мороженой сардины тихоокеанской для получения кулинарной продукции, задача несколько другая: при небольшом физиологически безопасном содержании хлорида натрия обеспечить необходимые качественные показатели, например структуру, вкус и запах, а также стабилизировать окислительные и микробиологические процессы.

В случае когда качество мороженой рыбы не позволяет получить соленую продукцию высокого качества, альтернативой может служить технология кулинарной продукции (из фарша рыбы), которая позволяет путем использования приемов пищевой комбинаторики получить готовые изделия высокого качества.

Положительным аспектом выпуска кулинарной рыбной продукции можно считать невысокую трудоемкость процесса и употребление в пищу после несложной обработки. Данное технологическое направление отличается большим ассортиментом товаров, который постоянно расширяется (Рюмшина и др., 2017).

Кроме того, производство кулинарных продуктов открывает большие возможности в решении проблем переработки вторичных сырьевых ресурсов, в том числе с пониженной товарной ценностью. Немаловажным является и то, что, как правило, при получении кулинарной продукции, особенно из измельченного сырья, открываются большие возможности для регулирования ее состава и качества.

За рубежом такая продукция пользуется активным спросом у населения, рынки кулинарной рыбной продукции Канады, США, Германии и Англии в несколько раз превышают отечественный. Наиболее распространенным кулинарным рыбным продуктом в данных странах являются рыбные палочки, производимые из филе тресковых рыб, которые по своим характеристикам позиционируются в качестве диетического и функционального питания (Романова, Тихонов, 2015).

Скандинавские страны, известные активным потреблением рыбных продуктов, также обладают развитым производством кулинарных рыбных изделий. Изготовленные из мяса пикши, сайды, тресковых и окуневых рыбные пудинги, тефтели и котлеты пользуются большим спросом у населения (Лисовой, 2009).

Рассматривая японский рынок кулинарных рыбных продуктов, следует отметить использование в качестве основного сырья минтая – наиболее массового объекта – и производства на его основе рыбных ветчин, колбас, пастообразных продуктов, гамбургеров и других изделий (Park, 2005).

В нашей стране достаточно давно известны исследования по изготовлению кулинарных рыбных продуктов из рыбного фарша и измельченного мяса свежей рыбы. Фаршевую консистенцию получают, перетирая рыбную массу до состояния

однородной системы с размером частиц не более 5 мм. В последующем вносят в фарш различные молочные продукты (сливки, сметана, творог) и гомогенизируют полученную массу. В качестве сырья может использоваться филе различных видов рыб (Гольдин и др., 1998).

Отечественные предприятия выпускают рыбные пасты, в качестве сырья используются соленые сельди с добавлением различных ароматизаторов и вкусовых добавок. Технологический процесс включает в себя вымачивание соленой рыбы, последующую разделку и обесшкуривание. Тонкое измельчение происходит на куттере, в который вносят предварительно подготовленные компоненты рецептуры (Салтанова, Благодирова, 2012).

С целью расширения ассортимента разработана технология пасты из мелкого рыбного сырья (хамса, тюлька, анчоус и др.). Добавление в пасту растительных компонентов способствовало повышению пищевой и биологической ценности продукта (Титова, Титов, 2011).

В производстве широко применяются различные технологии рыбных котлет с разными наполнителями, для чего используют овощи, пшеничную муку и другие компоненты, способные улучшать органолептические характеристики продукта (Антипова и др., 2001).

Усовершенствованная технология по производству рыбомучных кулинарных изделий позволяет получать продукцию высокого качества за счет применения нового вида сырья – лабазника камчатского (Пакляченко, 2010).

Проводя анализ доли кулинарной продукции в общем объеме выпуска рыбных товаров в России, можно отметить ее неоднородность в разных регионах страны. В среднем она составляет от 6 до 10 %, но если в столице доля такой продукции составляет почти четверть, то, например, на Дальнем Востоке – около 3 % (Бубырь и др., 2013), в настоящее время сохраняется такая же тенденция.

Таким образом, из-за высокой активности протеолитических ферментов как мышечной ткани, так и внутренностей сардина характеризуется быстро идущим процессом автопротеолиза, что существенно ограничивает срок годности готовой

продукции. Решение этой проблемы возможно за счет ингибирования активности протеаз, которое может осуществляться несколькими способами: снижением температуры хранения готовых к употреблению продуктов (от минус 18 до минус 20 °С), предварительной разделкой сырья с удалением внутренностей и использованием ингибиторов протеолиза. Использование пониженной температуры и предварительной разделки в случае с сардиной из-за особенностей ее технологической характеристики является достаточно эффективным, но сопровождается высокими трудовыми и энергетическими затратами.

Наличие в сардине жира, содержащего непредельные жирные кислоты, обуславливает необходимость ингибирования и процесса окисления в ходе технологической обработки и хранения готовой продукции из нее.

Таким образом, одним из вариантов производства высококачественной пищевой (в частности, соленой и кулинарной) продукции из сардины тихоокеанской (иваси) является использование биорегуляторов как протеолиза, так и окисления. На основании научных данных целесообразно использовать ингибиторы растительного происхождения, которые получают при переработке сои, картофеля, риса, фасоли и других растений. А в качестве антиоксиданта хорошо зарекомендовал себя природный биополимер хитозан, кроме того, обладающий и антимикробным эффектом.

1.3 Влияние биорегуляторов на процессы протеолиза, окисления липидов и развития микроорганизмов

При производстве соленой продукции из хорошо созревающих рыб приоритетной задачей является регулирование процесса созревания, который напрямую зависит от активности собственных протеолитических ферментов.

Известно, что протеолитические ферменты рыб по своим свойствам близки к трипсину и химотрипсину млекопитающих (Simson, Haard, 1984). В связи с этим было изучено влияние некоторых природных ингибиторов трипсина и

химотрипсина на протеолиз мышечных белков тихоокеанской сардины под действием ферментов, содержащихся в пищеварительных органах этой рыбы.

При сравнительном изучении действия некоторых природных ингибиторов трипсина и химотрипсина на протеолиз мышечных белков тихоокеанской сардины под действием ферментов, содержащихся в пищеварительных органах этой рыбы, было установлено, что наибольшей активностью обладает высокомолекулярный ингибитор (40 кДа) из картофеля (степень подавления протеолиза 65-92 % в зависимости от дозировки), за ним следует низкомолекулярный ингибитор из картофеля (6 кДа), степень подавления протеолиза которого составляет 50-55 %. Испытания соевого ингибитора Кунитца и куриного овомукоида показали возможность замедлить протеолиз соответственно на 43,3 и 16,2 %. Отмечено, что присутствие в системе 10 % хлорида натрия заметно (на 10-30 %) снижает эффективность ингибиторов: наибольшее влияние отмечалось для соевого ингибитора, менее выражено влияние хлорида натрия для ингибитора из картофеля и овомукоида, тем не менее активность ингибитора остается достаточно высокой (Слущкая и др., 1991а).

Ингибиторы протеолитических ферментов представляют собой группу соединений белковой природы, обладающих способностью образовывать комплексы белок-белок с протеиназами, что приводит к подавлению протеолитической активности последних. По сходству структурных компонентов ингибиторы протеиназ растительной природы подразделяются на несколько групп:

- соевые ингибиторы трипсина (ингибиторы Кунитца, ST1);
- соевые ингибиторы Баумана-Бирка (BB1);
- картофельные ингибиторы 1;
- картофельные ингибиторы 2;
- ингибиторы трипсина / α – амилазы из злаковых;
- тыквенные ингибиторы.

Известно, что белковые ингибиторы протеолитических ферментов играют важную роль в защите растений от вредителей, в первую очередь насекомых и фитопатогенных организмов. Так, показано, что поражение листьев пасленовых колорадским жуком вызывает системную индукцию синтеза ингибиторов сериновых, а также цистеиновых протеиназ. Многие белки-ингибиторы из сои, фасоли, картофеля способны подавлять активность фитопатогенных грибов, а также тормозить прорастание спор и мицелия. Также многие ингибиторы подавляют активность собственно ферментов грибного и бактериального происхождения. Кроме того, ингибиторы растительного происхождения используются для адаптирования растений к неблагоприятным условиям окружающей среды (Виняр и др., 1992; Michaud, 1999; Hoorn et al., 2004).

Белковые ингибиторы, полученные из гречихи, пшеницы, ржи, перца, горчицы, картофеля, являются эффективными по отношению к трипсиновым протеазам (Heibges et al., 2003; Цыбина и др., 2004; A chymotrypsin-like proteinase from the midgut of *Tenebrio molitor* larvae, 2005; Сперанская и др., 2006).

Показано, что они нетоксичны для человека, некоторые из них входят в состав лекарственных средств, в том числе противоракового действия (Losso, 2008). В целом обсуждается возможность регуляции процессов в организме с помощью приема продуктов, содержащих ингибиторы протеаз, а также целесообразность дальнейших исследований ингибиторов в качестве фармацевтических средств (Mosolov et al., 2001; Мосолов, Валуева, 2008, 2011; Ревина и др., 2011; Памирский и др., 2012; Удалова и др., 2014).

Несмотря на то что видовой состав растений, содержащих ингибиторы, чрезвычайно разнообразен, интерес представляют наиболее дешевые источники, такие как картофель (Слуцкая и др., 1990) или отходы при производстве бобовых и риса (Миленина, 1995), которые, как установлено, способствуют защите миофибриллярных белков при протеолизе (Виняр и др., 1992).

Известные способы выделения ингибиторов из растительного сырья основаны на применяемых в практике биохимических работах процесса экстракции, диализа,

осаждения, ионообменной хроматографии, гель-фильтрации, аффинной хроматографии. Стоит отметить что, с применением этих методов получены эффективные ингибиторы не только из пасленовых (томаты, картофель), гречневых, тыквенных, а также зерновых культур, но и из листьев томатов и пшеничных отрубей (Mitsunaga, 1979).

С учетом этих исследований в приложении к реальным условиям и с целью упрощения процесса была разработана технология получения ингибитора протеолиза из клубней картофеля или его сока, являющегося отходом при производстве крахмала, а также из отходов при переработке сои на зерно (шелуха) (Пат. РФ № 2103887). Установлено, что активность по отношению к трипсину такой ингибитор имеет не менее 1 ед./мг препарата, а рациональное количество, обеспечивающее замедление протеолиза на 25-35 % при внесении в тузлук при посоле рыб, составляет от 1,5 до 2,5 % к массе рыб.

При исследовании ингибитора из риса было выявлено, что помимо самого рисового зерна белки-ингибиторы находятся в рисовой половине, что позволяет использовать отходы рисового производства и значительно удешевить производство ингибитора (Horiguchi, Kitagishi, 1971).

Стоит отметить, что применение ингибиторов протеолиза в технологии пищевых продуктов не только существенно улучшает их качественные показатели, но и обеспечивает определенный физиологический или лечебный эффект. Это основано на данных исследований, свидетельствующих о применимости ингибиторов при онкологических заболеваниях (Clemente et al., 2010), при различного рода дистрофиях (Morris et al., 2010), в экспериментах на людях и животных (Davis et al., 2007).

В пищевой технологии применение ингибитора из картофеля позволило увеличить сроки годности пресервов из тихоокеанской сардины (иваси) – сырца более чем в три раза по сравнению с контрольными образцами, и конечный срок хранения установлен в течение 1,5 года против 5 мес. без ингибитора (Слущкая и др., 1990).

Кроме того, установлено, что применение ингибитора созревания существенно замедляет процессы окисления при хранении не только пресервов, но и соленой рыбы, в частности соленой горбуши (Слуцкая и др., 1990), которая хранилась в условиях свободного доступа воздуха: это объясняется ингибированием липоксигеназ (Hsieh, Kinsella, 1986).

Н.И. Милениной (1997) для замедления процесса протеолиза была разработана технология получения растительных ингибиторов протеолиза, активных по отношению к протеиназам некоторых морских объектов. Была установлена рациональная дозировка ингибитора для снижения протеолитической активности ферментов при хранении пресервов из тихоокеанской сельди, анчоуса, мойвы (Миленина, 1997), а также тихоокеанской сардины (Слуцкая и др., 1991 б). Исследование микроструктуры мышечной ткани соленой иваси через месяц после посола позволило установить, что при хранении происходит разрушение тонких филаментов актина и миозиновых нитей, тогда как применение ингибитора протеолиза из картофеля способствовало сохранению поперечной исчерченности на А и I-дисках, а миофибриллы сохраняли параллельное распределение и не теряли четких контуров. Сделано заключение, что ингибитор существенно влияет на сохранность микроструктуры мышечной ткани, ограничивая протеолиз структурных миофибриллярных белков (Виняр и др., 1992).

Таким образом, установлено положительное влияние ингибиторов растительного происхождения на качественные характеристики соленой продукции из хорошо созревающих рыб.

Поскольку применение ингибиторов для замедления созревания неразделанных соленых рыб должно развиваться с учетом доступности сырья, то очевидно, что данный технологический прием целесообразно применить при посоле сардины тихоокеанской (иваси).

К проблеме производства пищевой продукции из сардины относится и окисление липидов в процессе хранения за счет их высокого содержания и особенностей качественного состава. В ходе окислительного воздействия на

пищевое сырье происходит снижение его качественных характеристик, потребительских свойств и, как следствие, сокращение сроков хранения (Агаджанян, 2009). В ходе развития окисления происходит образование таких соединений, как кетоны, альдегиды и низкомолекулярные кислоты. В результате окисления липидов накапливаются токсичные продукты, что снижает пищевую ценность. Кроме того, происходит разрушение жирорастворимых витаминов, снижение содержания пигментов и жирных кислот (Нечаев и др., 2003).

Для замедления окисления используют обработку ионизирующими лучами (Маргулис, Маргулис, 2005) а также применяют вещества, обладающие антиоксидантным эффектом, такие как соли аскорбиновой кислоты, диоксид углерода, производные фенолов и природный биополимер хитозан.

Хитозан представляет собой наиболее распространенное и изученное производное линейного полиаминосахарида хитина, образованное путем деацетилирования его молекулы щелочью (Rouget, 1859).

Многие из животных, обитающих в воде, содержат хитин в панцирях и внутренних скелетах: крабы, креветки, лангусты, омары, раки, криль, гаммарус (Быкова, Немцев, 2002). К другим водным обитателям, синтезирующим хитин для построения элементов своего тела, относятся кальмар, каракатица, гидроиды, некоторые водоросли. Таким образом, сырьевые источники хитина доступны и воспроизводимы (Максимова и др., 2017).

Благодаря строению и полисахаридной природе хитозан обладает широким диапазоном функциональных свойств, определяющих его применение в таких социально значимых областях деятельности человека, как экология, медицина, биоинженерия (Хитин и хитозан..., 2010; Хитозан, 2013).

Эффективности хитозана способствуют его биосовместимость, биodeградируемость, нетоксичность, иммуномодулирующие свойства, присущие адаптогенам (Гафуров, 2011). Результаты фундаментальных медико-биологических исследований токсико-гигиенических и лечебно-профилактических свойств хитозана в России и за рубежом позволили выявить

его многофункциональность как технологической добавки, что сыграло определяющую роль в развитии технологии пищевых продуктов с применением этого биополимера (Хитин и хитозан..., 2010; Хитозан, 2013).

Потенциал хитозана как функционально технологической добавки в производстве пищевых продуктов значителен. Установлен ряд его свойств: способность служить связующим веществом в пищевой системе; сорбировать в продуктах органические вещества, особенно липиды; осаждать белки в водных суспензиях; оказывать продолжительный антимикробный (бактериостатический, на отдельных этапах и бактерицидный) эффект в пищевых средах; повышать относительную биологическую ценность готовых продуктов.

Биополимер применяется в изготовлении хлеба, переработке плодов, овощей, в технологии рыбных, мясных, молочных продуктов (Jeon et al., 2002; Евдокимов и др., 2003, 2006; Куркина, Садовой, 2003; Lopez-Caballero et al., 2005; Gomez-Estaca et al., 2010; Velickova et al., 2013; Kerch, 2015; Duan et al., 2019; Rodrigues et al., 2020; Morachis-Valdez et al., 2021).

Результаты исследований ученых Дальрыбвтуза, направленных на подтверждение многофункциональных свойств хитозана в зависимости от его характеристики, уровня содержания и технологических параметров обработки пищевой среды, послужили научным обоснованием для разработки технологий продуктов из промысловых объектов – новых видов консервов, кулинарных продуктов, сушеной продукции из водорослей и лососевых, малосоленой рыбной продукции (Максимова, Сафронова, 2010).

Особенно ценным свойством хитозана, используемым в технологии соленой продукции, является его барьерная активность, которая обеспечивается его многофункциональностью. Так, известно о его антиокислительной активности (Суровцева, 2010), медико-биологическом потенциале (Максимова и др., 2018a), а также антимикробных свойствах, которые были исследованы при решении прикладных задач медицины (Muzzarelli et al., 1989; Maezaki et al., 1993; Hiroshi et al., 1994; Hon, 1996; Klokkevold et al., 1996; Mori et al., 1997; Tarsi et al., 1997;

Pirawattana, Srinophacum, 2008; Zivanovic et al., 2015; Tang et al., 2020). К хитозану чувствительны грамположительные и грамотрицательные микроорганизмы, относящиеся к нормальной, условно патогенной, патогенной и пробиотической микрофлоре (Li et al., 2007; Charway et al., 2019).

Микроорганизмы по-разному реагируют на присутствие хитозана в среде их обитания. Происходит либо их поражение в различной степени, либо полное прекращение жизненных функций клетки по причине морфологических изменений (Kim et al., 2003; Ким и др., 2011; Alfaro-Gutierrez et al., 2014; Hassan, Chung, 2017).

В отношении грамотрицательных бактерий хитозан проявляет полиэлектролитный характер и связывается с основным компонентом их наружной мембраны – липополисахаридом, имеющим отрицательный заряд. Образование стабильного макромолекулярного низкотоксичного комплекса фрагментов липополисахарида с хитозаном приводит к нарушению жизнедеятельности клетки (Давыдова, 2000).

При воздействии на грамположительные микроорганизмы хитозан взаимодействует с тейхоевыми и липотейхоевыми кислотами, имеющими отрицательный заряд и расположенными в клеточной стенке, вытесняя автолизины микробных клеток, что приводит к деградации клеточной оболочки (Куликов и др., 2008).

Примеры применения хитозана в технологии рыбных продуктов дают основание использовать потенциал биополимера при разработке технологии соленой и кулинарной продукции из сардины тихоокеанской (иваси) (Панчишина и др., 2018).

Известно, что благодаря своей способности к образованию комплексов с ионами металлов хитозан может рассматриваться как потенциальный антиокислитель (Корягин и др., 2006; Kim, Thomas, 2006; Sun et al., 2007; Zhong et al., 2007; Vinšová, Vavřková, 2012; Subhapradha et al., 2013; Ramasamy et al., 2014).

В предыдущих работах оценивали антиоксидантную активность хитозана по накоплению малонового диальдегида при хранении малосоленых рыбных продуктов из лососевых. При этом было подтверждено, что присутствие хитозана в продукте снижает скорость накопления этого продукта окисления липидов (Суровцева, 2010).

Разработанные технологии продуктов из лососевых с пониженным содержанием соли с применением хитозана, проявляющего одновременно антибактериальную и антиокислительную активности, обеспечили увеличение продолжительности хранения готовой продукции при сохранении ее качества (Суровцева, 2010).

Анализ литературных данных показывает целесообразность использования биорегуляторов (хитозана и растительных ингибиторов) в технологии пищевой продукции из мороженой сардины тихоокеанской (иваси), которая является специфическим сырьем, требующим особенных технологических приемов для переработки. Отсутствие возможности переработки сардины в морских условиях ставит перед береговыми рыбоперерабатывающими предприятиями сложную технологическую задачу по работе со специфической и нестойкой в хранении мороженой рыбой. Эта проблема может быть решена путем исследования возможности применения биорегуляторов природного происхождения в технологии пищевой продукции из мороженой сардины тихоокеанской (иваси), что позволяет существенно замедлить процессы протеолиза и окисления в рыбе и обеспечить высокое качество готовой продукции.

Понятие «биорегуляторы» в данной работе относится к веществам природного происхождения, находящимся в живых (функционирующих) системах и сохраняющим свое специфическое действие в биохимических процессах после их выделения (растительные ингибиторы) или модификации (хитозан).

ГЛАВА 2 МЕТОДОЛОГИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Методология исследования

В соответствии с алгоритмом выполнения научно-исследовательской работы составлена программно-целевая схема исследований (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Программно-целевая модель исследования

На основании анализа литературных данных по заявленной теме определена цель и поставлены задачи экспериментальных исследований.

Проблема использования мороженой сардины тихоокеанской (иваси) длительного холодильного хранения для производства пищевой продукции с повышенными качественными характеристиками предопределяет не только актуальность, но и практическую направленность экспериментальной работы – разработку технологии пищевой продукции из исследуемого сырья с использованием биорегуляторов.

Объект исследований – технология пищевой продукции из мороженой сардины тихоокеанской (иваси).

Предмет исследований – технологический потенциал мороженой сардины тихоокеанской (иваси) и совокупность свойств биорегуляторов, обеспечивающих получение пищевой продукции с высокими качественными характеристиками.

2.2 Материалы исследований

В качестве материала для исследований использовали: мороженую сардину тихоокеанскую, которая соответствует ТУ 9261-368-00472012-2015 «Сардина тихоокеанская (иваси). Технические условия», соленую сардину тихоокеанскую, соответствующую требованиям СТО 00471515-055-2017 «Соленая продукция из сардины тихоокеанской», кулинарную продукцию из сардины тихоокеанской, соответствующую требованиям СТО 00471515-068-2018 «Кулинарная формованная продукция из сардины тихоокеанской «Хлебы рыбные»».

В качестве вспомогательных материалов использовали: воду питьевую (СанПиН 2.1.3684-21), соль поваренную пищевую (ГОСТ Р 51574-2018), сахар-песок (ГОСТ 33222-2015), уксусную кислоту (ГОСТ Р 55982-2014), хитозан водорастворимый низкомолекулярный с молекулярной массой (ММ) 32 кДа (ТУ 9889-002-11418234-99), хитозан высокомолекулярный ММ 588 кДа (ТУ 9283-174-00472012-03), картофельный ингибитор (ТУ 15-01 160292-97), а также ингибитор

из рисовой пшеницы, полученный согласно Пат. РФ № 2103887 в экспериментальных условиях при проведении данной работы.

2.3 Методы исследований

В работе применяли стандартные общепринятые и специальные методы исследований – органолептические, физико-химические и микробиологические.

Отбор проб сырья и подготовку проб к анализу проводили по стандартным методикам (ГОСТ 31339-2006, 7631-2008).

Органолептическую оценку качества продуктов определяли по ГОСТ 7631-2008 в соответствии с терминологией описания признаков, получившей наибольшее распространение в практике, и результатами дегустационных совещаний.

Изменение структуры мышечной ткани определяли путем исследования поперечных срезов толщиной 2 мм на микроскопе Микромед-5 с увеличением в 40 и 100 раз.

Разрушающее усилие (P), предельное напряжение сдвига (ПНС), напряжение при деформации (прочность (θ)) определяли на приборе Fudon Rheo Meter (Rheotech Co., Ltd, Япония). Используемый индентор (насадка) – сферический плунжер. Диаметр сферического плунжера подбирали опытным путем для достижения стабильного сигнала и оптимальной глубины погружения индентора.

Скорость движения плунжера подбирали таким образом, чтобы обеспечить получение стабильного сигнала. Эта величина составила 6 см/мин.

Глубину погружения определили опытным путем – 3 мм.

Расчет прочности (напряжения при деформации) осуществляли по формуле (2.1):

$$\theta = P/S, \quad (2.1)$$

где P – нагрузка (разрушающее усилие), н; S – площадь, м².

Для расчета разрушающего усилия нагрузку снимали с прибора (А) и указывали в единицах массы (г), далее для перевода в ньютоны (Н) использовали формулу (2.2):

$$P = A * g * 10^{-3}, \text{ Н (кг/м/с}^2\text{)}, \quad (2.2)$$

где А – показания прибора, г; g – 9,81 Н, коэффициент перевода килограммов в ньютоны; 10^{-3} – коэффициент перевода граммов в килограммы.

Расчет площади осуществляли по формуле (2.3):

$$S = \pi R^2. \quad (2.3)$$

При диаметре шара, равном 0,5 см:

$$S = 3,14 * 0,625 * 10^{-4} = 0,196 * 10^{-4} \text{ м.}$$

Расчет прочности θ (Па) для мышечной ткани тихоокеанской сардины (иваси)

$$\theta = A * 9,81 * 10^{-3} / 0,196 * 10^{-4} \text{ Па.}$$

Определение модуля сохранения (эластичности) G' и модуля потерь (вязкости) G'' осуществляли с использованием прибора Rheograph Sol-535 (Tokyo Seki Ltd.). Динамическую вязкость рассчитывали по формуле (2.4):

$$\eta = G'' / 2 * \pi * 3, \quad (2.4)$$

где $\pi = 3,14$; 3 – частота колебания ножа, Гц.

Определение общего химического состава (содержание белков, липидов, воды, минеральных веществ) осуществляли по ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа».

Содержание небелкового азота (Nнб) и белкового азота (Nб) определяли по методикам, принятым для исследования указанных веществ (Леванидов и др., 1984).

Определение рН среды проводили потенциометрическим методом на рН-метре модели НМ-26 S фирмы «ТОА Electronics Co., LT» (Крусъ и др., 2000).

Центрифугирование проб проводили на центрифуге Avanti J-НС Beckman Coulter при 2500-3000 об/мин 15 мин, 4 °С.

Степень созревания соленой продукции определяли по показателю буферности согласно ГОСТ 19182-89, а также по отношению азота небелковых азотсодержащих соединений (Ннб) к содержанию общего азота в процентах.

Определение содержания соли производили по ГОСТ 7636-85.

Активность протеаз мышечной ткани иваси определяли по способу И.П. Леванидова с соавторами (1984) методом самопереваривания следующим образом. Мышечную ткань и буферный раствор (рН 6, фосфатно-цитратный буфер) в соотношении 1 : 10 гомогенизировали в течение 5 мин в микроизмельчителе РТ-1 с числом оборотов 4000 в мин, затем термостатировали 18 ч при температуре 37 °С с антисептиком толуолом, после инкубации к гомогенату добавляли ТХУ из расчета создания 5 % концентрации этого реагента. В фильтрате до и после инкубирования определяли количество Ннб методом Кьельдаля. Активность протеаз (АП) определяли по накоплению за период инкубации Ннб и выражали в процентах к Нб. Для сравнения были исследованы образцы мороженых сельди тихоокеанской нерестовой, камбалы, горбуши (срок хранения всех образцов не более 3,0-3,5 мес. при температуре минус 18 °С).

Определение содержания малонового диальдегида (МДА) проводили по методике, основанной на взаимодействии тиобарбитуровой кислоты и диальдегидов (Гончаренко, Латинова, 1985).

Содержание токсичных элементов определяли по ГОСТ Р 51301-99; свинец – по ГОСТ Р 51301-99, мышьяк – по ГОСТ Р 51766, кадмий – по ГОСТ Р 51301-99, ртуть – по ГОСТ 26927.

Ингибиторы протеолиза получали по ранее разработанной технологической схеме (ТУ 15-01 160292-97 «Ингибитор протеаз»), источниками являлись картофель и рисовая солома.

Основными операциями при этом были экстракция разбавленной соляной кислотой измельченного сырья, осаждение хлоридом натрия (40-60 % насыщения), формирование осадка, центрифугирование, хранение осадка при температуре от минус 4 до минус 6 °С.

Общее содержание белков в ингибиторах определяли по методу Лоури с реактивом Фолина-Чекольте на спектрофотометре Shimadzu UV-1800.

Анализ полученных ингибиторов с целью определения молекулярно-массового состава проводился после экстракции полученных ингибиторов дистиллированной водой при 4 °С в течение 12 ч при соотношении осадок-вода 1 : 1.

Исследование фракционного состава белков и пептидов ингибиторов проводили с использованием колонки Sephadex G-25 (10 mm * 600 mm, Amersham Pharmacia Biotech, Piscataway, NJ, USA), буфер 0,1 N NaCl – 20 mM Tris-HCl, pH 8,0, скорость потока 0,3 мл/мин, $\lambda = 280$ нм. Молекулярную массу белков и пептидов рассчитывали с помощью маркеров молекулярной массы (Sigma), апротинин (6,5 кДа), цитохром (12,5 кДа), миоглобин (18,0 кДа), яичный альбумин (42,0 кДа), бычий сывороточный альбумин (68,0 кДа) и используя сравнение времени удержания.

Посол сардины тихоокеанской (иваси) осуществляли смешанным способом. Сырье размораживали при комнатной температуре, промывали в проточной воде, далее отправляли на стекание. Одновременно готовили посольную смесь из расчета 55 г посольной смеси на 1 кг рыбы (из них 50 г поваренной соли, 5 г сахара). Рыбу перемешивали с посольной смесью и укладывали в полимерную тару (1300 мл). Заливали тузлуком плотностью 1120 кг/м³, предварительно в нем растворяли 12,5 г ингибитора (картофельный, рисовый). В зависимости от варианта образца добавляли хитозан, растворенный в уксусном или водном растворе. Крышку полимерной тары плотно закрывали и направляли на созревание при температуре от минус 2 до минус 4 °С. Контролем служил образец, приготовленный из сардины без добавления биорегуляторов (Пат. РФ № 2691571).

Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) определяли по ГОСТ 10444.15-94 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных и аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов».

Микробиологические исследования проводили согласно ГОСТ 31659-2012, 31747-2012, 30726-2001, 31746-2012.

Определение комплексных показателей качества соленой сардины проводили по методике, предложенной профессором В.А. Гроховским (Гроховский, Мезенова, 2011).

Статистическую обработку данных проводили стандартным методом оценки результатов испытаний для малых выборок. Цифровые величины, указанные в таблицах и графиках, представляют собой арифметические средние, надежность которых $(P) = 0,95$, доверительный интервал $(\Delta) \pm 5 \%$.

Для обработки полученных данных и построения графических зависимостей использовали операционную систему Microsoft Windows 7 и программное обеспечение Microsoft Office 2007.

ГЛАВА 3 ИССЛЕДОВАНИЕ МОРОЖЕНОЙ САРДИНЫ ТИХООКЕАНСКОЙ (ИВАСИ) И ОБОСНОВАНИЕ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

3.1 Обоснование использования мороженой рыбы для производства пищевой продукции из сардины тихоокеанской (иваси)

Поскольку при возобновлении промысла сардины тихоокеанской из-за ограниченного количества обрабатывающих судов, способных выпускать пищевую продукцию, переработка переместилась на береговые предприятия не только Дальнего Востока, но и центральной России, важна характеристика мороженой сардины при ее направлении на дальнейшую технологическую переработку.

На момент проведения диссертационных исследований был доступен ряд нормативных документов, в соответствии с требованиями которых выпускали сардину тихоокеанскую мороженую. К таким документам относится ГОСТ 32366-2013 «Рыба мороженая. Технические условия» (срок годности в неразделанном глазированной виде составляет 1 мес., а в неразделанном глазированной и упакованном в пленочные мешки-вкладыши – 2 мес., при температуре не выше минус 18 °С); ТУ 9261-368-00472012-2015 «Сардина иваси (мороженая). Технические условия» (срок годности не более 7 мес., при температуре не выше минус 18 °С). В настоящее время (на момент завершения работы и ее оформления) к указанному ТУ введены изменения, увеличивающие срок годности до 1 года.

Для оценки технологического потенциала мороженой сардины оценивали органолептические, физические, химические и микробиологические показатели в течение нормативного срока годности (Максимова и др., 2019а).

Результаты исследования органолептических показателей мороженой сардины представлены в табл. 3.1.

Таблица 3.1 – Органолептические показатели мороженой сардины тихоокеанской (иваси) в течение 7 мес. хранения

Продолжительность хранения, мес.	Наименование показателя			
	Внешний вид мороженых блоков	Наружные повреждения рыбы	Консистенция после размораживания	Запах после размораживания
1	Целые, плотные; поверхность чистая, ровная	Рыба без наружных повреждений	Плотная, свойственная данному виду рыбы	Свойственный свежей рыбе, без посторонних запахов
3	Наблюдаются незначительные повреждения краев блоков, незначительные впадины на поверхности блоков	Отдельные образцы рыбы имеют незначительные срывы кожи	Несколько ослабевшая консистенция мышечной ткани, брюшко – плотное	Свойственный свежей рыбе, без посторонних запахов
6	Наблюдаются незначительные повреждения краев блоков, незначительные впадины на поверхности блоков	Отдельные образцы рыбы имеют незначительные срывы кожи	Ослабевшая консистенция, брюшко – мягкое	Присутствует незначительный запах окисления брюшка и жабр
7	Наблюдаются незначительные повреждения краев блоков, незначительные впадины на поверхности блоков	Отдельные образцы рыбы имеют незначительные срывы кожи и незначительное повреждение брюшка	Ослабевшая консистенция, брюшко – мягкое	Присутствует значительный запах окисления брюшка и жабр

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод о том, что сардина тихоокеанская в течение всего срока годности может быть использована

для производства пищевой продукции. Однако согласно данным органолептического анализа после 3 мес. хранения в образцах мороженой сардины стали отмечаться изменения в отдельных показателях, связанные в первую очередь с консистенцией и запахом, что может быть вызвано действием низких температур, протеолитических ферментов и окислением липидов.

Для более детального исследования изменений были проведены исследования структурно-механических и биохимических показателей сардины тихоокеанской (иваси) на разных этапах ее холодильного хранения.

Исследование срезов мышечной ткани сардины тихоокеанской, хранившейся в течение 7 мес., свидетельствует о структурных изменениях в мышечной ткани (рис. 3.1). Установлено, что мышечная ткань в образце пористая, присутствуют значительные полости (1), появления которых могли быть вызваны нарушением мембран и механическим разрушением клеточных оболочек кристаллами льда.

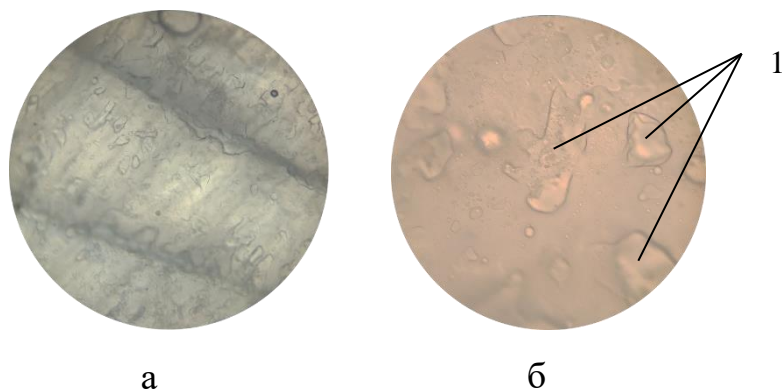


Рисунок 3.1 – Срезы мышечной ткани мороженой сардины тихоокеанской, срок хранения 7 мес.: **а** – увеличение изображения ткани сардины тихоокеанской в 40 раз; **б** – в 100 раз

Результаты определения реологических характеристик мышечной ткани исследуемой мороженой рыбы (разрушающее усилие и прочность) показали (рис. 3.2 и 3.3), что с увеличением срока хранения наблюдается снижение прочностных

и структурных характеристик мышечной ткани, что связано как с последствиями холодильного хранения – образование полостей (как показано на рис. 3.1), так и с биохимическими изменениями мышечной ткани сардины под действием протеолитических ферментов.

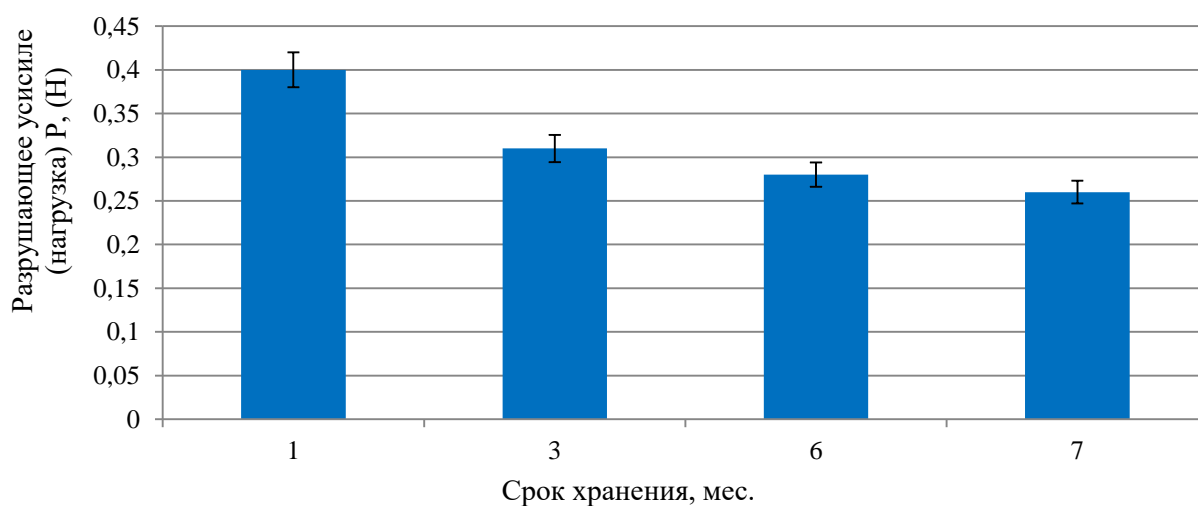


Рисунок 3.2 – Зависимость разрушающего усилия (нагрузка) мышечной ткани сардины тихоокеанской от продолжительности хранения при температуре минус 18 °С

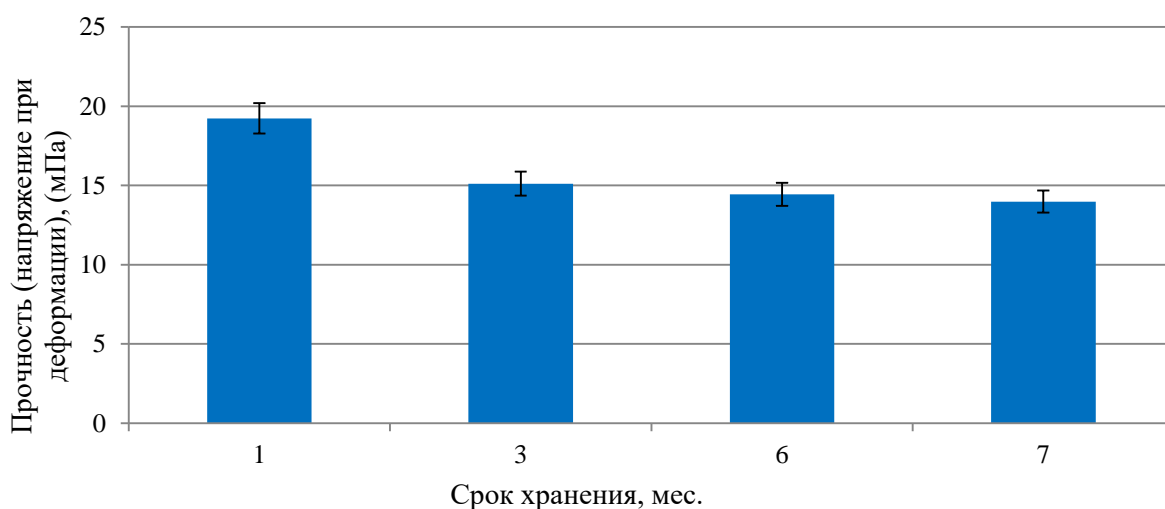


Рисунок 3.3 – Зависимость прочности (напряжение при деформации) мышечной ткани сардины тихоокеанской от продолжительности хранения при температуре минус 18 °С

Установлено, что в мышечной ткани мороженой сардины происходят процессы протеолиза: количество небелкового азота после трех, шести и семи месяцев хранения увеличилось соответственно в 2,0; 2,5 и 2,7 раза по сравнению с первым месяцем хранения.

Результаты исследования показали, что холодильное хранение хотя и тормозит процессы окисления (Альраджаб и др., 2020), но накопление продуктов деструкции липидов происходит: так, по сравнению с первым месяцем количество малонового диальдегида увеличилось на 15, 23 и 30 % соответственно на третий, шестой и седьмой месяц хранения.

При проведении микробиологических исследований мороженой сардины установлено, что в течение 7 мес. хранения исследуемого образца число КМАФАнМ не превышало нормативных значений (табл. 3.2). Санитарно-показательные и патогенные микроорганизмы в результате исследований обнаружены не были.

Таблица 3.2 – Динамика изменения численности микроорганизмов в мышечной ткани мороженой сардины тихоокеанской при хранении

Срок хранения, мес.	КМАФАнМ, КОЕ/г
1	$1 \cdot 10^1$
3	$1 \cdot 10^2$
6	$1 \cdot 10^2$
7	$1 \cdot 10^2$
Норма по ТР ЕАЭС 040/2016	$1 \cdot 10^5$

На основании результатов экспериментов и учитывая исторически сложившееся направление использования, можно рассматривать возможность производства из мороженой сардины соленой продукции после 6-7 мес. хранения с применением биорегуляторов протеолиза и окисления (Максимова и др., 2018г).

Результаты исследований, представленные на рисунках 3.2 и 3.3 свидетельствуют о том, что наиболее существенные изменения структуры происходят после 3-х месяцев хранения мороженой сардины, при последующем

хранении структурно-механические показатели мышечной ткани изменялись не столь существенно. Это явилось основанием для использования сардины после 3-х месяцев морозильного хранения для производства кулинарной продукции, с учетом того, что полученные результаты могут быть распространены и на сардину более длительного срока хранения. В связи с этим является целесообразным применение специальных приемов (измельчение, добавление различных компонентов и внесение в фаршевую смесь хитозана), что позволит получить высококачественную кулинарную продукцию из мороженой сардины.

Таким образом, несмотря на изменения, происходящие в мороженой сардине при холодильном хранении, она может являться технологически рациональным сырьем для производства пищевой продукции (Максимова и др., 2018б).

3.2 Исследование биотрансформации мороженой сардины тихоокеанской при получении соленой продукции с использованием биорегуляторов

Для изучения возможности производства соленой продукции из мороженой рыбы нами проведены исследования активности протеолитических ферментов мышечной ткани сардины 3 мес. холодильного хранения (табл. 3.3).

Таблица 3.3 – Активность протеаз (АП) мышечной ткани рыб, Е/г

Объект	АП при pH 6,0
Сардина тихоокеанская (иваси), размер 16 см	5,3±0,8
Сардина тихоокеанская (иваси), размер более 16 см (18–20)	4,4±0,3
Сельдь тихоокеанская нерестовая*	2,0±0,3
Горбуша*	1,8±0,2
Камбала*	0,9±0,1

*Данные Т.Н. Пивненко и др. (1986).

Как показывают данные табл. 3.3, иваси характеризуется наиболее высокой АП мышечной ткани по сравнению с другими промысловыми рыбами, что является причиной ее быстрого перезревания при посоле и ухудшения

качественных показателей продукции. Сопоставление полученных данных с ранее известными показывает, что АП мышечной ткани сардины тихоокеанской (иваси) размером 16-20 см находится в таких же пределах, но отмечена тенденция к некоторому уменьшению этого показателя по сравнению с имеющимися данными (Слуцкая и др., 1985).

Анализ современной литературы показал, что в настоящее время вопросу совершенствования технологии соленой продукции из сардины тихоокеанской (иваси) уделяется недостаточно внимания. Основные научно обоснованные работы по данной теме проводились учеными ТИНРО более 25 лет назад.

На основании анализа технологии посола сардины тихоокеанской (иваси) выбран способ, позволяющий получить соленую продукцию с высокими органолептическими характеристиками и относительно длительным сроком годности.

Установлено, что способ приготовления соленой рыбы, условиями которого являлось использование (из расчета на 1 кг сырья) посольной смеси, состоящей из поваренной соли (50 г), сахара-песка (5 г), бензойно-кислого натрия (БКН) (0,1 г) и солевого раствора (400 мл) плотностью 1,12 г/см³, в состав которого входил белковый препарат из картофеля (12,5 г) с активностью 30 АТЕ/мг, позволяет хранить соленую рыбу и пресервы длительное время (Пат. РФ № 1598946). Важно, что сырьем для посола в этом случае служила свежая сардина тихоокеанская, хранившаяся до обработки в охлажденном виде.

Этот способ включает использование в качестве консерванта пищевой добавки бензоата натрия (Е211), который, как предполагалось, препятствует микробиальной порче и развитию окисления.

При проведении экспериментов в данной работе из состава посольной смеси исключили БКН, а в качестве антимикробного и антиокислительного агента использовали хитозан.

Ингибиторы из картофеля и рисовой полумы получали в условиях проведения экспериментальных работ, при этом остальные условия посола оставили неизменными.

Для исследования характеристик полученных ингибиторов протеолиза, используемых при разработке технологии соленой продукции, устанавливали их качественный и количественный составы (Максимова и др., 2018в).

Как видно из данных табл. 3.4, полученные ингибиторы в зависимости от исходного сырья несколько различаются. Так, содержание белка в картофельном ингибиторе значительно выше, что оказало влияние на такой важный показатель, как «выход по белку». Это явилось основанием для исследования молекулярно-массового состава полученных ингибиторов, поскольку известно, что на протеазы тихоокеанской сардины оказывают наиболее сильное влияние ингибиторы с молекулярными массами 20-60 кДа, а также низкомолекулярные (Слуцкая и др., 1991б).

Таблица 3.4 – Выход и характеристика ингибиторов протеолиза

Образец	Исходная масса, г	Масса ингибитора, г	Выход, %	Содержание белка, %	Выход по белку, %
Рисовая полость (BR)	300–640	54,1–66,1	10,3–18,0	1,06–1,25	12,8–19,1
Картофель (WR)	1000–2000	131,2–172,9	8,6–13,1	3,96–7,95	51,9–65,8

Эксперименты проводили дважды с двумя партиями ингибиторов. Оценка профилей элюции (Приложение А) полученных ингибиторов позволяет заключить, что по молекулярно-массовому составу оба ингибитора сходны, а разные партии ингибиторов не имеют по этому показателю существенных различий. Как следует из данных, представленных в табл. 3.5-3.8, основное количество белков-ингибиторов из рисовой полости (82,0-85,9 %) представлено низкомолекулярными фракциями (14,7-24,2 кДа). Доля фракций менее 5 кДа составляет 12,2-12,3 %. Основными (около 70 %) являются фракции с молекулярной массой 11,3-24,3 кДа. Эти же фракции составляют большую часть водорастворимых белков и пептидов в ингибиторе из картофеля. Так, доля фракций с молекулярной массой от 5,0 до 26,0 кДа составляет 88,1-89,0 % общего

количества водорастворимых белков и пептидов. Фракции менее 5 кДа составляют 10,5-11,0 %. Основной фракцией (11,7-26,0 кДа) являются пептиды и низкомолекулярные белки – 87,8 % от общего количества.

Таблица 3.5 – Фракционный состав (молекулярно-массовое распределение) водорастворимой фракции белков (образец BR – рисовый)

№	Время удерживания, мин	Площадь пика, % от общей площади пиков	Молекулярная масса белка, кДа
1	30,807	46,9163	24,2
2	35,578	20,7233	19,6
3	39,661	6,1023	16,0
4	41,664	4,1831	12,0
5	44,228	2,3829	9,6
6	47,004	0,7354	7,0
7	49,940	0,9978	5,1
8	52,083	1,6107	< 5,0
9	59,626	1,5200	
10	64,372	0,5055	
11	74,001	0,78,39	
12	81,697	2,2617	
13	87,282	0,5249	
14	92,185	10,7520	

Таблица 3.6 – Фракционный состав (молекулярно-массовое распределение) водорастворимой фракции белков (образец WP – картофель)

№	Время удерживания, мин	Площадь пика, % от общей площади пиков	Молекулярная масса белка, кДа
1	29,515	15,9813	23,2
2	30,370	18,8992	23,9
3	33,521	8,8235	26,4
4	35,760	36,5434	19,4
5	39,619	0,4619	16,0
6	43,439	8,0399	12,7
7	48,173	0,2241	8,5
8	75,667	11,0267	< 5,0

Результаты исследования молекулярно-массового распределения белков в составе полученных ингибиторов из растительного сырья позволяют полагать, что они представлены двумя группами: с молекулярной массой 20 кДа и более (предположительно – ингибитор трипсина Кунитца) и низкомолекулярными белками (менее 10 кДа). Сочетание относительно высокомолекулярной (20 кДа и более) и низкомолекулярной фракций, как показал предыдущий опыт (Слущкая и др., 1985), дает основание ожидать высокую степень эффективности в процессе снижения активности ферментов внутренних органов сардины тихоокеанской (иваси). Стоит отметить, что, как ранее было установлено, наиболее активно пищеварительные ферменты внутренностей ингибируются белками с молекулярной массой более 20 кДа (Слущкая и др., 1985). Анализируя фракционный состав полученных ингибиторов, можно заключить, что таких белков в рисовом ингибиторе – не менее 41,5-46,9 %, а в картофельном 24,5-34,0 %.

Таблица 3.7 – Фракционный состав (молекулярно-массовое распределение) водорастворимой фракции белков (образец ВР – рисовый)

№	Время удерживания, мин	Площадь пика, % от общей площади пиков	Молекулярная масса белка, кДа
1	18,949	0,5892	49,3
2	30,828	41,5613	24,3
3	35,521	15,3494	19,6
4	37,467	6,1969	17,0
5	40,303	10,2980	14,7
6	44,346	3,6201	11,3
7	46,919	0,7990	9,2
8	52,672	1,4018	5,1
9	55,020	1,6745	< 5,0
10	59,446	1,5839	
11	64,349	0,8319	
12	76,306	0,2828	
13	81,230	2,9150	
14	89,272	0,6359	
15	93,818	12,2604	

В табл. 3.5-3.8 представлены результаты молекулярно-массового распределения водорастворимой фракции ингибиторов. Как видно из данных табл. 3.5 и 3.8, в одном эксперименте не удалось зафиксировать фракцию с 49,3 кДа (табл. 3.5), повторный эксперимент позволил установить ее наличие (табл. 3.7). Повторное исследование фракционного состава (табл. 3.8) картофельного ингибитора дало возможность выявить наличие белков с молекулярной массой 50 и 41 кДа.

Таблица 3.8 – Фракционный состав (молекулярно-массовое распределение) водорастворимой фракции белков (образец WP – картофель)

№	Время удерживания, мин	Площадь пика, % от общей площади пиков	Молекулярная масса белка, кДа
1	3,898	0,1872	> 60,0
2	7,43	1,5233	
3	18,51	0,5974	50,2
4	22,824	0,0975	40,8
5	29,662	24,5568	25,8
6	34,110	8,5734	19,7
7	36,167	25,3569	18,0
8	43,610	28,5878	11,7
9	75,856	10,5197	< 5,0

Обобщение полученных данных (рис. 3.4) показывает, что преобладающими белковыми компонентами в ингибиторах из рисовой половины и картофеля являются фракции с молекулярной массой (ММ) от 5 до 50 кДа. Суммарное содержание этих фракций – 76 и 89 % – в каждом из ингибиторов свидетельствует об определенном их сходстве по составу и предположительно – по действию.

Установленное сходство этих партий по молекулярно-массовому распределению белковых и пептидных компонентов свидетельствует о воспроизводимости технологий и возможности получать подобные препараты в случае их востребованности при производстве пищевой продукции из рыбного сырья.

Для установления эффективности выделенных ингибиторов из картофеля и рисовой полوى проводили посол сардины после размораживания с использованием посольной смеси.

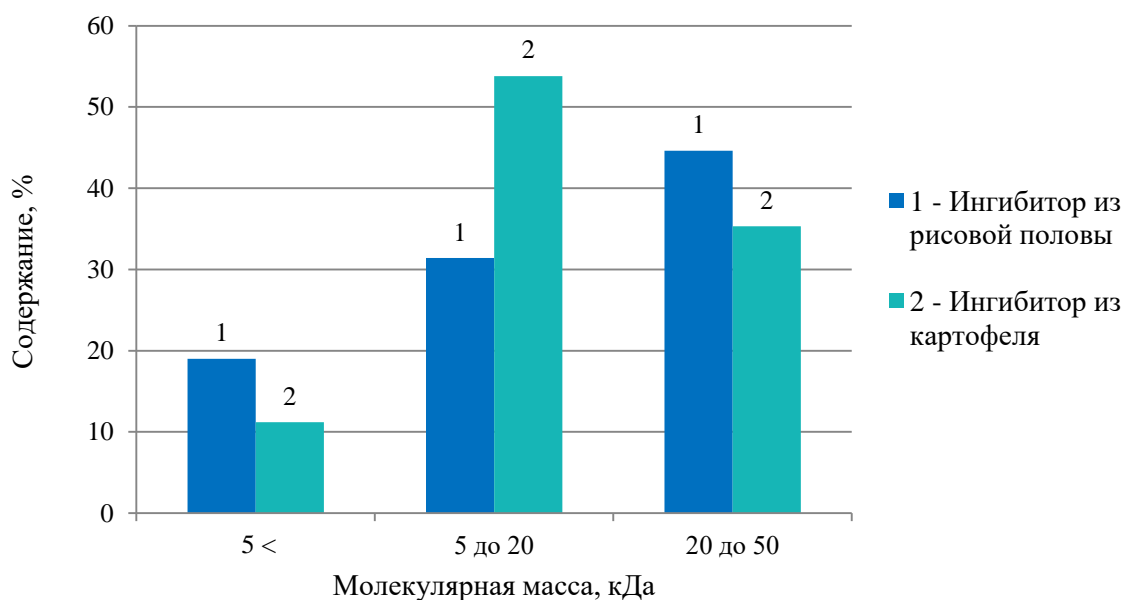


Рисунок 3.4 – Молекулярно-массовый состав растительных ингибиторов

Состав посольной смеси (расчет на 1 кг рыбы): поваренная соль (50 г), сахар-песок (5 г), хитозан (3 г). Белковый препарат из картофеля или рисовой полوى (12,5 г) вносили в солевой раствор.

После перемешивания с посольной смесью рыбу укладывали в тару и заливали солевым раствором плотностью $1,12 \text{ г/см}^3$, в котором растворяли один из ингибиторов растительного происхождения.

Выбор концентрации хитозана в посольной смеси осуществлен на основании результатов многолетних исследований по его применению в пищевых продуктах (Максимова, Сафронова, 2010), а концентрацию ингибиторов установили на основании ранее проведенных исследований.

Влияние состава рецептуры посольной смеси (табл. 3.9) оценивали по качественным показателям соленой сардины.

Таблица 3.9 – Состав посольных смесей экспериментальных образцов из расчета на 1 кг рыбы

№ образца	Соль поваренная, г	Сахар, г	БКН, г	Картофельный ингибитор, г	Рисовый ингибитор, г	Хитозан 32 кДа, г	Хитозан 588 кДа, г	0,5 % -ный раствор уксусной кислоты, мл
1	50	5	0,1	–	–	–	–	–
2	50	5	0,1	12,5	–	–	–	–
3	50	5	0,1	–	12,5	–	–	–
4	60	5	–	–	–	–	3	400
5а	50	5	–	–	–	3	–	–
5б	50	5	–	12,5	–	3	–	–
6*	50	5	0,1	–	–	–	–	–
7	50	5	–	12,5	–	–	3	–
8	60	5	–	–	–	–	–	400

* Для разделанной рыбы

Для определения качественных показателей соленой продукции был проведен комплекс исследований – органолептических, физико-химических, биохимических и микробиологических – в течение 7-месячного периода хранения. Органолептические исследования проводили через каждые 1,5 мес. хранения, задачей являлось определить динамику формирования качества по основным показателям. По мере хранения образцов у большинства из них наблюдалось изменение органолептических свойств соленой продукции (рис. 3.5) в следующей тенденции: улучшение – ухудшение, что связано с процессами созревания, происходящими в соленой продукции. Однако стоит отметить ряд образцов, динамика изменения органолептических свойств которых отличалась от большинства. Образец, полученный при посоле разделанной рыбы с использованием рецептуры № 6, на протяжении 3 мес. хранения отличался плотной консистенцией и лишь после 4,5 мес. хранения по органолептическим показателям приблизился к большинству образцов. Органолептическая оценка в баллах соленой продукции из мороженой сардины тихоокеанской (иваси) представлена в Приложении Б.

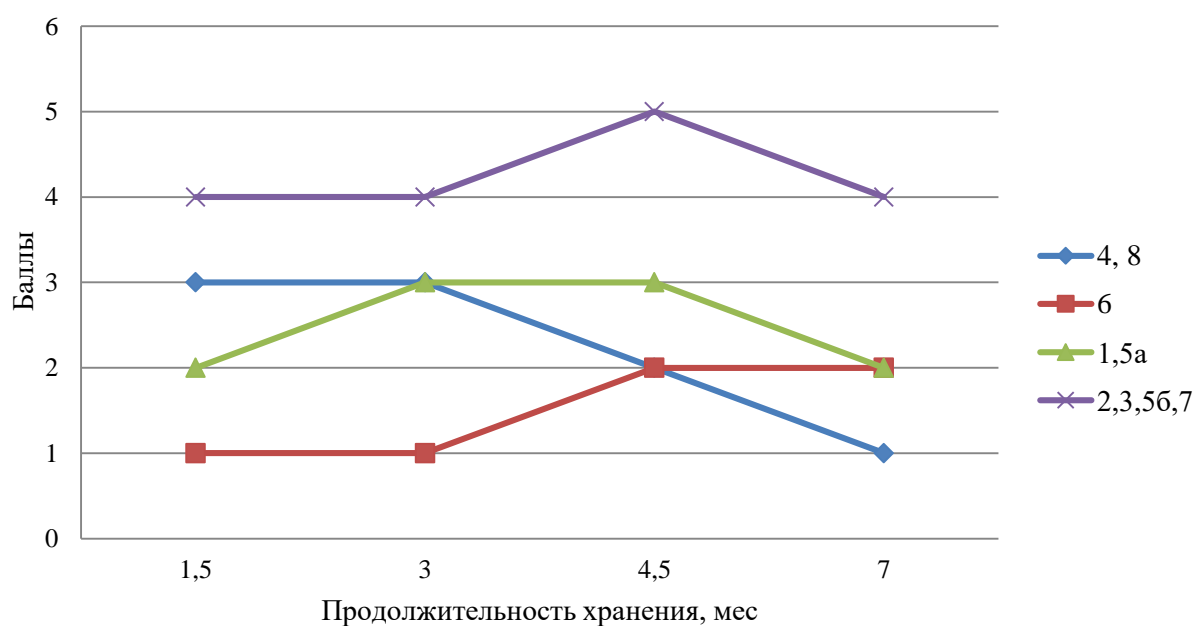


Рисунок 3.5 – Изменение органолептических свойств соленой продукции из сардины тихоокеанской (иваси)

Образцы, полученные с использованием рецептов № 4 и 8 (содержащие раствор уксусной кислоты), напротив, после 1,5 мес. хранения отличались приемлемыми органолептическими показателями, которые резко ухудшились впоследствии, и уже через 4,5 мес. соленая рыба приобрела мажущую консистенцию. Подобное изменение органолептических показателей вероятно связано с наличием в посольной смеси уксусной кислоты, которая оказывает негативное воздействие на мясо рыбы, придавая ему рыхлую, мажущую консистенцию.

Все экспериментальные образцы с добавлением растительных ингибиторов отличались хорошими органолептическими показателями, что обусловлено ингибированием ферментов.

Динамика показателя буферности, характеризующего уровень биохимических изменений образцов соленой рыбы в хранении, представлена на рис. 3.6.

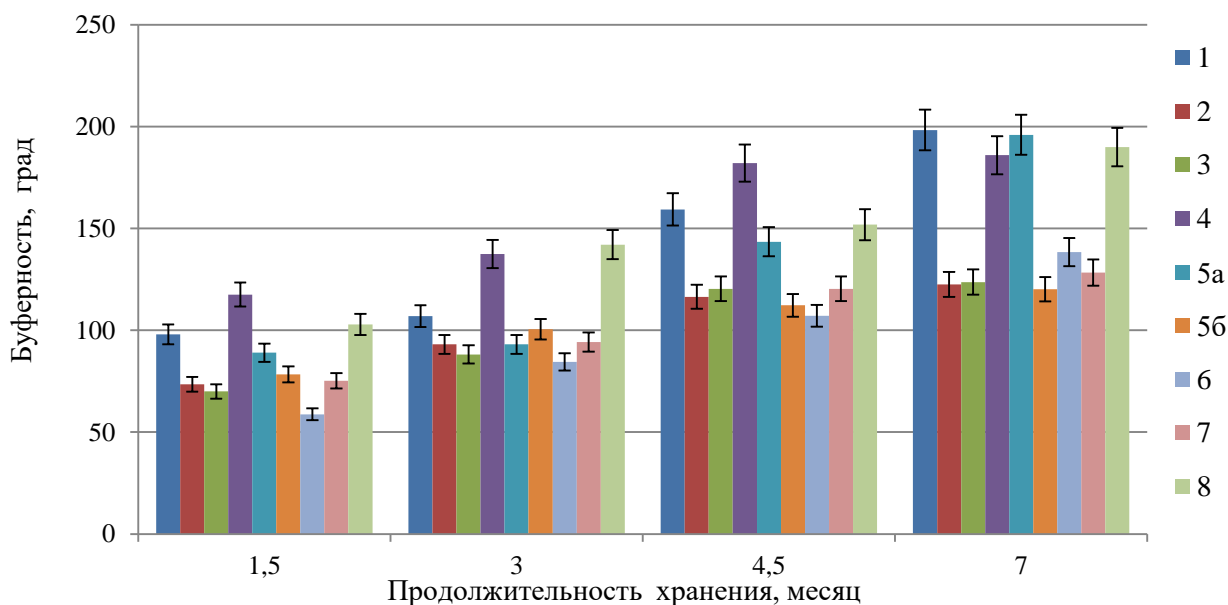


Рисунок 3.6 – Показатель буферности соленой продукции из сардины тихоокеанской (иваси), град

Как видно из представленных данных, значения буферности образцов, полученных при посоле с применением растительных белковых ингибиторов

(картофельного и рисового), заметно отличались в меньшую сторону от остальных. На 7-м месяце хранения образцы соленой рыбы характеризовались биохимическими показателями, описанными для стадии «активного дозревания», тогда как образцы, изготовленные по традиционной технологии или с включением в состав рецептуры уксусной кислоты, характеризовались уровнем показателя буферности, соответствующим для «перезревшей» рыбы.

На начальном этапе хранения образец с использованием в качестве сырья разделанной рыбы (иваси) отличался низкими значениями буферности, которые можно трактовать как рыба в «начале созревания». Изменение буферности при хранении данного образца было минимальным по сравнению с остальными образцами.

Для расчета эффективности влияния биорегуляторов на процесс созревания соленой сардины были использованы значения буферности в исследуемых образцах соленой рыбы на 7-м месяце хранения. Контрольный образец был приготовлен с посольной смесью № 1. Расчет эффективности биорегуляторов вели относительно контрольного образца и используя данные рис. 3.7.

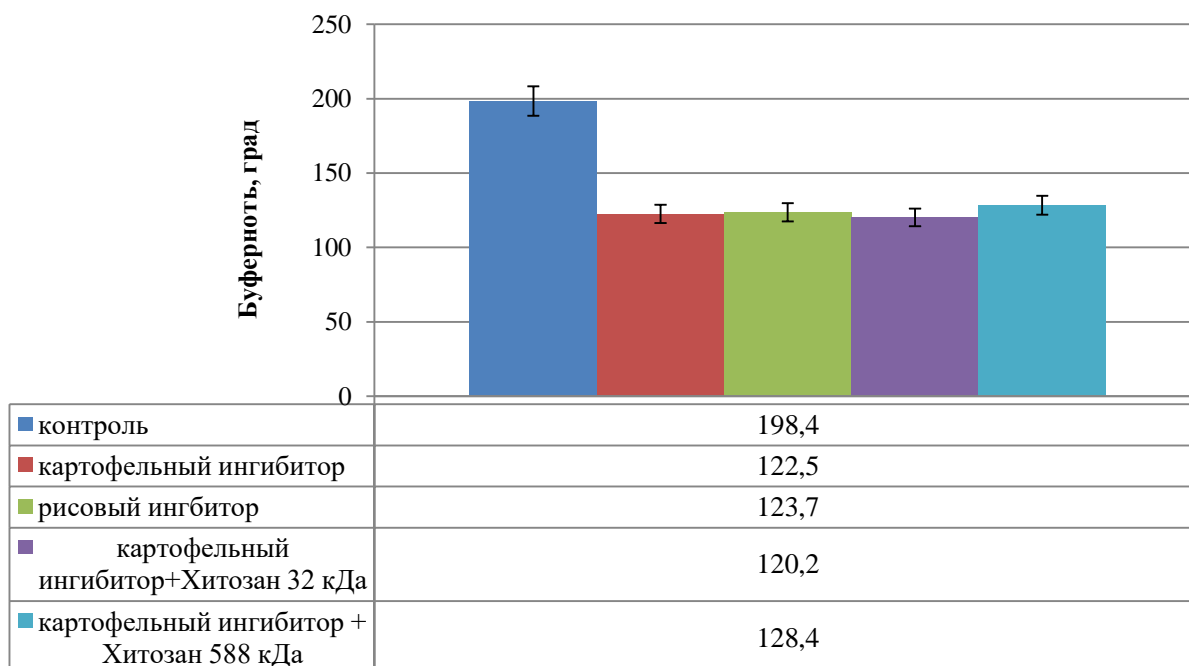


Рисунок 3.7 –Влияние биорегуляторов на буферность в технологии соленой сардины тихоокеанской (иваси), град

Эффективность ингибирования протеолитических ферментов при использовании биорегуляторов составляет в среднем около 40 %. Стоит отметить более эффективный процесс ингибирования при совместном использовании низкомолекулярного хитозана и растительного ингибитора.

Исследования процесса протеолиза соленой продукции из сардины тихоокеанской (иваси) в процессе хранения показали следующее (табл. 3.10-3.13).

В первый месяц хранения процесс протеолиза происходит почти независимо от внесенных добавок. Стоит отметить более высокий показатель степени протеолиза для образца № 8 (приготовленный как контроль, но с добавлением уксусной кислоты), что объясняется стимулирующим действием кислоты на активность катепсинов мышечной ткани сардины иваси. Если сравнивать степень протеолиза образцов № 8 и 4, то можно заключить, что добавление хитозана способствует некоторому замедлению разрушения белкового компонента (табл. 3.10).

Таблица 3.10 – Показатели протеолиза белков при хранении соленой сардины тихоокеанской, 1 мес. хранения

№ образца	$N_{\text{общ}}, \%$	Белок, % $N_{\text{общ}} \times 6,25$	Белковый азот, % к $N_{\text{общ}}$	$N_{\text{нб}}, \%$	Степень протеолиза, % $N_{\text{нб}} / N_{\text{общ}}$
1	$3,10 \pm 0,01$	19,3	91,5	$0,261 \pm 0,002$	8,4
2	$3,08 \pm 0,02$	19,2	92,8	$0,221 \pm 0,003$	7,1
3	$3,25 \pm 0,03$	20,3	92,9	$0,232 \pm 0,001$	7,1
4	$3,09 \pm 0,01$	19,3	90,0	$0,308 \pm 0,004$	9,9
5a	$2,89 \pm 0,02$	18,0	91,2	$0,255 \pm 0,001$	8,8
5б	$2,92 \pm 0,01$	18,2	92,5	$0,217 \pm 0,003$	7,4
6	$2,80 \pm 0,02$	17,5	95,4	$0,128 \pm 0,002$	4,5
7	$3,07 \pm 0,02$	19,1	92,5	$0,237 \pm 0,004$	7,7
8	$2,07 \pm 0,01$	12,9	89,3	$0,221 \pm 0,002$	10,6

Таблица 3.11 – Показатели протеолиза белков при хранении соленой сардины тихоокеанской, 2 мес. хранения

№ образца	N _{общ} , %	Белок, % N _{общ} × 6,25	Белковый азот, % к N _{общ}	N _{нб} , %	Степень протеолиза, % N _{нб} / N _{общ}
1	2,34±0,02	14,6	88,9	0,258±0,002	11,0
2	2,36±0,01	14,7	92,2	0,182±0,004	7,7
3	2,20±0,03	13,7	91,3	0,165±0,002	7,5
4	2,33±0,01	14,5	89,8	0,236±0,001	10,1
5a	2,01±0,02	12,5	88,6	0,228±0,001	11,3
5б	2,42±0,01	15,1	92,2	0,187±0,003	7,7
6	2,26±0,03	14,1	95,0	0,113±0,002	5,0
7	2,40±0,02	15,0	91,8	0,195±0,003	8,1
8	2,38±0,01	14,9	88,2	0,279±0,004	11,7

После двух месяцев хранения соленой продукции наименьшая степень протеолиза установлена для образца № 6 (рыба с удаленными внутренностями), а также для образцов с добавлением ингибиторов созревания (образцы №2, 3 и 5б). По данным табл. 3.11 можно заключить, что хитозан, добавленный в систему, рыба-соль-тузлук – уксусная кислота способствует замедлению протеолиза: так, сравнение однотипных образцов № 8 (без хитозана) и № 4 (то же, но с хитозаном) показывает, что такая тенденция имеется. Возможно, это указывает на то, что хитозан может вступать в реакцию с протеолитическими ферментами, образуя комплекс. Подтверждением этого служат результаты, полученные при использовании воздействия УФ-излучения на свободный и иммобилизованный на матрице хитозана трипсин, которые позволили установить, что ферментативная активность свободного фермента под воздействием УФ-излучения уменьшилась в большей степени, чем у иммобилизованного, при этом испытывались хитозаны производства ЗАО «Биопрогресс» – среднемолекулярный (ММ 200 кДа) и высокомолекулярный (ММ 350 кДа) (Холявка и др., 2017). В

целом наименьшую степень протеолиза обеспечивают ингибиторы протеолиза (как картофельный, так и рисовый).

Таблица 3.12 – Показатели протеолиза белков при хранении соленой сардины тихоокеанской, 3 мес. хранения

№ образца	$N_{\text{общ}}, \%$	Белок, % $N_{\text{общ}} \times 6,25$	Белковый азот, % к $N_{\text{общ}}$	$N_{\text{нб}}, \%$	Степень протеолиза, % $N_{\text{нб}} / N_{\text{общ}}$
1	$2,16 \pm 0,02$	13,5	85,0	$0,325 \pm 0,004$	15,0
2	$2,00 \pm 0,01$	12,5	89,0	$0,219 \pm 0,001$	10,9
3	$2,01 \pm 0,02$	12,5	89,0	$0,223 \pm 0,002$	11,1
4	$2,15 \pm 0,03$	13,4	82,9	$0,368 \pm 0,004$	17,1
5а	$1,97 \pm 0,03$	12,3	86,0	$0,275 \pm 0,003$	13,9
5б	$1,94 \pm 0,01$	12,1	89,1	$0,210 \pm 0,002$	10,8
6	$2,02 \pm 0,02$	12,7	92,5	$0,152 \pm 0,001$	7,5
7	$1,90 \pm 0,03$	11,8	88,0	$0,228 \pm 0,003$	12,0
8	$1,85 \pm 0,02$	11,6	81,7	$0,338 \pm 0,004$	18,2

После 3 мес. хранения (табл. 3.12) степень протеолиза увеличилась; количество белков, которые сохранили структуру, уменьшилось на 3-6 %. Наименьший протеолиз – 10-12 % – обусловлен действием картофельного (образцы № 2, 5б и 7) и рисового (образец № 3) ингибиторов. Влияние хитозана при хранении соленой продукции в течение 3 мес. не столь значительно (образцы № 8 и 4). Тем не менее отмечено положительное совместное действие хитозана и картофельного ингибитора на сохранность белковой составляющей (образец № 5б).

Как следует из полученных результатов, использование ингибиторов протеолиза, в том числе с хитозаном, приводит к заметному торможению процессов разрушения белков. При более продолжительном хранении в течение 7 мес. установлены ещё более существенные различия в образцах. Образцы с

растительными ингибиторами характеризовались степенью протеолиза практически в два раза ниже, чем без них (табл. 3.13).

Таблица 3.13 – Показатели протеолиза белков при хранении соленой сардины тихоокеанской, 7 мес. хранения

№ образца	$N_{\text{общ}}, \%$	Белок, % $N_{\text{общ}} \times 6,25$	Белковый азот, % к $N_{\text{общ}}$	$N_{\text{нб}}, \%$	Степень протеолиза, % $N_{\text{нб}} / N_{\text{общ}}$
1	$2,28 \pm 0,03$	14,2	76,3	$0,541 \pm 0,002$	23,7
2	$2,33 \pm 0,01$	14,5	88,8	$0,261 \pm 0,004$	11,2
3	$2,20 \pm 0,01$	13,8	87,2	$0,280 \pm 0,001$	12,7
4	$2,60 \pm 0,02$	16,2	81,4	$0,482 \pm 0,002$	18,5
5a	$2,39 \pm 0,03$	14,9	79,7	$0,484 \pm 0,003$	20,2
5б	$2,23 \pm 0,02$	13,9	87,4	$0,281 \pm 0,001$	12,6
6	$2,17 \pm 0,03$	13,5	91,3	$0,189 \pm 0,001$	8,7
7	$2,13 \pm 0,01$	13,3	87,1	$0,275 \pm 0,002$	12,9
8	$2,19 \pm 0,02$	13,7	78,3	$0,475 \pm 0,003$	21,6

Динамика изменения степени протеолиза соленой продукции из сардины тихоокеанской в зависимости от наличия биорегуляторов (ингибиторов и хитозана) представлена на рис. 3.8.

Стоит отметить существенную разницу в динамике изменения степени протеолиза у контрольного и всех экспериментальных образцов, которая явно начинает прослеживаться со 2 мес. хранения. Таким образом, можно сделать вывод, что именно со 2-го мес. хранения соленой сардины начинается активная работа протеолитических ферментов внутренних органов, и в этом случае наблюдается явное их ингибирование при использовании биорегуляторов. Стоит также отметить сходимость результатов ингибирования для обоих растительных биорегуляторов.

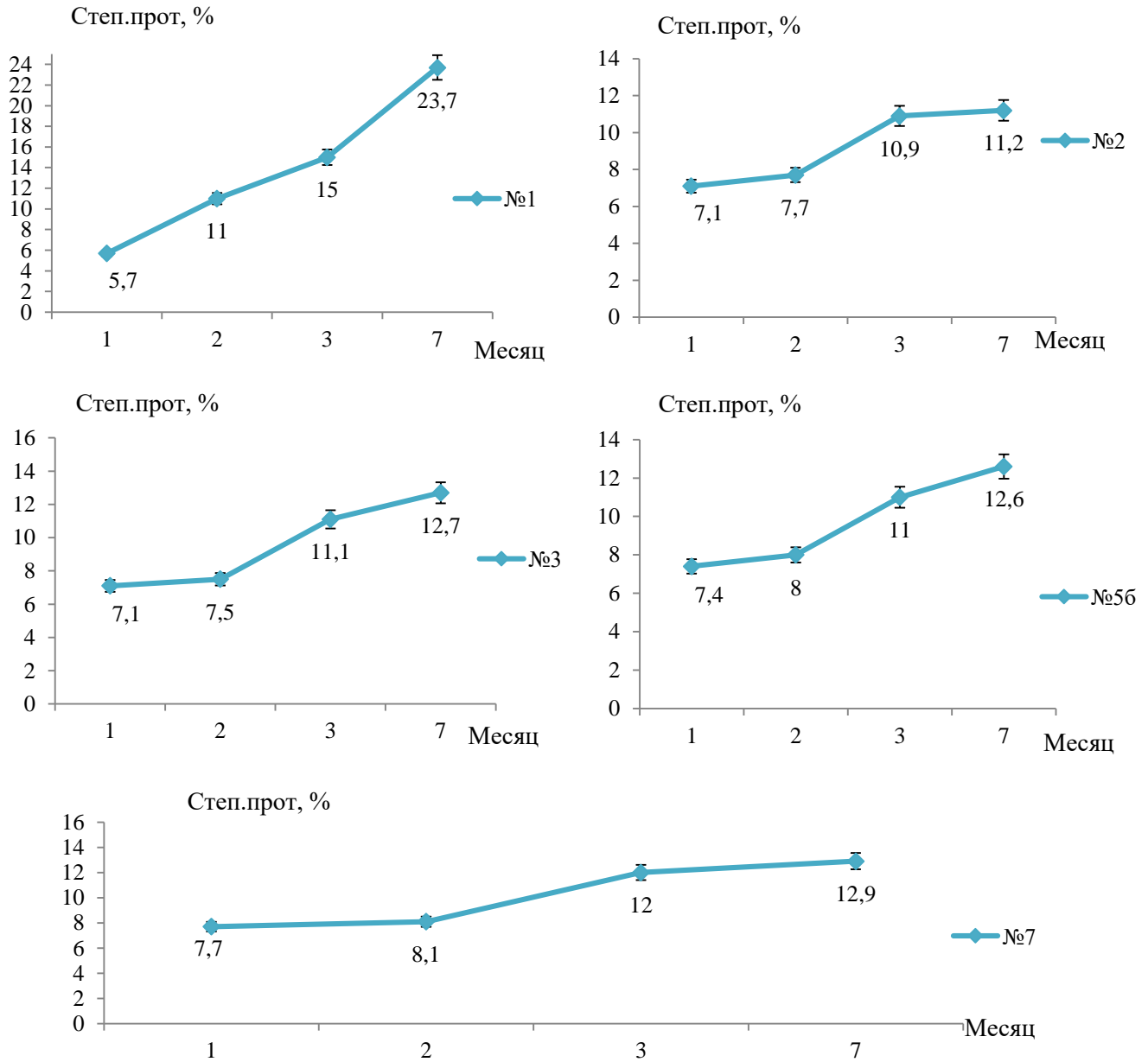


Рисунок 3.8 - Динамика изменения степени протеолиза соленой продукции из сардины тихоокеанской в зависимости от наличия биорегуляторов (ингибиторов и хитозана)

Для определения эффективности влияния биорегуляторов на процесс созревания соленой сардины по степени протеолиза (рис. 3.9) использовали данные табл. 3.10 и 3.13 за 1- и 7-й месяцы хранения.

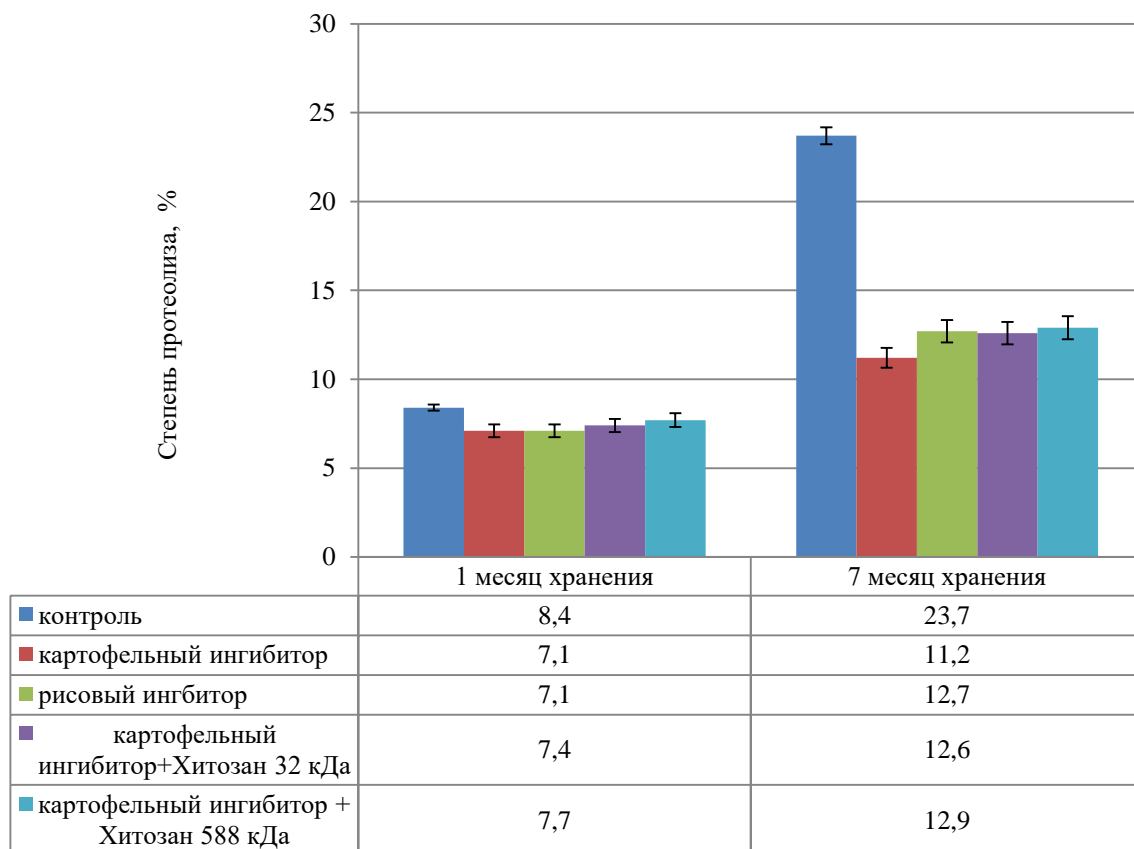


Рисунок 3.9 –Влияние биорегуляторов на протеолиз в технологии соленой сардины тихоокеанской (иваси), %

Эффективность снижения протеолиза, рассчитанная как отношение степени протеолиза на 7-м месяце хранения к начальному, была от 53 до 42 % в зависимости от используемого биорегулятора. Наиболее эффективное снижение протеолиза наблюдалось при совместном использовании низкомолекулярного водорастворимого хитозана и растительного белкового ингибитора.

Данные по микробиологическим показателям образцов соленой продукции из сардины тихоокеанской (КМАФАНМ), представленные на рис. 3.10, свидетельствуют о том, что по истечении 7 мес. хранения ни один из экспериментальных образцов не превысил допустимую норму безопасности для рыбных пресервов (10^5), регламентированную Техническими регламентами (ТР ТС 021/ 2011; ТР 040/2016).

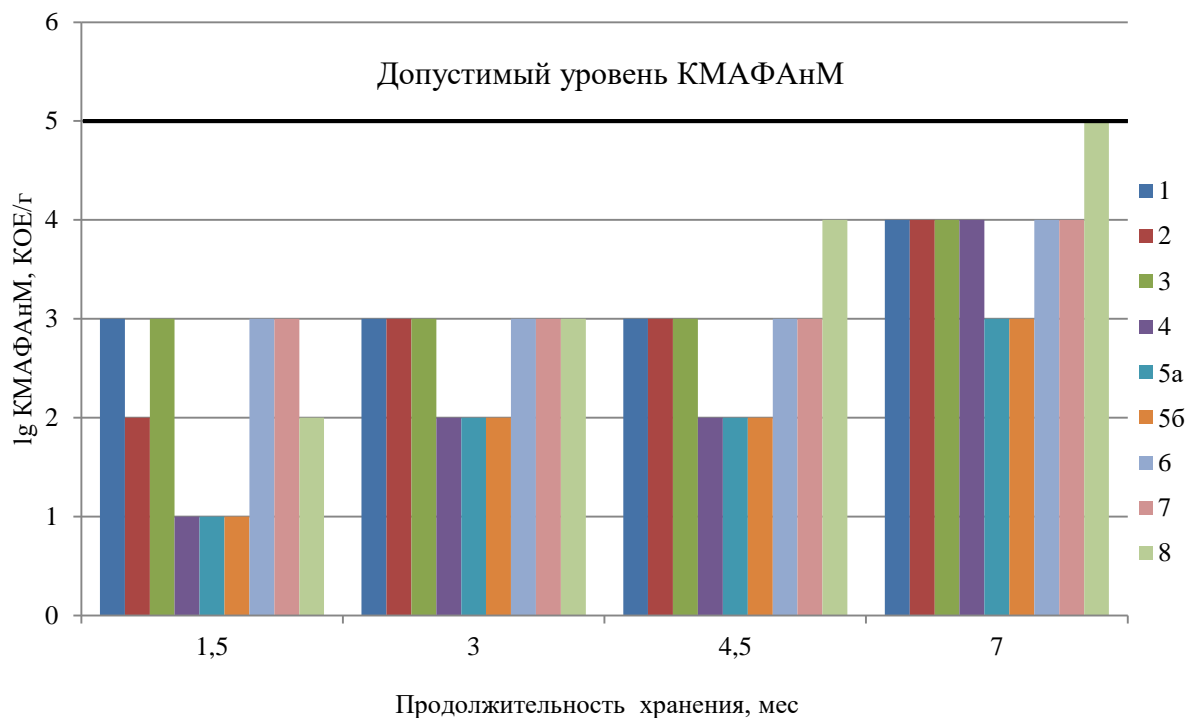


Рисунок 3.10 – Микробиологические показатели образцов соленой продукции из сардины тихоокеанской (иваси) – КМАФАНМ, КОЕ/г

Образцы № 5а, 5б с низкомолекулярным хитозаном, включенным в состав посольной смеси, характеризовались самой низкой степенью обсемененности (10^3). Образцы № 1, 2, 3 и 6 с включенным в состав рецептуры консервантом (БКН) демонстрировали стабильность по микробиологическим показателям в хранении. Данные наблюдений показали, что в результате посевов в образцах с низкомолекулярным хитозаном и БКН было отмечено очень слабое развитие микроорганизмов, характеризующееся их слабым ростом в виде мелких клеток (колоний). Данный факт в образцах № 5а, 5б объясняется доказанными ранее барьерными свойствами хитозана, ингибирующего микробную активность соленой рыбопродукции в хранении (Максимова, Сафронова, 2010; Полещук и др., 2018).

Окисление липидов мышечной ткани в соленой продукции во время хранения определяли по динамике накопления МДА (рис. 3.11), начиная с 3 мес. хранения.

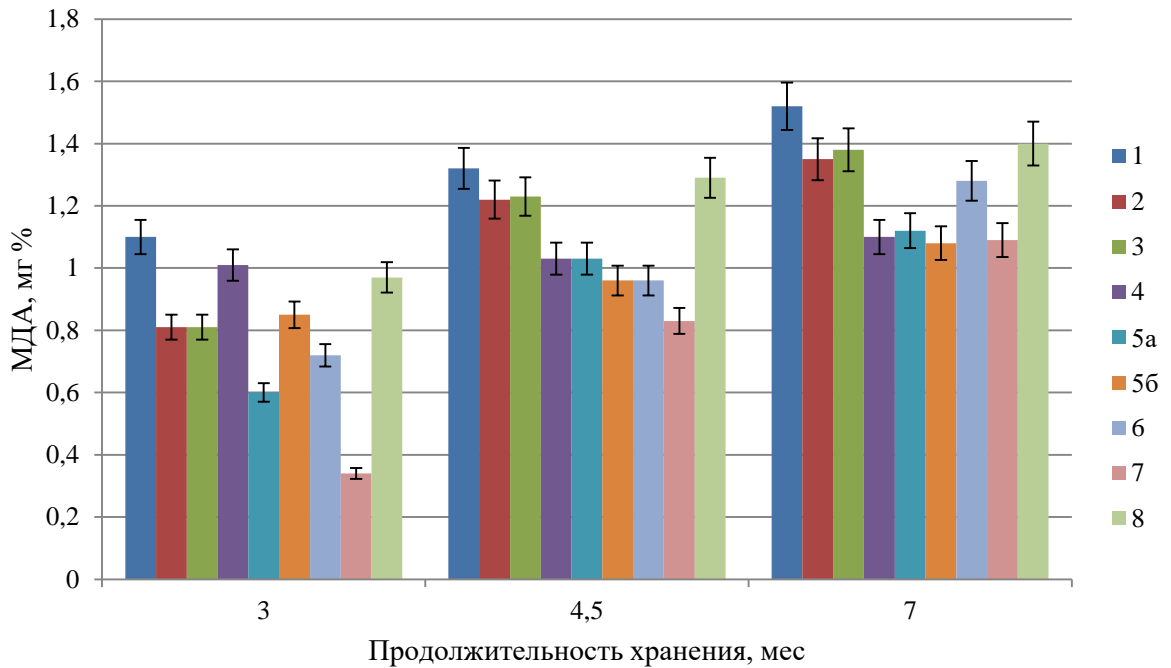


Рисунок 3.11 – Динамика накопления малонового диальдегида в соленой продукции из сардины тихоокеанской (иваси), мг %

Представленные результаты свидетельствуют о развитии окислительных процессов во всех исследуемых образцах. Показательным в данном случае является сравнение двух образцов (№ 4 и 7), различие которых заключается в наличии в составе образца № 4 уксусной кислоты. На начальном этапе кислая среда явилась катализатором процессов окисления во всех образцах с ее присутствием. При этом наиболее стабильным оказался образец № 7 с высокомолекулярным хитозаном. Тем не менее образец с кислотой и высокомолекулярным хитозаном в дальнейшем стабилизировался по динамике окисления, что, по всей видимости, связано с влиянием высокомолекулярного хитозана, который оказывает наиболее существенное антиокислительное воздействие. Стоит отметить, что и низкомолекулярный хитозан проявлял заметное антиокислительное действие в период хранения.

Для определения эффективности влияния биорегуляторов на процесс окисления соленой сардины в течение хранения (рис. 3.12) использовали данные рис. 3.11 за 3- и 7-й месяцы хранения.

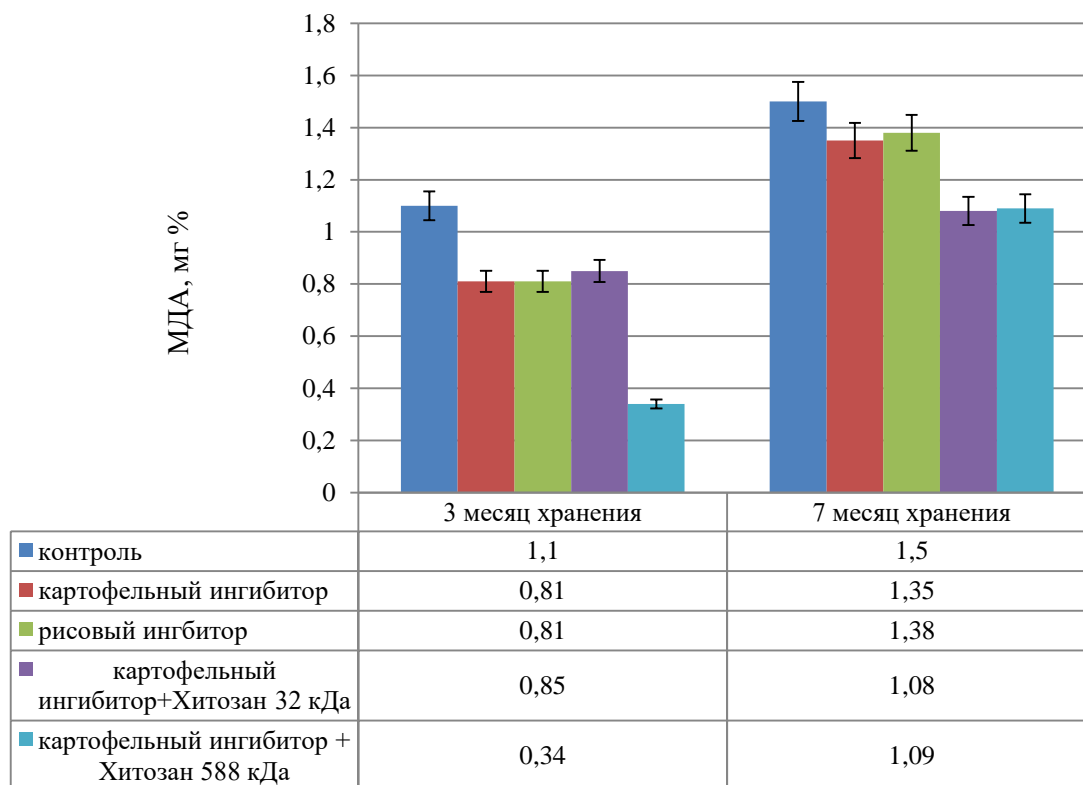


Рисунок 3.12 –Влияние биорегуляторов на окисление липидов в технологии соленой сардины тихоокеанской (иваси), мг %

На 3-м месяце хранения эффективность снижения окисления по сравнению с контролем в образцах с картофельным и рисовым ингибитором составила 27 %, в образце с картофельным ингибитором и хитозаном 32 кДа – 22 %. Наибольшее снижение окисления – 69 % – проявлялось в образце с картофельным ингибитором и хитозаном 588 кДа.

На 7-м месяце хранения снижение окисления в образцах с картофельным и рисовым ингибитором составило от 8 до 9 %. В образцах с хитозаном окисление уменьшалось в среднем на 27 %.

Таким образом, наибольшая эффективность по снижению окисления для биорегуляторов растительного происхождения проявлялась на 3-м месяце хранения. Образцы с добавлением растительного ингибитора и хитозана разной молекулярной массы проявили большую эффективность на всем протяжении наблюдений.

Установлено, что содержание соли в образцах составило от 6,3 до 7,2 %. Образцы № 5а, 5б, полученные с использованием низкомолекулярного хитозана, содержали поваренную соль в количестве соответственно 6,4 и 6,6 %.

Эффективность использования биорегуляторов в технологии соленой сардины тихоокеанской представлена в табл. 3.14.

Таблица 3.14 – Эффективность использования биорегуляторов в технологии соленой сардины тихоокеанской по сравнению с контрольным образцом на 7-ом месяце хранения, %

Биорегулятор	Снижение буферности	Снижение степени протеолиза	Снижение МДА
Картофельный ингибитор + хитозан 32 кДа	40	53	27
Картофельный ингибитор	40	42	8
Рисовый ингибитор	40	42	8

Полученные данные были обработаны и представлены в виде шкалы предпочтительности качества соленой продукции. При этом была учтена значимость отдельных показателей качества через обоснованные коэффициенты. Описание уровней данной шкалы базируется на следующих показателях: органолептического показателя, буферности, степени протеолиза, уровня накопления МДА, уровня КМАФАнМ (табл. 3.15). Каждый показатель градуируется от 1 до 5, значения при этом ухудшаются по мере его снижения. Для сопоставимости результатов исследований значения органолептической оценки соответствовали характеристикам с разработанной балльной шкалы (Приложение Б).

Таблица 3.15 – Шкала предпочтительности качества соленой продукции

Показатель	Словесная и цифровая характеристика шкалы				
	5 баллов	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Органолептические показатели	Соответствуют показателям разработанной балльной шкалы				
Буферность, град	До 130	130-145	145-165	165-185	185-200
Степень протеолиза, %	До 11	11-14	14-17	17-20	20-24
Уровень МДА, мг %	До 0,9	0,9-1,0	1,0-1,10	1,11-1,21	Более 1,21
Уровень КМАФАнМ, КОЕ/г	До $9 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^4$ - $5 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^4$ - $7 \cdot 10^4$	$7 \cdot 10^4$ - $1 \cdot 10^5$	Не более $1 \cdot 10^5$

Результаты обработки полученных экспериментальных данных представлены в виде сводной таблицы балльной оценки показателей качества соленой продукции из сардины тихоокеанской (иваси) на 7-м месяце хранения (табл. 3.16).

Таблица 3.16 – Сводная таблица оценки показателей качества соленой продукции из сардины тихоокеанской (иваси) на 7-м месяце хранения, баллы

№ образца	Органолептическая оценка	Буферность	Степень протеолиза	МДА	М/б	Средняя оценка
1	2	1	1	1	2	1,4
2	4	5	4	1	3	3,4
3	4	5	4	1	3	3,4
4	1	1	2	3	2	1,8
5а	2	1	1	2	5	2,2
5б	4	5	4	3	5	4,2
6	2	4	5	1	1	2,6
7	4	5	4	3	2	3,6
8	1	1	1	1	1	5

Для соответствующей оценки качества полученных экспериментальных образцов предложено использовать комплексный показатель качества (КПК), включающий следующие частные отклики: органолептика (*Org*), буферность

(БФ); степень протеолиза (СП); малоновый диальдегид (МДА); микробиология (М/б).

Исходя из разноимённого физического смысла частных откликов предложено характеризовать КПК общим количеством баллов, рассчитываемых для каждого указанного выше отклика по формуле (3.1):

$$КПК = v_1 * Орг + v_2 * БФ + v_3 * СП + v_4 * МДА + v_5 * М/б, \quad (3.1)$$

где v_1-v_5 – весовые коэффициенты, ранжированные по значимости.

С учётом принципа аддитивности КПК следует, что каждый индивидуальный отклик продукта должен быть объективно и количественно рассчитан в той же системе оценки, т.е. в баллах.

Наиболее целесообразной является сумма 25 баллов, что следует из логического расчёта: каждый из пяти вышеуказанных частных откликов будет иметь предельное (минимальное) значение, равное 5 баллам.

Установление количественной оценки весовых коэффициентов проводится с использованием метода квалиметрии (метод экспертных оценок).

Прежде всего определяются исходные величины значимостей (a_{1-5}), в ходе экспериментальных исследований нами были присвоены каждому из частных откликов КПК по десятибалльной шкале от 0 до 10, а затем их нормируем в диапазоне [0-1], обозначая их буквой α_i (альфа) (Гроховский, 2012).

По известной методике сначала определяют сумму величин значимостей $\sum_{i=1}^n a_i$ всех частных критериев КПК, а затем проводят нормирование каждой величины значимости i по формуле (3.2):

$$a_i = a_i / \sum_{i=1}^n a_i. \quad (3.2)$$

Контроль: $\sum_{i=1}^n a_i = 1$

Далее определяют весовые коэффициенты v_i для частных откликов K_{IIi} .

Таким образом $v_i = 5 \cdot a_i$ с общим контролем $\sum_{i=1}^n v_i = 5$

В табл. 3.17 представлен расчет весовых коэффициентов к частным откликам по экспериментальным образцам.

Таблица 3.17 – Расчет весовых коэффициентов к частным откликам экспериментальных образцов

Критерий	Коэффициент	
	a_i	b
Орг	9	1,07
БФ	8	0,95
СП	8	0,95
МДА	7	0,83
М/б	10	1,19

Завершающий расчет КПК делается для каждого экспериментального образца на 7-м месяце хранения:

$$\text{КПК 1} = 1,07*2 + 0,95*1 + 0,95*1 + 0,83*1 + 1,19*2 = 7,25 \text{ балла};$$

$$\text{КПК 2} = 1,07*4 + 0,95*5 + 0,95*4 + 0,83*1 + 1,19*3 = 17,23 \text{ балла};$$

$$\text{КПК 3} = 1,07*4 + 0,95*5 + 0,95*4 + 0,83*1 + 1,19*3 = 17,23 \text{ балла};$$

$$\text{КПК 4} = 1,07*1 + 0,95*1 + 0,95*2 + 0,83*3 + 1,19*2 = 8,79 \text{ балла};$$

$$\text{КПК 5a} = 1,07*2 + 0,95*1 + 0,95*1 + 0,83*2 + 1,19*5 = 11,65 \text{ балла};$$

$$\text{КПК 5б} = 1,07*4 + 0,95*5 + 0,95*4 + 0,83*3 + 1,19*5 = 21,27 \text{ балла};$$

$$\text{КПК 6} = 1,07*2 + 0,95*4 + 0,95*5 + 0,83*1 + 1,19*1 = 12,71 \text{ балла};$$

$$\text{КПК 7} = 1,07*4 + 0,95*5 + 0,95*4 + 0,83*3 + 1,19*2 = 17,7 \text{ балла};$$

$$\text{КПК 8} = 1,07*1 + 0,95*1 + 0,95*1 + 0,83*1 + 1,19*1 = 4,99 \text{ балла}.$$

Исходя из установленных границ вариабельности частных КПК, закономерной является градация общего КПК по уровню предлагаемой разработки, которая может быть дифференцирована следующим образом:

- 0-8,33 балла – низкий уровень качества экспериментальных образцов;
- 8,33-16,66 балла – средний уровень качества экспериментальных образцов;
- 16,66-25,0 балла – высокий уровень качества экспериментальных образцов.

Распределение исследуемых образцов по уровням качества на 7-м месяце хранения представлены на рис. 3.13.

На 7-м месяце хранения высокий уровень качества был отмечен в образцах с добавлением картофельного и рисового ингибиторов, а также с низкомолекулярным и высокомолекулярным хитозаном. Необходимо отметить, что образец № 1, который был приготовлен из неразделанной рыбы без применения биорегуляторов, характеризовался наиболее низким уровнем качества.

Сравнивая полученные данные, можно отметить, что все экспериментальные образцы с растительными ингибиторами показали схожие значения по влиянию на качественные показатели созревания соленой сардины тихоокеанской. Образцы с применением низкомолекулярного хитозана по комплексу антимикробных и антиокислительных свойств являются предпочтительнее образцов с высокомолекулярным хитозаном. Применение раствора кислоты для растворения высокомолекулярного хитозана оказало стимулирующее влияние на показатели протеолиза соленой сардины тихоокеанской, по всей видимости, стимулируя активность протеолитических ферментов за счет снижения pH.

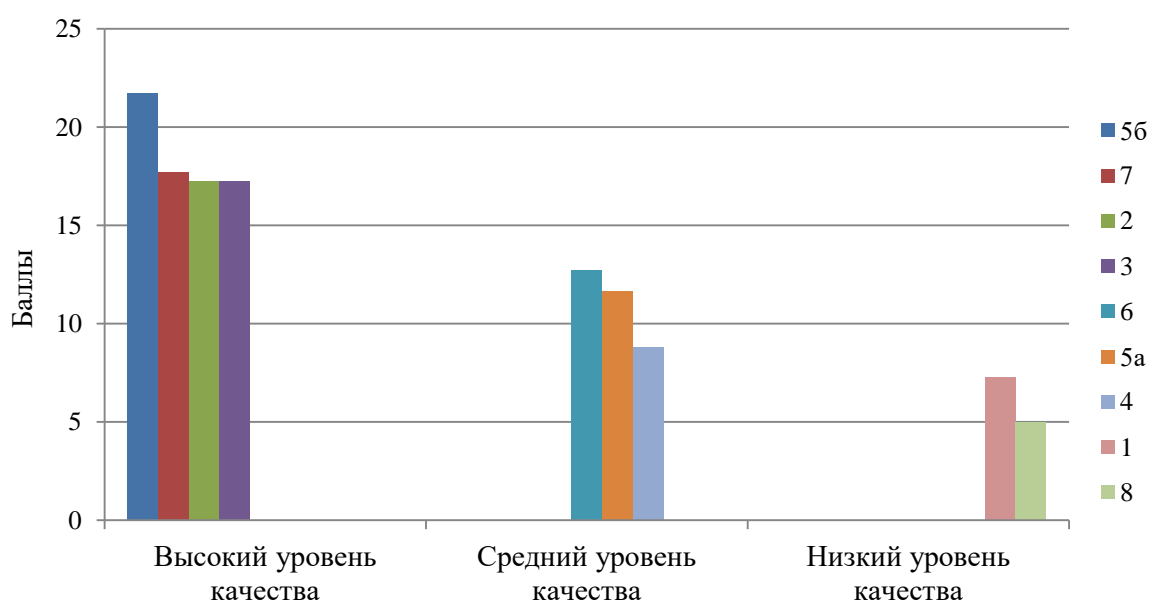


Рисунок 3.13 – Распределение исследуемых образцов по уровням качества на 7-м месяце хранения

На основе полученных данных можно сделать вывод о том, что использование в рецептуре посольной смеси биорегуляторов природного происхождения (ингибиторы из картофеля и рисовой полеры) позволяет обеспечить более высокие качественные показатели соленой продукции из сардины тихоокеанской за счет угнетения активных ферментов рыбы, что выражается в более длительном периоде ее годности, высоких органолептических свойствах.

Применение в составе посольной смеси водорастворимого низкомолекулярного хитозана дает возможность регулировать жизнедеятельность микроорганизмов, поддерживать их жизненные процессы на низком уровне, и, таким образом, можно полностью исключить использование консерванта химического происхождения (БКН). Помимо антимикробного эффекта хитозан способен оказывать выраженное антиокислительное действие, что особенно актуально для такого сырья, как сардина тихоокеанская (иваси). Являясь биологически активным веществом, хитозан позволяет придать готовому продукту функциональную направленность.

Принимая во внимание значения, полученные при оценке КПК, можно рекомендовать к использованию в рецептуре посольной смеси низкомолекулярный хитозан, а также ингибиторы из картофеля и рисовой полеры.

На основе проведенных исследований была обоснована рецептура посольной смеси с использованием низкомолекулярного хитозана и картофельного или рисового ингибитора и рекомендован посол сардины тихоокеанской (иваси) с ее применением (Пат. РФ № 2691571) (Приложение В).

Последовательность процесса производства соленой продукции из сардины тихоокеанской (иваси) представляет собой ряд технологических операций (рис. 3.14), основой является составление посольной смеси (Слущкая и др., 2018).

В качестве сырья используется сардина тихоокеанская (иваси) мороженая по качеству отвечающая требованию ТУ 9261-368-00472012-2015 «Сардина тихоокеанская (иваси). Технические условия».

Сардину тихоокеанскую (иваси) мороженую размораживали на воздухе до достижения в тканях рыбы низких положительных температур 0-2 °С. Затем рыбу отправляли на мойку, которую осуществляли проточной водой (до 14 °С) с целью удаления кровоподтеков и загрязнений.

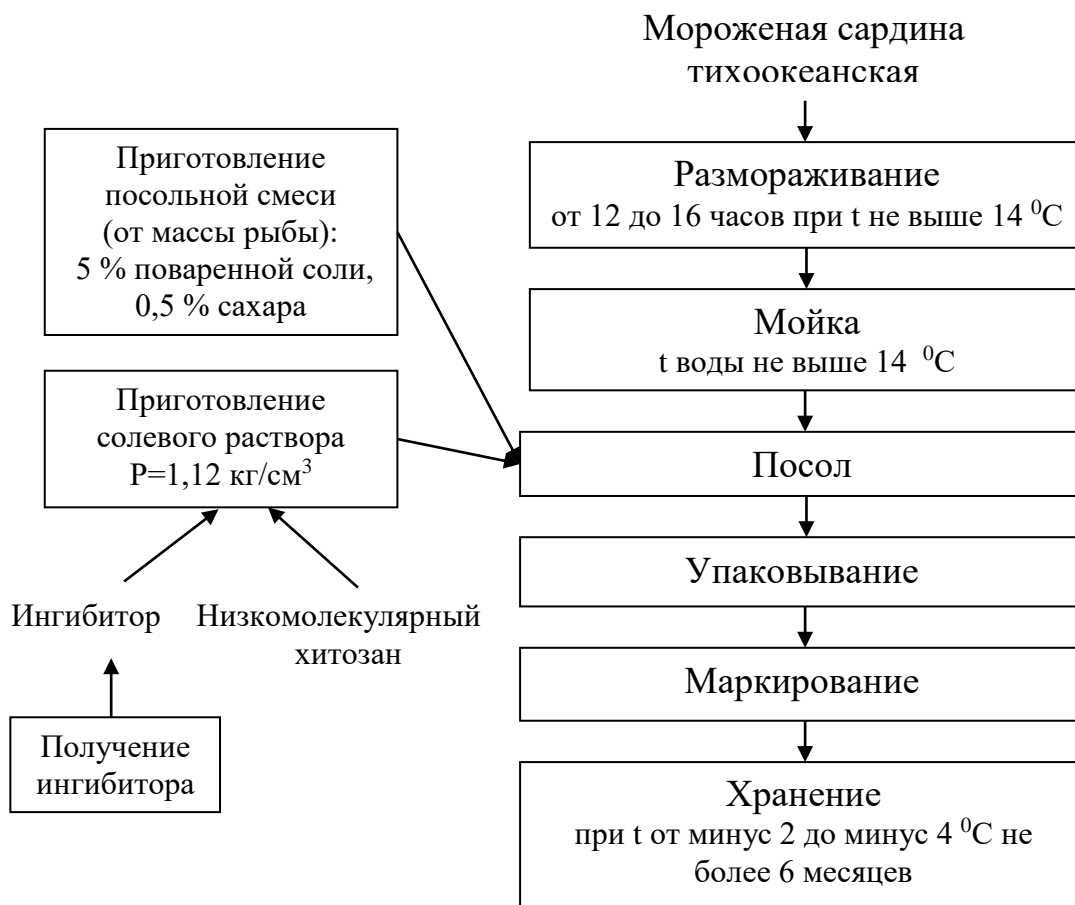


Рисунок 3.14 – Технология соленой продукции из мороженой сардины тихоокеанской

Заранее готовили посольную смесь из расчета на 1 кг рыбы (табл. 3.18).

Рыбу поштучно обволакивали посольной смесью и укладывали в тару параллельными взаимно-перекрещивающимися рядами наклонно, причем в ряду каждую рыбу по отношению к соседней – головной частью к хвостовой. Нижний ряд должен быть уложен спинками вниз, последующие ряды – спинками вверх.

Таблица 3.18 – Рецептuru посольной смеси, на 1 кг рыбы

Наименование компонента	Количество, г
Соль	50
Сахар-песок	5
Хитозан (32 кДа)	3

Оставшуюся после обвалки часть посольной смеси равномерно засыпали на верхний слой рыбы.

При укладывании рыбы в банки норма закладки компонентов на 1000 учетных банок указана в табл. 3.19.

Таблица 3.19 – Норма закладки компонентов в банки при посоле рыбы

Наименование	Кол-во на 1 тубу
Рыба, кг	215,2
Солевая заливка, л	107,6
Картофельный или рисовый ингибитор, кг	2,69

Солевую заливку готовили плотностью $1,12 \text{ г/см}^3$ путем растворения необходимого количества поваренной соли в воде.

В охлажденной до $0 \text{ }^\circ\text{C}$ солевой заливке (тузлук) предварительно был растворен белковый картофельный или рисовый ингибитор. Ингибитор готовили по известной технологии (ТУ 15-01 160292-97 «Ингибитор протеаз»).

Посоленную рыбу направляли в холодильную камеру для созревания при температуре от минус 2 до минус 4 $^\circ\text{C}$.

Проведенные исследование микробиологической безопасности соленой продукции из сардины тихоокеанской свидетельствовали о ее низкой степени микробиологической обсемененности (рис. 3.15).

Из представленных данных видно, что на первом этапе хранения соленой продукции общая и солеустойчивая микрофлора имела тенденцию к росту до 10^2 кл., через 3,0-4,5 мес. хранения наблюдалась стабилизация развития микрофлоры, а впоследствии небольшое ее увеличение. При этом показатель КМАФАнМ за

исследуемый период не превысил нормативные значения, установленные требованиям Технического регламента Евразийского экономического союза ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбных продуктов», что, на наш взгляд связано с антимикробным эффектом хитозана. Полученные нами результаты согласуются с известными литературными данными (Максимова, Сафронова, 2010). В продукте отсутствовали бактерии группы кишечной палочки, *Staphylococcus aureus*, патогенные микроорганизмы, в том числе родов *Salmonella* и *Listeria*.

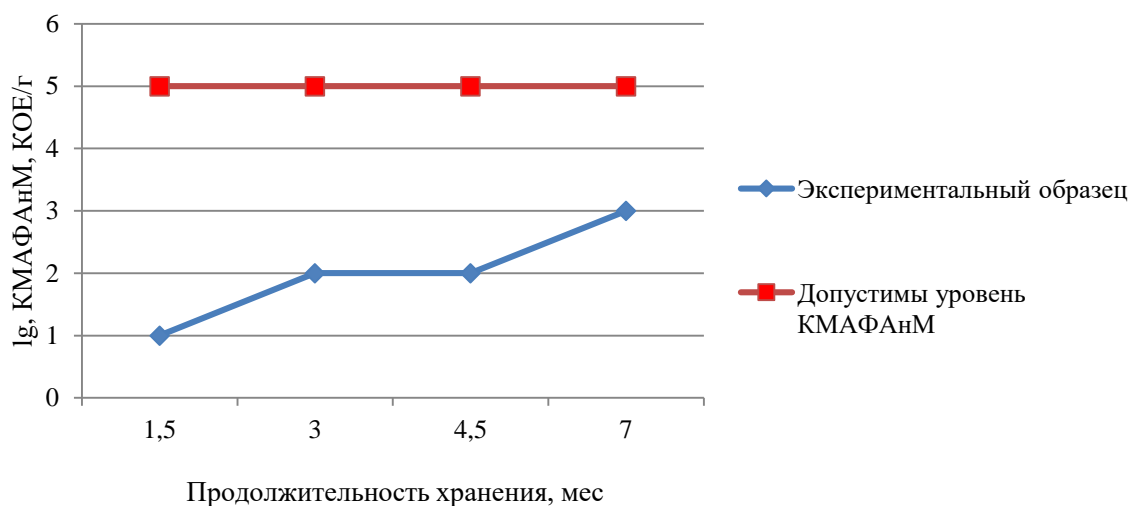


Рисунок 3.15 – Микробиологические показатели соленой продукции из мороженой сардины тихоокеанской при хранении (от минус 2 до минус 4 °С) (КМАФАнМ), КОЕ/г

Результаты наблюдений показали, что в посевах было отмечено очень слабое развитие микроорганизмов, характеризующееся их слабым ростом, в виде мелких клеток (колоний). Данный факт свидетельствует о присутствии в испытуемом продукте фактора, регулирующего жизнедеятельность микроорганизмов и позволяющего поддерживать их процессы на жизненном уровне. Таким фактором в соленой продукции из мороженой сардины тихоокеанской (иваси) можно считать хитозан. С учетом проведенных

микробиологических и биохимических исследований были установлены сроки годности соленой сардины – 6 мес. с учетом коэффициента запаса при температуре от минус 2 до минус 4 °С.

Исследования показали, что срок годности контрольного образца (без биорегуляторов) по совокупности органолептических и биохимических показателей составил не более 3-х месяцев.

Показатели общего химического состава и энергетической ценности соленой продукции из мороженой сардины тихоокеанской приведены в табл. 3.20.

Таблица 3.20 – Общий химический состав соленой продукции из сардины тихоокеанской (иваси) с хитозаном и картофельным ингибитором

Наименование показателя	Содержание в образце
Калорийность, ккал	192
Белки, г	17,4
Липиды, г	13,6
Вода, г	65,4
Минеральные вещества, г	3,6

Присутствие хитозана в количестве 0,3 % к массе рыбы повысило ценность пищевой системы, поскольку хитозан является функциональным ингредиентом. Минимальное рекомендуемое количество хитозана в сутки составляет 5 г согласно ГОСТ Р 52349–2005 «Продукты пищевые функциональные. Термины и определения» и МР 2.3.1.1915-04. При потреблении продукта, содержащего хитозан в количестве 15 % от рекомендуемой дозы, т.е. 0,7 г, можно позиционировать его как продукт функциональной направленности.

На соленую продукцию из сардины тихоокеанской разработан и утвержден СТО 00471515-055-2017 «Соленая продукция из сардины тихоокеанской» (Приложение Г).

3.3 Обоснование и разработка технологии кулинарной продукции из мороженой сардины тихоокеанской (иваси) с использованием хитозана

Основанием для проведения настоящих исследований является анализ научных данных по изучению влияния природных биорегуляторов (морских полисахаридов) на процессы окисления и структурообразования. В п. 3.2 показано, что применение хитозана в системе рыба-соль-тузлук существенно замедляет деструкцию липидов, что позволяет, во-первых, использовать мороженую тихоокеанскую сардину (иваси) для получения слабосоленой продукции длительного срока годности, а во-вторых, открывает определенные возможности для регулирования свойств других видов продуктов из сырья, отличающегося способностью к активным процессам окисления за счет особенностей состава уникальных липидов. Кроме того, известны структурообразующие свойства хитозана, что дает возможность применять этот полисахарид для создания целой группы продуктов с определенными качественными признаками из многих видов сырья, не обладающего соответствующими физико-химическими характеристиками. К такому виду сырья относится мороженая сардина тихоокеанская (иваси), мышечная ткань которой, кроме наличия активно окисляющихся липидов, отличается отсутствием способности к структурообразованию после измельчения. Одновременно, учитывая объем научных данных по возможности регулирования с помощью хитозана структуры разнообразных по составу систем, можно предположить возможность получения из мороженого сырья кулинарной продукции с определенными структурно-механическими свойствами. Использование для этой цели мороженой сардины тихоокеанской (иваси) позволит существенно расширить ассортимент пищевых продуктов из этого вида сырья (Максимова и др., 2019б).

Сырьем для разработки технологии кулинарной продукции из мороженой сардины тихоокеанской (иваси) являлись образцы со сроком хранения 3-4 мес.

при температурных условиях минус 18 °С и содержанием белка 20,4 %, а липидов – 28,3 %.

Исследования показали, что влагоудерживающая способность (ВУС) исходного материала составляла 53,2 %, а жирудерживающая способность (ЖУС) находилась в пределах 27-30 %. Согласно данным литературы измельченная мышечная ткань со значениями ВУС от 50-60 % может быть использована для получения рубленых кулинарных изделий (Рамбеза, Рехина, 1980).

Низкая ЖУС, в пределах 30 %, объясняется высоким содержанием липидов в мышечной ткани сардины тихоокеанской (иваси), и это явилось основанием для подбора жирудерживающих компонентов в рецептуре кулинарных изделий.

Установлено, что ткани сардины тихоокеанской характеризуются невысокими эластично-вязкими показателями: G' – модуль эластичности и G'' – модуль вязкости, соответственно 470 и 233 Па; вязкость – 12,4 Па•с, что приближено к значениям для тканей глубоководных рыб и значительно меньше, чем у минтая, ткани которого характеризуются более высокими эластично-вязкими показателями – 3600 (G') и 4300 Па (G'') (Рамбеза, Рехина, 1980).

Наличие высокого количества липидов в фаршевых системах при производстве кулинарных изделий может оказывать негативное действие на качество готовой продукции за счет активно протекающих окислительных процессов, в результате которых снижается ее органолептическая оценка.

Для улучшения органолептических свойств и повышения реологических характеристик фаршевых систем исследовали влияние жиропоглощающего компонента, в частности молок лососевых рыб, которые характеризуются высокой эмульгирующей способностью (Серпунина, Артюхова, 2006; Максимова и др., 2020).

Эксперименты проводились с разными соотношениями фарша из мышечной ткани сардины тихоокеанской (иваси) и молок лососевых (табл. 3.21).

Измельчение осуществляли на волчке с диаметром решетки 3 мм, компоненты смешивали в куттере в течение 2-4 мин до достижения однородной консистенции.

Таблица 3.21 – Соотношение мышечной ткани сардины тихоокеанской (иваси) и молок лососевых в фаршевых системах, %

№ образца	Фарш иваси	Молоки лососевых
1	100	0
2	85	15
3	75	25
4	65	35
5	55	45

Учитывая тот факт, что для кулинарных продуктов помимо реологических характеристик важным качественным показателем является органолептическая оценка, были проведены органолептические исследования полученных фаршевых систем (табл. 3.22) (Максимова и др., 2020).

Таблица 3.22 – Органолептическая оценка фаршевых систем из сардины тихоокеанской (иваси)

№ образца	Показатели качества фарша			
	Внешний вид	Цвет	Запах	Консистенция
1	Однородная масса	Серый	Специфический, с сильным запахом жира	Рыхлая
2	Однородная масса	Серый	Специфический, с сильным запахом жира	Липкая
3	Однородная масса	Серый с небольшими включениями розового	Приятный, ощущается белковый запах, запах жира не чувствуется	Липкая
4	Однородная масса	Серо-розовый	Приятный, преобладает белковый запах, запах жира не чувствуется	Липкая
5	Однородная масса	Серо-розовый	Приятный, сильный белковый запах, запах жира не чувствуется	Рыхлая

С учетом полученных данных по органолептической оценке для исследования реологических характеристик были отобраны образцы № 3-5, образец № 1 исследовали в качестве контрольного.

Исследования реологических характеристик фаршевых систем показали, что увеличение доли молок лососевых более 15 % приводит к снижению эластично-вязких показателей фаршевых систем, что можно наблюдать при анализе данных, приведенных на рис. 3.16 и 3.17 (Полещук и др., 2019).

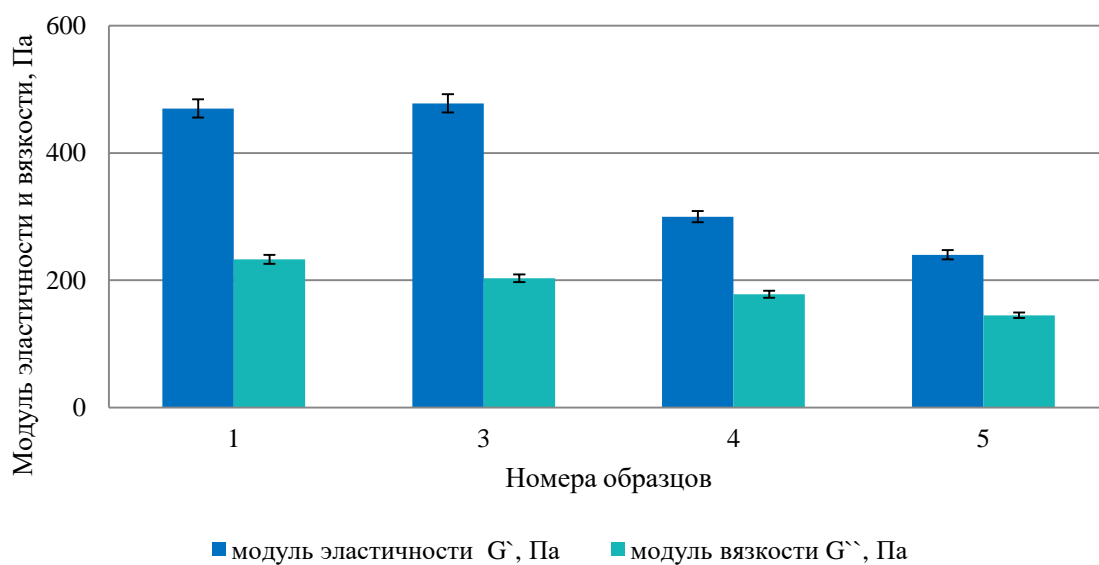


Рисунок 3.16 – Зависимость модуля эластичности и вязкости от состава фаршевых систем

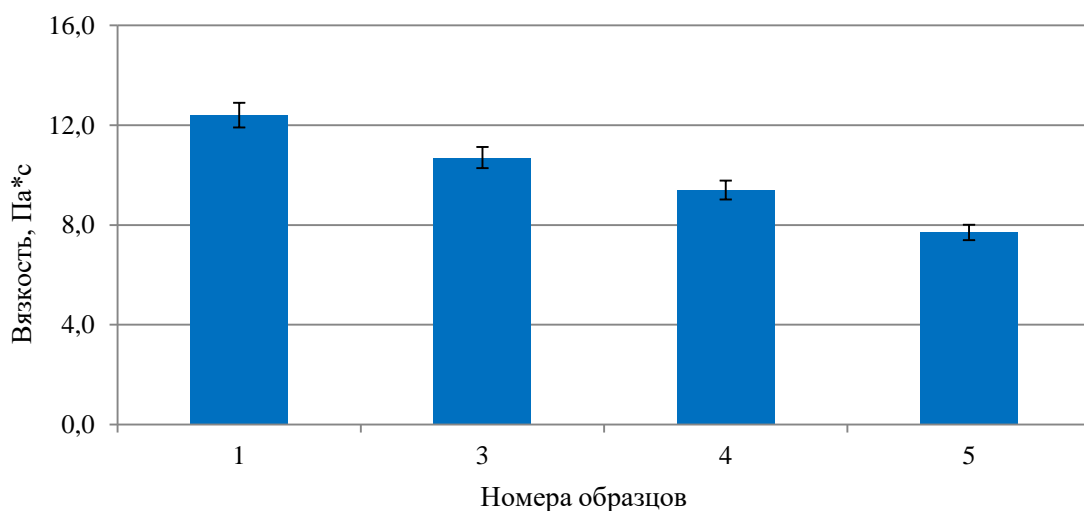


Рисунок 3.17 – Исследование показателя вязкости в фаршевых системах

Анализ данных, представленных на рис. 3.17 и 3.18, позволяет сделать вывод, что в образце № 3 произошло минимальное изменение прочностных свойств фаршевой системы, тогда как остальные исследуемые системы претерпели существенное ухудшение структурно-механических характеристик.

С целью замедления окислительных и микробиальных процессов, а также улучшения реологических характеристик в фаршевую систему вводили биополимер хитозан.

В работе использовали низкомолекулярный водорастворимый хитозан в количестве 1 % к общей фаршевой массе, как рекомендовано в литературе (Максимова, Сафронова, 2010; Максимова и др., 2017).

Были исследованы эластично вязкие показатели выбранной фаршевой системы (рис. 3.18 и 3.19) с добавлением хитозана, для сравнения был представлен образец без хитозана, но с аналогичным соотношением в фаршевой смеси компонентов (иваси : молоки).

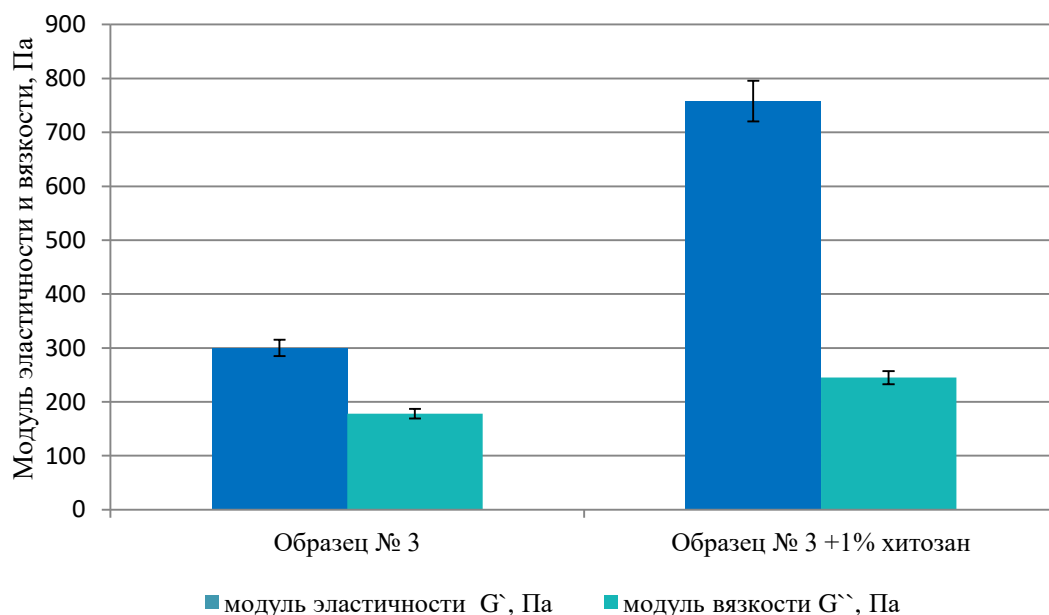


Рисунок 3.18 – Зависимость модуля эластичности и вязкости от состава фаршевых систем

Как видно из данных, представленных на рис. 3.18 и 3.19, внесение в фаршевую систему хитозана приводило к повышению модуля эластичности на 152,0 % и модуля вязкости на 37,6 %, вязкость в экспериментальном образце увеличилась на 17,0 % (Полещук, 2018).

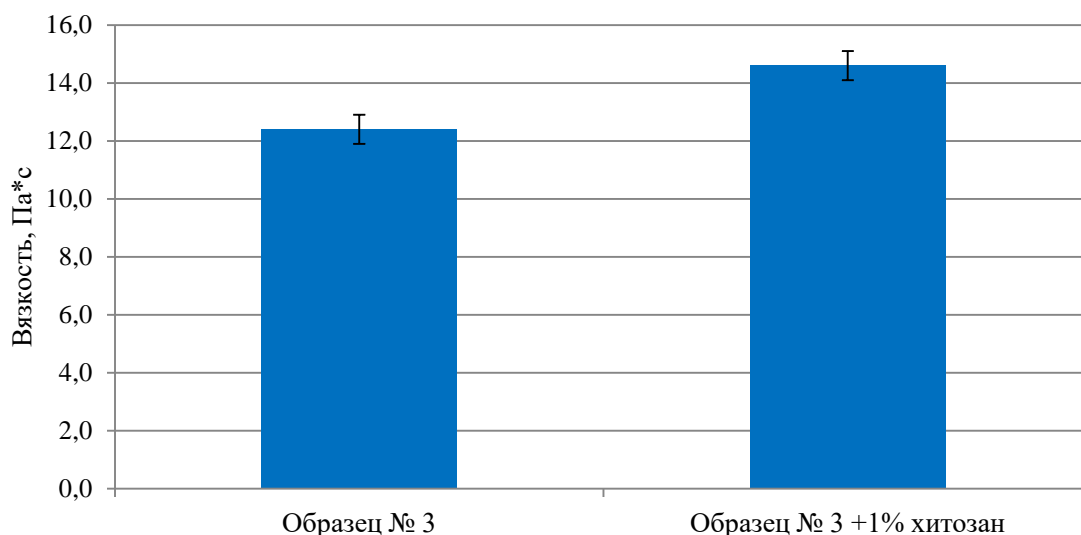


Рисунок 3.19 – Зависимость вязкости от состава фаршевых систем

Таким образом, наиболее рациональным было принято соотношение рыба : молока 3 : 1 и внесение в фаршевую систему низкомолекулярного водорастворимого хитозана в количестве 1 % от массы фаршевой системы. Полученная композиция обладала приемлемыми реологическими характеристиками, при органолептической оценке в данной системе не установлен запах окисления, снижающий качественные характеристики фаршевой композиции.

Для исследования влияния термической обработки при изготовлении кулинарного продукта на реологические и органолептические характеристики продукции фаршевую систему подвергали температурному воздействию до достижения температуры 80 °С в центре изделия в течение 20 мин. В качестве образца сравнения использовался фарш иваси без внесения молока (образец № 1).

Полученные результаты (рис. 3.20) показали, что разрушающее усилие (нагрузка), прочность (напряжение при деформации) и ПНС увеличились при использовании хитозана (Максимова и др., 2020).

Приведенные оценки реологических характеристик термически обработанных фаршевых систем соответствуют результатам, полученным в исследованиях сырых фаршевых систем и свидетельствуют о том, что соотношение рыба : молоки – 3 : 1 и внесение в фаршевую систему низкомолекулярного водорастворимого хитозана в количестве 1 % от массы фаршевой системы позволяют получить кулинарную продукцию с высокими качественными характеристиками.

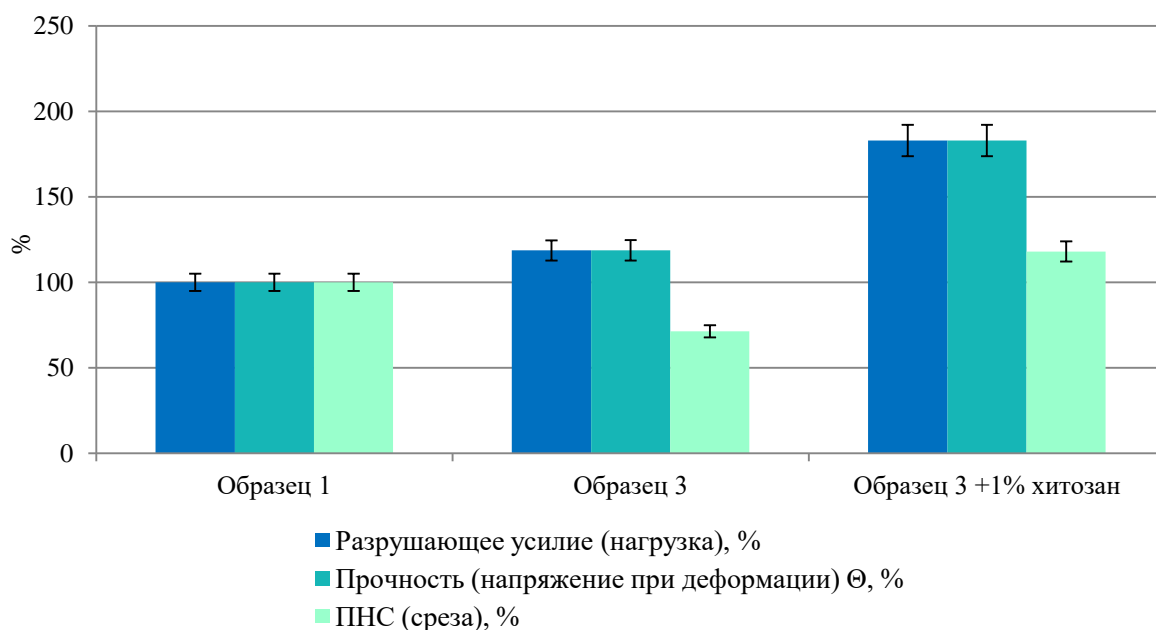


Рисунок 3.20 – Зависимость реологических показателей термически обработанных фаршевых композиций от их состава

Основные технологические параметры и режимы при производстве кулинарной продукции из сардины тихоокеанской (иваси) соответствовали параметрам, используемым при производстве запеченных рыбных изделий и мясных хлебов. Технологическая схема производства кулинарной продукции из мороженой сардины тихоокеанской представлена на рис. 3.21.

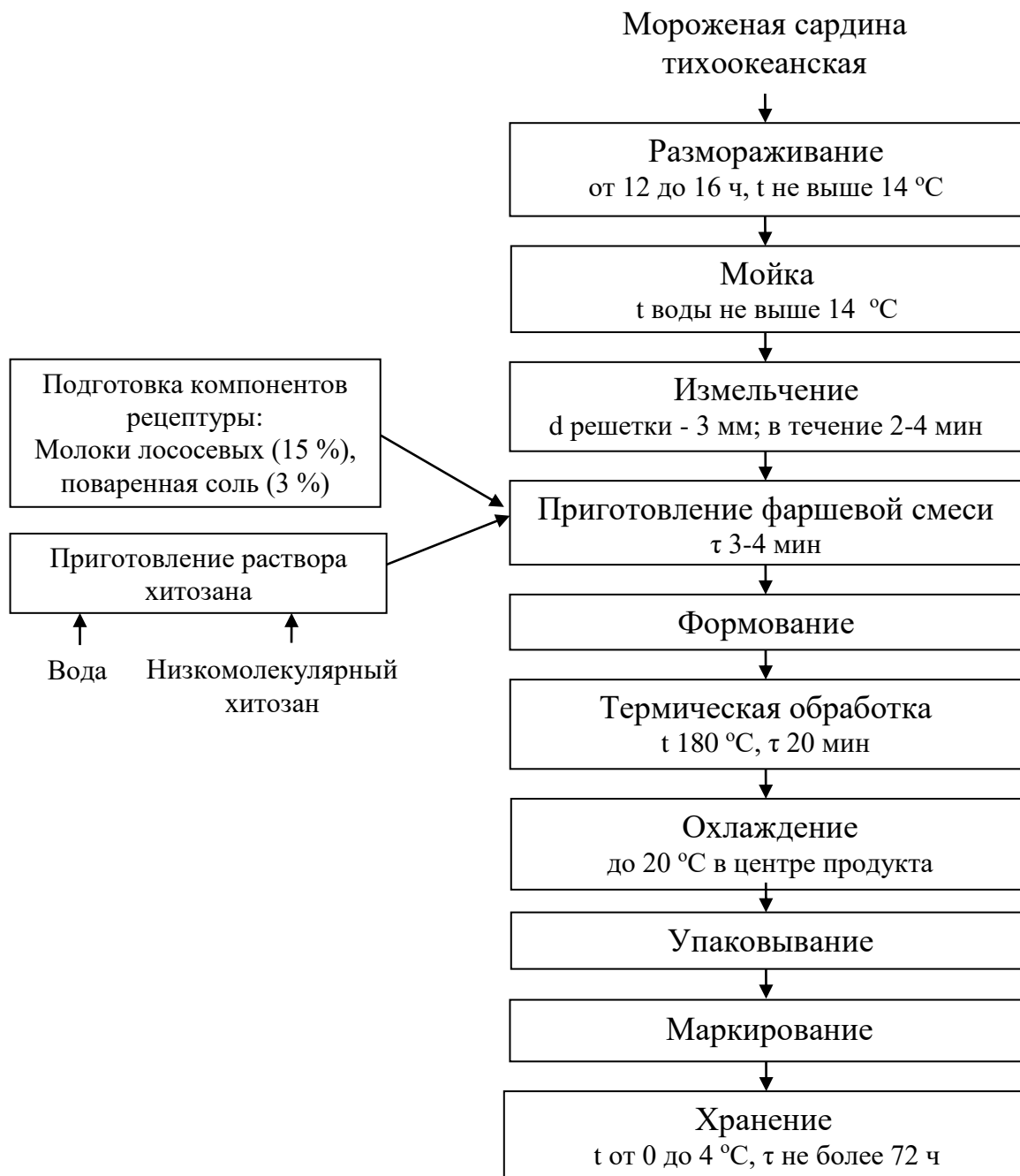


Рисунок 3.21 – Технологическая схема производства кулинарной продукции из мороженой сардины тихоокеанской

В качестве сырья использовали сардину тихоокеанскую (иваси) мороженую, по качеству отвечающую требованиям ТУ 9261-368-00472012-2015 «Сардина тихоокеанская (иваси). Технические условия», на 3-4 месяце холодильного хранения.

После обезглавливания и удаления внутренностей полученную мышечную ткань сардины измельчали на волчке с диаметром отверстия решетки 3 мм. Производили смешивание компонентов рецептуры (табл. 3.23) с последующим измельчением на куттере до однородной консистенции в течение 3-4 мин.

Таблица 3.23 – Рецептuru фаршевой смеси, г на 1 кг

Наименование компонента	Количество
Фарш из сардины тихоокеанской (иваси)	720
Молоки лососевых	240
Соль	30
Хитозан	10

Формование осуществляли путем использования осадочной машины с дозировкой массы одного изделия в количестве 200 г.

Термическую обработку производили при температуре, принятой в технологии запеченных рыбных изделий, – 180 °С. В результате экспериментальных исследований установлено, что для достижения кулинарной готовности кулинарное изделие массой 200 г достаточно запекать при указанной температуре в течение 20 мин.

Охлаждение производили до достижения 20 °С в центре изделия, которое в дальнейшем отправляли на упаковывание и хранение.

Результаты оценки качества кулинарной продукции из сардины тихоокеанской (иваси) по органолептическим показателям приведены в табл. 3.24.

Таблица 3.24 – Органолептические показатели качества кулинарной продукции из мороженой сардины тихоокеанской (иваси)

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид	Изделие с чистой, сухой, равномерно запеченной поверхностью
Консистенция	Упругая, сочная. Допускается наличие незначительного количества отделившегося жира
Вкус и запах	Свойственные данному виду продукта, приятный рыбный вкус и аромат, без посторонних привкуса и запаха

Для установления нормативных сроков годности кулинарной продукции из сардины тихоокеанской (иваси) проведены исследования по ее микробиологической безопасности. Результаты, представленные на рис. 3.22, свидетельствуют об отсутствии превышения допустимых показателей.

Согласно рекомендациям по оценке микробиологической безопасности кулинарной рыбной продукции в течение нормативного хранения, микробиологические показатели безопасности исследуемого продукта не превысили значений, установленных для кулинарной продукции в ТР ЕАЭС 040/2016 «Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции». В продукте отсутствовали бактерии группы кишечной палочки, *Staphylococcus aureus*, патогенные микроорганизмы. Содержание токсичных элементов в исследуемом продукте не превысило значений, регламентируемых Техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевых продуктов».

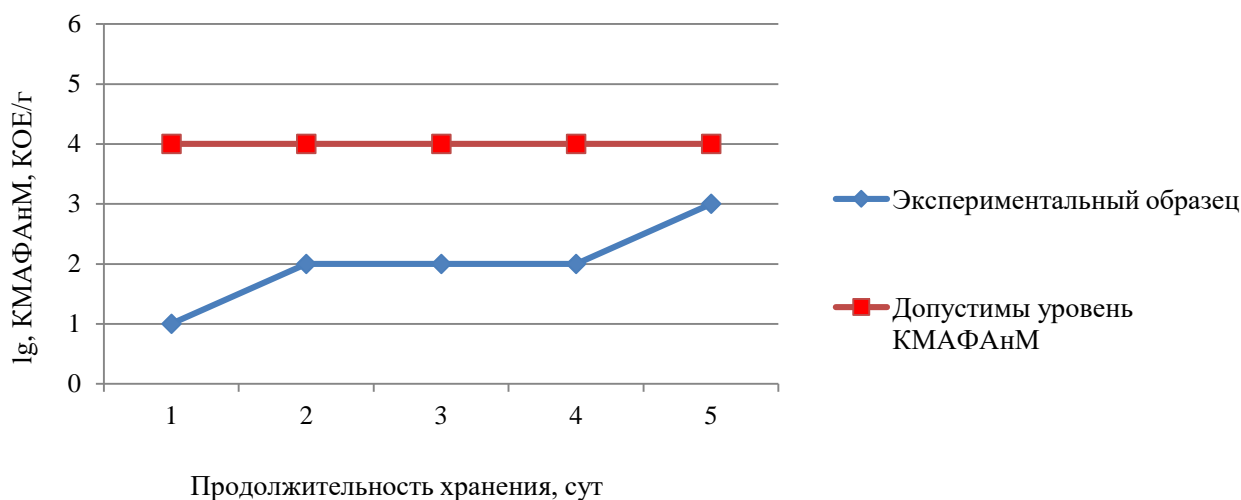


Рисунок 3.22 – Микробиологические показатели кулинарной продукции из мороженой сардины тихоокеанской (КМАФАнМ), КОЕ/г

Исследование органолептических показателей в ходе нормативного хранения показало, что на 4-е сут хранения в продукте наблюдаются изменения,

ухудшающие внешний вид и вкус продукта, что и послужило поводом для ограничения срока годности готовой продукции.

С учетом проведенных микробиологических и органолептических исследований были установлены сроки годности кулинарной продукции из сардины тихоокеанской (иваси) – не более 72 ч с учетом коэффициента запаса при температуре от 0 до 4 °С.

На кулинарную продукцию из сардины тихоокеанской разработан и утвержден СТО 00471515-068-2018 «Кулинарная формованная продукция из сардины тихоокеанской «Хлебы рыбные»» (Приложение Д).

Таким образом, на основании проведенных исследований разработана технология кулинарной продукции из сардины тихоокеанской (иваси), обоснованы сроки годности и установлена возможность регулирования их качественных показателей путем применения биологически активного полисахарида морского происхождения. В качестве биорегуляторов структуры в пищевых системах использован хитозан; это позволило использовать мороженую тихоокеанскую сардину (иваси) для получения кулинарных продуктов.

Результатом экспериментальных исследований, представленных в главе 3, явились разработка комплексной технологии пищевой (соленой и кулинарной) продукции из мороженой сардины тихоокеанской (иваси) с дифференцированным использованием биорегуляторов (растительных белковых ингибиторов и хитозана), которые обеспечивают получение:

- слабосоленой продукции из мороженой сардины тихоокеанской длительного срока годности с высокими органолептическими и функционально-технологическими свойствами;

- стойкой кулинарной продукции из мороженой сардины тихоокеанской (иваси) с регулируемыми структурно-механическими свойствами.

Схема комплексной технологии пищевой продукции из сардины тихоокеанской (иваси) с использованием биорегуляторов представлена на рис. 3.23.

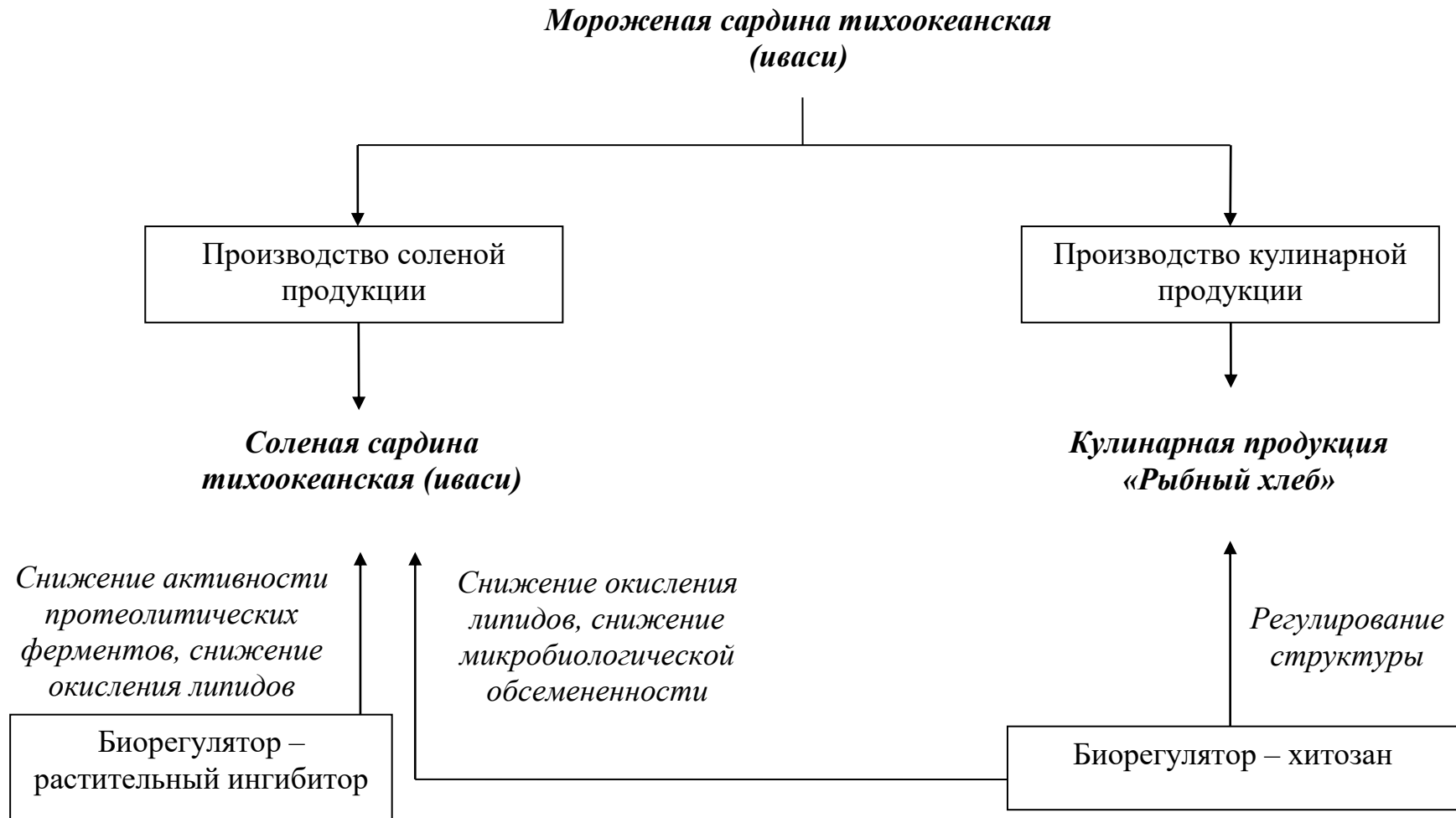


Рисунок 3.23 – Схема комплексной технологии пищевой продукции из мороженой сардины тихоокеанской (иваси) с использованием биорегуляторов

ГЛАВА 4 ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

4.1 Расчет экономической эффективности соленой продукции из сардины тихоокеанской

Экономическую эффективность технологической разработки оцениваем по прогнозу продаж нового продукта, калькуляции, отпускной цены, а также потенциальной прибыли от его реализации.

Исходные данные для экспериментальных расчетов при производстве соленой продукции из сардины тихоокеанской (иваси):

- производительность производственного цеха – 10 туб в смену;
- число смен в сутки – 1 смена продолжительностью 8 ч;
- число рабочих дней в году – 270;
- количество человек в смену – 10;
- заработная плата (З/П) одного человека – 21000 руб./мес.;
- тара – полипропиленовая пластиковая банка, объем 1,3 л.

Стоимость сырья и основных материалов рассчитаны исходя из потребности на выпуск продукции и действующих оптовых цен. Расчет сырья и материалов на 1 тубу представлены в табл. 4.1.

Таблица 4.1 – Расчет стоимости сырья и вспомогательных материалов для соленой продукции из сардины тихоокеанской (иваси)

Наименование сырья	Кол-во на 1 туб	Цена за 1 ед., руб.	Сумма, руб.
Рыба, кг	215,2	65	13988
Вода питьевая, л	107,6	13	1398,8
Сахар-песок, кг	1,345	28	37,66
Соль, кг	30,9	21	648,9
Растительный ингибитор, кг	2,69	1950	5245,5
Хитозан, кг	0,6456	3000	1936,8
Итого на 1 тубу, тыс. руб.			23,256
Итого на год, тыс. руб.			62791,2

Расчет стоимости тары и тарных материалов представлен в табл. 4.2.

Таблица 4.2 – Расчет тары и тарных материалов для соленой продукции из сардины тихоокеанской (иваси)

Наименование материала	Кол-во на 1 туб	Цена за 1 ед., руб.	Сумма, руб.
Полипропиленовая пластиковая банка	269	13	3497
Этикетка	538	2	1076
Ящики гофрированные	23	9	207
Итого на 1 туб, тыс. руб.			4,780
Итого на год, тыс. руб.			12906

Себестоимость готовой продукции включает в себя: затраты на сырье, основные и вспомогательные материалы, тару и тарные материалы, электроэнергию для производственных целей, оплату труда работников производства, отчисления на социальное страхование и внутрипроизводственные расходы. Калькуляцию себестоимости составляют на основании данных, полученных после определения затрат по каждой калькуляционной статье (табл. 4.3).

Таблица 4.3 – Калькуляция себестоимости соленой продукции из сардины тихоокеанской (иваси), 2700 туб в год, тыс. руб.

Наименование статьи расхода	Всего затрат за год	Себестоимость, 1 туб
Сырье и вспомогательные материалы	62791,2	23,256
Тара и тарные материалы	12906	4,78
Топливо и энергия на технологические цели	3556	1,3
Заработная плата	1890	0,7
Социальные налоговые платежи	582,12	0,2
Транспортные расходы	6279,12	2,32
Прочие производственные расходы	9418,68	3,488
Полная себестоимость	97423,12	36,08

Расчет отпускной цены соленой продукции из сардины тихоокеанской с учетом НДС приведен в табл. 4.4.

Таблица 4.4 – Отпускная цена соленой продукции из сардины тихоокеанской (иваси), тыс. руб.

Себестоимость 1 туб	Рентабельность (20 %)	Стоимость за 1 туб, без НДС	НДС (10 %)	Отпускная цена 1 туб, с НДС
36,08	7,216	43,296	4,3296	47,6256

Далее сравниваем отпускную цену нового продукта с уровнем средней цены традиционной продукции подобного ассортимента, представленной на рынке г. Владивостока. При этом учитываем дополнительные расходы на 100 кг нового готового продукта. С этих позиций подтверждаем конкурентоспособность разработанного продукта.

Расчеты прогноза объема продаж и прибыли от реализации нового разработанного продукта представлены в табл. 4.5.

Таблица 4.5 – Прогноз объема продаж и прибыли от реализации соленой продукции из сардины тихоокеанской (иваси), тыс. руб.

Выпуск за год, туб	Отпускная цена 1 туб		Объем продаж		Себестоимость продукции	Прибыль от реализации
	С НДС	Без НДС	С НДС	Без НДС		
2700	47,625 6	43,296	128589,1 2	116899, 2	97423,12	19476,08

Прогноз безубыточности при производстве соленой продукции из сардины тихоокеанской (иваси) делают на основании исходных данных, представленных в табл. 4.6, рассчитанные показатели прогноза сведены в табл. 4.7.

Проведенные экономические расчеты показали целесообразность производства соленой продукции из сардины тихоокеанской.

Воспроизводимость технологии осуществлялась на базе ООО «Дальпико-Рыбсервис» (Приложение Е).

Таблица 4.6 – Исходные данные для прогноза безубыточности при производстве соленой продукции из сардины тихоокеанской (иваси)

Наименование показателя	Значение на весь выпуск	Значение на 1 туб
Выпуск продукции за год (ВП), туб	2700	269
Отпускная цена за 1 туб (ЦП), тыс. руб.	–	47,6256
Выручка от реализации с НДС (ВР), тыс. руб.	128589,12	–
Себестоимость продукции (СП), тыс. руб., в том числе:	97423,12	36,08
Переменные расходы (ПЗ)	81143,20	30,05
Условно-постоянные расходы (УП)	16279,92	6,02

Таблица 4.7 – Показатели безубыточности соленой продукции из сардины тихоокеанской (иваси)

Наименование показателя	Значение показателя
Точка безубыточности в стоимостном выражении, тыс. руб.	44122,24
Точка безубыточности в натуральном выражении, туб	0,342
Запас финансовой прочности, тыс. руб.	84466,88
Коэффициент финансовой прочности, %	65,68
Маржинальная прибыль, тыс. руб.	47445,92
Удельная маржинальная прибыль, тыс. руб.	17,57

4.2 Расчет экономической эффективности кулинарной продукции из сардины тихоокеанской

Экономическую эффективность технологической разработки оценивали по калькуляции, отпускной цене, прогнозу продаж новых продуктов, а также потенциальной прибыли от их реализации.

Исходные данные для экспериментальных расчетов при производстве кулинарной продукции из сардины тихоокеанской (иваси):

- производительность производственного цеха – 0,5 т в смену;
- число смен в сутки – 1 смена продолжительностью 8 ч;
- число рабочих дней в году – 192;
- количество человек в смену – 11;
- потребительская тара – банки из ламистера 4 л, объем 0,1 кг.

Стоимость сырья и основных материалов рассчитана исходя из потребности на выпуск продукции и действующих оптовых цен. Расчет сырья и материалов на 100 кг готовой продукции представлены в табл. 4.8.

Таблица 4.8 – Расчет стоимости сырья и вспомогательных материалов для кулинарной продукции из сардины тихоокеанской (иваси)

Наименование сырья	Норма расхода на единицу продукции	Потребность в смену	Цена за единицу, руб.	Сумма затрат, тыс. руб.
Сардина тихоокеанская (иваси), кг	0,7275	363,75	65	23,6
Молоки лососевых рыб, кг	0,2425	121,25	95	11,5
Соль, кг	0,02	10	13	0,13
Хитозан, кг	0,01	5	3000	15,0
	Итого на 500 кг, тыс. руб.			50,23
	Итого за год, тыс. руб.			9644,16

В смену вырабатывается 500 кг готовой продукции, следовательно, за год 96 000 кг. Стоимость сырья и вспомогательных материалов за одну смену составляет 50,23 тыс. руб., на год – 9644,16 тыс. руб.

Стоимость тары и тарных материалов рассчитывают по нормам их расхода на необходимый выпуск продукции и ценам их приобретения.

Расчет стоимость тары и тарных материалов представлен в табл. 4.9.

Расчет фонда заработной платы выполнен исходя из количества штатных единиц, продолжительности рабочего периода в течение года и усредненной заработной платы одной штатной единицы.

Таблица 4.9 – Расчет тары и тарных материалов для производства кулинарной продукции из сардины тихоокеанской (иваси)

Наименование, шт	Количество на единицу продукции	Цена за единицу, руб.	Сумма, тыс. руб.
Банка из ламистера	5000	4	20,0
Этикетка	5000	2	10,0
Ящики гофрированные	50	9	0,45
	Итого на 500 кг тыс. руб.		30,45
	Итого за год, тыс. руб.		5846,4

Ежемесячная зарплата на одного рабочего составляет 18000 руб., следовательно, можно рассчитать затраты на оплату труда по формуле (4.1):

$$ЗР = З/П \text{ рабочего} \cdot n, \quad (4.1)$$

где ЗР – затраты на оплату труда, руб.; З/П рабочего – заработная плата одного рабочего, руб.; n – число штатных единиц, необходимых для выработки данного продукта.

Ставки страховых взносов на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний дифференцированы по отраслям промышленности в зависимости от класса профессионального риска. Ставки для предприятий пищевой и рыбной промышленности установлены в процентах от фонда заработной платы в следующих размерах.

Затраты по калькуляционной статье «Социальные налоговые платежи» определяется по формуле (4.2):

$$СВ = ЗР \times СП : 100 \% + ЗР \times СТ : 100 \%, \quad (4.2)$$

где СВ – общая сумма страховых взносов, тыс. руб.; ЗР – заработная плата производственного персонала, тыс. руб.; СП – тариф страховых взносов на медицинское страхование, пенсионное, социальное (30 %); СТ – страховые взносы на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний (0,8 %).

$$216,0 * 30 \% : 100 \% + 216,0 * 0,8 \% : 100 \% = 449,1 \text{ тыс. руб.}$$

«Транспортные расходы» включает затраты на транспортировку сырья и материалов на предприятие. Транспортные расходы определяются укрупненным методом в процентах к стоимости сырья (5 %).

Калькуляционная статья «Прочие расходы» включает все остальные затраты, не включенные в вышеперечисленные статьи: «Амортизационные отчисления», «Затраты на содержание административно-управленческого персонала», «Расходы, связанные с реализацией продукции» и другие управленческие расходы. Расходы по этой статье планируются укрупненным методом – в процентах от суммы всех предшествующих затрат (10 %).

Себестоимость готовой продукции включает в себя: затраты на сырье, основные и вспомогательные материалы, тару и тарные материалы, электроэнергию для производственных целей, оплату труда работников производства, отчисления на социальное страхование и внутрипроизводственные расходы. Калькуляцию себестоимости составляют на основании данных, полученных после определения затрат по каждой калькуляционной статье (табл. 4.10).

Таблица 4.10 – Калькуляция себестоимости кулинарной продукции из сардины тихоокеанской (иваси)

Наименование статьи расхода	Всего затрат, тыс. руб.	Себестоимость единицы, тыс. руб.
Сырье и вспомогательные материалы	9644,16	100,46
Тара и тарные материалы	5846,4	60,9
Топливо и энергия на технологические цели	179,3	1,9
Заработная плата	2597,04	27,1
Социальные налоговые платежи	799,9	8,3
Транспортные расходы	482, 2	5,0
Прочие производственные расходы	1954,9	20,4
Полная себестоимость	21503,9	224,0

Расчет отпускной цены нового продукта с учетом НДС приведен в табл. 4.11.

Таблица 4.11 – Отпускная цена нового продукта, тыс. руб.

Себестоимость 100 кг	Рентабельность (20 %)	Стоимость 100 кг без НДС	НДС (10 %)	Отпускная цена 100 кг с НДС
224,0	44,8	250,0	25,0	275,0

Сравниваем отпускную цену нового продукта с уровнем средней цены традиционной продукции подобного ассортимента, представленной на рынке г. Владивостока. При этом учитываем дополнительные расходы на 100 кг нового готового продукта. С этих позиций подтверждаем конкурентоспособность разработанного ассортимента.

Расчеты прогноза объема продаж и прибыли от реализации нового разработанного продукта представлены в табл. 4.12.

Таблица 4.12 – Прогноз объема продаж и прибыли от реализации нового продукта, тыс. руб.

Выпуск за год, т	Отпускная цена 100 кг		Объем продаж		Себестоимость продукции	Прибыль от реализации
	С НДС	Без НДС	С НДС	Без НДС		
96	275,0	250,0	26400,0	24000,0	21503,9	2496,1

Прогноз безубыточности при производстве нового продукта осуществлялся на основании исходных данных, представленных в табл. 4.11, 4.12. Рассчитанные показатели прогноза приведены в табл. 4.13.

Рассчитанные показатели экономической эффективности новой технологической разработки используют для расчета инновационности технологии (продукта). Рассчитанные показатели прогноза представлены в табл. 4.15.

Таблица 4.13 – Исходные данные для прогноза безубыточности при производстве нового продукта

Наименование показателя	Значение на весь выпуск	Значение на 100 кг
Выпуск продукции за год, кг	96000	–
Отпускная цена за 100 кг, тыс. руб.	–	275,0
Выручка от реализации с НДС, тыс. руб.	26400,0	–
Себестоимость продукции, тыс. руб., в том числе:	21503,9	27,5
Переменные расходы	18887,5	19,7
Условно-постоянные расходы	2616,4	2,7

Таблица 4.15 – Показатели безубыточности нового продукта

Наименование показателя	Значение показателя
1. Точка безубыточности в стоимостном выражении, тыс. руб.	9344,3
2. Точка безубыточности в натуральном выражении, кг.	34,0
3. Запас финансовой прочности, тыс. руб.	17055,7
4. Коэффициент финансовой прочности, %	64,6
5. Маржинальная прибыль, тыс. руб.	7512,5
6. Удельная маржинальная прибыль, тыс. руб.	274,8

Оценка экономической эффективности технологии кулинарной продукции из сардины тихоокеанской (иваси) показала, что точка безубыточности в натуральном выражении составляет 34,0 кг, а коэффициент финансовой прочности составил 64,6 %.

Воспроизводимость технологии осуществлялась на базе ООО «Дальпико-Рыбсервис» (Приложение Ж).

Материалы диссертационной работы внедрены в учебный процесс кафедры «Технология продуктов питания» ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз» (Приложение И).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведенных теоретических и экспериментальных исследований разработана технология пищевой продукции из мороженой сардины тихоокеанской (иваси) с использованием биорегуляторов, что обеспечило высокие качественные характеристики, включающие органолептические свойства, устойчивость к протеолизу, окислению и развитию неконтролируемых микробиальных процессов.

1. На основании анализа литературы отечественных и зарубежных авторов научно обоснована целесообразность использования биорегуляторов природного происхождения при получении пищевой продукции из мороженой сардины тихоокеанской (иваси), регулирующих биохимические и микробиологические процессы.

2. На основании данных по изменению структурно-механических и биохимических показателей мышечной ткани в течение длительного срока хранения мороженой сардины тихоокеанской (иваси) установлена целесообразность регулирования процессов протеолиза, окисления и структурообразования при производстве из нее пищевой продукции.

3. Исследован молекулярно-массовый состав ингибиторов из картофеля и рисовой половы и установлено их сходство: экспериментально установлено, что преобладающими белковыми компонентами в ингибиторе являются фракции с ММ от 5 до 50 кДа, суммарное количество которых составляет 76-89 %, что обуславливает их подобное влияние на замедление протеолиза при длительном хранении соленой продукции из мороженой сардины.

4. Экспериментально показано, что применение ингибиторов существенно (на 60-80 %) замедляет гидролиз белков под действием протеолитических ферментов, а использование низкомолекулярного хитозана (ММ 32 кДа) позволяет снизить количество продуктов окисления в соленой продукции из

мороженой сардины тихоокеанской (иваси) на 25-30 %. Впервые установлена эффективность совместного действия растительных ингибиторов и низкомолекулярного водорастворимого хитозана на протеолитические, окислительные и микробиологические процессы при производстве соленой продукции, что явилось основанием для исключения из состава посольной смеси консерванта (бензойнокислого натрия) и снижения дозы хлорида натрия в готовой продукции.

5. На основании полученных экспериментальных данных обоснована и разработана технология законченного посола мороженой сардины тихоокеанской (иваси), с применением посольной смеси, включающей ингибиторы из картофеля или рисовой пшеницы. Показано, что сочетание одного из ингибиторов и низкомолекулярного водорастворимого хитозана позволяет производить малосоленую продукцию, срок годности которой составил 6 мес. при температуре от минус 2 до минус 4 °С.

6. Обработка результатов (органолептическая оценка, биохимические и микробиологические показатели) методом математической статистики позволила установить, что комплексный показатель качества экспериментальных образцов с биорегуляторами находится в области высокого уровня на 7-м месяце хранения.

7. Разработана технология кулинарной продукции из мороженой сардины тихоокеанской (иваси), которая основана на регулировании структуры за счет использования низкомолекулярного водорастворимого хитозана и экспериментальном подборе рационального количества молотых лососевых. Установлено, что применение хитозана в системе измельченная мышечная ткань – молотки способствует повышению модуля эластичности на 152 % и модуля вязкости почти на 40 %. Хитозан существенно влияет на структуру термически обработанных кулинарных изделий, прочностные свойства которых выше по сравнению с контролем (мышечная ткань и молотки) на 50 %. Высокие качественные характеристики кулинарных изделий сохраняются на протяжении нормативного срока годности (72 часа при температуре от 0 до 4 °С).

8. На пищевую продукцию из мороженой сардины тихоокеанской (иваси) получен патент РФ № 2691571 «Способ производства пресервов из сардины» и утверждена нормативная документация: СТО 00471515-055-2017 «Соленая продукция из сардины тихоокеанской», СТО 00471515-068-2018 «Кулинарная формованная продукция из сардины тихоокеанской «Хлебы рыбные»».

9. Оценка экономической эффективности разработанных технологий пищевой продукции из мороженой сардины тихоокеанской (иваси) свидетельствует о рациональности внедрения полученных разработок. Результаты промышленных испытаний возможности производства пищевой продукции из мороженой сардины тихоокеанской (иваси) на действующем рыбоперерабатывающем предприятии показали воспроизводимость рекомендуемых технологических параметров. Результаты научных исследований внедрены в учебный процесс кафедры «Технология продуктов питания» ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз».

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

$N_{нб}$ – небелковой азот;

$N_б$ – белковый азот;

АП – активность протеаз;

ММ – молекулярная масса;

МДА – малоновый диальдегид;

ПНС – предельное напряжение сдвига;

БН – бензойнокислый натрий;

КМАФAn – количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов;

КОЕ – колониеобразующая единица;

БГКП – бактерии группы кишечных палочек;

КПК – комплексный показатель качества;

ВУС – влагоудерживающая способность;

ЖУС – жирудерживающая способность.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Агаджанян, В.С. Целенаправленный поиск индивидуальных веществ и суммарных композиций, характеризующихся антирадикальной активностью в отношении супероксидного анион-радикала : автореф. дис. ... канд. фармацевт. наук : 30.06.2009 / Агаджанян Владимир Сергеевич. – Пятигорск, 2009. – 26 с.
2. Альраджаб, М. Пищевой жир из сардины иваси, характеристика качества и безопасности / М. Альраджаб, С.П. Касьянов, Л.В. Шульгина // Наука. Исследования. Практика : сб. избранных статей по материалам Междунар. науч. конф. (Санкт-Петербург, 25 апреля 2020 г.). – СПб. : Частное научно-образовательное учреждение дополнительного профессионального образования Гуманитарный национальный исследовательский институт «НАЦРАЗВИТИЕ», 2020. – С. 94–97.
3. Антипова, Л.В. Кулинарные рыбные изделия / Л.В. Антипова, В.В. Батищев, И.Н. Головина // Рыб. хоз-во. – 2001. – № 2. – С. 53–54.
4. Бойцов, А.Н. Исследование современного состояния и перспектив долгосрочного развития промысла дальневосточной сардины (иваси) и скумбрии в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне / А.Н. Бойцов, С.В. Лисиенко, Е.В. Осипов и др. // Рыб. хоз-во. – 2020. – № 1. – С. 45–47.
5. Бойцов, А.Н. Применение технологий тралового лова на современном этапе возобновления промысла дальневосточной сардины (иваси) / А.Н. Бойцов, В.Е. Вальков // Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации : матер. IV Нац. науч.-техн. конф. (Владивосток, 18 декабря 2020 г.). – Владивосток : Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 2021. – С. 8–11.
6. Бубырь, И.В. Кулинарная переработка рыбы и перспективы ее развития в Республике Беларусь / И.В. Бубырь, А.И. Козлов, Т.В. Козлова //

Вестн. Полесского государственного университета. Серия природоведческих наук. – 2013. – № 2. – С. 38–43.

7. Булатов, О.А. О перспективах новой «сардинной эпохи» в северо-западной части Тихого океана / О.А. Булатов, Б.Н. Котенев, А.С. Кровнин // Вопросы рыболовства. – 2016. – Т. 17, № 4. – С. 385–405.

8. Быкова, В.М. Сырьевые источники и способы получения хитина и хитозана: Хитин, его строение и свойства / В.М. Быкова, С.В. Немцев // Хитин и хитозан. Получение, свойства и применение. – М.: Наука, 2002. – С. 7–23.

9. Виняр, Т.Н., Активность протеиназ соленой неразделанной сельди иваси и ультраструктура ее тканей / Т.Н. Виняр, Э.Н. Костина, Т.Н. Слуцкая // Изв. ТИНРО. – 1992. – Т. 114. – С. 38–47.

10. Гафуров, Ю.М. Хитозан: свойства, опыт применения / Ю.М. Гафуров. – Владивосток : Издательство Дальнаука, 2011. – 136 с.

11. Гольдин, М.В. Сборник рецептов рыбных изделий и консервов / М.В. Гольдин, А.А. Рыжков, Т.И. Слабко. – СПб. : Гидрометиздат, 1998. – 206 с.

12. Гончаренко, М.С. Метод оценки перекисного окисления липидов / М.С. Гончаренко, А.М. Латинова // Лаб. дело. – 1985. – № 1. – С. 60–66.

13. ГОСТ 10444.15-94 Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. – М.: Стандартинформ, 2010. – 6 с.

14. ГОСТ 19182–89 Пресервы рыбные. Методы определения буферности.– М.: Стандартинформ, 2007. – 6 с.

15. ГОСТ 26927-86 Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути. – М.: Стандартинформ, 2010. – 14 с.

16. ГОСТ 31339-2006 Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб. – М.: Стандартинформ, 2010. – 20 с.

17. ГОСТ 30726-2001 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий вида *Escherichia coli*. – М.: Изд-во стандартов, 2010. – 6 с.

18. ГОСТ 31659-2012 Продукты пищевые. Метод выявления бактерий *Salmonella*. – М.: Изд-во стандартов, 2014. – 20 с.
19. ГОСТ 31746-2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и *Staphylococcus aureus*. – М.: Изд-во стандартов, 2013. – 23 с.
20. ГОСТ 31747-2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий). – М.: Стандартинформ, 2013. – 15 с.
21. ГОСТ 32366-2013 Рыба мороженая. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2014. – 22 с.
22. ГОСТ 33222-2015 Сахар – белый. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2015. – 15 с.
23. ГОСТ 34064-2017 Пресервы из сардины тихоокеанской (иваси) специального посола. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2019. – 8 с.
24. ГОСТ 7452-2014 Консервы из рыбы натуральные. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2015. – 10 с.
25. ГОСТ 7631-2008 Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей. – М.: Стандартинформ, 2011. – 15 с.
26. ГОСТ 7636-85 Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. – М.: Стандартинформ, 2010. – 87 с.
27. ГОСТ Р 51301-99 Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрические методы определения содержания токсичных элементов (кадмия, свинца, меди и цинка). – М.: Стандартинформ, 2010. – 22 с.
28. ГОСТ Р 51574–2018 Соль поваренная пищевая. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 12 с.

29. ГОСТ Р 51766-2001 Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения мышьяка. – М.: Стандартинформ, 2011. – 12 с.
30. ГОСТ Р 52349-2005 Продукты пищевые функциональные. Термины и определения. – М. : Стандартинформ, 2005.
31. ГОСТ Р 55982-2014 Кислота уксусная для пищевой промышленности. Технические условия. – М. : Стандартинформ, 2014. – 15 с.
32. Гроховский, В.А. Научное обоснование и создание инновационных технологий изготовления продуктов из гидробионтов Арктического региона: автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 21.12.2012 / Гроховский Владимир Александрович. – Мурманск, 2012. – 40 с.
33. Гроховский, В.А. Оценка инновационности разработанных технологий / В.А. Гроховский, О.Я. Мезенова // Пищевая и морская биотехнология – для здорового питания и решения медико-социальных проблем: IV Междунар. науч.-практ. конф. – Светлогорск, 2011. – С. 45–46.
34. Давыдова, В.Н. Взаимодействие бактериальных токсинов с хитозаном : автореф. дис. ... канд. хим. наук : 26.04.2000 / Давыдова Виктория Николаевна. – Владивосток, 2000. – 25 с.
35. Дворянинова, О.П. Аквакультурные биоресурсы: научные основы и инновационные решения / О.П. Дворянинова, Л.В. Антипова. – Воронеж: ВГУИТ, 2012. – 420 с.
36. Дударев, В.А. Образование скоплений сардины иваси в Японском море / В.А. Дударев, Т.В. Демина // Рыб. хоз-во. – 1984. – № 3. – С. 16–17.
37. Дударев, В.С. Северотихоокеанские сардины / В.С. Дударев, В. С. Кеня // Биологические ресурсы Тихого океана. – М.: Наука, 1986. – С. 157–166.
38. Евдокимов, И.А. Основные направления применения хитозана в молочной промышленности / И.А. Евдокимов, С.В. Василисин, Л.Р. Алиева // Современные перспективы в исследовании хитина и хитозана : матер. Седьмой междунар. конф. – М.: ВНИРО, 2003. – С. 241–243.

39. Евдокимов, И.А. Перспективы применения коллоидного раствора хитозана при безопасном способе производства хлеба / И.А. Евдокимов, С.В. Василисин, А.Г. Ткаченко и др. // Современные перспективы в исследовании хитина и хитозана: матер. Восьмой междунар. конф. – М.: ВНИРО, 2006. – С. 284–286.
40. Кагановский, А.Г. Дальневосточная сардина / А.Г. Кагановский. – Хабаровск: Дальневост. изд-во, 1939. – 40 с.
41. Квасницкая, А.А. Перспективы производства готовых блюд из рыбы и нерыбных объектов в рыбной отрасли // Производство рыбной продукции: проблемы, новые технологии, качество : матер. 6-й Междунар. науч.-практ. конф. / А.А. Квасницкая. – Калининград, 2007. – С. 154–157.
42. Кизеветтер, И.В. Технологическая и химическая характеристика промысловых рыб Тихоокеанского бассейна / И.В. Кизеветтер. – Владивосток: Дальиздат, 1971. – 298 с.
43. Ким, Г.Н. Барьерная технология гидробионтов : учеб. пособ. / под ред. Т.М Сафроновой / Г.Н Ким, Т.М Сафронова, О.Я, Мезенова и др. – СПб. : Проспект науки, 2011. – 336 с.
44. Корягин, А.С. Анализ антиоксидантных свойств хитозана и его олигомеров / А.С. Корягин, Е.А. Ерофеева, Н.О. Якимович и др. // Бюл. экспериментальной биологии и медицины. – 2006. – Т. 142, № 10. – С. 444–446.
45. Крусь, Г.Н. Методы исследования молока и молочных продуктов / Г.Н. Крусь, А.М. Шалыгина, З.В. Волокитина // под общ. ред. А.М. Шалыгиной. – М.: Колос, 2000. – 368 с.
46. Куликов, С.Н. Антибактериальная активность хитозана: практика и теория / С.Н. Куликов, Ю.А. Тюрин, А.И. Албулов и др. // Современные перспективы в исследовании хитина и хитозана: матер. Девятой междунар. конф. – М.: ВНИРО, 2008. – С. 184–187.
47. Куркина, Е.А. Использование хитозана в композиционном составе для мясных изделий / Е.А. Куркина, В.В. Садовой // Современные перспективы в

исследовании хитина и хитозана : матер. Седьмой междунар. конф. – М.: ВНИРО, 2003. – С. 250–254.

48. Леванидов, И.П. Методика определения способности мяса соленых рыб к созреванию / И.П. Леванидов, Н.М. Купина, Т.Н. Слущкая // Рыб. хоз-во. – 1984. – № 9. – С. 62–63.

49. Леванидов, И.П. Посол рыбы (элементы теории и практики) / И.П. Леванидов: Изв. ТИНРО. – 1967. – Т. 63. – 196 с.

50. Лисовой, В.В. Совершенствование технологии структурированных продуктов питания повышенной пищевой ценности из растительного и прудового рыбного сырья : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 17.09.2009 / Лисовой Вячеслав Витальевич. – Краснодар, 2009. – 26 с.

51. Максимова, С.Н. Пищевые продукты с хитозаном в обеспечении здорового питания населения / С.Н. Максимова, Д.В. Полещук, С.Ю. Пономаренко, В.И. Полещук // Междунар. науч.-практ. конф., проведенная при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований «Продукты питания как фактор формирования здоровья нации: проблемы регионов и пути их решения. – Улан-Удэ, 2018а. – С. 105–112.

52. Максимова, С.Н. Изменение технологических свойств мороженой рыбной продукции при холодильном хранении / С.Н. Максимова, Д.В. Полещук, В.И. Полещук и др. // Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации : матер. II Нац. науч.-техн. конф. (Владивосток, 14 декабря 2018 г.). – Владивосток: Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 2018б. – С. 151–154.

53. Максимова, С.Н. Использование биорегуляторов протеолиза растительного происхождения в технологии пресервов / С.Н. Максимова, Т.Н. Слущкая, Д.В. Полещук // Изв. КГТУ. – 2018в. – № 48. – С. 112–118.

54. Максимова, С.Н. Новое направление использования мороженой сардины тихоокеанской (*Sardinops melanostictus*) для производства пищевой

продукции / С.Н. Максимова, Д.В. Полещук, Е.М. Панчишина и др. // Пищевая промышленность. – 2018г. – № 9. – С. 27–29.

55. Максимова, С.Н. Исследование технологического потенциала мороженой сардины тихоокеанской как сырья для производства пищевой продукции / С.Н. Максимова, Д.В. Полещук, В.И. Полещук, С.Ю. Пономаренко // Вестн. ВСГУТУ. – 2019а. – № 4(75). – С. 18–24.

56. Максимова, С.Н. Технологическая характеристика сардины тихоокеанской как сырья для получения кулинарной продукции / С.Н. Максимова, Д.В. Полещук, В.И. Полещук // Балтийский морской форум : матер. VIII Междунар. науч.-практ. конф. «Пищевая и морская биотехнология» : в 6 т. (Калининград, 07–12 октября 2019 г.). – Калининград: Калининградский государственный технический университет, 2019б. – Т. 4. – С. 103–107.

57. Максимова, С.Н. Перспективы производства кулинарной продукции из мороженой сардины тихоокеанской (иваси) / С.Н. Максимова, Т.Н. Слуцкая, Д.В. Полещук и др. // Изв. КГТУ. – 2020. – № 56. – С. 97–107.

58. Максимова, С.Н. Хитиновые материалы в технологии водных биоресурсов / С.Н. Максимова, Т.М. Сафронова, Д.В. Полещук. – СПб. : Лань, 2017. – 176 с.

59. Максимова, С.Н. Хитозан в технологии рыбных продуктов: характеристики, функции, эффективность / С.Н. Максимова, Т.М. Сафронова. – Владивосток : Дальрыбвтуз, 2010. – 256 с.

60. Маргулис, М.А. О механизме биологического действия ионизирующей радиации / М.А. Маргулис, И.М. Маргулис // Журн. физической химии. – 2005. – Т. 79, № 6. – С. 1142–1151.

61. Миленина, Н.И. Ингибиторы протеаз из растительного сырья / Н.Н. Миленина // Изв. ТИНРО. – 1995. – Т. 118. – С. 88–95.

62. Миленина, Н.И. Обоснование способа получения и применения ингибиторов протеолиза в технологии рыбных продуктов : автореф. дис. ... канд.

техн. наук : 14.05.1997 / Миленина Надежда Ивановна. – Владивосток, 1997. – 25 с.

63. Мосолов, В.В. Ингибиторы протеиназ в биотехнологии растений (обзор) / В.В. Мосолов, Т.А. Валуева // Прикладная биохимия и микробиология. – 2008. – Т. 44, № 3. – С. 261–269.

64. Мосолов, В.В. Ингибиторы протеолитических ферментов при абиотических стрессах у растений (обзор) / В.В. Мосолов, Т.А. Валуева // Прикладная биохимия и микробиология. – 2011. – Т. 47, № 5. – С. 501–507.

65. МР 2.3.1.1915-04 Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ. Методические рекомендации. — М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. — 46 с.

66. Нечаев, А.П. Пищевая химия / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова. – СПб. : ГИОРД, 2003. – 640 с.

67. Пакляченко, С.А. Совершенствование технологии рыбомучных кулинарных изделий повышенной пищевой ценности : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 27.12.2010 / Пакляченко Светлана Алексеевна. – Владивосток, 2010. – 23 с.

68. Памирский, И.Э. Регуляция протеолиза растительными и животными ингибиторами / И.Э. Памирский, Е.А. Бородин, М.А. Штарберг. – LAP Lambert Academy Publishing GmbH&Co. KG., 2012. – 96 с.

69. Панчишина, Е.М. Исследование антимикробной активности хитозана и его полиэлектrolитных комплексов / Е.М. Панчишина, Д.В. Полещук, С.Н. Максимова, С.Ю. Пономаренко, В.И. Полещук // V Междунар. науч.-техн. конф. «Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана». – Владивосток, 2018. – С. 88–91.

70. Пат. № 1598946 Российская Федерация, МКИ А 23 В 4/02. Способ приготовления соленой рыбы / Т.Н. Слуцкая, Н.А. Герасимова, Н.И. Миленина и др. – Заявл. 31.10.1989; Оpubл. 15.06.1990.

71. Пат. № 2103887 Российская Федерация, МКИ А23L1/325, А23L3/3463. Способ получения ингибитора протеолиза и способ приготовления пищевых рыбных продуктов с его использованием / Н.И. Милепина, Т.Н. Слуцкая, О.В. Логачева и др. – Заявл. 17.06.96; Оpubл. 10.02.98.

72. Пат. № 2691571 Российская Федерация, МПК А23В 4/023, А23L 17/00. Способ производства пресервов из сардины / Т.Н. Слуцкая, С.Н. Максимова, Д.В. Полещук и др. – Заявл. 02.04.2018; Оpubл. 14.06.2019.

73. Пивненко, Т.Н. Исследование свойств протеолитических ферментов, выделенных из пилорических придатков рыб / Т.Н. Пивненко, Б.Н. Аюшин, Л.М. Эпштейн // Тез. докл. 5-го Всесоюз. биохим. съезда. – Киев, 1986. – С. 171–172.

74. Полещук В.И. Использование хитозана в решении технологических проблем при переработке сардины тихоокеанской (иваси) нового подхода / В.И. Полещук, С.Н. Максимова, Д.В. Полещук, Т.Н. Слуцкая // Изв. Уфимского научного центра РАН. – 2018. – № 3–3. – С. 24–27.

75. Полещук, В.И. Перспективы использования сардины тихоокеанской (иваси) в технологии кулинарных продуктов / В.И. Полещук // Пищевые технологии: исследования, инновации, маркетинг: матер. I Нац. науч.-практ. конф. – Симферополь: Изд-во SololRich, 2018. – С. 72–73.

76. Полещук, В.И. Потенциал молок лососевых и сардины тихоокеанской (иваси) в технологии кулинарной формованной продукции / В.И. Полещук, Д.В. Полещук, С.Н. Максимова, К.К. Верещагина // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – 2019. – Т. 50, № 4. – С. 75–82.

77. Пономаренко, С.Ю. Научное обоснование и совершенствование холодильной технологии водных биологических ресурсов с использованием морских полисахаридов: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 23.04.2021 / Пономаренко Светлана Юрьевна. – Владивосток, 2021. – 23 с.

78. Рамбеза, Е.Ф. Влияние химического состава мяса рыбы на качество и сроки хранения пищевого мороженого рыбного фарша / Е.Ф. Рамбеза, Н.И. Рехина // Рыб. хоз-во. – 1980. – № 3. – С. 66–68.

79. Ревина, Т.А. Ингибитор химотрипсина и трипсина из клубней картофеля / Т.А. Ревина, И.А. Парфенов, Е.Л. Гвоздева и др. // Прикладная биохимия и микробиология. – 2011. – Т. 47, № 3. – С. 265–271.

80. Романова, А.С. Анализ рынка рыбы и рыбной продукции / А.С. Романова, С.Л. Тихонов // Аграрный вестник Урала. – 2015. – № 1 (131). – С. 80–85.

81. Рюмшина, С.Ф. Пути совершенствования ассортимента и повышения качества рыбных полуфабрикатов и кулинарных изделий / С.Ф. Рюмшина, Е.В. Дедкова, Е.А. Батраченко // Региональный вестник. – 2017. – № 4(9). – С. 23–25.

82. Салтанова, Н.С. Современные тенденции производства соленой продукции из гидробионтов / Н.С. Салтанова, М.В. Благоднравова // Вест. Камчатского государственного технического университета. – 2012. – № 20. – С. 67–75.

83. СанПиН 2.1.3684-21 Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий. – М., 2021. – 59 с.

84. Серпунина, Л.Т. Научные и практические основы регулирования пищевой ценности стерилизованных консервов из гидробионтов / Л.Т. Серпунина, С.А. Артюхова. – Калининград: КГТУ, 2006. – 266 с.

85. Слуцкая, Т.Н. Подавление активности протеиназ из внутренних органов рыб природными ингибиторами протеолитических ферментов / Т.Н. Слуцкая, Н.И. Миленина, В.И. Ромашкин, В.В. Мосолов // Прикладная биохимия и микробиология. – 1991а. – Т.27. – С. 529–532.

86. Слуцкая, Т.Н. Торможение протеолиза в пресервах из сельди иваси и тихоокеанской сельди / Т.Н. Слуцкая, Н.И. Миленина, С.В. Синюкова // Рыб. хоз-во. – 1991б. – № 7. – С. 75–78.

87. Слуцкая, Т.Н. Применение белкового препарата из картофеля для замедления созревания соленых рыб / Т.Н. Слуцкая, Н.И. Миленина, Т.Н. Виняр // Изв. Вузов. Пищевая технология. – 1990. – № 5. – С. 88–95.

88. Слуцкая, Т.Н. Совершенствование технологии соленой продукции из сардины тихоокеанской (иваси) / Т.Н. Слуцкая, С.Н. Максимова, Д.В. Полещук, В.И. Полещук // Инновационные и ресурсосберегающие технологии продуктов питания: матер. I Нац. науч.-техн. конф. с международным участием [электронный ресурс] (Рыбное, 27 апреля 2018 г.). – Рыбное: Астраханский государственный технический университет, 2018.

89. Слуцкая, Т.Н. Химический состав и активность протеолитических ферментов мелкой сардины иваси в зимних и весенних уловах / Т.Н. Слуцкая, Н.И. Миленина, С.Н. Бондарь // Рыб. хоз-во. – 1985. – № 10. – С. 56–58.

90. Сперанская, А.С. Гетерологичная экспрессия, очистка и свойства белка-ингибитора сериновых протеиназ из картофеля / А.С. Сперанская, А.А. Криницына, Т.А. Ревина и др. // Биохимия. – 2006. – Т. 71, № 11. – С. 1451–1458.

91. Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года: распоряжение Правительства РФ от 26 ноября 2019 г. N 2798-р / Правительство Рос. Федерации. – М., 2019. – 48 с.

92. Суровцева, Е.В. Разработка технологии малосоленой продукции из лососевых рыб с хитозаном: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 22.06.2010 / Суровцева Елена Викторовна. – Владивосток, 2010. – 25 с.

93. Сыскин Г.А. Поиск возможностей прогнозирования сроков хранения мороженых рыб / Г.А. Сыскин, В.Н. Акулин, Л.Е. Незаментимова // Изв. ТИНРО. – 1983. – Т. 108. – С. 55–61.

94. Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбных продуктов» / ТР ЕАЭС 040/2016. – 140 с.

95. Технология рыбы и рыбных продуктов: учеб. / С.А. Артюхова, В.В. Баранов, И.Э. Бражная и др. / под ред. А.М. Ершова. – М.: Колос, 2010. – 1064 с.

96. Технология рыбы и рыбных продуктов: учеб. для вузов / под ред. А.М. Ершова. – СПб. : ГИОРД, 2006. – 944 с.
97. Титова, И.М. Изменение физико-химических показателей пресервной пасты из салаки в процессе хранения / И.М. Титова, И.И. Титов // Изв. КГТУ. – 2011. – № 23. – С. 208–213.
98. ТУ 15-01 160292-97 Ингибитор протеаз.
99. ТУ 9261-368-00472012-2015 Сардина тихоокеанская (иваси). Технические условия.
100. ТУ 9283-174-00472012-03 Хитозан пищевой. Технические условия. – М. : Изд-во стандартов, 2003. – 24 с.
101. ТУ 9889-002-11418234-99 Хитозан низкомолекулярный пищевой. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 24 с.
102. Тупоногов, В.Н. Полевой определитель промысловых и массовых видов рыб дальневосточных морей России / В.Н. Тупоногов, Л.С. Кодолов; Тихоокеанский науч.-исслед. рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр). – Владивосток: Русский Остров, 2014. – 335 с.
103. Удалова, Ж.В. Участие ингибиторов протеиназ в защите растений томатов от галловых нематод / Ж.В. Удалова, Т.А. Ревина, Н.А. Герасимова, С.В. Зиновьева // Докл. Академии наук. – 2014. – Т. 458, № 6. – С. 726.
104. Хитин и хитозан: природа, получение и применение // Хитин и хитозан из отходов переработки ракообразных: матер. Проекта CYTED IV.14 / под ред. Ana Pastor de Abram (Перу): пер. с исп. К.М. Михлиной и др. / под науч. ред. В.П. Варламова и др., 2010. – 292 с.
105. Хитозан / под ред. К.Г. Скрыбина, С.Н. Михайлова, В.П. Варламова. – М.: Центр «Биоинженерия» РАН, 2013. – 593 с.
106. Холявка, М.Г. Исследование процессов УФ-модификации свободного и иммобилизованного трипсина / М.Г. Холявка, В.Г. Артюхов, С.М. Сазыкина // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2017. – Т. 57, № 1. – С. 67–70. DOI: 10.7868/S0869803117010064.

107. Цыбина, Т.А. Катионные ингибиторы сериновых протеиназ из семян гречихи: изучение взаимодействия с экзогенными ферментами / Т.А. Цыбина, Н.А. Попыкина, Н.И. Ларионова и др. // Биохимия. – 2004. – Т. 69, № 4. – С. 544–548.
108. Швидкая, З.П. Функциональная направленность стерилизованной продукции из морских гидробионтов / З.П. Швидкая, Т.А. Давлетшина, Н.В. Долбнина // Матер. науч. конф., посвящ. 70-летию СМ. Коновалова «Современное состояние водных биоресурсов». – Владивосток: ТИНРО-центр, 2008. – С. 952–956.
109. Шульгина, Л.В. Состав липидов и жирных кислот в мышечной ткани японской скумбрии *Scomber japonicus* / Л.В. Шульгина, Т.А. Давлетшина, А.М. Павловский и др. // Изв. ТИНРО. – 2019. – Т. 196. – С. 193–203. DOI: 10.26428/1606-9919-2019-196-193-203.
110. Ярочкин, А.П. Сардина (иваси) и скумбрия на горизонте / А.П. Ярочкин, В.Н. Акулин, Е.В. Якуш и др. // Рыб. хоз-во. – 2015. – № 6. – С. 78–82.
111. A chymotrypsin-like proteinase from the midgut of *Tenebrio molitor* larvae / E.N. Elpidina, Y.E. Dunaevsky, M.A. Belozersky et al. // Biochimie. – 2005. – Vol. 87, № 8. – P. 771–779.
112. Alfaro-Gutierrez, I.C. Morphological and physiological changes on *Rhizopus stolonifer* by effect of chitosan, oligochitosan or essential oils / I.C. Alfaro-Gutierrez, M.G. Guerra-Sanchez, A.N. Hernandez-Lauzardo and M.G. Velazquez-del Valle // Journ. of Phytopathology. – 2014. – Vol. 162. – P. 723–730.
113. Charway, G.N. In vitro antibacterial and synergistic effect of chitosan-phytochemical conjugates against antibiotic resistant fish pathogenic bacteria / G.N. Charway, S. Park, D. Yu et al. // Indian J. Microbiol. – 2019. – Vol. 59. – P. 116–120.
114. Clemente, A. The cytotoxic effect of Bowman-Birk isoinhibitors, IBB1 and IBBD2, from soybean (*Glycine max*) on HT29 human colorectal cancer cells is related to their intrinsic ability to inhibit serine proteases / A. Clemente, F.J. Moreno, Mdel C. Marín-Manzano et al. // Mol. Nutr. Food Res. – 2010. – Vol. 54(3). – P. 396–405.

115. Davis, A.E. III. C1 inhibitor: biologic activities that are independent of protease inhibition / A.E. Davis III, S. Cai, D. Liu // *Immunobiology*. – 2007. – Vol. 212(4–5). – P. 313–323. DOI: 10.1016/j.imbio.2006.10.003.
116. Duan, C. Chitosan as A Preservative for fruits and vegetables: a review on chemistry and antimicrobial properties / C. Duan, X.Meng, J. Meng et al. // *J. Bioresour. Bioprod.* – 2019. – № 4. – P. 11–21.
117. Gomez-Estaca, J. Biodegradable gelatin–chitosan films incorporated with essential oils as antimicrobial agents for fish preservation / J. Gomez-Estaca, A. Lopez de Lacey, M.E. Lopez-Caballero et al. // *Food Microbiology*. – 2010. – Vol. 27, Iss. 7. – P. 889–896.
118. Hassan, O. Chitosan for Ecofriendly Control of Plant Disease / O. Hassan, T. Chung // *Asian Journal of Plant Pathology*. – 2017. – Vol. 11. – P. 53–70.
119. Hayashi, K. Seasonal variation in lipids and fatty acids of sardine, *Sardinops melanosticta* / K. Hayashi and T. Takagi // *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* – 1977. – Vol. 28(2). – P. 83–94.
120. Heibges, A. Functional comparison of homologous members of three groups of Kunitz-type enzyme inhibitors from potato tubers (*Solanum tuberosum* L.) / A. Heibges, F. Salamini, C. Gebhardt // *Molecular Genetics and Genomics*. – 2003. – Vol. 269. – No 4. – P. 535-541.
121. Hiroshi, S. Antibacterial fiber blended with chitosan / S. Hiroshi, K. Makoto, A. Shoji, S. Yoshikazu // *Six International Conference on Chitin and Chitosan*. – Sea Fisheries Intitute, Gdynia, Poland, 1994. – P. 16–19.
122. Hon, D.N. Chitin and chitosan: Medical application / D.N. Hon // *Polysaccharides in Medical Applications* / ed. S. Dumitriu. – N.Y. : Marcel Dekker, 1996. – P. 631–651.
123. Hoorn, R.A.L.V.D. The plant proteolytic machinery and its role in defence / R.A.L.V.D. Hoorn, J.D.G. Jones // *Current Opinion in Plant Biology*. – 2004. – Vol. 7, № 4. – P. 400–407.

124. Horiguchi, T. Studies on rice seed protease V. Protease inhibitor in rice seed / T. Horiguchi, K. Kitagishi // *Plant and Cell Physiology*. – 1971. – Vol. 12, Iss. 6. – P. 907–915.
125. Hsieh, R.J. Lipoxygenase-Catalyzed Oxidation of N-6 and N-3 Polyunsaturated Fatty Acids: Relevance to and Activity in Fish Tissue / R.J. Hsieh, J.E. Kinsella // *Food Science*. – 1986. – Vol. 51, Iss. 4. – P. 940–945.
126. Jeon, Y.-J. Chitosan as an edible invisible film for quality preservation of herring and Atlantic cod / Y.-J. Jeon, J.Y. Kamil, F. Shahidi // *J. Agric. Food Chem.* – 2002. – Vol. 50. – P. 5167–5178.
127. Kerch, G. Chitosan films and coatings prevent losses of fresh fruit nutritional quality: a review / G. Kerch // *Trends Food Sci. Technol.* – 2015. – Vol. 46. – P. 159–166.
128. Kim, K.W. Antimicrobial activity of native chitosan, degraded chitosan, and O-carboxymethylated chitosan / K.W. Kim, R.L. Thomas, H.J. Park, C. Lee // *Jour. of Food Protection*. – 2003. – Vol. 66, № 8. – P. 1495–1498. DOI: 10.4315/0362-028X-66.8.1495
129. Kim, K.W. Antioxidative activity of chitosans with varying molecular weights / K.W. Kim, R.L. Thomas // *Food Chemistry*. – 2006. – Vol. 101, № 1. – P. 308–313. DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.01.038
130. Klokkevold, P. Osteogenesis enhanced by chitosan (poly- N-acetyl glycosaminoglycan) in vitro / P. Klokkevold, L. Vandemark, E. Kenney, G. Bernard // *J. Periodontol.* – 1996. – Vol. 67. – P. 1170–1175.
131. Li, Y. Physico-chemical characterization and antibacterial property of chitosan acetates / Y. Li, X.G. Chen, N. Liu et al. // *Carbohydrate Polymers*. – 2007). – Vol. 67. – P. 227–232.
132. Lopez-Caballero, M. A chitosan–gelatin blend as a coating for fish patties / M. Lopez-Caballero, M. Gomez-Guillen, M. Pérez-Mateos, P. Montero // *Food Hydrocolloids*. – 2005. – Vol. 19. – P. 303–311.

133. Losso, J.N. The biochemical and functional food properties of the Bowman-Birk inhibitor / J.N. Losso // *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* – 2008. – Vol. 48(1). – P. 94–118.
134. Maezaki, Y. Hypocholesterolemic effect of chitosan in adult males / Y. Maezaki, K. Tsuji, Y. Nakagawa et al. // *Biosci. Biochem.* – 1993. – Vol. 57(9). – P. 1439–1444.
135. Michaud, D. Recombinant Protease Inhibitors in Plants / D. Michaud; ed. D. Michaud. – Georgetown : Landes Biosci, 1999. – 241 p.
136. Mitsunaga, T. Isolation and characterization of trypsin inhibitors from wheat germ / T. Mitsunaga // *J. Nutr. Sci. Vitaminol. (Tokyo)*. – 1979. – Vol. 25(1). – P. 43–52.
137. Morachis-Valdez, Ana Gabriela. Effects of Peppermint Extract and Chitosan-Based Edible Coating on Storage Quality of Common Carp (*Cyprinus carpio*) Fillets / Ana Gabriela Morachis-Valdez, Ángel Santillán-Álvarez, Leobardo Manuel Gómez-Oliván et al. // *Polymers*. – 2021. – Vol. 13 (19). – P. 3243.
138. Mori, T. Effects of chitin and its derivatives on the proliferation and cytokine production of fibroblasts in vitro / T. Mori, M. Okumura, M. Matsuura et al. // *Biomaterials*. – 1997. – Vol. 18, № 13. – P. 947–951.
139. Morris, C.A. Bowman-Birk inhibitor attenuates dystrophic pathology in mdx mice / C.A. Morris, J.T. Selsby, L.D. Morris et al. // *J. Appl. Physiol.* – 2010. – Vol. 109(5). – P. 1492–1499. DOI: 10.1152/jappphysiol.01283.2009
140. Mosolov, V.V. The role of proteolytic enzymes and their inhibitors in plant protection (review) / V.V. Mosolov, L.I. Grigor'eva, T.A. Valueva // *Applied Biochemistry and Microbiology*. – 2001. – Vol. 37, № 2. – P. 131–140.
141. Muzzarelli, R. Reconstruction of paradontal tissue with chitosan / R. Muzzarelli, G. Biagini, A. Pugnali et al. // *Biomaterials*. – 1989. – Vol. 10, №11. – P. 598–603.
142. Park J.W. Surimi and Surimi Seafood / J.W. Park. – CRC Press, Florida, 2005. – 666 p.

143. Pirawattana, T. Simulation of doxorubicin delivery via glucosamine (ethelenegeicol) carrier / T. Pirawattana, T. Srinophacun // *Int. J. Mol. Sci.* – 2008. – № 9. – P. 2290–2305.

144. Ramasamy, P. Extraction, characterization and antioxidant property of chitosan from cuttlebone *Sepia kobeensis* (Hoyle 1885) / P. Ramasamy, N. Subhapradha, V. Shanmugam, A. Shanmugam // *Intern. Journ. of Biological Macromolecules.* – 2014. – Vol. 64. – P. 202–212. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2013.12.008

145. Rodrigues, C. Mechanical, thermal and antimicrobial properties of chitosan-based-nanocomposite with potential applications for food packaging / C. Rodrigues, J.M.M. de Mello, F. Dalcanton et al. // *J. Polym. Environ.* – 2020. – Vol. 28. – P. 1216–1236.

146. Rouget, C. Des substances amylacees dans ie tissue des animux, specialement les Asticules (Chitine) / C. Rouget // *Compt. Rend.* – 1859. – Vol. 48. – P. 792.

147. Simson B.K., Haard H.F. Trypsin from Greenland cod (*Gadus ogac*). Isolation and comparative properties. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 1979. – P. 613 – 622.

148. Subhapradha, N. Anticoagulant and antioxidant activity of sulfated chitosan from the shell of donacid clam *Donax scortum* (Linnaeus, 1758) / N. Subhapradha, S. Suman, P. Ramasamy et al. // *Intern. Journ. of Nutrition, Pharmacology, Neurological Diseases.* – 2013. – Vol. 3, № 1. – P. 39–45.

149. Sun, T. Preparation of chitosan oligomers and their antioxidant activity / T. Sun, D. Zhou, J. Xie, F. Mao // *European Food Research and Technology.* – 2007. – Vol. 225, № 3–4. – P. 451–456. DOI: 10.1007/s00217-006-0439-1

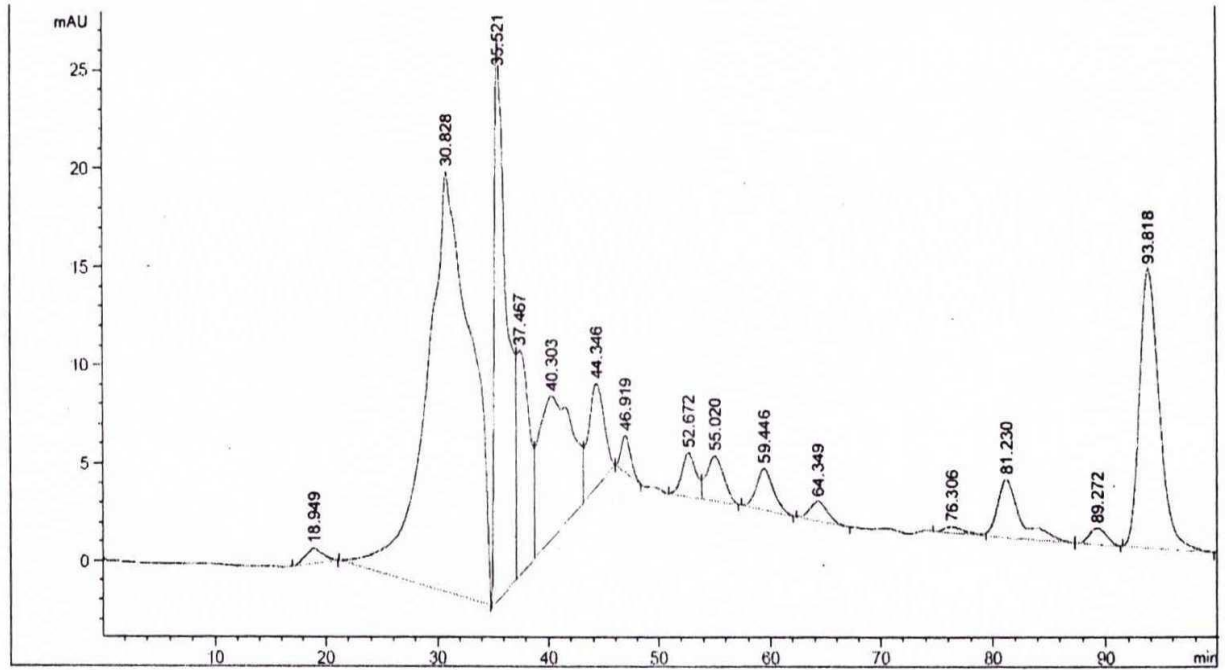
150. Tang, D. Chitosan attenuates obesity by modifying the intestinal microbiota and increasing serum leptin levels in mice / D. Tang, Y. Wang, W. Kang et al. // *J. Functional Food.* – 2020. – Vol. 64. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103659>.

151. Tarsi, R. Inhibition of *Streptococcus mutans*. Adsorption of hydroxyapatite by low-molecular weight chitosans / R. Tarsi, R. Muzzarelli, C. Guzman et al. // *J. Dent. Research*. – 1997. – Vol. 76, №2. – P. 665–672.
152. Velickova, E. Impact of chitosan-beeswax edible coatings on the quality of fresh strawberries (*Fragaria ananassa* cv Camarosa) under commercial storage conditions / E. Velickova, E. Winkelhausen, S. Kuzmanova et al. // *LWT–Food Sci. Technol.* – 2013. – Vol. 52. – P. 80–92.
153. Vinšová, J. Antioxidant Polymers by Chitosan Modification / J. Vinšová, E. Vavřková // *Antioxidant Polymers: Synthesis, Properties, and Applications*. – Scrivener Publishing LLC, 2012. – P. 115–131. DOI: 10.1002/9781118445440.ch5
154. Zhong, Z. The preparation and antioxidant activity of the sulfanilamide derivatives of chitosan and chitosan sulfates / Z. Zhong, X. Ji, R. Xing et al. // *Bioorganic & Medicinal Chemistry*. – 2007. – Vol. 15, № 11. – P. 3775–3782.
155. Zivanovic S. Chitosan as an antimicrobial in food products / S.Zivanovic, R.H. Davis, D.A. Golden // *Handbook of Natural Antimicrobials for Food Safety and Quality*. - 2015. - PP. 153-181.

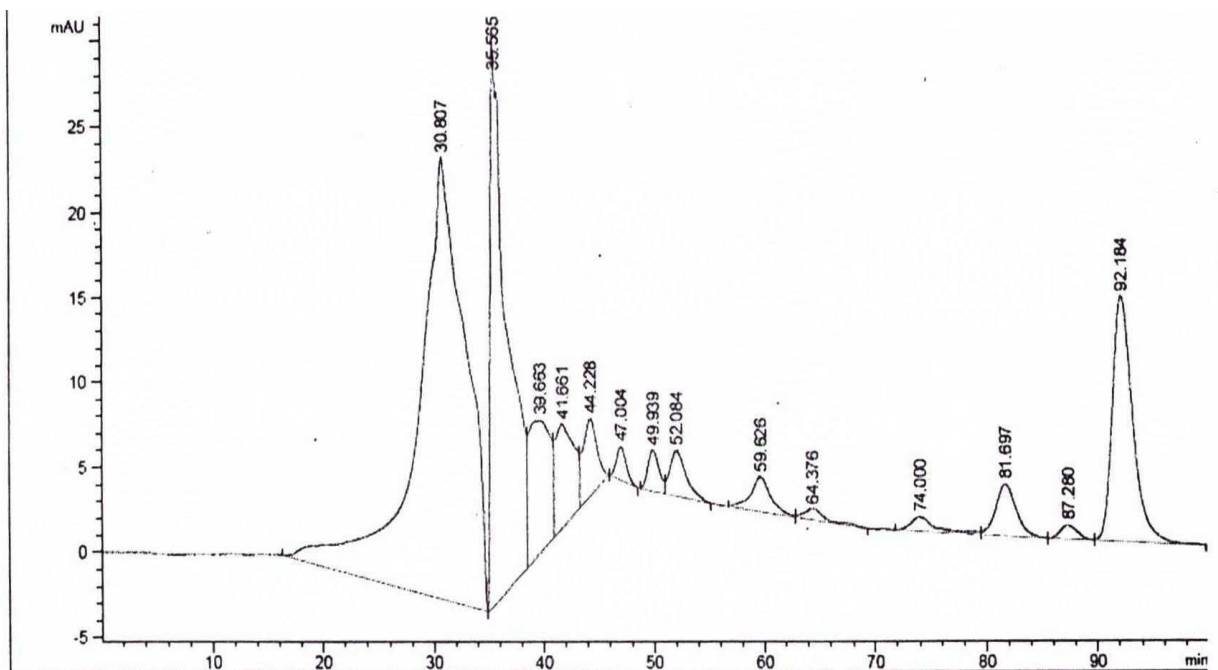
ПРИЛОЖЕНИЯ

Графики элюции ингибиторов

HPLC распределение водорастворимой белковой фракции образца BR (рисовый)

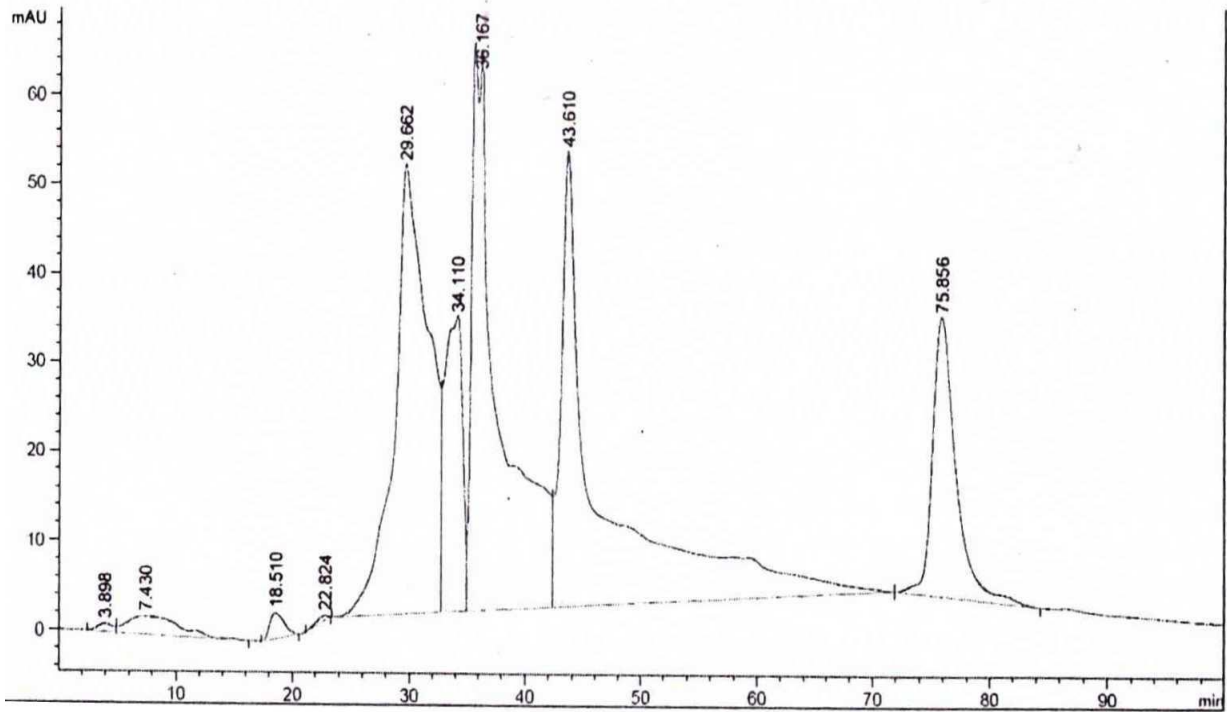


HPLC распределение водорастворимой белковой фракции образца BR (рисовый)

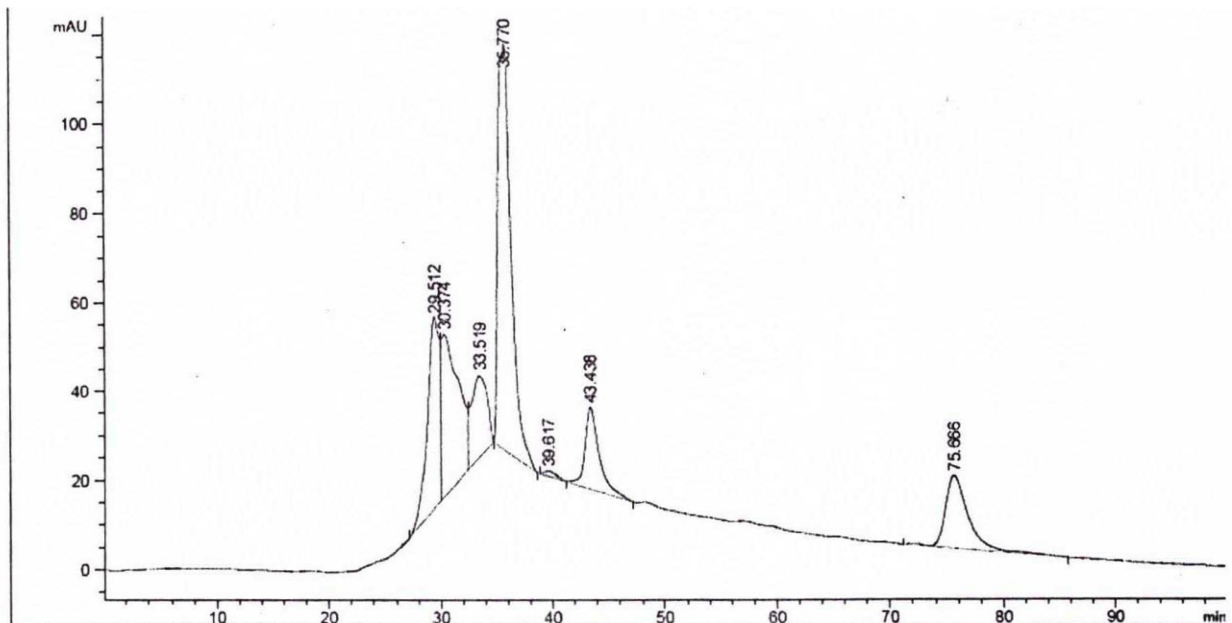


Продолжение приложение А

HPLC распределение водорастворимой белковой фракции образца WP
(картофель)



HPLC распределение водорастворимой белковой фракции образца WP
(картофель)



ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Органолептическая оценка в баллах для соленой продукции из сардины
тихоокеанской (иваси)

№ образца	Органолептическая оценка, баллы			
	1,5 мес.	3 мес.	4,5 мес.	7 мес.
1	2	3	3	2
2	4	4	5	4
3	4	4	5	4
4	3	3	2	1
5а	2	3	3	2
5б	4	4	5	4
6	1	1	2	2
7	4	4	5	4
8	3	3	2	1

* **5 баллов** – Консистенция рыбы мягкая, нежная, упругая, при нажатии возвращается в первоначальную форму; запах приятный, свойственный соленой рыбе без посторонних и порочащих оттенков, вкус ярко выраженный, свойственный созревшей рыбе, без посторонних привкусов. **4 балла** – Консистенция недостаточно мягкая, запах приятный, свойственный соленой рыбе без посторонних и порочащих оттенков, вкус ярко выраженный, свойственный созревшей рыбе, без посторонних привкусов. **3 балла** – Консистенция ослабевшая либо излишне упругая, недостаточно ярко выражены аромат и вкус созревшей рыбы. **2 балла** – Консистенция разваливающаяся, почти рыхлая или плотная, наблюдаются признаки, не свойственные соленой рыбе. **1 балл** – Консистенция плотная, твердая или мажущаяся, мясо рыхлое, легко отделяется от кости, что не свойственно соленой продукции; вкус и запах неприятные, свойственные несозревшей рыбе, или кислый запах перезревания.

Патент № 2691571 Способ производства пресервов из сардины

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) **RU** (11) **2 691 571** (13) **C1**

(51) МПК
A23B 4/023 (2006.01)
A23L 17/00 (2016.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
A23B 4/023 (2018.08); A23L 17/00 (2018.08)

(21)(22) Заявка: 2018111864, 02.04.2018
 (24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 02.04.2018
 Дата регистрации:
 14.06.2019
 Приоритет(ы):
 (22) Дата подачи заявки: 02.04.2018
 (45) Опубликовано: 14.06.2019 Бюл. № 17
 Адрес для переписки:
 690087, г. Владивосток, ГСП, ул. Луговая, 52-
 Б, ФГБОУ ВО "Дальрыбвтуз", Отдел по охране
 интеллектуальных прав

(72) Автор(ы):
 Слущкая Татьяна Ноевна (RU),
 Максимова Светлана Николаевна (RU),
 Полещук Денис Владимирович (RU),
 Пономаренко Светлана Юрьевна (RU),
 Полещук Виктория Игоревна (RU),
 Суровцева Елена Викторовна (RU)

(73) Патентообладатель(и):
 Федеральное государственное бюджетное
 образовательное учреждение высшего
 образования "Дальневосточный
 государственный технический
 рыбохозяйственный университет" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
 о поиске: RU 2103887 C1, 10.02.1998. RU
 2370042 C1, 20.10.2009. SU 1598946 A1,
 15.10.1990. RU 2287936 C1, 27.11.2006. US
 5965191 A1, 12.10.1999. US 20090053364 A1,
 26.02.2009.

(54) Способ производства пресервов из сардины

(57) Реферат:
 Изобретение относится к пищевой промышленности, а именно к рыбной отрасли, в частности к способу получения пресервов из сардины тихоокеанской (иваси). Способ включает подготовку рыбы к посолу, смешивание ее с посольной смесью, закладку в банки и заливку соевым раствором, после чего банки отправляют на созревание. Посол осуществляют с использованием композиции, включающей водорастворимый хитозан в количестве 0,3% к массе сырья и ингибитор протеолиза растительного происхождения из картофеля или

риса в количестве 1,2% к массе сырья. При этом композицию вносят в количестве 1,5% к массе сырья в банки после закладки рыбы или в солевой раствор. Способ обеспечивает при пониженном содержании соли антимицробную, антиокислительную стабильность и высокое качество конечного продукта, сохраняет целостность рыбы, придает функциональные свойства, улучшает органолептические показатели на протяжении длительного срока хранения. 2 табл., 3 пр.

RU 2 691 571 C 1

RU 2 691 571 C 1

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

СТО «Соленая продукция из сардины тихоокеанской»

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования**

**«Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет»**

(ФГБОУ ВО «ДАЛЬРЫБВТУЗ»)



Брига ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»

Н.К Зорченко

« 25 » декабря 2017 г

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

**СОЛЕНАЯ ПРОДУКЦИЯ ИЗ САРДИНЫ ТИХООКЕАНСКОЙ
(проект)**

**Требования к качеству и безопасности.
Требования к производству, хранению, реализации**

СТО 00471515-055-2017

Контролируемые экземпляры – 3
Экземпляр № 3

Владивосток
2017

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

СТО Кулинарная формованная продукция из сардины тихоокеанской «Хлебы рыбные»

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования**

**«Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет»**

(ФГБОУ ВО «ДАЛЬРЫБВТУЗ»)

УТВЕРЖДАЮ
Врио ректора
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»
Н.К Зорченко
«_____» _____ 2018 г



СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

**КУЛИНАРНАЯ ФОРМОВАННАЯ ПРОДУКЦИЯ
ИЗ САРДИНЫ ТИХООКЕАНСКОЙ «Хлебы рыбные»
Требования к качеству и безопасности.
Требования к производству, хранению, реализации**

СТО 00471515-068-2018

Контролируемые экземпляры – 3
Экземпляр №__

Владивосток
2018

Акт производственной проверки



АКТ
производственной проверки

Наименование продукции: Соленая сардина тихоокеанская

Место проведения: ООО «Дальпико-Рыбсервис»

Настоящий акт составлен в том, что в период с 13 декабря по 15 декабря 2021 г. на базе производственного цеха ООО «Дальпико-Рыбсервис» были проведены промышленные испытания по возможности производства соленой продукции из сардины в условиях промышленного предприятия

Проверка производства соленой продукции из сардины на базе производственного цеха ООО «Дальпико-Рыбсервис» показала, что технологические параметры стабильно воспроизводятся в условиях производства.

Соленая сардина тихоокеанская удовлетворяет требованиям СТО на данную продукцию.

АКТ составили:

Директор

Бунк Н.И.

Технолог

Спесивцев Н.С.

Зав. кафедрой
Технология продуктов питания
ФГБОУ ВО Дальрыбвтуз
д.т.н., профессор

Максимова С.Н.

Ассистент кафедры
Технология продуктов питания

Полещук В.И.

Акт производственной проверки

УТВЕЖДАЮ
 Директор
 ООО «Дальпико-Рыбсервис»
 Бунк Н.И.
 «ДАЛЬПИКО-РЫБСЕРВИС» 2021 г.
 г. Владивосток

АКТ
 производственной проверки

Наименование продукции: Кулинарная продукция из сардины тихоокеанской

Место проведения: ООО «Дальпико-Рыбсервис»

Настоящий акт составлен в том, что в период с 15 декабря по 17 декабря 2021 г. на базе производственного цеха ООО «Дальпико-Рыбсервис» были проведены промышленные испытания по возможности производства кулинарной продукции из сардины в условиях промышленного предприятия

Проверка производства кулинарной продукции из сардины на базе производственного цеха ООО «Дальпико-Рыбсервис» показала, что технологические параметры стабильно воспроизводятся в условиях производства.

Кулинарная продукция из сардины тихоокеанской удовлетворяет требованиям соответствующих СТО.

АКТ составили:

Директор		Бунк Н.И.
Технолог		Спесивцев Н.С.
Зав. кафедрой Технология продуктов питания ФГБОУ ВО Дальрыбвтуз д.т.н., профессор		Максимова С.Н.
Ассистент кафедры Технология продуктов питания		Полещук В.И.

Акт внедрения в учебный процесс

УТВЕРЖДАЮ:



Проректор по У и ВР ФГБОУ ВО
«Дальрыбвтуз»

Т.А. Жук

2021 г.

АКТ

о внедрении в учебный процесс результатов диссертационных исследований на соискание ученой степени кандидата технических наук Полещук В.И.

Мы, нижеподписавшиеся, подписали настоящий акт о том, что результаты диссертационных исследований аспиранта кафедры «Технология продуктов питания» Полещук В.И. внедрены в учебный процесс.

Материалы диссертационных исследований на тему: «Научное обоснование и разработка технологии пищевой продукции из сардины тихоокеанской с использованием биорегуляторов» внедрены в учебный процесс на кафедре «Технология продуктов питания» ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз» при написании практикума к лабораторным занятиям и организации самостоятельной работы студентов направления 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения» по дисциплине «Технология функциональных продуктов из водных биологических ресурсов» авторов: Максимова С.Н., Слуцкая Т.Н., Полещук Д.В., Суровцева Е.В., Полещук В.И., Пономаренко С.Ю.

Директор Института пищевых производств,
к.т.н., доцент

Лаптева Е.П.

Заведующий кафедрой «Технология продуктов питания»,
д.т.н., профессор

Максимова
С.Н.

Доцент кафедры «Технология продуктов питания»,
к.т.н., доцент

Суровцева Е.В.