

Одесский технологический институт пищевой промышленности
им. М.В.Домошова

На правах рукописи

АРТЮХОВА Светлана Алексеевна

УДК 664.957.6

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ КОНСЕРВИРОВАННЫХ
ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ ГИДРОБИОНТОВ
ОКЕАНИЧЕСКОГО ПРОМЫСЛА

Специальность 05.18.13 - технология
консервированных пищевых продуктов

Диссертация
на соискание ученой степени
доктора технических наук в форме
научного доклада

Одесса - 1990

Работа выполнена в Атлантическом научно-исследовательском институте рыбного хозяйства и океанографии /АтлантиРО/

Научный консультант:

доктор технических наук, профессор Б.Л. Флауменбаум

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, доцент В.И. Шендерюк;

доктор технических наук, профессор Л.П. Ковальская;

доктор медицинских наук, профессор О.А. Кириленко

Ведущая организация: Всесоюзный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства

Защита состо-
ит на заседании спец-
иального технологичес-
кого семинара, 27002

С диссертаци-
онного технологического
семинара.

Автореферат

Ученый сек-
тор специализирован-
ной к.т.н. до

Актуальность проблемы. Решениями Коммунистической партии и правительства страны, постановлением Съезда народных депутатов 1989 г. об основных направлениях внутренней и внешней политики Советского Союза в качестве важнейшей поставлена задача коренного повышения уровня жизни народа, его материального благополучия и в первую очередь полного удовлетворения потребностей в продуктах питания. Рыбной промышленности предстоит на базе научно-технического прогресса, повышения эффективности производства и качества продукции за счет внедрения новейших технологических и технических решений обеспечить выпуск пищевой рыбной продукции не менее 20 кг на душу населения. Для успешного решения этой крупной народнохозяйственной проблемы важное значение имеет максимальное использование на пищевые цели биологических ресурсов Мирового океана, способных до 20 % удовлетворить физиологическую потребность в белковой пище, дефицит которой остро ощущается в современном мире.

Последние 30 лет характеризовались интенсивным освоением океанического промысла рыбной промышленностью Западного региона страны. Освоено более 150 водных промысловых объектов Атлантического и Тихого океанов, свыше 60 наименований новых видов консервированных гидробионтов (КГ). Постоянно изменяющиеся правовые ситуации океанического рыболовства и соответственно сырьевая база рыбной отрасли, специфические биохимические и технологические особенности гидробионтов, обитающих в различных слоях морей и океанов (пелагиали, мезо- и батипелагиали) предопределили необходимость поиска новых решений переработки такого сырья для получения высококачественных биологически полноценных консервированных продуктов питания, основанных на современных достижениях науки и техники.

Крупномасштабное освоение новых прогрессивных технологий широкого ассортимента КГ в значительной мере повысило эффективность использования сырьевой базы отрасли, способствовало существенному улучшению структуры питания советских людей.

Проблема решалась нами по заданию Госкомитета СССР по науке и технике в рамках программы 0.40.01 "Разработать и освоить новые технологические процессы и оборудование для комплексного использования биологических ресурсов Мирового океана...", КИП "Пелагиаль", "Криль", "Кальмар".

Общая цель исследований. Рациональное использование гидробионтов океанического промысла в производстве консервированных

ВНИРО
№ 1 ж/с
Библиотека

пищевых продуктов на основе теоретического анализа и оптимизации основных технологических процессов, разработки новых технологий КГ с учетом особенностей сырья.

Основные задачи работы:

1. Выявить технологические, физические, химические и биохимические особенности гидробионтов как объектов термического консервирования; разработать новые оптимальные способы предварительной их подготовки;

2. Изучить видовой состав остаточной микрофлоры КГ из океанического сырья, определить кинетические параметры термоустойчивости микроорганизмов, вызывающих их порчу;

3. Выполнить теоретический анализ факторов, влияющих на теплофизическую составляющую процесса стерилизации; определить кинетические константы термической инерции КГ;

4. Определить уровни требуемой и фактической летальности оптимальных режимов термического консервирования гидробионтов;

5. Теоретически обосновать и практически осуществить интенсификацию режимов стерилизации КГ;

6. Изучить закономерности гидротермической деструкции макронутриентов и изменение физико-механических свойств гидробионтов в процессе консервирования, получить объективные критерии оценки технологической эффективности процесса стерилизации КГ;

7. Изучить на основе учения о рациональном сбалансированном питании питательную и энергетическую ценность КГ;

8. Разработать и внедрить в отрасль новые технологии и научно обоснованные промышленные регламенты КГ, определить перспективы дальнейшего развития технологии консервированных пищевых продуктов из океанического сырья.

Научная новизна работы заключается в установлении определяющей роли видовых и биохимических особенностей океанического сырья в построении технологического процесса и формировании качества КГ, анализе теплофизической и микробиологической составляющих процесса стерилизации КГ как системы математических моделей, разработке теоретических основ его интенсификации, метода объективной оценки технологической эффективности, создании научных основ технологии консервирования гидробионтов океанического промысла, в том числе на уровне изобретений, как решение крупной научной

проблемы при разработке высококачественных биологически полноценных консервированных пищевых продуктов.

Автор защищает следующие основные научные положения: результаты комплексного исследования океанических гидробионтов, как сырья для получения биологически полноценных консервированных продуктов;

научные принципы дифференцированного подхода к способам и режимам консервирования гидробионтов, совершенствования процессов их предварительной подготовки с учетом технологических, физиологических и биохимических особенностей, в том числе с защищенным приоритетом;

результаты теоретического анализа внешних и внутренних факторов, влияющих на эффективность процесса стерилизации КГ, и теоретические основы процесса как системы математических моделей; закономерности гидротермической деструкции белков, липидов, витаминов в процессе консервирования гидробионтов;

критерии оценки технологической эффективности режимов стерилизации КГ;

теоретические основы интенсификации процесса стерилизации КГ; результаты работ по исследованию показателей биологической, питательной и энергетической ценности КГ на основе учения о рациональном сбалансированном питании;

промышленные регламенты получения КГ широкого ассортимента; научные принципы рациональных направлений дальнейшего развития технологии КГ из перспективных объектов океанического промысла.

Практическая ценность и реализация результатов работы. Результаты исследований, выполненных в течение 30 лет, дали возможность на базе разработанных технологий и оптимальных регламентов организовать в масштабе рыбной отрасли производство высококачественных белковых консервированных продуктов питания более 60 наименований из ранее не использовавшихся объектов океанического промысла, позволили улучшить качество и пищевую ценность КГ путем совершенствования основных технологических процессов.

Разработано и внедрено в промышленность свыше 70 интенсифицированных режимов стерилизации КГ широкого ассортимента, что позволило на 30-60 % сократить длительность процесса и при сохранении высокого качества продукции и значительном (до 15 %) повышении производительности консервных линий предприятий отрасли.

Результаты теоретических исследований процесса стерилизации

положены в основу действующей в системе Минрыбхоза СССР "Инструкции по проверке ... и разработке ... режимов стерилизации консервов из рыб, морских беспозвоночных и водорослей" (М., 1970).

Разработанные научные основы технологии консервирования гидробионтов реализованы в специальных технологических исследованиях, выполненных А.Е.Капитановой, Н.С.Князевой, Т.П.Коломейко, О.И.Кутковой, Е.Т.Мартыновой, А.Б.Одинцовым, Л.И.Перовой, В.П.Поляком, Т.Н.Рудевой в порядке плановой тематики лаборатории под руководством автора и использованы при разработке в содружестве с коллективами ряда предприятий ВПО "Запрыба" нормативно-технической документации, утвержденной Минрыбхозом СССР, на 71 вид КГ: Сардины атлантические в масле, Сардины атлантические в томатном соусе, Консервы в масле из тунцов и рыб тунцового промысла, Тушенка, Тушенка любительская из тунца и рыб тунцового промысла, Паштет из тунца, Натуральные консервы из тунца и рыб тунцового промысла, Консервы из тунца, гарусника, макрели копченых в масле, Рыба бланшированная в масле (сельдь, скумбрия, макрурус, окунь морской, хек серебристый, мерсу, луфарь, зубан, солнечник, сабля и черная сабля-рыба, макрелещучка), Рыба обжаренная в масле (сельдь, скумбрия, ставрида), Рыба обжаренная в томатном соусе (сельдь, скумбрия, ставрида, мерсу, луфарь, зубан, сабля-рыба, треска, нототения), Рыба с овощами в томатном соусе (сельдь, ставрида, треска), Консервы рыбные натуральные (сельдь, скумбрия, ставрида, сардины), Тефтели из океанических рыб в томатном соусе (бланшированные; ставрида, сельдь, скумбрия, треска и др.), Тефтели рыбные в маринаде, Уха рыбацкая сборная, Атлантика, Уха концентрированная из трески, Окунь морской в желе, Креветки антарктические натуральные (из криля), Фарш антарктической креветки (криля) бутербродный, Рыба океаническая копчено-бланшированная в масле (ставрида, скумбрия, сардинелла), Салаты рыбные "Особый", "Осенний", "Калининградский", Ставрида океаническая в томатном соусе (с использованием томатной пасты асептического консервирования), Сосиски "Антарктика" в желе.

Рекомендованы рациональные направления и технологические схемы термического консервирования перспективных объектов океанического промысла.

Фактическая экономическая эффективность от расширения ассортимента и реализации новых разработанных видов КГ за период 1966-1988 г.г. по данным только трех рыбоконсервных комбинатов ВПО "Запрыба" - Калининградского, Балтийского и Намоновского, соста-

вила в среднем 13 млн. рублей в год. Внедрение выполненных разработок в масштабе отрасли дает высокий реальный экономический эффект, сложно поддающийся учету.

Публикации. Материалы диссертации опубликованы в 95 работах; в том числе в 4 авторских свидетельствах; регулярно (1970-1989 г.г.) используются в тематических сборниках ВНИЭ рыбного хозяйства. Написана и передана издательству СРС (США) глава "Консервирование" для книги "Морские пищевые продукты".

Атробация работы. Основные результаты работы доложены и обсуждены на международных совещаниях по плану научно-технического сотрудничества в области рыбного хозяйства между СССР, ГДР, НРБ и СРР (Росток, 1965; Гдыня, 1967, 1976; Ленинград, 1968; Москва, 1974; Калининград, 1981), на заседании секции ГИИТ по проблеме "Интенсификация биохимических и физических процессов производства, повышение пищевой полноценности продуктов питания" (Москва, 1967), Всесоюзной конференции "Вопросы механизации и новой технологии производства шпрот и сардин" (Астрахань, 1959), Всесоюзной межвузовской конференции по теоретическим методам обработки при консервировании пищевых продуктов (Одесса, 1969), Всесоюзных научно-технических конференциях: "Совершенствование техники лова и обработки сардины" (Калининград, 1960), "Современное состояние и пути совершенствования технологии и техники производства рыбных консервов" (Калининград, 1975), "Вопросы теории и практики стерилизации и пастеризации пищевых продуктов" (Одесса, 1975; Махачкала, 1981), "Проблемы комплексной переработки криля" (Калининград, 1979, 1980), "Научные основы пищевого использования мсре-продуктов" (Калининград, 1980), "Основные направления увеличения производства и пути повышения качества продуктов детского и диетического питания" (Одесса, 1977), "Электрофизические методы обработки пищевых продуктов" (Воронеж, 1977), "Проблемы индустриализации общественного питания в стране" (Харьков, 1984), "Состояние и перспективы работ по улучшению качества и расширению ассортимента рыбных консервов; создание средств механизации" (Калининград, 1986), "Пути экономии ресурсов при технологической обработке рыбы и рыбопродуктов" (Калининград, 1987), Всесоюзном симпозиуме "Медико-биологические аспекты проблемы пищевого белка" (Ташкент, 1975), на III Всесоюзном симпозиуме "Влияние магнитных полей на биологические объекты" (Калининград, 1975), на II и III Всесоюзных научно-технических конференциях "Разработка процессов получения комбинированных продуктов питания" (Москва, 1984, 1988), годо-

вых отчетных сессиях ВНИРО с участием специалистов бассейновых НИИ Минрыбхоза СССР (Москва, 1964, 1973, 1981, 1984), на научно-технических семинарах "Проблемы совершенствования технологии и оборудования для обработки объектов морского промысла" (Калининград, 1965, 1986, 1988), ежегодных отчетных сессиях, заседаниях Технологической секции Ученого совета АтлантНИРО (Калининград, 1959-1989).

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Теоретической базой выполненных в диссертационной работе исследований явились труды советских и зарубежных ученых, заложивших фундамент научных основ консервирования пищевых, в т.ч. рыбных продуктов: Я.И.Никитинского, А.Т.Марха, И.В.Кизеветтера, Н.А.Воскресенского, А.А.Соколова, И.А.Рогова, В.И.Рогачева, Н.Н.Мазохиной, Б.Л.Флауменбаума, И.П.Леванидова, Ч.О.Болла, В.Д.Бигелю, Ч.Р.Стамбо, Т.Дж.Джилеспая и др.

Выполненные нами комплексные исследования по разработке рациональных путей и способов консервирования ранее не использовавшегося водного сырья широкого видового состава, вариетета химического состава, структуры и свойств позволили расширить теоретические представления в области научных основ технологии консервированных пищевых продуктов из гидробионтов океанического промысла.

В работе использованы современные методы исследования - аналитические (тонкослойная и газожидкостная хроматография, флуориметрия, пламенная фотометрия, спектофотометрия, электрометрия), микробиологические (по стандартам СЗВ), инструментальные реологические, теплофизические на базе автоматических электронных приборов, квалиметрические при оценке органолептических свойств продукта, биологические при оценке его усвояемости. Экспериментальные данные обрабатывались методами микростатистики с использованием критериев Фишера, Стьюдента и др. при уровне доверительной вероятности 95%. Проводилась их математическая обработка на ЭВМ.

Гидробионты океанического промысла как объекты термического консервирования. Установлено, что техно-химический состав использованных в работе новых для отечественной рыбной промышленности 49 гидробионтов (рыбы, ракообразные, моллюски), обитающих в различных гидросферах Атлантического и Тихого океанов (рис.1), характеризуется большим разнообразием, обусловленным их видовыми особенностями, влиянием физических, химических и биологических факторов, средой обитания. Среди них присутствуют низко-, средне- и высокобелковые объекты (Леванидов, 1968) с уровнем протеинов 12-

26 г в 100 г мышечной ткани, широким диапазоном содержания липидов от 0,1 до 24,5 %, а также воды - 58-89 %. Гидробионты, как сырье, подвергавшееся замораживанию и длительному (2-6 мес.) холодильному хранению, содержат от 10 до 40 % небелковых форм общего азота. Установлена прямая зависимость между качеством КТ и уровнем АЛО в сырье. Среди небелковых азотосодержащих соединений океанического сырья важное значение имеет уровень триметиламинооксида (ТМАО, до 1000 мг на 100 г) и продуктов его восстановления (три-, ди-, монометиламины), которые участвуют в образовании специфического рыбного запаха КТ.

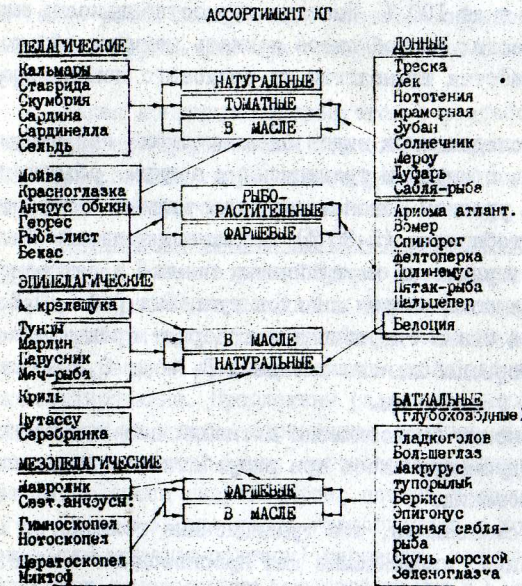


Рис. 1. Объекты и схема исследований по технологии консервирования гидробионтов океанического промысла

Важными для термического консервирования отличительными особенностями мяса океанических гидробионтов явились "высокий" (Сафронова, 1981), как правило, уровень гексозаминов (свыше 30 мг на 100 г сухого вещества), обнаруженных в составе мукополисахаридов соединительной ткани всеисследованных объектов, значительные колебания водоудерживающей способности (ВУС) белков мышечной ткани - от 90 до 35 %, их структурно-механические свойства. Экспериментально подтверждена взаимосвязь между уровнем гексозаминов в исследованных объектах и степенью неферментативного покоричневения КТ (реакция Майяра). Мышечная ткань гидробионтов имеет вкус от

"сладкого" при 0,2 % яблочной кислоты (объекты батипелагиади) до "кислого" при 1,0-1,4 % этой кислоты (тунцовые, скумбриевые), различна ее консистенция в КГ в зависимости от величины белково-водного коэффициента (БВК) сырья: при 0,1 - нежная, сочная, при 0,3-0,35 - плотная, сухая; величина pH мышечной ткани колеблется от 5,6 до 7,0.

Показана высокая биологическая ценность белков исследованных гидробионтов в модельных стерилизованных образцах. В их составе присутствуют все незаменимые аминокислоты; по сбалансированности аминокислот белки не уступают "идеальному"; интегральный скор всех незаменимых аминокислот выше 100 %. Высокая термостабильность аминокислот белков океанических гидробионтов явилась научным обоснованием возможности разработки технологии их теплового консервирования.

Тканевые липиды исследованных видов океанических гидробионтов обладают свойствами, присущими традиционным водным объектам, характеризуются высоким уровнем мононенасыщенных жирных кислот (до 50 %) и большими колебаниями (5-35 %) высоконепредельных биологически активных, но термически неустойчивых пента- и гексаеновых; так, коэффициент ненасыщенности липидов тунцовых рыб - 0,2, ставриды - 2,4. Мышечная ткань гидробионтов содержит сравнительно большое количество термолабильного витамина В₁ - до 0,3 мг на 100 г у тунца, до 0,2 - у ставриды.

Максимальное сохранение биологически активных пищевых компонентов гидробионтов предусматривалось при разработке оптимальных технологий их консервирования.

Экспериментально установлено, что традиционные технологии и регламенты консервирования, применяемые для пресноводных объектов, как правило, неприемлемы для получения высококачественных биологически полноценных консервированных продуктов из океанического сырья.

Доказана возможность направления на производство консервов всех исследованных пищевых гидробионтов независимо от принадлежности их к белковым группам, уровня липидов, гексозаминов и др. особенностей при совершенствовании традиционных и разработке новых технологий на основе изучения химических и биохимических особенностей процессов переработки.

На основе результатов выполненных исследований и экспертных оценок специалистов установлены коэффициенты весомости сырьевых (видовые особенности, химический состав, возраст и размер гидро-

бионтов, условия их заготовки, срок хранения) и технологических (способы размораживания, разделки, предварительной обработки сырья и материалов, композиции рецептуры, вид тары, режимы тепловой обработки, условия хранения готового продукта) факторов в формировании качества КГ. Согласно разработанной для КГ концепции (методика Е.Ф.Орешкина и др., 1983) качество продукта определяется, главным образом, специфическими особенностями химического состава и биохимических свойств мороженого океанического сырья ($K_1 = 0,549$); достоверное существенное влияние оказывают способы и регламенты предварительной обработки сырья и материалов ($K_2 = 0,274$), а также режим завершающей тепловой обработки - стерилизации ($K_3 = 0,115$). Другие факторы оказывают меньшее влияние на качество КГ.

Такая концепция согласуется с разработанными и апробированными дифференцированными технологическими схемами и регламентами консервирования гидробионтов различных видов, обеспечившими получение КГ высокого качества.

Совершенствование процессов предварительной подготовки гидробионтов. Большое разнообразие исследованных гидробионтов по размерам (от 60 мм до 3 м) и форме (спинорог, меч-рыба, рыба-лист, сабля-рыба и др.) предопределило необходимость поиска нетрадиционных решений предварительной их обработки при направлении на консервирование. Предложены различные оптимальные способы разделки сырья: на тушку, порционные кусочки, филе, мелкие нестандартные кусочки, фарш; изготовление формованных полуфабрикатов из фарша смеси гидробионтов, овощей и круп.

Показано, что посол гидробионтов в холодном (5-10°C) солевом (или уксусно-солевом) растворе, повышая до 11 % БВК белков, улучшает консистенцию мышечной ткани в консервах; аналогичный эффект обеспечивается при совмещении процессов размораживания и посола гидробионтов.

Экспериментально установлено, что для мороженого океанического сырья, характеризующегося повышенной плотностью мышечной ткани (БВК > 0,2), высоким уровнем гексозаминов и продуктов гидролиза (К.ч. > 10) и окисления (П.ч. > 0,3) липидов, применение традиционного регламента процесса обжаривания в качестве предварительной тепловой обработки является нерациональным с позиций качества готовой продукции, гигиены питания и экономики производства. Такой полуфабрикат приобретает в КГ сухую, жесткую консистенцию, заливки, особенно томатные, имеют темный цвет, специфический

привкус. В обжарочном масле быстро достигается максимально допустимый уровень продуктов окисления (1 %) при относительно небольшом возрастании кислотного числа - 3,5-7,0. Не установлено прямой зависимости между накоплением в обжарочном масле свободных жирных кислот и содержанием суммарных продуктов окисления липидов. Доказана целесообразность и реализована возможность преимущественного применения процесса бланширования в технологии получения КГ широкого ассортимента.



Рис. 2. Динамика потерь массы рыбы в процессе предварительной термической обработки: 1 - (ставрида); 2 - (сардина); 3 - (тунец) при бланшировании острым паром; 4 - (скупбрия); 5 - (ставрида); 6 - (сельдь) при обжаривании в растительном масле

Выявлен различный характер динамики потерь массы гидробионтов в зависимости от способа предварительной термической обработки (рис. 2.), положенный в основу разработки ресурсосберегающих технологий путем обоснования целесообразности снижения норматива потерь массы гидробионтов в процессе обжаривания и бланширования с 20 до 10-16 % в зависимости от вида сырья; снижен с 12,0 до 5,0 допустимый уровень кислотного числа для обжарочного масла.

При переработке сырья с плотной мышечной тканью, высоким уровнем белков и низким липидов (тунцы, ставрида, сардины и др.) на КГ масляной группы лучшие результаты - водный отстой 4 % при сочной консистенции мяса - получены при бланшировании рыбы водяным паром с последующим медленным охлаждением для желатинизации коллагена или применением вакуумирования. Для мелкой рыбы - при способе бланширования в растительном масле до оптимальной влажности ~ 65 %. Установлено, что количество водного отстоя в консервах этой группы зависит от соотношения температурных уровней процессов бланширования и стерилизации: на предварительном процессе он не должен быть ниже, чем на окончательном.

Экспериментально показано, что композиции рецептур, способы и режимы предварительной обработки сырья и материалов, обеспечивающие снижение в КГ содержания воды в свободной форме (по пока-

зателю A_w), позволяют использовать падающие режимы стерилизации, субстерилизации и пастеризации, а также затормозить протекание процесса гидролиза белков и липидов в период их хранения.

Новые технологии КГ из педагических рыб (ставрида, скупбрия, сардинелла). Экспериментально установлено, что высокий эффект улучшения качества КГ томатной группы из гидробионтов с плотным, в том числе темным мясом обеспечивается комплексом технологических приемов, включающим процессы повышения ВУС белков мышечной ткани, снижения в полуфабрикате уровня веществ, обуславливающих интенсивное протекание реакции Майяра и специфические запах и вкус океанического сырья, улучшением консистенции, вкуса и аромата при последующей кратковременной обработке бланшированного, панированного полуфабриката в нагретом до 155-160°C растительном масле. Положительный эффект в части улучшения органолептических свойств и пищевой ценности КГ значительно повышается при введении в томатную заливку пищевых антиоксидантов и их синергистов (аскорбиновой кислоты, рутина, лимонной или винной кислот) в сочетании с использованием томатной пасты асептического консервирования*, а также процесса гомогенизации.

Применением другого комбинированного способа предварительной термической обработки сырья - холодного копчения и бланширования, выполняемых по падающим режимам (потери массы до 10 %), достигается положительный технологический эффект для КГ в масляной заливке. Экспериментально доказано, что при низком содержании фенолов в полуфабрикате (10-15 мг на 100 г) в консервах обеспечивается формирование достаточных приятных аромата и вкуса копчености, а также желто-золотистого цвета кожного покрова рыбы; уровень канцерогенных веществ (3,4 - бензпирена) снижается до 1,3 мкг/кг по сравнению с 5,0 мкг/кг для консервов в масле традиционного ассортимента из полуфабриката горячего копчения.

Новые технологии КГ из океанических рыб (ставрида, скупбрия, сардинелла) защищены авторскими свидетельствами № 1338832, 1439681, 762839, положительным решением по заявке № 4216982/30-13 (048628) (соавторстве).

Особенности технологии КГ из антарктической креветки (криля). Сок св. лавловленной креветки характеризуется практически нейтральной средой (рН 7,0-7,2), высоким уровнем гексозаминов (до 500 мг на 100 г сухого вещества) за счет веществ, содержащих аминокислоты (белки - 14 %, аминокислоты - 240 мг/100 г, азотистые летучие

*Работа выполнена совместно с аспирантом ВЗИП О.И. Кутиной

основания - 8,4-20 мг/100 г) и карбонильные группы (моносахара - 0,5-2,0 %, аминоксахара - 0,01-0,09 %, гликолипиды - 1,7 %), высокой степенью ненасыщенности жирных кислот липидов ($\sum \text{ЖК}_n$: 5,6 до 18,5 %). Это создает при традиционной технологии консервирования криля особенно благоприятные условия для развития реакции неферментативного покоричневения с образованием темноокрашенных пигментов, подобных меланоидинам сахароаминной реакции (рис. 3.), оказывающих резко отрицательное влияние на органолептические показатели и пищевую ценность КГ.

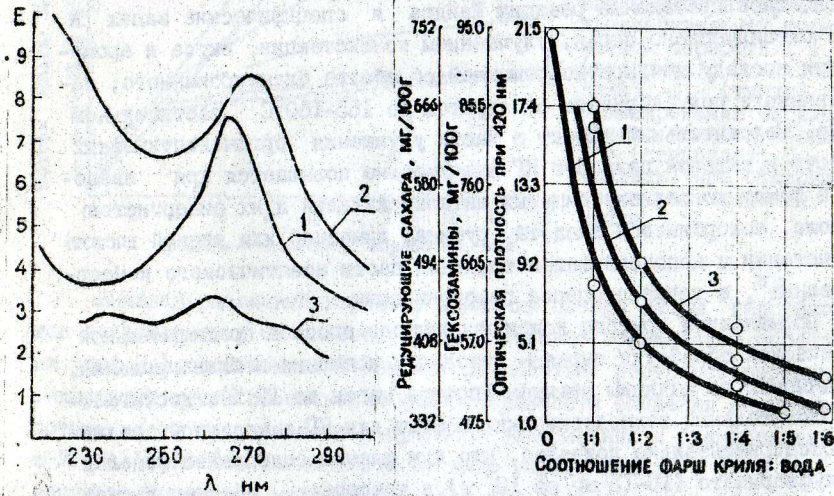


Рис. 3. Уф-спектры поглощения красящих пигментов, выделенных из систем: 1- глюкоза+глицин+глюкозамин (Сафронова, 1980); 2- стерилизованное измельченное мясо (фарш, криля); 3- стерилизованное мясо шейки криля

Впервые в мировой практике доказана и реализована возможность получения КГ высокого качества из бланшированного мяса и термически необработанного фарша криля путем снижения уровня реакционноспособных компонентов меланоидинообразования в процессе получения полуфабриката, который должен иметь гексозаминов не более 50 мг на 100 г, моносахаров - 0,3 % (рис. 4), солей магния - не более 200 мг на 100 г, солей хлористого натрия 1,0-1,5 %. Выявлены "идеальные" предпосылки для оптимизации процесса стерилизации КГ из криля; фактическая летальность режимов может находиться на уровне

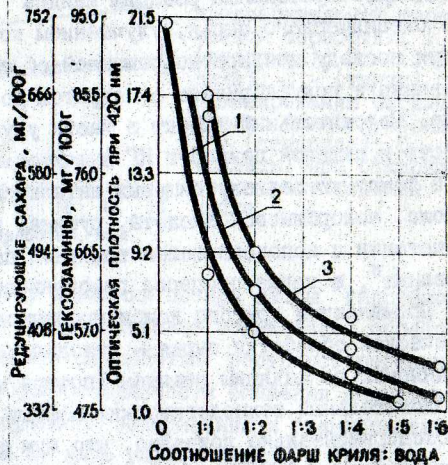


Рис. 4. Зависимость интенсивности покоричневения КГ из криля (1) от содержания гексозаминов (2) и редуцирующих сахаров в промытом фарше (3)

минимального микробиологического норматива в расчете на *S. hotulinum*.

КГ из объектов батипелагиали с обводненной мышечной тканью (гладкоголов, большеглаз, макрурус тупорылый). Экспериментально установлено, что основными причинами низкого качества КГ при традиционной технологии обработки такого сырья (воды до 90 %) являются низкая ВУС белков мышечной ткани (менее 40 %), очень высокий уровень гексозаминов (до 900 мг на 100 г сухого вещества), саркоплазматических белков (до 35 %), коротковолокнистая их структура; БВК этих гидробионтов в три раза меньше по сравнению с традиционными объектами (0,07-0,1). В связи с высокой гидратацией сырья велики потери мышечной тканию сока: при размораживании - до 15 %, в процессе термической обработки, в т.ч. стерилизации - до 40 %. При этом белковые вещества подвергаются интенсивному гидролизу (свыше 20 %), однако не до конечных продуктов их распада (аминокислот), процесс заканчивается на стадии образования полипептидов. Аминокислотный спектр для сырья и модельных образцов консервов составил соответственно 103 и 100. Разработанный регламент теплового консервирования такого сырья, обеспечивший стандартный уровень качества КГ масляной группы и на фаршевой основе, предусматривал повышение ВУС белков сырья и оптимальное предварительное обезвоживание полуфабрикатов. Для выпуска КГ томатной группы эти объекты не пригодны.

КГ из мезопелагических объектов. Сложность производства КГ из объектов мезопелагической зоны Мирового океана (светлящиеся анчоусы) связана с их специфическими биологическими и технологическими особенностями, в том числе с повышенной активностью протеолитических и липолитических ферментов внутренностей, определяющих кратковременность процессов хранения и переработки сырья. Эти объекты исследованы как резервное сырье для производства КГ.

Исследование микробиологической и теплофизической составляющих процесса стерилизации КГ. Экспериментально установлено, что в составе остаточной микрофлоры КГ из промышленных объектов различных регионов Атлантического и Тихого океанов, отличающихся большим разнообразием гидрологических условий, присутствуют известные термоустойчивые организмы, в основном рода *Bacillus* (*subtilis*, *licheniformis*, *polysphaera*, *megaterium* и др.), а также род *Clostridium* (*sporogenes*). Из кинетических закономерностей реакции термостабилизации микроорганизмов определены параметры термостойкости в суспензиях КГ *C. sporogenes*-25, выбранной в качестве тест-культуры (табл. 1.)

Таблица I

Термоустойчивость тест-штамма *S. sporogenes*-25 и нормативы требуемой летальности режимов стерилизации КГ

Ассортимент консервов	pH	D 121,1°C м.ч.	F 10°C 121,1°C усл. мин.
Натуральные	5,8-7,2	0,6-0,7	5,0-6,0
В масле	5,0-7,0	0,7-0,75	5,5-6,4
В томатных соусах	4,2-5,8	0,5-0,55	3,7-4,7
Рыбо-растительные	5,7-6,9	0,63-0,66	4,9-5,6
Фаршевые	4,9-6,6	0,55-0,65	4,1-5,3

Для КГ не установлена строгая корреляционная зависимость временного параметра D культуры *S. sporogenes*-25 в конкретных условиях нагревания от pH среды - фактора, определяющего репродуктивные свойства микроорганизмов.

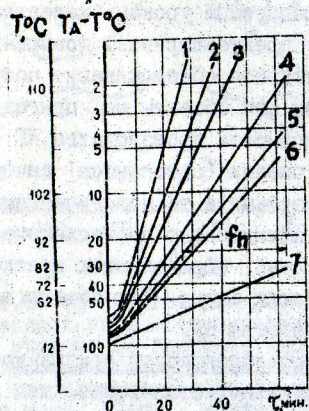


Рис. 5. Кривые термической инерции КГ: 1 - Фарш антарктической криветки (крыля) бутербродный, 100 г; 2 - Туец в масле, 160 г; 3 - Сардины атлантические в масле, 220 г; 4 - Скумбрия в томатном соусе, 350 г; 5 - Сельдь атлантическая натуральная, 350 г; 6 - Туец натуральный, 350 г; 7 - Уха "Балт.ка", 3 кг

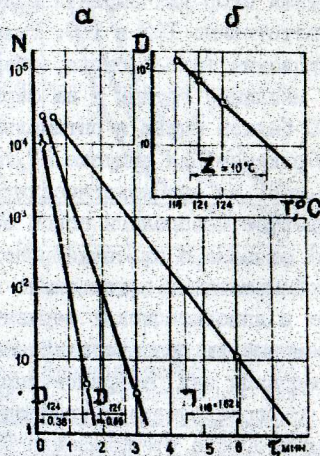


Рис. 6. Кривые термической устойчивости спор *S. sporogenes*-25 в КГ "Сардины атлантические в масле" в зависимости от времени (а) и температуры (б): D - время нагревания продукта при постоянной температуре, требуемое для снижения количества микроорганизмов в 10 раз или на 90%; Z - число градусов, необходимых для снижения величины D в 10 раз

Известно, что процесс стерилизации консервов, как системы с постоянными физико-химическими свойствами, описывается математическими уравнениями Болла, полученными при исследовании раствора бентонита. Показано, что КГ являются сложной многокомпонентной системой, физико-химические свойства которой в процессе стерилизации меняются под действием как внешних, так и внутренних факторов.

Выполненный нами факторный анализ теплофизической составляющей процесса стерилизации КГ традиционного ассортимента выявил незначительное влияние на его эффективность основных факторов, характеризующих особенности их технологии - в пределах 5-10%.

Получены экспоненциальная зависимость между продолжительностью и темпом прогресса КГ (рис. 5) и аналогичная зависимость между температурой нагревания и скоростью термической гибели спор микроорганизмов в их суспензиях (рис. 6.). Установлено, что константа f_h термической инерции закономерно и достоверно отражает влияние на скорость прогресса КГ их массы ($R = 0,84 \pm 0,08$) и в меньшей степени зависит от физико-химических свойств гидробионтов и готового продукта.

Экспериментально полученные характеристики убеждают, что процесс стерилизации КГ разнообразного ассортимента весьма удовлетворительно описывается классическими уравнениями Болла, которые могут быть представлены как система его математических моделей, объединяющая константы гибели микроорганизмов и термической инерции продукта (рис. 7.).

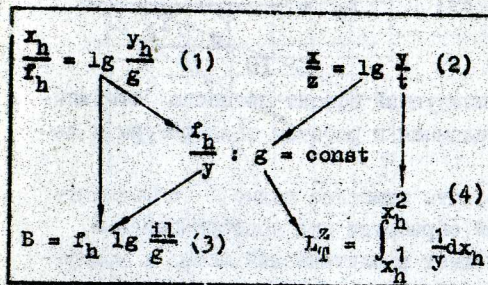


Рис. 7. Система математических моделей процесса стерилизации КГ: 1 - уравнение кривой нагрева продукта; 2 - уравнение кривой времени термической гибели микроорганизмов; 3 - уравнение минимальной продолжительности стерилизации; 4 - уравнение фактической летальности процесса

Получена сравнительная характеристика аналитического метода оценки эффективности режимов стерилизации трех модификаций. Первая - классическая, основанная на графическом интегрировании величин скорости отмирания микроорганизмов $V = 1/ВТГ$ (ВТГ - время термической гибели микроорганизмов) для соответствующих температур на кривой нагрева продукта, снятой в наименее прогрессивной

№ 1 эм

Библиотека

его точке (Болл, 1921).

При реализации этой модификации автором предложена и широко использована в работе формула для аналитического определения фактической летальности любого режима стерилизации:

$$L_T^Z = K_c \cdot F_0 \text{ усл. мин.}$$

Здесь $K_c = \gamma \cdot \tau$ - коэффициент стерильности, который характеризует избыток или недостаток тепловой обработки для полного уничтожения популяции тест-культуры в исследуемом продукте; F_0 - ВТГ для эталонной температуры ($121, I^\circ C$).

Вторая модификация основана на предположении, что результаты процесса стерилизации являются интегральной суммой (F_g) летальных эффектов, получаемых каждой точкой продукта во всем объеме банки (Стамбо, 1953):

$$F_g = F_c + D_T (1,84 + 1g \frac{F_\lambda - F_c}{D_T}),$$

где F_c - стерилизующий эффект продукта в центральной зоне;

F_λ - в каждой "изо- F - области";

D_T - константа для эталонной температуры.

Третья модификация, разработанная Б.Л. Блауменбаумом (1959), основана на упрощенном интегрировании площади, ограниченной кривой коэффициентов летальности K_T (для центральной или изо- F - зон продукта), позволяющих выразить летальное время действия на микроорганизмы при любой температуре на эквивалентный эффект при эталонной:

$$F_{\text{эффект}} = \int_{\tau_1}^{\tau_2} K_T \cdot d\tau; \quad K_T = \frac{I}{10 \frac{T_3 - T_A}{Z}}$$

Здесь $F_{\text{эффект}}$ - суммарный стерилизующий эффект процесса стерилизации, усл. мин.; T_3 и T_A - эталонная и рабочая температуры в автоклаве, $^\circ C$.

Экспериментально показано, что наиболее полно определить стерилизующее действие тепловой обработки при консервировании гидробинтов (на 15-20 %) позволяет аналитический метод в модификации Стамбо, что обеспечивает разработку более мягких режимов стерилизации. Однако для инженерной практики наиболее приемлема модификация Блауменбаума. Этот метод положен в основу разработанной нами (в соавторстве) инструкция по проверке действующих и изданных новых научно обоснованных режимов стерилизации консервов из рыб, беспозвоночных и водорослей (МРХ СССР, 1970).

Установлено, что фактическая летальность разработанных оптимальных режимов стерилизации КГ широкого ассортимента (L_T^Z) находится в пределах 3,5-15,0 усл. мин., что выше минимально необходимого уровня как в отношении *C. botulinum* ($F_c = 2,52$ мин.), так и по отношению тест культуры *S. sporogenes-25*, вызывающей специфическую порчу продукта (рис. 8.).

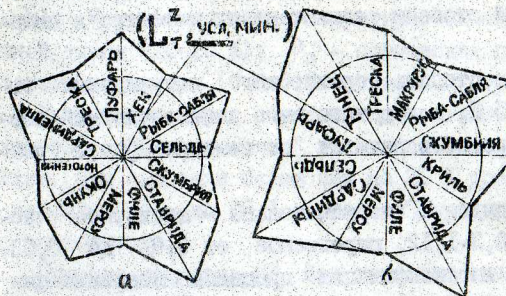


Рис. 8. Характеристика технологического периода (вне круга) в суммарном стерилизующем эффекте (L_T^Z) томатной (а) и масляной (б) групп КГ

Интенсификация процесса стерилизации КГ. Экспериментально установлено, что скорость деструкции белковых веществ и тиамина в процессе термического консервирования гидробинтов значительно ниже скорости термоинактивации микроорганизмов (рис. 9.). Эта зависимость положена в основу научного обоснования возможности интенсификации процесса стерилизации КГ за счет повышения его температурного уровня со $107-112^\circ C$ до $120-130^\circ C$.

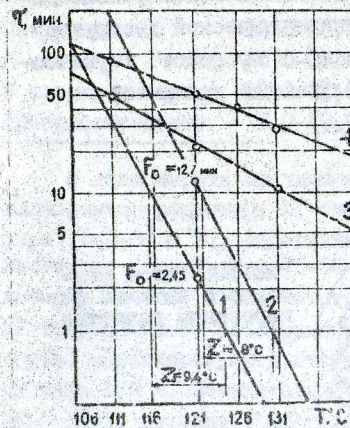


Рис. 9. Кинетика гидротермической деструкции белков и тиамина ставрицы и тепловой гибели спор микроорганизмов: 1 - *C. botulinum* (Болл, 1921); 2 - *S. sporogenes-25*; 3 - потери тиамина (25 %); 4 - гидролиз белков (20 %)

Теоретический анализ логарифмической составляющей уравнения (3)

$$t = f_n \cdot 1g \frac{T_A - T_3}{T_A - T_1}$$

ся темы математических моделей процесса стерилизации (рис.7.) показал, что при незначительном повышении температуры стерилизации (на 8-10°C) продолжительность идентичной по микробиологической эффективности тепловой обработки КГ можно сократить на 41-53 %.

Качество КГ при интенсификации процесса стерилизации. Показано, что различные температурно-временные соотношения параметр в процесса стерилизации модельных систем КГ при адекватных по длительности режимах в разной степени влияют на их качество и пищевую ценность.

Установлена различная степень термического повреждения отдельных аминокислот - 4-35 %, вследствие чего аминокислотный состав белков КГ и их переваримость зависят от температурного уровня процесса стерилизации.

Степень изменения липидов КГ незначительна - кислотное число изменялось в пределах 0,3-1,12, перекисное от 0,01 до 0,03, карбонильное 1,5-1,9. При интенсификации процесса стерилизации отмечена лучшая сохранность эссенциальных жирных кислот липидов.

Экспериментально показано, что для кратковременных высоко-температурных режимов стерилизации характерны улучшенные пищевые и товарные достоинства КГ. Уровень интенсификации зависит от вида объекта и ассортимента КГ.

Критерии технологической эффективности процесса стерилизации. Качество КГ, как системы, формируется под воздействием непостоянных факторов внутренней и внешней среды (рис.10.). Экспериментально установлено, что показатели уровня гидротермической деструкции макроэлемента (белков, липидов, витаминов) в процессе термического консервирования сырья океанического промысла принимают множество значений - континуум.

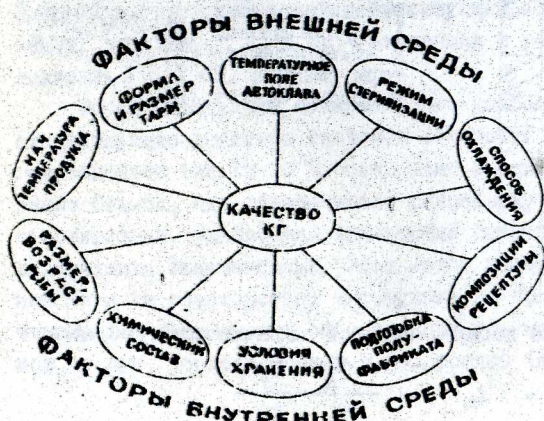


Рис.10. Схема факторного анализа формирования качества КГ

Получена и теоретически обоснована зависимость (G) реологических показателей, отражающих изменения физико-химических свойств КГ от жесткости режимов стерилизации:

$$G = f(K_{MT}, \sigma_{II}, W_{CC}, D_3).$$

Здесь K_{MT} - показатель консистенции мышечной ткани КГ (100 - 300 усл.ед.); σ_{II} - предел прочности при сжатии позвоночной ткани (5-25 н/см²); W_{CC} - содержание структурно-свободной влаги (сочность мышечной ткани (10-20 %)); D_3 - оптическая плотность заливки, как показатель зрелости (0,4-0,8 - томатный соус, 0,01-0,03 - масло).

Установлен порог перехода качественного состояния КГ из "приемлемого" в "неприемлемое" по степени гидротермической деструкции белков. При снижении более чем на 20 % уровня белкового азота в КГ значительно - до 30 % снижается переваримость продукта, а также его усвояемость.

Пищевая ценность КГ. Как показали анализы, химический состав и калорийность КГ весьма непостоянны (табл.2.).

Таблица 2

Данные химического состава, пищевой и энергетической ценности КГ

Ассортимент консервов	100 г продукта содержит		% суточной потребности		Калорийность, ккал.
	белок, г	жир, г	белок	жир	
Натуральные	12,0-25,0	1,0-21,0	14-30	1-20	85-289
В масле	10,0-26,0	18,0-45,0	12-30	18-44	186-409
В томатном соусе	10,0-21,0	3,0-20,0	12-25	3-19	117-298
Рыборастительные	9,0-19,0	5,0-13,0	10-22	5-15	90-232

В зависимости от химического состава использованного сырья и компонентов рецептуры КГ значительно отличаются по массовой доле жира (1,0-36,0 %), содержание белка находится в пределах 12,0-26,0%. Азотистые вещества на 75-90 % представлены белками. По аминокислотному составу в соответствии со шкалой, рекомендуемой ФАО/ВОЗ, КГ традиционного ассортимента (натуральные, в масле, в томатном соусе) характеризуются отсутствием лимитирующих аминокислот, скор их выше 100 %. Показатель биологической ценности белковых веществ КГ - КРАС, находится на уровне белков теплокровных животных, максимальное его значение 33. Жирнокислотный состав липидов КГ также характеризуется большой вариабельностью в связи с влиянием на жировой обмен гидробионтов их биологии и места обитания: они содер-

жат от 30 (тунец) до 60 % (треска) полиненасыщенных жирных кислот, в составе которых значительная доля (до 25 %) биологически активных пента- и гексаеновых. В КГ в наибольших количествах присутствуют витамины PP и E. Остаточное содержание тиамина находится в пределах 0,01-0,1 мг/100 г.

Установлено, что КГ натуральные, в томатных и масляных заливках относятся к полноценным белковым продуктам с высокой (до 30 %) степенью удовлетворения нормам рационального питания.

Пути совершенствования технологии КГ. С учетом особенностей развития сырьевой базы Западного бассейна страши (преобладание малопользуемых маломерных и пониженной товарной ценности объектов) главными направлениями в технологии КГ являются: оптимизация качества и пищевой ценности готового продукта на основе изучения технологических, химических, биологических особенностей океанических гидробионтов как сырья для консервирования, а также степени изменения основных пищевых компонентов (белков, липидов, витаминов и др.) в процессе термической обработки; разработка нетрадиционных экологически чистых технологий с использованием глубокой разделки сырья, биотехнологических процессов, физических и электрофизических методов обработки, формованных и структурированных полуфабрикатов, в том числе аналогов ценных видов гидробионтов, сбалансированных по незаменимым факторам питания и показателям, регламентирующим развитие микроорганизмов - pH и A_w ; применение вкусо-ароматических добавок, красителей, мелкой потребительской тары, в том числе из полимерных материалов, щадящих режимов стерилизации, субстерилизации, пастеризации.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Разработаны научные основы производства стерилизованной продукции из объектов океанического промысла в Атлантическом и Тихом океанах (рыбы, ракообразные, моллюски), обеспечившие организацию в Западном регионе страны широкомасштабного выпуска КГ разнообразного ассортимента и высокого качества как решение крупной народно-хозяйственной проблемы.

2. Специфическими особенностями структуры, химического состава и биохимических свойств 49 изученных промысловых гидробионтов, обитающих в различных гидросферах Атлантического и Тихого океанов, влияющими на построение технологического процесса теплового консервирования, являются: значительные диапазоны в размерах, содержании влаги, белков, липидов, высокое содержание гек-

созаминов, выходящих за пределы нормативных значений жирных кислот липидов, в ряде случаев - соединительнотканых белков, высокая активность протеолитических ферментов внутренностей, низкая влагоудерживающая способность белков мышечной ткани.

3. Оптимальные технологии консервирования океанических гидробионтов обеспечиваются дифференцированными способами разделки сырья, в том числе на тушку, филе, мелкие порционные кусочки, фарш; применением процессов снижения в полуфабрикатах концентрации компонентов реакции меланоидинообразования, повышенной водоудерживающей способности белков, щадящих режимов и комбинированных способов предварительной термической обработки, формования, вакуумирования, введением в рецептуру вкусовых, связующих добавок, ароматизаторов.

4. Оптимизация технологии КГ на основе изучения химических и биохимических основ процессов переработки гидробионтов позволяет использовать для выпуска стерилизованной продукции все исследованные пищевые объекты океанического промысла независимо от их специфических особенностей. Наиболее рациональными направлениями консервирования является производство КГ на основе бланшированного полуфабриката, а также фаршевой продукции. Возможность использования океанического сырья на выпуск КГ томатной группы ограничена.

5. Видовой состав остаточной микрофлоры КГ из промысловых гидробионтов Атлантического и Тихого океанов не зависит от биотопки среды, характеризуется наличием термоустойчивых бактерий типа *subtilis-licheniformis*, анаэробов *S. sporogenes*, *S. parfringens*, *V. putrificus* и отвечает общим санитарным требованиям промышленной стерилизованной продукции.

6. Кинетические параметры термоустойчивости, вызывающей порчу КГ тест-культуры *S. sporogenes*-25 в их суспензиях при большом диапазоне активной кислотности среды (pH = 4,8-7,2), находятся в относительно близких пределах: константа $D = 0,5-0,75$ мин., константа $Z = 8-11^{\circ}\text{C}$. Для КГ экспериментально не подтверждена строгая корреляционная зависимость временного параметра D термоустойчивости спор *S. sporogenes*-25 от концентрации водородных ионов; репродуктивные свойства микроорганизмов в КГ существенно зависят от их рецептурного состава, возможно, от содержания биологически активных веществ сырья.

7. Кинетические константы термической инерции продукта $t_{1/2}$, использованные для точных расчетов требуемой летальности процес-

са стерилизации, находятся в пределах 14,5-48,6 мин. (для тары вместимостью 100-353 см³). Внутренние факторы КГ - химический состав гидробактериофагов, их вид и размер, способ предварительной термической обработки и др. незначительно влияют на этот показатель теплофизической составляющей процесса, в % делах 5-10 %; определяющее значение имеют размер и форма тары.

8. Процесс стерилизации КГ всех видов (натуральные, в масле, томатном соусе, на фаршевой основе), являющихся сложной многокомпонентной системой, физические и химические свойства которой при тепловой обработке меняются под действием внутренних и внешних факторов, вполне удовлетворительно описывается известными математическими уравнениями, базирующимися на трех однотипных экспоненциальных зависимостях: количества уничтожаемых микроорганизмов (B) от времени нагревания (τ) при постоянной температуре - $\lg \frac{B}{B_0} = \frac{\tau}{D}$, времени уничтожения микроорганизмов (γ) от температуры в переменном поле - $\lg \frac{\gamma}{\tau} = \frac{T_2 - T_A}{Z}$, времени достижения требуемой максимальной температуры продукта от его теплофизических свойств - $\lg \frac{T_A - T_H}{T_A - T_K} = \frac{\tau}{I_h}$, которые впервые представлены и экспериментально апробированы как система математических моделей процесса, основанная на взаимосвязанных константах гибели микроорганизмов и термической инерции продукта.

9. Экспериментально найденные кинетические константы процесса стерилизации гидробактериофагов позволили проанализировать и сравнить между собой результаты расчета требуемой и фактической летальности режимов по трем математическим моделям.

а) Расчеты по методу графического интегрирования значений скорости отмирания микроорганизмов для соответствующих температур $\int_{\tau_1}^{\tau_2} \frac{1}{BTT} dt$ показали, что летальность большинства режимов на 50-60 % превышает требуемую. Установлено, что умножение полученного коэффициента стерильности на необходимое ВТГ (для возбудителя ботулизма 2,52 мин.) позволяет определить стерилизующий эффект данного режима в условных 121-градусных минутах,

$$I_{121}^Z = K_c \cdot F_c$$

б) Аналогичные результаты получены по официально принятой в отрасли математической модели расчета, основанной на приближенном интегрировании площади под кривой летальности

$$\int_{\tau_1}^{\tau_2} K_F \cdot dt \approx \tau_p (K_{F1} + K_{F2} + \dots + K_{Fn}).$$

Фактическая летальность разработанных режимов стерилизации, КГ широкого ассортимента (более 70 наименований), определенных указанным методом, основанным на концепции мономолекулярной реакции коагуляции белков, приводящей к гибели микроорганизмов, находится в пределах 5,5-15,0 усл.мин. При этом обеспечиваются высокие вкусовые и пищевые достоинства продукта, надежная стойкость при длительном хранении, а также высокая экономическая эффективность производства при допустимом уровне бактериологического брака не более 0,01 %.

Наличие в формулах стерилизации КГ коэффициента избытка стерильности обусловлено необходимостью обеспечения мягкой консистенции костных тканей гидробактериофагов; в этом скрыт резерв улучшения качества КГ за счет снижения жесткости режимов стерилизации при совершенствовании процессов подготовки полуфабриката.

в) Аналитическое определение влияния процесса стерилизации КГ на микроорганизмы как интегрального воздействия летальных значений нагревания, получаемых каждой точкой продукта в объеме тары (V) - $I_h = \int_{\tau_1}^{\tau_2} \int_0^V \frac{1}{BTT} \cdot dt \cdot dv$, позволяет на 15-20% полнее определить стерилизующее действие процесса и разработать менее жесткие режимы стерилизации.

10. Скорость термоинактивации и отмирания микроорганизмов в процессе стерилизации КГ (Z = 8-11°C) значительно выше скорости гидротермической деструкции основных лабильных пищевых компонентов гидробактериофагов - гидролиз 20 % белковых веществ идет при Z = 45°C, разрушение тиамина на 15 % при Z = 20°C. На основании выявленной закономерности, а также пользуясь уравнением термической инерции продукта и ее кинетической константой I_h, научно обоснована и реализована возможность интенсификации процесса стерилизации основного ассортимента КГ (более 70 режимов) путем повышения его температурного уровня со 107-112°C до 120-130°C. Это позволило на 30-60 % сократить продолжительность процесса при сохранении уровня микробиологической надежности, высокого качества продукции, а также значительном (до 15 %) повышении производительности консервных линий предприятий отрасли.

11. Общепризнанные для характеристики процесса стерилизации консервов показатели степени гидротермической деструкции азотистых веществ, липидов, витаминов при консервировании различного по качеству мороженого океанического сырья характеризуются значительным диапазоном рассеивания. Для оптимизации параметров

процесса стерилизации КГ с позиции их вкусовых и пищевых достоинств предложен метод каллиметрической оценки органолептических свойств продукта, основанный на количественной характеристике физико-химических изменений гидробионтов через оптимальные значения реологических критериев КГ — показатели консистенции (K_{MT}) и сочности (W_{CC}) мышечной ткани, прочности ткани позвоночной кости (C_{II}^*), цветности заливки (D_3); ограничена (не более 20 %) степень гидролиза белковых веществ сырья.

12. Консервированные гидробионты характеризуются высокой биологической, питательной и энергетической ценностью; содержат в своем составе полноценные белки в пределах 10–26 %; аминокислотный состав белков в соответствии со шкалой ФАО/ВОЗ характеризуется отсутствием лимитирующих аминокислот, скор их выше 100 %, 100 г КГ могут до 30 % удовлетворить суточную потребность человека в белках животного происхождения. Липиды КГ содержат 30–60 % полиненасыщенных жирных кислот, в том числе до 25 % пента- и гексаеновых; на 10–75 % от суточной потребности КГ могут пополнить наш рацион витаминами РР и Е; энергетическая ценность 100 г КГ колеблется от 85 до 409 ккал.

13. Дальнейшее развитие производства КГ из перспективных объектов океанического промысла (в основном маломерных и пониженной товарной ценности) будет базироваться на экологически чистых технологиях, создании комбинированных продуктов на основе сырья глубокой разделки, формованных и структурированных полуфабрикатов, сбалансированных по неизменяемым факторам питания и реологическим свойствам, с использованием интенсификаторов вкуса, ароматизаторов и красителей; применении щадящих режимов консервирования с использованием элементов асептики, биотехнологических процессов, физических и электрофизических методов, модифицированных сред; создании пастеризованных аналогов, имеющих консистенцию и вкусовые свойства ценных деликатесных гидробионтов.

14. Теоретические исследования и обобщения закономерностей процесса стерилизации КГ положены в основу разработанной (в соавторстве) и действующей в системе Минрыбхоза СССР "Инструкции по проверке ... и разработке ... режимов стерилизации консервов 1. рыб, морских беспозвоночных и водорослей" (М., 1970).

15. Внедрение новых ресурсосберегающих технологий и оптимальных регламентов консервирования океанических гидробионтов, нашедших отражение более чем в 100 наименованиях утвержденной нормативно-технической документации на новые виды КГ, позволило значитель-

но увеличить объем и расширить ассортимент консервированных пищевых продуктов рыбной отрасли, повысить эффективность использования сырьевой базы Мирового океана.

Ежегодная фактическая прибыль от внедрения выполненных разработок только на трех рыбоконсервных комбинатах ВПО "Запрыба" — Калининградском, Балтийском и Мамоновском, составила в среднем 13,0 млн. рублей. Широкомасштабный промышленный выпуск большинства разработанных КГ производится в течение более 20 лет.

ОСНОВНЫЕ РАБОТЫ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

1. Воскресенский Н.А., Артюхова С.А. Метод установок формул стерилизации рыбных консервов // Рыб. хоз-во. — 1962. — № 11. — С. 71–79.
2. Артюхова С.А. Некоторые вопросы стерилизации рыбных консервов // Сб. науч. тр. / ВНИРО. — 1962. — Вып. 59. — С. 22–44.
3. Артюхова С.А. Стерилизация консервов "Атлантическая сардина в масле" // Бюллетень ЦБТИ. — Калининград. — 1961. — № 3. — С. 21–24.
4. Артюхова С.А. Обоснование режимов стерилизации рыбных консервов в свете теории Болла // Сб. науч. тр. / Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. — Калининград, 1963. — Вып. 10. — С. 338–345.
5. Артюхова С.А. Влияние температурного поля автоклава на прогреваемость рыбных консервов // Рыб. хоз-во. — 1967. — № 9. — С. 60–64.
6. Артюхова С.А. Оценка эффективности режимов стерилизации рыбных консервов // Сб. науч. тр. / Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. — Калининград, 1969. — Вып. 24. — С. 34–51.
7. Флауменбаум В.П., Артюхова С.А. Факторы, определяющие изменение F — эффекта в процессе стерилизации рыбных консервов // Изв. вузов. Пищ. технология. — 1971. — № 4. — С. 60–68.
8. Артюхова С.А. Современный метод изыскания новых и проверки действующих режимов стерилизации рыбных консервов // Сб. науч. тр. / Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. — Калининград, 1971. — Вып. 47. — С. 76–90.
9. Артюхова С.А., Прасол С.Н. Некоторые результаты проверки и уточнения действующих формул стерилизации рыбных консервов // Сб. науч. тр. / Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. — Калининград, 1973. — Вып. 52. — С. 44–53.
10. Воскресенский Н.А., Артюхова С.А., Котляр А.И. Два метода расчета режимов стерилизации // Сб. науч. тр. / Атлант. НИИ рыб.

хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1973. - Вып. 54. - С. 80-90.

11. Артюхова С.А. Некоторые вопросы теплофизики процесса стерилизации рыбных консервов //Сб. науч. тр. /Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1976. - Вып. 59. - С. 123-145.

12. Разработка режимов стерилизации консервов /Артюхова С.А., Мартынова Е.Т., Прасол С.Н., Поляк В.П. //Тез. докл. Всес. конф. - Калининград, 1980.

13. Изучение влияния некоторых технических факторов на эффективность процесса стерилизации /С.А.Артюхова, М.Е.Валевская, Н.Ф.Казьянова, А.Я.Котляр, С.Н.Прасол, И.А.Шижканова //Сб. науч. тр. /Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1976. - Вып. 59. - С. 146-154.

14. Стерилизация консервов с медленным способом охлаждения /С.А.Артюхова, С.Н.Прасол, Г.В.Гаврилов, В.П.Поляк //Сб. науч. тр. /Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1978. - Вып. 75. - С. 84-91.

15. Знание периода продувки автоклава в процессе стерилизации консервов /А.Я.Котляр, И.А.Шижканова, С.А.Артюхова, М.Е.Валевская, Н.Ф.Казьянова //Рыб. хоз-во. - 1974. - № 5. - С. 73-74.

16. Котляр А.Я., Артюхова С.А., Трешелашвили В.М. Модернизация автоклавов типа АВ-2 //Рыб. хоз-во. - 1974. - № 4. - С. 64-65.

17. Исследование контрольно-регулирующих систем автоматического управления процессом стерилизации /С.А.Артюхова, М.Е.Валевская, А.Я.Котляр, С.Н.Прасол, Н.Ф.Казьянова, И.А.Шижканова //Сб. науч. тр. /Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1976. - Вып. 59. - С. 155-169.

18. Артюхова С.А., Барал З.Р. О возможности применения высоких температур (выше 120°C) при стерилизации рыбных консервов //Сб. науч. тр. /Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1966. - Вып. 16. - С. 44-50.

19. Артюхова С.А., Прасол С.Н. Интенсификация процесса стерилизации консервов из атлантических видов рыб //Сб. науч. тр. /Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1973. - Вып. 54. - С. 90-95.

20. Артюхова С.А., Прасол С.Н., Мартынова Е.Т. Интенсификация процесса стерилизации натуральных рыбных консервов //Сб. науч. тр. /Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1976.

- Вып. 66. - С. 120-129.

21. Артюхова С.А., Поляк В.П., Пархомец П.К. Интенсификация процесса стерилизации рыбных консервов при температуре 130°C //Сб. науч. тр. /Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1982. - С. 60-71.

22. Научное обоснование оптимального температурного уровня процесса стерилизации рыбных консервов масляной группы /С.А.Артюхова, В.П.Поляк, Б.П.Суханов, Е.Д.Хилова //Тез. докл. Всесоюз. отрасл. науч.-техн. конф. - Калининград, 1986. - С. 21.

23. Выявление факторов, определяющих оптимальные режимы стерилизации консервов из аэрошелушенного мяса криля /С.А.Артюхова; Е.Т.Мартынова, Т.Н.Крылова, В.П.Поляк, Л.В.Липатенко //Сб. науч. тр. /Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1986. - С. 51-65.

24. Артюхова С.А., Поляк В.П., Суханов Б.П. Влияние режимов стерилизации на качество рыбных консервов //Сб. науч. тр. /Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1987. - С. 17-24.

25. Теплофизические и микробиологические исследования процесса пастеризации рыбных консервов /С.А.Артюхова, С.Н.Прасол, Е.Т.Мартынова, В.П.Поляк //Сб. науч. тр. /Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1979. - Вып. 79. - С. 69-73.

26. Петелина А.Л., Артюхова С.А. Изыскание оптимальных режимов приготовления консервов "Атлантические сардины в масле" /Рыб. хоз-во. - 1960. - № 1. - С. 57-62.

27. Артюхова С.А., Коломейко Т.П. Влияние различных технологических факторов на сроки созревания и хранения консервов "Сардины атлантические в масле" //Сб. науч. тр. /Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1976. - Вып. 66. - С. 108-115.

28. Артюхова С.А., Коломейко Т.П. О некоторых биохимических изменениях при хранении консервов "Сардины атлантические в масле" //Сб. науч. тр. /Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1977. - Вып. 71. - С. 56-64.

29. Артюхова С.А., Бабченко Н.Н. Новые виды консервов из тунца //Рыб. хоз-во. - 1960. - № 9. - С. 59-66.

30. Артюхова С.А. Разработка и освоение технологии консервирования тунца //Сб. науч. тр. /Балт. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1961. - Вып. 7. - С. 165-171.

31. Артюхова С.А., Подсевалов В.Н., Цыпина В.А. Консервы из желтоперого тунца //Сб. науч. тр. /Балт. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1962. - Вып. 8. - С. 159-172.

32. Артюхова С.А., Буланова Р.С. Особенности технологии консервов из мелких тунцов //Сб.науч.тр. /Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1978. - Вып. 75. - С. 75 - 84.

33. Петелина А.Л., Артюхова С.А., Волкова И.И. Приготовление консервов из мороженого морского окуня //Рыб. хоз-во. - 1960. - № 10. - С. 64-67.

34. Артюхова С.А., Герцикова Л.Я., Прасол С.Н. Разработка технологии приготовления консервов из филе сельди в соусе "Балтика" //Сб.науч.тр. /Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1970. - Вып. 30. - С. 95-107.

35. Артюхова С.А., Князева Н.С. Изучение изменения качества растительного масла в процессе обжаривания рыбы //Сб.науч.тр. /Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1971. - Вып. 47. - С. 90-100.

36. Артюхова С.А., Князева Н.С. Влияние степени обжаривания рыбы перед консервированием на качество готовой продукции //Сб. науч.тр. /Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1973. - Вып. 54. - С. 95-100.

37. Артюхова С.А., Князева Н.С. Исследование и совершенствование технологических процессов производства консервов из рыб Атлантического океана //Сб.науч.тр. /Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1975. - Вып. 52. - С. 53-60.

38. Артюхова С.А. Особенности технологии производства консервов из океанического сырья //Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф. - Калининград, 1975. - С. 34-37.

39. Князева Н.С., Артюхова С.А. Исследование различных способов предварительной термической обработки рыб Атлантики при производстве консервов в томатном соусе //Сб.науч.тр. /Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1976. - Вып. 64. - С. 64-68.

40. Артюхова С.А., Князева Н.С. Исследование процесса бланширования рыбы в аппаратах ИСС-3, "Мазер-Платт" //Сб.науч.тр. /Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1969. - Вып. 24. - С. 51-57.

41. Особенности технологии консервов в томатном соусе из атлантических видов рыб без предварительной термической обработки сырья и материалов /С.А.Артюхова, С.Н.Прасол, И.С.Рулева, Р.С.Буланова, Е.Т.Мартынова //Сб.науч.тр. /Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1977. - Вып. 71. С. 41-55.

42. Артюхова С.А., Рулева Т.Н. Влияние предварительной теп-

ловой обработки сырья на качество консервов "Скумбрил атлантический в томатном соусе" //Сб.науч.тр. /Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1984. - С. 70-79.

43. Технологии консервов из океанических рыб на основе полуфабриката холодного копчения /С.А.Артюхова, А.М.Ершов, Т.П.Колосмейко, Б.П.Поляк, Т.Н.Крылова //Тез. докл. Всесоюз. отрасл. науч.-техн. конф. - Калининград, 1986. - С. 10.

44. Лемаринье К.П., Артюхова С.А., Кутина О.Н. Использование томатной пасты асептического консервирования для улучшения качества консервов из океанической ставриды //Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф. - Калининград, 1986. - С. 12.

45. Артюхова С.А. Технология теплового консервирования белка - коагулята криля //Тез. докл. Всесоюз. симпозиум. - Ташкент, 1975. - С. 45.

46. Артюхова С.А., Капитанова А.В. Исследование причин образования кристаллов струвита в консервах "Белск криль натуральный" //Сб.науч.тр. /Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1981. - С. 34-39.

47. Артюхова С.А., Капитанова А.В., Утробина А.А. Разработка технологии консервов из изомльченного мяса криля с пищевыми добавками //Тез. докл. II Всесоюз. науч.-техн. конф. - Москва, 1984. - С. 337.

48. Андреев М.П., Артюхова С.А., Капитанова А.В. Влияние промышленности фарша криля на его качество при консервировании //Сб. науч.тр. /Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1986. - С. 44-51.

49. Предупреждение покоричневания пищевых продуктов из криля при тепловой обработке /М.С.Биденко, С.А.Артюхова, А.В.Капитанова, Т.М.Сафрснова, С.И.Шнейдерман //Методические указания. - Калининград, 1986. - С. 1-23.

50. Артюхова С.А., Сергункина Л.Т., Колосмейко Т.П. Особенности технологии консервов из глубоководных и маломерных видов рыб //Тез. докл. Всесоюз. конф. - Калининград, 1980. - С. 91.

51. Некоторые особенности технологии приготовления консервов из новых видов рыб с обводненной мышечной тканью /С.А.Артюхова, Т.П.Колосмейко, А.А.Утробина, С.Н.Прасол //Сб.науч.тр. /Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1980. - С. 38-35.

52. О возможности использования мелких рыб для разработки технологии консервов на основе фарша /С.А.Артюхова, Т.П.Колосмейко, Л.И.Смирнова, Э.А.Клычкова //Сб.науч.тр. /Атлант. НИИ рыб.

хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1983. - С. 63-69.

53. Использование мелких океанических рыб на приготовление консервов улучшенного качества /С.А.Артюхова, Т.П.Коломейко, Л.Т.Серпунина, Т.Н.Крылова, В.П.Поляк //Сб. науч. тр. /Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1985. - С. 28-34.

54. Артюхова С.А. Проблемы оценки биологической ценности рыбных консервов //Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф. - Калининград, 1975. - С. 14-16.

55. Артюхова С.А., Серпунина Л.Т., Коломейко Т.П. Характеристика пищевой ценности консервированных малоиспользуемых атлантических рыб //Сб. науч. тр. /Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1982. - С. 52-60.

56. О пищевой ценности консервов различных видов из мелких и малоиспользуемых рыб /С.А.Артюхова, Т.П.Коломейко, А.А.Утробина, Е.А.Клычкова //Сб. науч. тр. /Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1984. - С. 79-83.

57. Исследование биологической ценности консервов из фарша криля /А.В.Капитанова, С.А.Артюхова, М.П.Андреев, Л.В.Шелякина //Рыб. хоз-во. - 1985. - № 6. - С. 65-66.

58. Виденко М.С., Артюхова С.А. Актуальные проблемы технологии консервирования рыб океанического промысла //Тез. докл. Всесоюз. конф. - Калининград, 1986. - С. 3.

59. Виденко М.С., Артюхова С.А. Перспективы развития технологии консервов из океанического сырья //Сб. науч. тр. /Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1987. - С. 4-11.

60. О некоторых особенностях технологии стерилизованных консервов на основе рыборастворительных смесей /С.А.Артюхова, Т.П.Коломейко, Л.Т.Серпунина, Т.Н.Крылова, Н.И.Черная //Тез. докл. II Всесоюз. науч.-техн. конф. - М., 1984. - С. 338.

61. Санитарно-гигиенические показатели полуфабриката для консервов "Рыба копчено-бланшированная в масле" /С.А.Артюхова, Л.Т.Серпунина, Т.П.Коломейко, Е.Т.Мартынова, Л.В.Липатенко //Тез. докл. III Всесоюз. науч.-техн. конф. - М., 1988. - С. 204.

62. Создание формованных рыбных консервов на основе комбинированного сырья /С.А.Артюхова, А.В.Капитанова, Т.П.Коломейко, Т.Н.Крылова, Е.В.Ганцева //Тез. докл. III Всесоюз. науч. конф. - М., 1988. - С. 419.

63. Артюхова С.А., Мартынова Е.Т., Голубев С.А. Пути снижения микробиологической обсемененности консервов на фаршевой основе //Тез. докл. III Всесоюз. науч.-техн. конф. - М., 1988. - С. 205.

64. Использование комбинированных способов предварительной термической обработки при производстве консервов из океанических рыб /С.А.Артюхова, Л.Т.Серпунина, Т.П.Коломейко, Т.Н.Крылова, В.П.Поляк //Сб. науч. тр. /Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1989. - С.

65. Исследования по технологии формованных рыбных консервов с улучшенными свойствами /С.А.Артюхова, А.В.Капитанова, Т.П.Коломейко, Т.Н.Крылова, Е.В.Ганцева //Сб. науч. тр. /Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1989. - С.

66. Артюхова С.А., Коломейко Т.П., Серпунина Л.Т. Перспективы расширения ассортимента консервов из атлантических рыб //Тез. докл. Всесоюз. науч.-практич. конф. - Киев, 1989. - С. 17.

67. А.С. 762839 СССР, МКД А 23 В 4/06 Способ дефростации замороженных в блоках пищевых продуктов /Д.Б.Сокулин, А.С.Васильев, С.А.Артюхова. - № 2712719/28-13; Заявл. 13.12.78; Опубл. 15.09.80, Бюл. № 34. - 6 с.

68. А.С. 1489681 СССР, кл А 23 В 4/04 Способ приготовления консервов из копченой рыбы /В.П.Поляк, С.А.Артюхова, Т.П.Коломейко, Л.Т.Серпунина. - № 4212558/28-13; Заявл. 19.02.87; Опубл. 30.06.89, Бюл. № 24. - 6 с.

69. А.С. 1338632, СССР, МКД А 23 В 4/04 Способ приготовления консервов из копченой рыбы /А.М.Ершов, А.Д.Чравцов, В.Н.Коршов, Ю.И.Гомолицкий, А.М.Шмановская, В.Е.Лопырев, С.А.Артюхова. - № 3871370/28-13 (039752); Заявл. 22.03.85; Опубл. 23.09.87, Бюл. № 35. - 4 с.