Посвящается 65-летию
Григория Спиридоновича Филиппова

Григорий Спиридонович Филиппов

Заслуженный работник рыбного хозяйства Российской Федерации, кандидат технических наук, профессор, член-корреспондент Академии транспорта России, лауреат Всероссийского конкурса 2001 г. «Инженер года». С 1994 по 2008 гг. возглавлял механический факультет, а затем – Институт пищевой и холодильной техники Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет

Современные тенденции развития перерабатывающих комплексов, пищевого оборудования и технологии пищевых производств

Материалы Всероссийской научно-технической конференции

(Владивосток, 12-13 мая 2011 г.)

Владивосток
Дальрыбвтуз
2011

УДК 664.02
ББК 36.81-5
С 568

Редакционная коллегия:
Ким И.Н. – председатель;
Бурый В.А. – зам. председателя;
Григорьева Е.В. – секретарь;
Руднев Б.И., Ткаченко Т.И., Ширяева Е.В.

С 568 Современные тенденции развития перерабатывающих комплексов, пищевого оборудования и технологии пищевых производств: материалы Всерос. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – 217 с.
ISBN 978-5-88871-551-2

Представлены результаты научно-исследовательских работ в области пищевого оборудования, технологии пищевых производств, хладо- и теплотехники перерабатывающих комплексов, механики машин, компьютерных и образовательных технологий.

Материалы предназначены для научных и практических работников, преподавателей, аспирантов и студентов.

УДК 664.02
ББК 36.81-5

© Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 2011

ISBN 978-5-88871-551-2

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

ФИЛИППОВ ГРИГОРИЙ СПИРИДОНОВИЧ. УЧЕНЫЙ, ПЕДАГОГ, ИЗОБРЕТАТЕЛЬ

С.Я. Степанченко, Л.А. Загребина
ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток

Основные этапы деятельности Г.С. Филиппова.

Филиппов Григорий Спиридонович родился 19 марта 1946 г. в г. Кобдо республики Монголия. После окончания средней школы в 1964 г. поступил в Восточно-Сибирский технологический институт в г. Улан-Удэ на специальность «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты», который успешно окончил в 1969 г.

Обучаясь в институте, Григорий Спиридонович занимался спортом, был тренером по конькобежному спорту Росспортсовета Бурятской АССР.

По окончании института был направлен на завод «Теплоприбор» г. Улан-Удэ, на котором он проработал два года в должности инженера-технолога. В это время молодой специалист задумывается над повышением своей квалификации, пробует себя в научных исследованиях и разработках. В 1971 г. он возвращается в Восточно-Сибирский технологический институт в качестве младшего научного сотрудника, ассистента.

В 1975 г. Григорий Спиридонович поступает в аспирантуру Московского технологического института пищевой промышленности (МТИПП). Годы учебы в аспирантуре увенчались успешной защитой диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук (1984 г.).

После окончания аспирантуры и успешной защиты диссертации Г.С. Филиппов получает приглашение ректора Дальрыбвтуза для работы на кафедре «Технология металлов», где работает сначала в должности старшего преподавателя, затем доцента, а с 1987 по июль 2009 гг. – заведующего кафедрой «Технология конструкционных материалов».

В эти годы Григорий Спиридонович занимается научными разработками, которые стали основой для докторской диссертации.

1994 г. стал годом успешной защиты диссертации на соискание ученой степени доктора транспорта.

Работая в Дальрыбвтузе, Г.С. Филиппов в короткий срок освоил ряд курсов кафедры и успешно их вел, а все потому, что за плечами был опыт работы на заводе и хорошая научная подготовка. Ему легко давались такие курсы, как «Технология машиностроения», «Материаловедение», «Технология конструкционных материалов».

В 1995 г. Г.С. Филиппову было присвоено ученое звание «профессор» по кафедре «Технология конструкционных материалов».

В этот период он успешно совмещает научную деятельность с административной работой и одиннадцать лет (1995-2004, 2006-2008 гг.) руководит механическим факультетом, являясь его деканом, а впоследствии становится директором Института пищевой и холодильной техники.

Благодаря Г.С. Филиппову была открыта специальность высшего профессионального образования «Сервис транспортных и технологических машин и оборудования». Кафедра «Технология конструкционных материалов» стала выпускающей и изменила свое название, став кафедрой «Технология конструкционных материалов, машиностроения и сервиса».

Григорий Спиридонович был инициатором реализации образовательных программ, при его непосредственном участии лицензированы четыре специальности высшего профессионального образования и магистратура по двум направлениям.

В 1999 г. под его руководством разрабатываются учебные планы среднего профессионального образования, при механическом факультете открывается колледж по пяти специальностям и направлениям. Ему удается совмещать должности декана механического факультета и директора колледжа.

Глубокие знания административной и учебной работы позволили Г.С. Филиппову в 2004-2005 гг. исполнять обязанности проректора по учебной работе.

Будучи заведующим выпускающей кафедры, Григорий Спиридонович расширяет тематику научно-исследовательских работ, основным научным направлением становится «Разработка методов повышения долговечности деталей машин и оборудования предприятий, судов рыбной промышленности, отраслей агропромышленного комплекса».

Оригинальность научно-технических решений подтверждена 15 изобретениями, 14 из которых подтверждены авторскими свидетельствами и одним патентом Российской Федерации.

Результаты научных разработок получили свое внедрение на предприятиях пищевой и рыбной промышленности, других отраслей:

- Московский завод шампанских вин (г. Очаково),
- Раменский комбинат хлебопродуктов,
- ППСР «Приморремрыбфлот»,
- Находкинская жестяно-баночная фабрика,
- Уссурийский ЛРЗ,
- Улан-Удэнский завод «Теплоприбор»,
- Владивостокский военный завод № 90 и др.

Кафедрой, руководимой Г.С. Филипповым, разработаны методики для определения эксплуатационных свойств, исследуемых деталей машин и методов повышения их износостойкости в лабораторных условиях.

Для обеспечения качества подготовки специалистов для пищевой промышленности, установления связи учебного процесса с научно-исследовательской работой кафедры привлекаются студенты в рамках НИРС, при этом полученные результаты и решения становятся основополагающим материалом для курсовых и дипломных проектов, докладов на СНТК, представляются в виде публикаций и заявок на предполагаемые изобретения. Так, на всероссийских конкурсах выпускных работ в номинации «Лучший проект СТО» в 2007 и 2008 гг. получили призовые места студенты, научным руководителем которых был Г.С. Филиппов.

За большие научные достижения на благо социально-экономического развития Приморского края Григорий Спиридонович в 1999 г. становится лауреатом конкурса грантов губернатора Приморского края.

В 2001 г. он стал лауреатом Всероссийского конкурса «Инженер года».

В системе высшего профессионального образования он был крупным специалистом.

В 2002 г. ему присвоено почетное звание «Заслуженный работник рыбного хозяйства Российской Федерации».

По поручению Министерства образования РФ являлся составителем и соавтором примерной программы дисциплины «Технология и организация восстановления деталей и сборочных единиц при сервисном сопровождении», программа была одобрена.

Список научных публикаций и учебно-методических разработок составляет свыше 110 наименований, среди них три учебных пособия с грифом ДВ РУМЦ, одна монография «Материалы и технологии нанесения защитных покрытий для повышения износостойкости деталей транспортных и технологических машин» и 15 изобретений.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНЖЕНЕРНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ОБРАЗОВАНИИ

В.В. Кузлякина
ФГОУ ВПО «Морской государственный университет имени адмирала Г.И. Невельского», Владивосток

Современное производство должно развиваться на основе комплексной автоматизации всего жизненного цикла объекта. Наиболее сложной процедурой является проектирование изделия на этапе структурно-параметрического синтеза, когда и закладываются его основные свойства. Эта процедура наиболее сложна и трудно формализуема. Современные средства и технологии позволяют реализовать автоматизацию проектирования, а знания в этой области уже сегодня выступают одним из критериев конкурентоспособности выпускников технических вузов на рынке труда.

1. Комплексная система автоматизации производства, эксплуатации и утилизации объекта (КСАПР ЭУ)

Информационные технологии, имеющие в настоящее время широчайшее распространение, затрагивают в основном пласты общего образования и гуманитарного классического высшего образования с естественным в наше «рыночное» время креном в область экономики, маркетинга и

бизнеса (организационную его часть). Большая часть технических и программных средств, в том числе и система Internet, призвана обслуживать именно эти направления. Наиболее сложной, трудоёмкой сферой приложения компьютерных технологий является сфера промышленного и транспортного производства и эксплуатации, которая должна развиваться на основе всесторонней автоматизации. Речь должна идти о комплексной системе автоматизированного производства, эксплуатации и утилизации изделий (КСАПРЭУ), структура которой представлена на рис. 1.

Рис. 1. Структура обобщенной комплексной системы производства и эксплуатации объекта

Известно, что в общем объеме затрат на создание новых машиностроительных объектов около 10 % занимают затраты на проектирование и разработку конструкторской документации. Стремительно возрастает номенклатура новых технических объектов и их сложность. Основным и наиболее сложным этапом в производстве продукции является этап проектирования, который состоит из трех основных частей: структурно-параметрического синтеза; расчетов на прочность; конструирования. На стадии исследования и проектирования формируется технический уровень и качество продукции, полностью отражающие передовые достижения научно-технического прогресса, соответствующие требованиям потребителя, характеру потребностей и мировому уровню. В то время, когда автоматизация производства достигла высокого уровня и ни у кого не вызывает сомнений, в проектировании она значительно уступает. Проектирование является составной частью процесса создания новой техники, включающей в себя большую долю творческого труда, который очень сложно формализовать и автоматизировать.

Современная технология проектирования сложных механических систем основана на построении (синтезе) и анализе обычно с помощью персональных компьютеров, математических моделей изучаемого объекта и состоит из этапов:

1) постановка задачи;
2) построение математической модели (математическая формулировка задачи);
3) разработка численного метода или аналитического решения задачи;
4) разработка алгоритма реализации решения задачи;
5) разработка программы;
6) отладка (тестирование) программы;
7) выполнение исследования или проектирования;
8) анализ полученных результатов.

2. Средства и технологии в инженерном проектировании

Одной из ключевых проблем, возникающих при создании перспективных систем поддержки принятия проектных решений на начальной стадии проектирования механизмов, когда и закладываются основные свойства объекта, является автоматизация структурно-параметрического анализа и синтеза механизмов. Уменьшение энергоёмкости машиностроительных изделий, повышение их ресурса при одновременном уменьшении массогабаритных характеристик является одной из важнейших задач развития техники на современном этапе, решение которой возможно только при наличии современных инструментальных средств, поддерживающих решение этих задач в комплексе. Остро стоит проблема создания универсальных интегральных систем для решения задач анализа и синтеза рычажных механизмов технологического оборудования вне зависимости от технологических процессов, протекающих в них, и конструктивных требований к звеньям механизмов, а также позволяющих исследовать не только кинематику механизмов, но и динамические процессы в машинном агрегате.

Создание любого механизма начинается с проектирования его схемы, определения геометрических параметров, кинематических и динамических характеристик. Последующие расчёты на прочность и конструирование форм звеньев не влияют на основные свойства механизма. Процедура проектирования механизма является итерационной и содержит несколько этапов:

- определение номенклатуры звеньев и характера их соединений – структурный синтез;
- определение постоянных параметров схемы механизма по заданным его свойствам – геометрический синтез;
- определение параметров движения: траектории, скорости, ускорения – кинематический анализ;
- решение уравнения движения, определение силовых и динамических характеристик – динамический анализ;
- определение условий для уменьшения колебаний и динамических нагрузок – динамический синтез.

Процесс проектирования повторяется до получения необходимого результата. Структурную схему плоского механизма любой сложности согласно классической механике можно получить методом наложения некоторых структурных групп. В работах [1], [3] показаны принципы структурирования рычажных механизмов на основе обобщённых структурных модулей, описаны их математические модели и специальные операторы представления в автоматизированной системе проектирования VSE (Visual Structure Editor) для одиннадцати таких модулей. В обобщенных структурных модулях учтены возможные разнообразия конструктивных форм звеньев. Для описания структурной схемы любого технологического механизма достаточна комбинация из нескольких (двух, трёх, четырёх) видов таких групп: начального механизма первого типа (рис. 2) и обобщённых структурных модулей второго класса разных видов. На рис. 3 представлен наиболее часто встречающийся в составе технологического оборудования модуль второго класса второго вида.

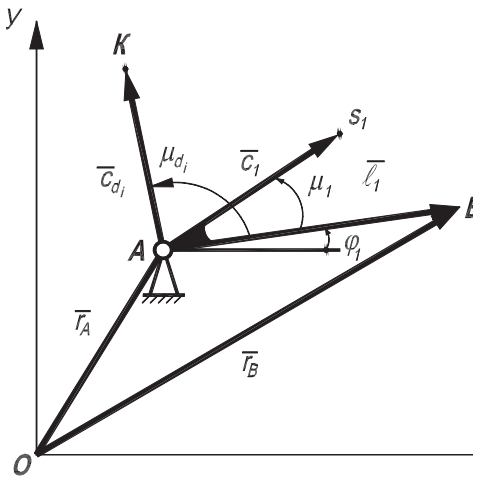


Рис. 2. Начальный механизм вида I_1

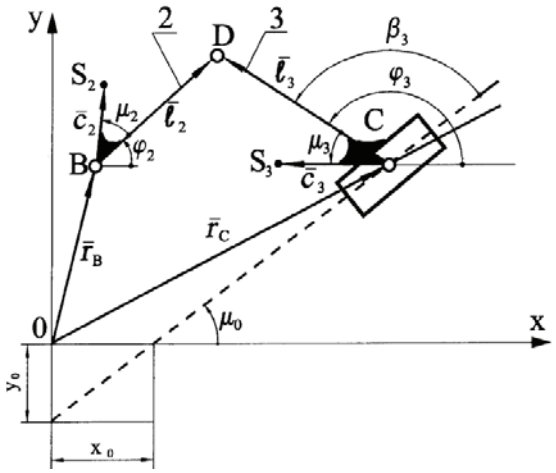


Рис. 3. Обобщённый структурный модуль II_2

Расширение эксплуатационных возможностей механизмов диктует необходимость более глубокого и разностороннего учета динамических факторов, что, в свою очередь, предъявляет

повышенные требования к уровню динамических расчетов. Задачи исследования динамики в автоматизированном режиме реализованы в системе Dinamic, разработанной сотрудниками инженерного компьютерного центра Vector. Она позволяет выполнить следующие вычислительные процедуры:

- моделировать технологическое воздействие на рабочие звенья и определять параметры динамической модели;
- решать уравнение движения (определить истинный закон движения – скорости и ускорения кривошипа с учётом масс и действующих сил), определить цикловую мощность механизма, неравномерность хода машины, определить необходимый момент инерции маховика для регулирования колебаний угловой скорости кривошипа в заданных пределах;
- определить неуравновешенные силы и моменты инерции;
- определить истинный закон движения звеньев и точек механизма;
- выполнить силовой расчёт в двух вариантах: при постоянной скорости кривошипа – учебная задача и при переменной – исследовательская задача.

Подробно теоретические основы, математические модели, алгоритмы и вычислительные процедуры системы Dinamic описаны в работах [2, 3, 5]. Результаты исследования на этапе структурно-параметрического синтеза механизмов используются на следующем этапе проектирования – расчёты на прочность и конструирование элементов изделия. На этом этапе применима система проектирования АРМ WinMachine, разработанная в г. Королёв. Она содержит следующие модули: проектирования кулачковых механизмов; проектирования подшипников скольжения и качения; расчета, анализа и проектирования валов и осей; расчета неидеальных винтовых передач; автоматизированного проектирования привода вращательного движения произвольной структуры; плоский чертежно-графический редактор с инструментом расчета размерных цепей; проектирования соединений элементов машин; библиотека стандартных деталей и узлов, справочных данных по машиностроению; библиотека материалов; проектирования механических передач вращения; комплексного проектировочного расчета редуктора; автоматического создания чертежей; проектирования упругих элементов машин. Система позволяет выполнить более 80 % инженерных расчётов, необходимых при создании технологического оборудования. На рис. 4, 5 показаны примеры использования системы АРМ WinMachine.

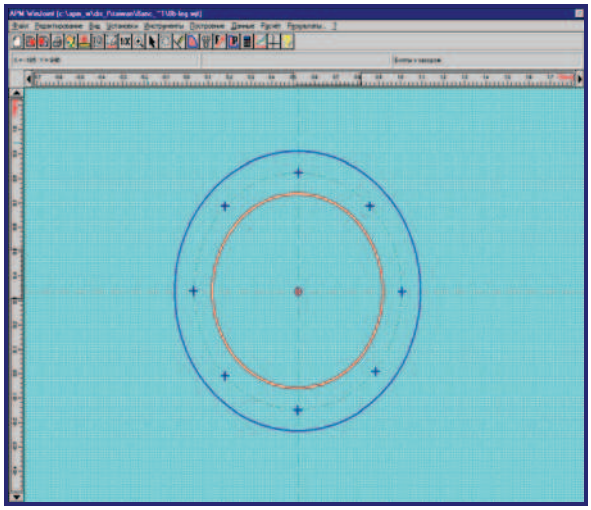


Рис. 4. Модель фланцевого соединения для проектировочного расчета

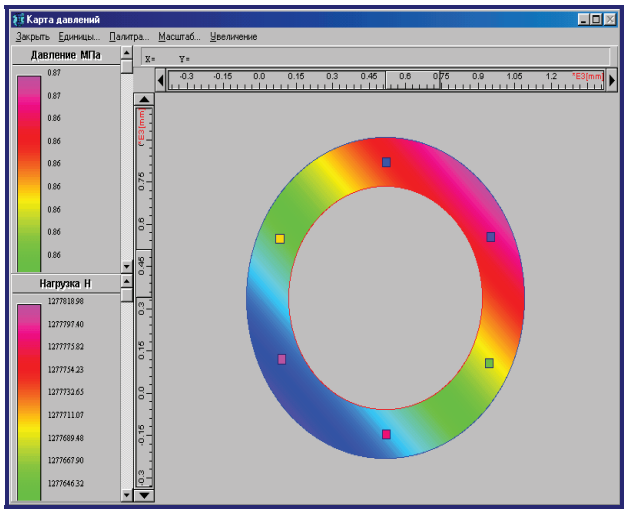


Рис. 5. Распределение давления в плоскости стыка и распределение нагрузок на болты

В структуре комплексной системы автоматизации проектирования важными элементами должны быть разнообразные базы данных (справочные данные, технические характеристики объектов, архивы схем и чертежей различных конструкций и т.д.), методики, средства подготовки и передачи технической документации, надёжно отлаженный документооборот.

Использование профессиональных интегрированных систем автоматизированного проектирования в учебном процессе должно являться неотъемлемой частью подготовки современных инженеров.

3. Средства и технологии в инженерном образовании

Состояние и перспективы образования сегодня являются наиболее обсуждаемой темой и в России, и во многих других странах. Известный американский учёный Элвин Тоффлер выразил крайнее недовольство существующим качеством образования, главным образом, потому, что оно имеет стандартный массовый характер. По его мнению, неиндивидуализированное образование не соответствует потребностям XXI в. Современный бизнес нуждается в квалифицированных творческих работниках. «Высокотехнологичный бизнес действительно заинтересован и в высокообразованных работниках и в образованных потребителях» – считает Билл Гейтс.

Парадигма современного образования заключается в реализации инновационного подхода к процессу изучения каждой дисциплины учебных планов на всех этапах образовательного процесса. Инновационный подход позволяет перейти от репродуктивной познавательной деятельности к поисковой и предполагает использование современных технологий и методик обучения, основанных на новых принципах и приемах, тесно связанных с использованием элементов ТРИЗ (теория решения изобретательских задач) и информационных технологий.

Принципы, заложенные в процесс поисковой познавательной деятельности для подготовки специалистов инженерного профиля: применение компьютерных технологий обучения во всех учебных процедурах и во всех дисциплинах учебного плана; объектами курсового проектирования являются механизмы и системы будущей профессиональной деятельности; реализация сквозного проектирования от дисциплины ТММ до дипломного проектирования; применение компьютерно-механических комплексов; профессиональных пакетов в учебном проектировании; организация современных систем тестирования, исключающих возможность угадывания. В таблице показана выписка из учебного плана инженерной специальности для реализации инновационных технологий.

Курс	Дисциплины САПР	Изучаемые пакеты	Дисциплины, применяющие САПР	Примечание
1-й	Информатика	Согласно стандарту	Во всех дисциплинах учебного плана	Во многих курсах даются дополнительные разделы
	Инженерная графика	AutoCAD	Инженерная графика	Все учебные процедуры выполняются в компьютерных технологиях. Реализуется принцип сквозного проектирования, игровое многовариантное проектирование, бригадный метод
2-й	САПР ТС	КОБРА, КОМПАС AutoCAD (расшир.)	Теория механизмов и машин	
3-4-й	Информационные технологии в проектировании	VSE, Dinamic, GCG&FQ, APM Win	Теория механизмов и машин	
			Детали машин и основы конструирования	
			Гидравлические машины	
			Другие дисциплины	
4-5-й	САПР МНГС	Solid Works, APM Win, AVEVA	Все специальные дисциплины, курсовое и дипломное проектирование	

Речь должна идти о создании информационных сред по отдельным изучаемым дисциплинам, а в перспективе и для специальности в целом. Формирование единого информационного образовательного пространства с широким использованием современных информационных технологий будет способствовать повышению уровня знаний обучаемого, развитию творческих способностей и росту интереса к приобретению знаний.

Совокупность средств организации обучения, методических материалов и пособий, выполненных как в традиционной форме, так и в компьютерной, образует информационную среду дисциплины (ИС_Д). Совокупности ИС_Д формируют информационную среду специальности (ИС_С). Особенности информационной среды: удобная структура учебно-методического материала; легкое управление изменениями структуры методического обеспечения; возможность работы с любыми форматами данных; подключать любые прикладные программы, любые электронные образовательные ресурсы; аналитические отчеты, организовать тестирование; выполнить анализ качества тестов, реализовать наполнение информационной среды любыми информационными ресурсами.

Информационная среда дисциплины (ИС_Д) содержит следующие основные элементы: автоматизированную систему организации обучения (АСОО); компьютерный учебник; конспект лекций с компьютерной поддержкой; лабораторный практикум с компьютерной поддержкой; тесто-

вый контроль с различными видами тестовых заданий; расчётные пакеты для курсового (учебного) проектирования и индивидуальной работы; справочные базы данных; организационно-методические материалы; учебно-методическую литературу в традиционном виде. В основе единой информационной среды в компьютерных классах и на индивидуальном диске CD лежит АСОО «КОБРА». Она состоит из трех модулей: Cobra.exe, предназначенный для обучаемых; Teacher.exe, предназначенный для специалистов, которые готовят систему для обучения, наполняют систему содержанием и Analizer.exe – модуль для анализа результатов тестирования.

В МГУ им. адм. Г.И Невельского более 15 лет применяются компьютерные технологии обучения (КТО). КТО реализуются с помощью АСОО «КОБРА», пакетов прикладных программ VSE, GCG&FQ, AutoCAD, АРМ Win Machine, КОМПАС, ДИНАМО и др. Большую часть необходимого объёма работы (около 80 %) обучающийся может выполнить самостоятельно в компьютерных классах или на домашнем компьютере. Оставшиеся 20 % – это консультации преподавателя, выполнение лабораторных работ на стендах и установках, итоговое тестирование: защита курсовых проектов, работ, РГЗ, сдача зачётов и экзаменов. Эта работа выполняется в компьютерных классах кафедры, в учебной лаборатории «Механика машин» во время занятий. Для студентов заочной формы обучения – в период сессии.

При создании информационных сред закладывается принцип модульности. Каждый модуль содержит определенное число лекций, лабораторных работ и часть курсового проектирования. В начале и конце каждого модуля предусмотрено тестирование, которое содержит различные виды заданий. «Входной контроль» к первому модулю состоит из вопросов и задач по физико-математическим дисциплинам, освоенным ими в школе и на первых курсах университета, а в тестах к последующим модулям – по общепрофессиональным дисциплинам: сопротивлению материалов, теоретической механике и др. «Выходной контроль» по каждому модулю содержит задания по материалу изученного модуля.

Лабораторный практикум является важным элементом инженерной подготовки, который позволяет студентам глубже изучить теоретический материал, сформировать практические инженерные навыки. По каждому модулю выполняются лабораторные работы с компьютерной поддержкой на лабораторных стендах и на персональных компьютерах (ПК) в программных средах (VSE), ДИНАМО, АРМ WinMachine.

Процедура выполнения лабораторных работ содержит теоретическую подготовку; выполнение необходимых предварительных расчётов и проверку их результатов на персональном компьютере; выполнение эксперимента на лабораторных стендах; моделирование на ПК; защиту работы в АСОО «КОБРА» [4]. Лабораторный практикум ориентирован на изучение инженерных процедур исследования и проектирования механизмов. Это подготовительный этап к выполнению курсового проектирования. Выполнив лабораторную работу в компьютерных технологиях, курсант самостоятельно выполняет аналогичное исследование для схемы механизма, заданного для курсового проектирования.

Важным элементом инженерной подготовки является курсовое проектирование, при выполнении которого применяются графические и аналитические методы, профессиональные САПР. Предварительная подготовка, полученная курсантами в ходе лабораторного практикума, позволяет проводить учебное проектирование в режиме осмысленного свободного исследования объектов, применяя различные методы проектирования.

Курсовое проектирование ориентировано на профиль подготовки специалиста, поэтому в технических заданиях, например, курсантам специальности «Эксплуатация судовых энергетических установок» предлагаются механизмы судового оборудования: двигатели внутреннего сгорания, насосы, компрессоры.

Использование профессиональных интегрированных САПР в учебном процессе должно являться неотъемлемой частью подготовки современных инженеров. Это позволяет готовить квалифицированных инженеров, владеющих современными средствами автоматизации проектирования, и одновременно способствует процессу продвижения CAD/CAM/CAE-систем в производство. Знания в этой области уже сегодня выступают одним из критериев конкурентоспособности выпускников технических вузов на рынке труда.

Библиографический список

1. Valentina Kuzlyakina, Lever Mechanism Computer-Aided Design System, In: Proceedings of the 11th World Congress in Mechanisms and Machine Science, China. 2004. Vol. 3. P. 1116-1120.

2. Зиборов С.Н., Кузлякина В.В. Исследование плоских рычажных механизмов. Кинетостатика: учеб. пособие. – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2006. –103 с.

3. Кузлякина В.В. Структурирование схем рычажных механизмов (автоматизированная система «VSE») [Текст]: учеб. пособие / Бражник Л.А., Кузлякина В.В., Нагаева М.В. – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2009. – 76 с.

4. Кузлякина В.В. Автоматизированная система организации обучения «КОБРА» [Текст]: учеб.-метод. пособие / Кузлякина В.В., Нагаева М.В. – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2010. – 35 с.

5. Кузлякина В.В. Исследование динамики машинных агрегатов [Текст]: учеб. пособие / Кузлякина В.В., Нагаева М.В., Бражник Л.А. – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2011. – 103 с.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОФИЛЯ

И.Н. Ким, И.В. Бут
ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток

В настоящее время в рамках обеспечения кадров рыбохозяйственного профиля Дальрыбвтуз готовит специалистов по 9 направлениям бакалавриата, 5 направлениям магистратуры и 28 специальностям. При переходе на стандарты третьего поколения реализация образовательных программ высшего профессионального образования (ВПО) будет осуществляться по 15 направлениям бакалавриата, включающим в общей сложности 28 профилей подготовки, 10 направлениям магистратуры и 3 специальностям.

Со времени начала разработки федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) ведущие преподаватели нашего университета тесно сотрудничали с 8 учебно-методическими объединениями (УМО) и неоднократно принимали участие в работе пленумов данных объединений по вопросам разработки стандартов третьего поколения. Необходимость участия преподавателей вуза в работе УМО была обусловлена возможностью включения «рыбной» специфики в разрабатываемые стандарты, а также повышением уровня их профессионализма.

Различные аспекты образовательного процесса, связанного с переходом университета на стандарты третьего поколения, регулярно обсуждались в рамках действующего на базе Дальрыбвтуза координационного учебно-методического совета Дальневосточного регионального учебно-методического центра (ДВ РУМЦ) по образованию в области рыбохозяйственной и пищевой деятельности, состоящего из 7 региональных учебно-методических отделений в различных образовательных областях.

Для подготовки высококвалифицированных специалистов, соответствующих современным требованиям, учебный процесс в вузе должен быть ориентирован на удовлетворение потребности личности, развитие творческих способностей выпускников, их стремление к постоянному самообразованию. Одним из основных направлений деятельности вуза, обеспечивающих качество образования, является подготовка базовых учебных пособий.

В Дальрыбвтузе вот уже несколько лет ведется планомерная работа по представлению учебных пособий на грифы различного уровня (табл. 1). Данные мероприятия направлены, прежде всего, на повышение статуса учебных пособий, а также выполнение обязательств преподавателей для получения ученых званий доцента и профессора в виде исключения.

Из учебных пособий наиболее высокий статус имеют книги, изданные через Центральный учебно-методический кабинет (ЦУМК) при Федеральном агентстве по рыболовству.

За последние несколько лет через ЦУМК были изданы следующие учебные пособия, авторами которых являются преподаватели Дальрыбвтуза:

1. Ким Г.Н., Ким И.Н. Экологическая безопасность производства копченых рыбных продуктов. – М.: Колос, 2007. – 325 с.

2. Ким И.Н., Мегеда Е.В. Безопасность пользователя персонального компьютера. – Нижний Новгород: Вектор-ТиС, 2007. – 169 с.

3. Беляева С.А., Никоненко Н.В. Курс лекций по английскому языку. – Нижний Новгород: Вектор-ТиС, 2007. – 218 с.

4. Ким Г.Н., Ким И.Н., Сафронова Т.М., Мегеда Е.В. Сенсорный анализ продуктов из гидробионтов. – М.: Колос, 2008. – 534 с.

5. Маницын В.В. Технология ремонта судов рыбопромыслового флота. – М.: Колос, 2009. – 536 с.

6. Ким И.Н., Ткаченко Т.И., Солодова Е.А. Санитарная обработка рыбоперерабатывающих предприятий. – М.: Колос, 2010. – 312 с.

7. Ким Т.В., Бубновская Т.В., Гупанова Ю.Е. Бухгалтерский учет в рыбной промышленности. – М.: Колос, 2010. – 512 с.

Таблица 1

Распределение учебных пособий с грифами по кафедрам за последние три года

Кафедра	2007 / 2008 гг.		2008 / 2009 гг.		2009 / 2010 гг.		ИТОГО
	Гриф УМО	Рецензия МГУП	Гриф УМО	Рецензия МГУП	Гриф УМО	Рецензия МГУП	
Английский язык					1	1	2
Безопасность жизнедеятельности и медицинская подготовка	1		1		2	1	5
Бухгалтерский учет, анализ и аудит	1			2	1	1	5
Высшая математика				2			2
Иностранные языки			2			1	3
Менеджмент и маркетинг	1			1			2
Основы конструирования				1			1
Пищевая биотехнология			1				1
Пищевая инженерия	1		1		1		3
Русский язык как иностранный						2	2
Судовые энергетические установки					1		1
Теоретическая механика и инженерная графика	1					2	3
Управление судном				1		1	2
Холодильная техника, кондиционирование и теплотехника						2	2
Экономика производства					1		1
Эксплуатация и управление транспортом	3		1				4
Электрооборудование и автоматика судов				1			1
ИТОГО	8		6	8	7	11	40

Кроме того, в 2010 г было издано учебное пособие «Дипломное проектирование рыбоперерабатывающих производств» под редакцией В.М. Дацуна, где в составе коллектива авторов-разработчиков есть и преподаватели Дальрыбвтуза: В.Д. Богданов, Э.Н. Ким, А.В. Панкина, О.А. Холоша.

Все выше перечисленные учебные пособия вышли под грифом «Допущено управлением науки и образования Федерального агентства по рыболовству в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений».

В настоящее время в ЦУМКе находятся в работе учебные пособия «Финансы предприятия рыбной промышленности» (авторы Лазарев В.А., Сахарова Л.А.) и «Пищевая безопасность гидробионтов» (авторы Ким Г.Н., Ким И.Н., Кращенко В.В., Кушнирук А.А.).

О высоком профессиональном уровне профессорско-преподавательского состава Дальрыбвтуза свидетельствуют также учебно-методические разработки преподавателей, прошедшие экспертизу и получившие одобрение в различных учебно-методических объединениях и Московском государственном университете печати (МГУП), являющимся уполномоченным Министерства образования и науки РФ. На ученый совет Дальрыбвтуза регулярно представлялись учебные пособия преподавателей, для которых университет ходатайствовал о присвоении грифа по следующим номинациям:

- рецензия уполномоченных Министерства образования и науки (22 учебных пособия, из которых 19 получили положительные рецензии);
- УМО (13 учебных пособий, из которых 11 получили положительные рецензии);
- ДВ РУМЦ и РО УМО (53 учебных пособия, все рецензии положительные).

Здесь хотелось бы отметить учебные пособия, которые действительно являются учебно-методической основой профессиональной подготовки студентов рыбохозяйственного вуза. Гриф

УМО за период 2008-2010 гг. в соответствующей области образования присвоен следующим учебным пособиям:

1. Ким Г.Н., Угрюмова С.Д. Процессы и аппараты пищевых производств (УМО по образованию в области технологии продуктов питания и пищевой инженерии, Московский государственный университет пищевых производств).

2. Мезенова О.Я., Ким И.Н. Технология, экология и оценка качества копченых продуктов (УМО по образованию в области технологии сырья и продуктов животного происхождения, МГУПБ).

3. Пивненко Т.Н. Технология белковых гидролизатов и продуктов на их основе (УМО по образованию в области технологии сырья и продуктов животного происхождения, МГУПБ).

4. Бубновская Т.В., Нижник Г.В., Богданова С.В. Бухгалтерская (финансовая) отчетность (УМО по образованию в области финансов, учета и мировой экономики).

Рецензия уполномоченных Министерства образования и науки РФ за период 2008-2010 гг. на учебные издания с положительным отзывом (рецензия МГУП) получена на следующие печатные издания, успешно апробированные в учебном процессе Дальрыбвтуза:

1. Бурков А.Ф. Судовые электроприводы (Государственная морская академия им. адмирала С.О. Макарова).

2. Ганнесен В.В. Судовые спасательные средства (Государственная морская академия им. адмирала С.О. Макарова).

3. Гупанова Ю.Е., Ким Т.В. Международные стандарты аудита (Государственный университет управления).

4. Коровина Н.А. Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности (Государственный университет управления).

5. Коровина Н.А., Самарина Н.С. Экономический анализ (Государственный университет управления).

6. Мезенцева Л.И., Тунеголовец В.П. Практикум по гидрометеорологическому обеспечению судоходства и промысла (Санкт-Петербургский государственный морской технический университет).

7. Ширяева Е.В. Безопасность работ на предприятиях технического сервиса и АЗС (Московский автомобильно-дорожный институт).

8. Григоренко Е.И. Товароведение продовольственных товаров (Московский государственный университет пищевых производств).

Положительные рецензии уполномоченных Министерства образования и науки РФ на учебные пособия за период 2009-2010 гг. позволили получить звание доцента в виде исключения Кадочниковой Н.П., Чижиковой Л.А., Повалихиной О.В., Ганнесену В.В.

Следует отметить, что не все учебные пособия наших преподавателей получили положительные рецензии. Наличие отрицательных отзывов обусловлено рядом причин, одной из которых является низкий уровень некоторых учебных пособий. Это связано с тем, что многие преподаватели не являются носителями второго (английского) языка и поэтому не используют в учебных пособиях современную информацию о проведенных исследованиях в данной области, опубликованную на иностранных языках.

Однако участие учебно-методических разработок преподавателей университета в конкурсах регионального, всероссийского, международного уровней повышает ответственность авторов за глубину содержания, востребованность издаваемых работ.

Высокий уровень учебных пособий преподавателей Дальрыбвтуза был подтвержден на Втором Дальневосточном региональном конкурсе на лучшую вузовскую книгу, который проводился на базе Дальневосточного государственного университета и журнала «Университетская книга». На этот конкурс наш университет представил 6 учебных пособий и 2 монографии. По итогам конкурса за лучшее издание в номинации «Техника, технология» дипломами награждены следующие работы:

- Сенсорный анализ продуктов из гидробионтов (Г.Н. Ким, И.Н. Ким, Т.М. Сафронова, Е.В. Мегеда);
- Технология, экология и оценка качества копченого продукта (О.Я. Мезенова, И.Н. Ким);
- Основы моделирования рыболовных систем (В.И. Габрюк, В.В. Чернецов, А.Н. Бойцов).

За лучшее учебное издание в номинациях «Экономика», «Техника, технология», «Естественные науки» грамотами награждены работы:

- Международные стандарты аудита (Ю.Е. Гупанова, Т.В. Ким);
- Экономический анализ (Н.А. Коровина, Н.С. Самарина);

- История отечественных судовых электроприводов (А.Ф. Бурков);

- Компьютерная графика (Е.В. Григорьева).

Печатные работы авторов из Дальрыбвтуза неоднократно отмечались на ежегодной Дальневосточной выставке-ярмарке «Печатный двор», организаторами которой являются администрация Приморского края, Дальневосточный региональный учебно-методический центр Минобрнауки России, Приморская государственная публичная библиотека им. А.М. Горького.

Так, на 13 Дальневосточную книжную выставку-ярмарку «Печатный двор-2009» наш университет представил 4 учебных пособия и 3 монографии. По итогам этой выставки-ярмарки дипломами конкурса «Лучшая научная книга» в номинации «Монографии» были награждены работы:

- Основы моделирования рыболовных систем (В.И. Габрюк, В.В. Чернецов, А.Н. Бойцов);

- Управление полями скоростей в траловых системах с учетом поведения гидробионтов» (В.В. Чернецов).

Дипломами конкурса «Лучшая учебная книга» в номинации «Учебные пособия» награждены:

- Международные стандарты аудита (Ю.Е. Гупанова, Т.В. Ким);

- Экономический анализ (Н.А. Коровина, Н.С. Самарина).

По итогам участия в выставке-ярмарке «Печатный двор-2010» коллектив Дальрыбвтуза заслуженно получил серебряную медаль и три диплома в трех номинациях:

- в конкурсе «Лучшая учебная книга» в номинации «Учебные пособия» работа «Процессы и аппараты пищевых производств» (Г.Н. Ким, С.Д. Угрюмова) заняла второе место и была отмечена серебряной медалью; дипломом отмечена работа «Пищевая безопасность морепродуктов» (И.Н. Ким, В.В. Кращенко, А.А. Кушнирук);

- в конкурсе «Лучшая научная книга» в номинации «Сборники научных трудов» представлены материалы международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана»;

- в конкурсе «Лучшее краеведческое издание» в номинации «Фотоальбомы, юбилейные издания» отмечена работа «Кругосветное плавание учебного парусного судна «Паллада» 2001-2008 гг.».

В июне 2010 г Дальрыбвтуз вошел в сборную команду представителей издательских организаций Приморского края и принял участие в международной выставке-ярмарке «Амур-экспоярмарка 2010», которая проходила в г. Благовещенске. По итогам этой выставки печатная работа «Технология, экология и оценка качества копченых продуктов» (О.Я. Мезенова, И.Н. Ким) отмечена золотой медалью и дипломом. Это заслуженная награда авторам за их многолетний научно-исследовательский труд. Надо отметить, что востребованность жизненно необходимой тематики данного учебного пособия привлекла внимание не только российских коллег, но и зарубежных гостей выставки из Японии, Кореи, Китая.

В 2010 г в Дальрыбвтузе впервые состоялся вузовский конкурс на лучшее печатное издание. На этот конкурс было представлено 27 учебных пособий, 8 из которых отмечены дипломами 1-й, 2-й, 3-й степеней:

Лучшее учебное издание по экономическим, гуманитарным и социальным наукам:

1-е место – «Управление качеством на предприятии рыбной промышленности» (Д.К. Шевченко, Ю.Е. Гупанова);

2-е место – «We Go Abroad» (С.А. Беляева, Н.В. Бородина, Т.Н. Цветкова);

3-е место – «Функциональные стили» (И.Ю. Малкова).

Лучшее учебное издание по техническим наукам:

1-е место – «Технология белковых гидролизатов и продуктов на их основе» (Т.Н. Пивненко);

2-е место – «Процессы и аппараты пищевых производств» (Г.Н. Ким, С.Д. Угрюмова);

3-е место – «Пищевая безопасность морепродуктов» (И.Н. Ким, В.В. Кращенко, А.А. Кушнирук).

Монографии:

1-е место – «Биотехнологические способы переработки и практическое применение хрящевой ткани гидробионтов» (Т.Н. Пивненко, Г.Ю. Суховерхова).

Лучшее электронное издание:

1-е место – «Учебно-методический комплекс дисциплины «Информационные технологии в профессиональной деятельности» (Е.Н. Бакланов).

Конкурс на лучшее вузовское издание планируется проводить ежегодно в конце учебного года.

Анализ выпуска учебных пособий в университете за период 2006-2010 гг. показал, что только у 8 кафедр количество учебных пособий превышает численность штатных преподавателей, т.е. большинство преподавателей Дальрыбвтуза за 5 лет не пишут даже одного пособия (табл. 2). На сегодняшний день можно констатировать, что только одна специальность «Технология рыбы и

рыбных продуктов» в полной мере обеспечена учебными изданиями федерального уровня, подготовленными сотрудниками Дальрыбвтуза (за последние 10 лет во всероссийских изданиях опубликовано 5 учебников и учебных пособий).

Таблица 2

Выпуск учебных пособий кафедрами Дальрыбвтуза

Кафедра	2006	2007	2008	2009	2010	Всего
1. Пищевая инженерия	4	3	9	3	3	22
2. Английский язык	6	2	4	6	12	30
3. Высшая математика	5	2	4	2	1	14
4. Экономическая теория и мировая экономика	3	2	-	-	-	5
5. Химия	3	4	3	2	5	17
6. Управление судном	3	2	4	1	3	13
7. Водные биоресурсы и аквакультура	5	1	4	1	-	11
8. БЖД и медицинская подготовка	4	3	2	4	3	16
9. Теоретическая механика и инженерная графика	3	2	5	4	4	18
10. Технология продуктов питания	2	2	1	2	6	13
11. Менеджмент и маркетинг	2	1	-	3	1	7
13. Судовождение	3	4	-	3	1	11
14. Иностранные языки	3	4	1	2	7	17
15. Пищевая биотехнология	-	3	1	4	3	11
16. Холодильная техника, кондиционирование и теплотехника	1	1	3	5	6	16
17. Электрооборудование и автоматика судов	2	-	2	1	-	5
19. Эксплуатация и управление транспортом	-	4	4	2	2	12
21. Промышленное рыболовство	1	1	1	2	-	5
22. Стандартизация и сертификация	1	-	2	1	1	5
23. Судовые энергетические установки	-	1	1	-	2	4
24. Бухгалтерский учет, анализ и аудит	3	3	1	2	4	13
25. Прикладная математика и информатика	1	-	1	4	2	8
27. Философия, культурология и история	2	1	1	1	2	7
28. Социология и социальная психология	1	-	3	1	2	7
30. Русский язык как иностранный	2	-	1	1	3	7
33. Экономика производства	-	1	-	-	1	2
35. Биоэкология	-	1	-	2	2	5
36. Финансовый менеджмент	1	1	1	1	2	6
37. Физика	-	-	-	-	-	-
38. Физвоспитание и спорт	-	-	-	-	-	-
Всего						307

Учебные пособия с грифом УМО имеются на 11 кафедрах, что составляет порядка 35 %. Конечно, в идеале хотелось бы, чтобы на каждой кафедре было в наличие учебное пособие федерального уровня или с грифом УМО.

В настоящее время успешное функционирование любого высшего учебного заведения немыслимо без создания и использования вузом электронной поддерживающей среды обучения и привлечения к этой работе преподавателей и студентов. В Дальрыбвтузе электронная среда создана на основе адаптации свободно распространяемой обучающей системы Moodle, являющейся одной из наиболее популярных систем поддержки учебного процесса. С 2007 г. Moodle наполняется электронными версиями учебно-методических разработок преподавателей, которые прошли обработку в редакционном Издательско-полиграфическом комплексе, таким образом осуществляется создание электронной библиотеки печатных работ. Данная электронная библиотека носит не только информационный, но и обучающий характер, поскольку содержит различные тестирующие программы и электронные учебно-методические комплексы дисциплин (УМКД).

Ориентация образовательной деятельности на компетентностный подход потребовала доработки учебно-методических комплексов дисциплин, которые являются ключевым элементом методического обеспечения основной образовательной программы (ООП) на основе ФГОС ВПО, в части усиления практической направленности изучаемых дисциплин, развития умений применять полученные знания при решении конкретных научно-технических и производственных задач.

Сегодня в Дальрыбвтузе приоритетное внимание уделяется электронным учебно-методическим материалам, активно ведется разработка УМКД в электронном виде. Обязательным условием для электронного комплекса является наличие электронного учебного пособия. Наряду с перечнем основных элементов, такие УМКД могут содержать целый ряд дополнительных: презентационные материалы по дисциплине, мультимедийные и интерактивные материалы, видеоколлекции, виртуальные лабораторные работы, ссылки на базы данных, сайты, электронные библиотеки и словари, справочные системы, сетевые ресурсы и другие инструменты самостоятельного доступа студентов к знаниям.

Электронные УМКД и учебные пособия разрабатываются на базе Научно-исследовательского института рыбохозяйственного образования (НИИ РО) Дальрыбвтуза в рамках темы «Научно-методическое обеспечение рыбохозяйственного образования» на базе традиционного и свободного программного обеспечения. Только в рамках данной темы в период с 2005 по 2010 гг. преподавателями Дальрыбвтуза было разработано 62 электронных учебных пособия.

Для обеспечения доступа обучающихся к учебно-методическим комплексам дисциплин появилась необходимость размещать соответствующие материалы в электронной библиотеке на сайте университета (www.dalrybvtuz.ru).

Сегодня в электронной библиотеке Дальрыбвтуза представлено свыше 1000 печатных изданий наших преподавателей более чем по 400 учебным дисциплинам, размещенных за последние несколько лет. Добавление новых ресурсов происходит ежемесячно.

В вузе проделана большая работа по созданию и внедрению контрольно-измерительных материалов для проверки знаний отсроченного контроля студентов (тестовые задания, помещённые в электронную оболочку Moodle), которые также размещены на сайте.

Для реализации компетентностного подхода в стандартах третьего поколения предусмотрено широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерные симуляции, деловые и ролевые игры, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги). Уже сегодня преподаватели Дальрыбвтуза широко используют в образовательном процессе интерактивные методы обучения и прежде всего учебные тренажеры. Так, например, сотрудниками кафедры «Технология продуктов питания» разработаны тренажеры «Технология обработки гидробионтов – холодильная технология» и «Технология пресервов и соленой продукции», преподавателями кафедры «Промышленное рыболовство» – тренажеры «Экспедиционный промысел сайры» и «Акустический визуальный поиск приповерхностных скоплений объектов лова», а коллективом кафедры «Эксплуатация и управление транспортом» – тренажер «Организация транспортно-экспедиторского обслуживания флота и управление производственными потоками в промысловой экспедиции». Данные тренажеры сегодня активно используются в образовательном процессе при подготовке специалистов рыбохозяйственного направления, а также в рамках повышения квалификации преподавателей университета и руководящих работников предприятий рыбной отрасли.

Повсеместное использование информационных ресурсов, являющихся продуктом интеллектуальной деятельности преподавателей Дальрыбвтуза, определяет необходимость подготовки в подрастающем поколении творчески активного резерва, способного профессионально использовать средства информационных технологий.

Таким образом, информационное и методическое обеспечение профессиональной подготовки студентов в ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз» постоянно совершенствуется, что позволяет вузу быть востребованным на рынке образовательных услуг Дальневосточного региона. Учитывая тенденции развития рыбохозяйственного комплекса, мы убеждены, что данная востребованность при переходе на уровневую систему обучения и федеральные государственные образовательные стандарты только усилится.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ГИДРОБИОНТОВ СВЕРХКРИТИЧЕСКИМ ДИОКСИДОМ УГЛЕРОДА

В.Д. Лапшин
ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз»

Рассмотрен способ повышения энергоэффективности технологии сверхкритической экстракции биологически активных веществ из гидробионтов посредством применения тепловых насосов.

В ближайшие годы нашему обществу необходимо реализовать ряд важнейших программ, призванных обеспечить продовольственную, энергетическую и экологическую безопасность страны. Тема данной статьи напрямую связана со всеми вышеперечисленными программами, так как в ней исследуется энергоэффективность экстракционных циклов, которые позволяют обеспечить, в том числе глубокую переработку гидробионтов. В этой связи целесообразно сопоставить показатели использования рыбы-сырца в Исландии и России. Из 1 кг сырца трески в Исландии производится около 0,4 кг филе, в РФ – 0,15 кг. В Исландии сырец полностью перерабатывается по безотходным технологиям, в РФ БМРТ проекта 1288 за 300 промысловых судосуток выпускает всего 5300 т продукции из 21000 т сырца, т.е. показатель использования сырца составляет 25 % [3]. Совершенно очевидно, что такой подход к использованию водных биоресурсов наносит огромный ущерб биосфере и ставит под угрозу выполнение доктрины Президента страны «О продовольственной безопасности РФ». В представленной публикации исследована энергетическая эффективность экологически чистой технологии экстракции сверхкритическим диоксидом углерода (СКЭ ДУ) биологически активных веществ (БАВ) из гидробионтов и продуктов их переработки. О перспективах применения данной технологии содержательно высказался главный редактор журнала «Сверхкритические Флюиды: Теория и Практика» академик РАН В.В. Лунин [5]. В настоящее время в разных странах мира работают не менее 150 только экстракционных заводов. Весь хмель, используемый в пивоваренной промышленности, проходит переработку путем СКЭ CO_2 экстракции. Этим методом производятся оливковое, подсолнечное, рапсовое, грейпфрутовое и другие масла, рыбий жир, получают экстракты лекарственных растений, чеснока, сои, рисовых зёрен, зародышей пшеницы, чабреца и множества других растений. Наиболее активны в разработке и продвижении промышленного применения СКЭ технологий США, Германия, Япония, Италия, Китай. Выдающиеся результаты, которые были достигнуты вышеназванными странами, являются лишь началом, так как промышленностью пока осваивается только то, что технологически наиболее легко достижимо, быстро завоевывает рынок и обеспечивает наиболее эффективную рекламу новых производств. На очереди создание процессов, которые могут изменить лицо национальных экономик.

Технология экстракции БАВ основана на способности диоксида углерода в сверхкритическом состоянии (P > 7,4 МПа; T > 31 °C) приобретать свойства активного растворителя, а при P < 7,4 МПа; T < 31°C их утрачивать (для полного самоочищения ДУ достаточно снизить давление до значения соответствующего P/Pкр = 0,5), причём ко всем веществам данное свойство проявляется избирательно, что позволяет производить фракционирование экстрагированных веществ. На рис. 1 показана область сверхкритического состояния ДУ.

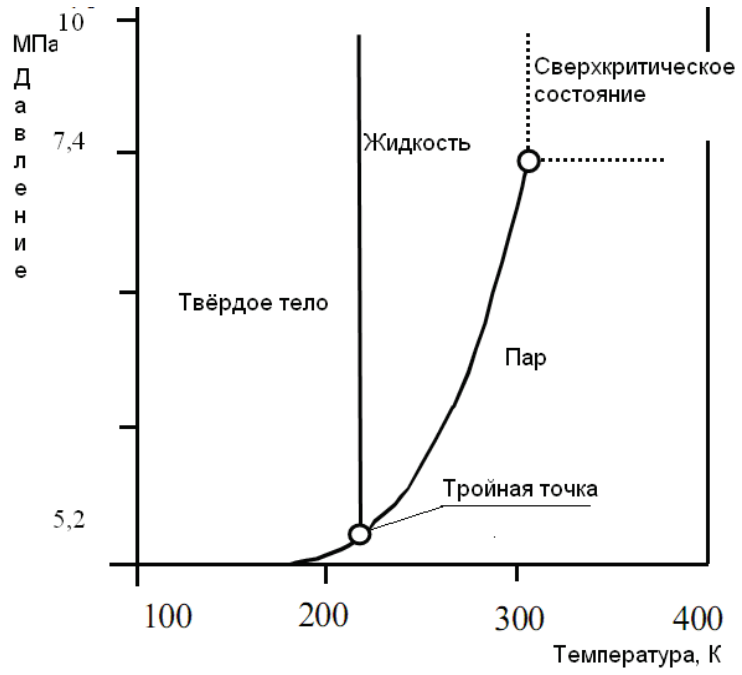


Рис. 1. Область сверхкритического состояния ДУ в координатах P-T

Таким образом, если снижать температуру и давление раствора ДУ-БАВ ступенчато, то на каждом этапе изменения параметров состояния ДУ из него будут выделяться совершенно определённые вещества. При этом максимальной эффективности ДУ как растворителя возможно достичь, только понимая характер взаимосвязи теплофизических свойств от термодинамических параметров. Многочисленные аналитические и экспериментальные исследования позволили установить чёткую корреляцию между диффузионной способностью ДУ (способностью растворять какое-либо вещество, проникая в его молекулярную структуру) с его другими теплофизическими свойствами (плотность, вязкость, теплоёмкость, теплопроводность и др.). Экспериментально установлено, что способность ДУ как растворителя резко возрастает при повышении параметров его состояния выше критической точки ($T_{КР}$ = 31 °C; $P_{КР}$ = 7,4 МПа). На рис. 2 показана зависимость плотности ДУ от давления, которая резко меняется именно при критическом давлении, из чего следует вывод, что плотность ДУ и его эффективность как растворителя находятся в прямой зависимости.

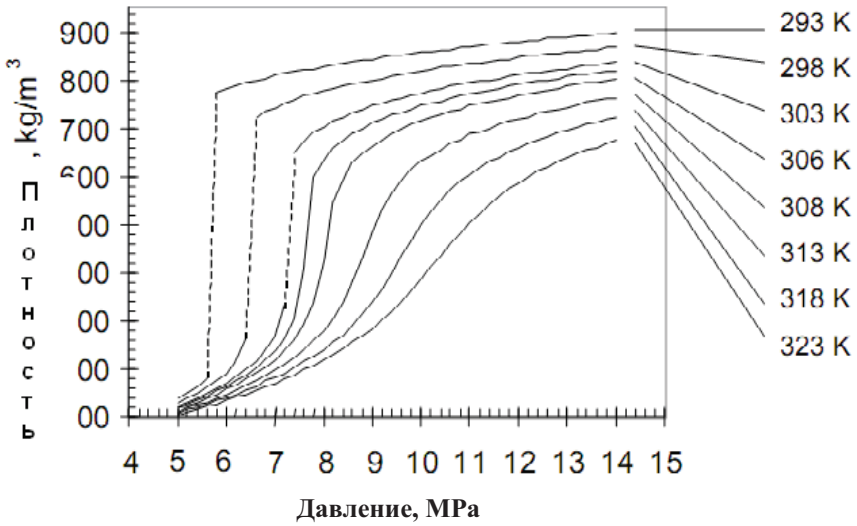


Рис. 2. Зависимость плотности ДУ от его давления

Плотность ДУ зависит не только от давления, но и от температуры. На рис. 3 показано, что при одном и том же давлении плотность ДУ повышается по мере приближения к критической изотерме.

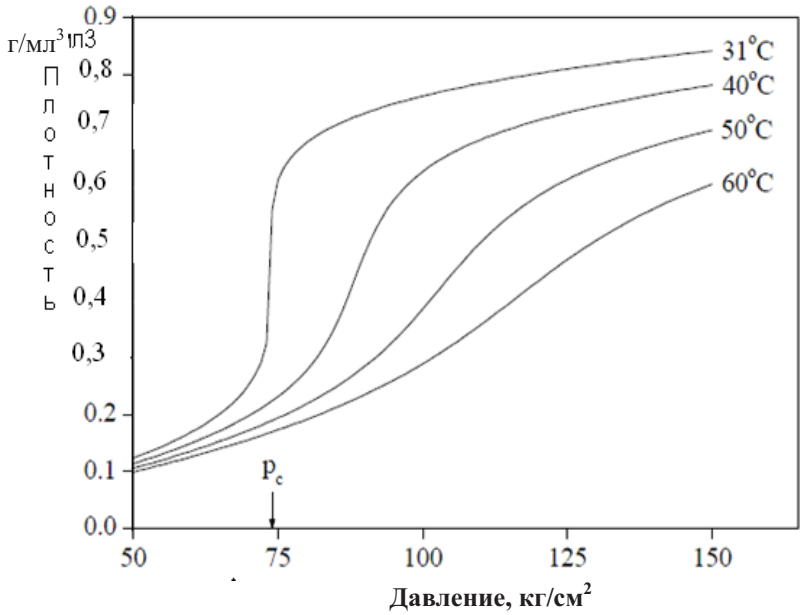


Рис. 3. Зависимость плотности ДУ от его давления и температуры

Таким образом, при проведении экспериментов было установлено, что именно критическая точка с термодинамическими координатами $T_{КР}$ = 31 °C; $P_{КР}$ = 7,4 МПа является началом резкого изменения теплофизических свойств ДУ. Особенно резко в координатах критической точки меняется изобарная теплоёмкость (c_P) ДУ, что возможно наблюдать на рис. 4.

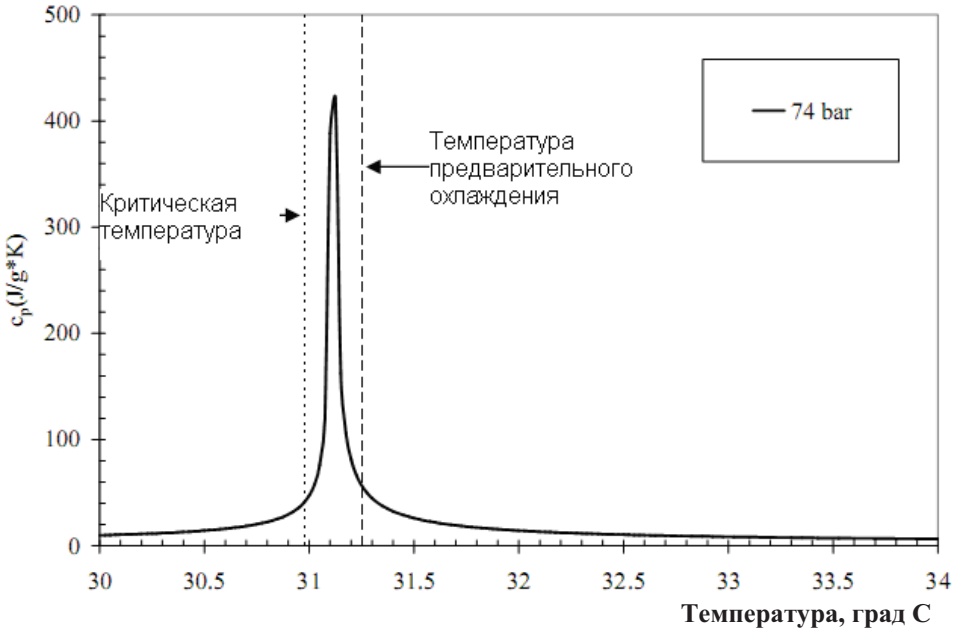


Рис. 4. Зависимость изобарной теплоёмкости ДУ от его температуры и давления

В процессе исследований также было выявлено, что все теплофизические свойства ДУ продолжают скачкообразно возрастать вблизи критической изотермы, по этой причине экстракция всех веществ эффективно проходит именно в температурном «коридоре» 25…40 °C. На рис. 5 диаграмма состояния ДУ в координатах P-ρ иллюстрирует зависимость плотности ДУ от его давления и от расстояния до температурного «коридора», в котором целесообразно проводить экстракцию.

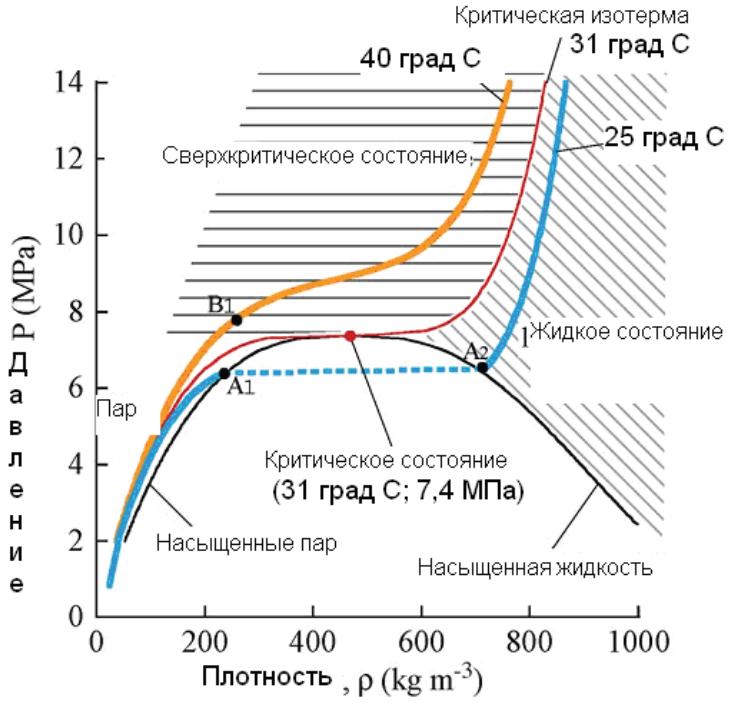


Рис. 5. Зависимость плотности ДУ от его температуры и давления

Не менее информативна диаграмма T-ρ (рис. 6), которая иллюстрирует степень влияния роста давления ДУ на взаимосвязь плотности и температуры. При давлении, близком к $P_{КР}$, увеличивается угол наклона изобары, который определяется уравнением $P = dT/d\rho$. Из графика, представленного на рис. 6, очевидна тенденция роста угла наклона изобары по мере приближения давления ДУ к критическому значению $P_{КР}$ = 7,4 МПа.

При росте давления пик скачка изобарной теплоёмкости смещается в зону более высоких температур (рис. 7), однако остаётся, как было отмечено выше, в температурном «коридоре» 25…40 °С. Достоинство технологии экстракции сверхкритическим ДУ состоит в возможности обеспечить мягкий, низкотемпературный режим обработки исходного материала, который содержит биологически активные вещества, склонные к денатурации при высоких температурах.

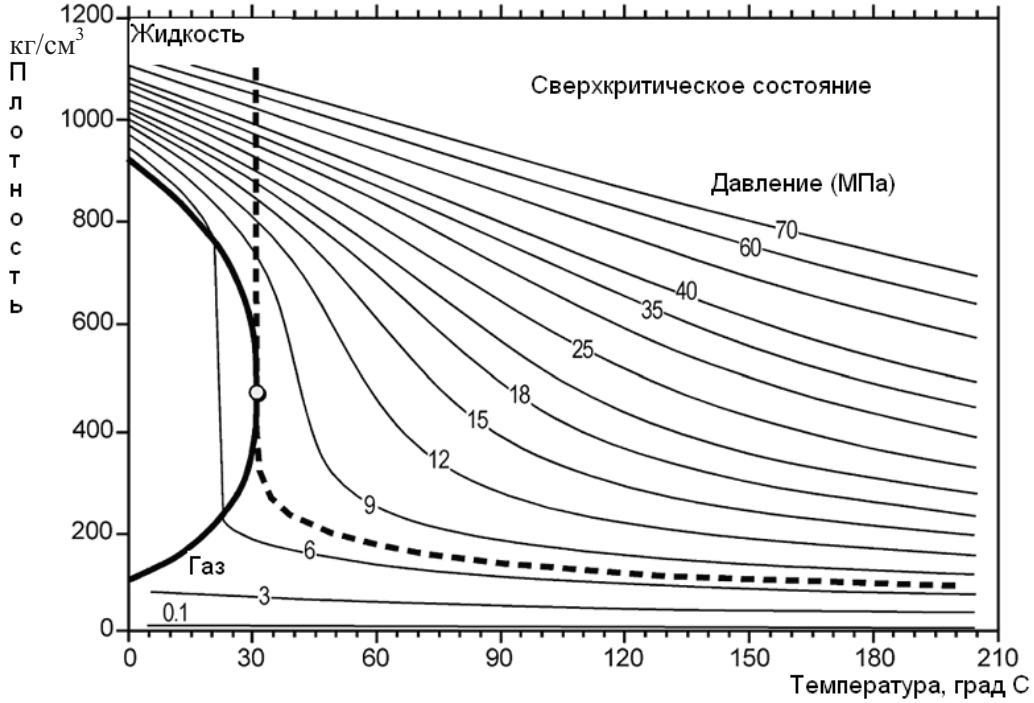


Рис. 6. Зависимость плотности ДУ от его температуры и давления

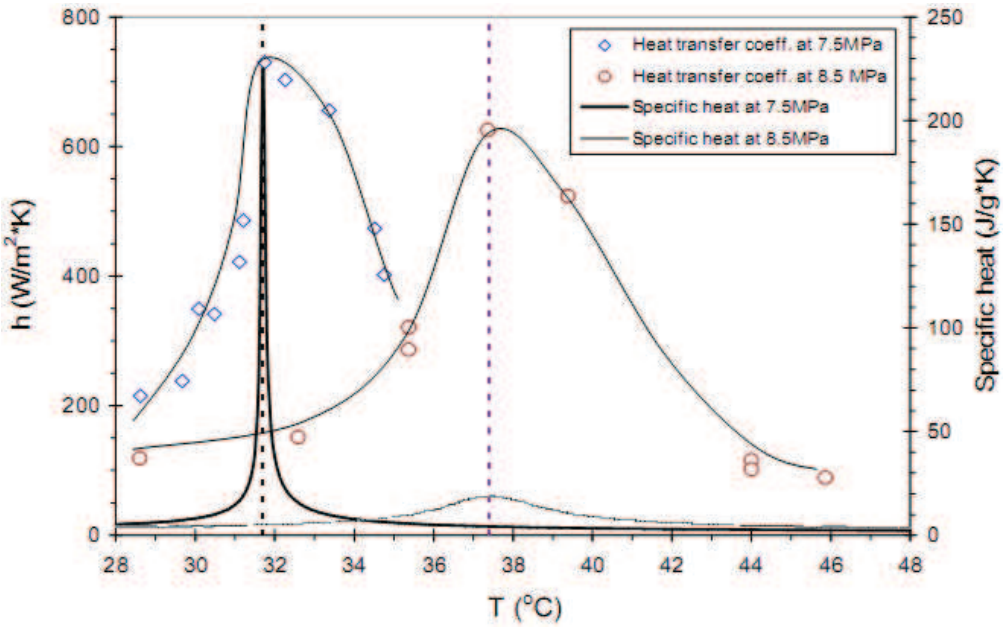


Рис. 7. Смещение точки верхнего экстремума изобарной теплоёмкости при смещении параметров состояния ДУ в сверхкритическую область

Экстракцию БАВ из исходного биологического сырья проводят в экстракционных установках, принципиальная схема которых представлена на рис. 8. Установка состоит из экстрактора Э, насоса Н, компрессора К и нескольких сепараторов С, в которых происходит выделение растворенных веществ. В сепараторах поддерживается различное давление, что позволяет через каждый из них выводить определённый компонент раствора или группу компонентов. Насос обеспечивает циркуляцию сверхкритического CO_2 через экстрактор, компрессор сжатие пара CO_2, образовавшегося в процессе дросселирования в сепараторах.

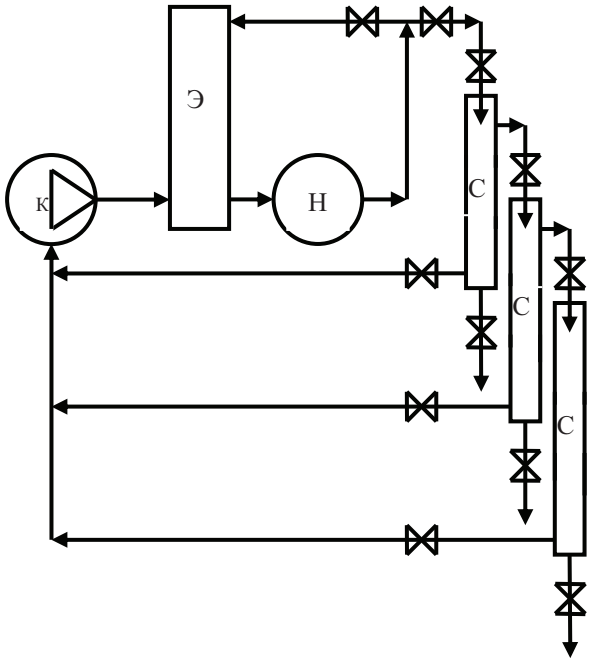


Рис. 8. Схема экстракционной установки

Подобным образом возможно выводить из обрабатываемого материала не только полезные для человека вещества, но и опасные. В заливе Петра Великого обитают гидробионты, содержащие в своих тканях большое количество БАВ, обладающих высокой пищевой и фармакологической ценностью. Однако под воздействием антропогенного фактора всё чаще эти ценные объекты промысла оказываются заражёнными токсичными веществами. Применение СКЭ – технологии позволяет при переработке заражённого биологического материала удалять из него токсичные вещества и далее, если это необходимо, извлекать отдельно каждый биологически ценный компонент. Например, печень многих объектов промысла содержит большое количество БАВ, однако одновременно печень как фильтр содержит токсины. Данная проблема уже решена в таких странах, как Исландия, Норвегия, Швеция.

Изобретение шведских исследователей из университета г. Лунд (University of Lund) предлагает эффективный способ удаления из печени трески токсичных веществ (Dioxins and dibenzofurans) [10]. Процесс экстракции dioxins и dibenzofurans проводили под давлением 150 кг/см2 и температуре 40 °С, при этом 25 % токсина (dioxins) находилось в первых 10 % жира, выделенного из печени.

Посредством СК CO_2 экстракции извлекают БАВ как из особоценного сырья - лососёвой икры [12], икры морских ежей [11], так и из отходов переработки рыбы [8, 10, 13]. Так, например, японскими исследователями Tanaka Y., Sakaki I., Ohkubo T. («Nof Corp.», г. Ibaraki, Japan) в 2004 г. методом СК CO_2 экстракции были извлечены из лососёвой икры биологически активное вещество (phospholipids), которое применяется в фармацевтической промышленности [12]. Процесс экстракции проводился под давлением 177 кг/см^2 и температуре 33 °С. Как было отмечено выше процесс экстракции сверхкритическим ДУ проходит при низких температурах, что позволяет сохранить все биологически ценные вещества в обрабатываемом материале. В 2010 г. японским исследователем Murata Y. методом СК CO_2 из гонад морского ежа (Strongylocentrotus nudus) были выделены PUFA (polyunsaturated fatty acid) полинасыщенные жирные кислоты в количестве 35 %, что является выдающимся результатом, по сравнению с другими методами их выделения из гонад морского ежа [11]. Тем же исследователем [13] в 2010 г. методом СК CO_2 экстракции были получены полинасыщенные жирные кислоты (PUFA – polyunsaturated fatty acid), но уже не из высоко-

ценного исходного сырья (гонад морского ежа), а из внутренностей гребешка (patinopecten yessoensis), которые являются отходом переработки, при этом выход готового продукта составил 40 %.

Извлечение БАВ из отходов переработки рыбы и удаление токсинов из них посредством СК CO_2 экстракции в развитых странах всего мира давно является рядовым технологическим процессом [8], однако в РФ данная технология практически не применяется, что, по меньшей мере, странно, учитывая потери сырца при переработке в объёме 70…75 % от улова [3]. Надо признать, что кроме субъективного фактора, препятствующего внедрению СКЭ-технологии в рыбную отрасль РФ, существует объективный в виде высоких цен на энергоносители. Основной целью данной работы является определение величины удельных энергозатрат при СКЭ и предложение технических решений по их снижению.

Для того, чтобы применить наиболее эффективные технические решения по снижению энергетических затрат, обеспечивающих реализацию СКЭ технологии, необходимо исследовать все применяющиеся для этого термодинамические процессы. На диаграмме состояния в координатах P-T (см. рис. 1) указана область ($P_{КР}$ > 7,4 МПа; $T_{КР}$ > 31 °C), в которой диоксид углерода (ДУ) находится в сверхкритическом состоянии. Смысл СКЭ-технологии состоит в цикличном изменении параметров состояния ДУ от докритических значений до сверхкритических. В СКЭ-технологии используются 3 термодинамических цикла: насосный, компрессорный и комбинированный (рис. 9, 10, 11).

Необходимо отметить, что применение насоса и компрессора позволяет наиболее гибко организовывать технологический процесс, что наглядно показывает диаграмма i-lgP (рис. 11).

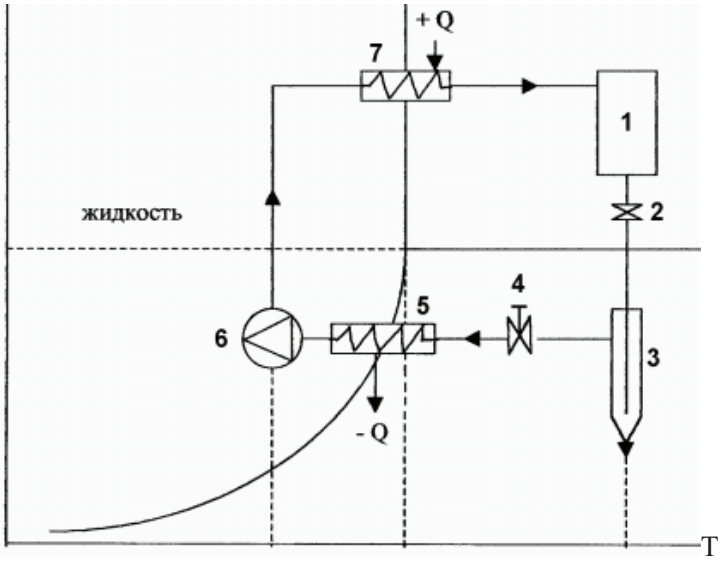


Рис. 9. Сверхкритический экстракционный насосный цикл

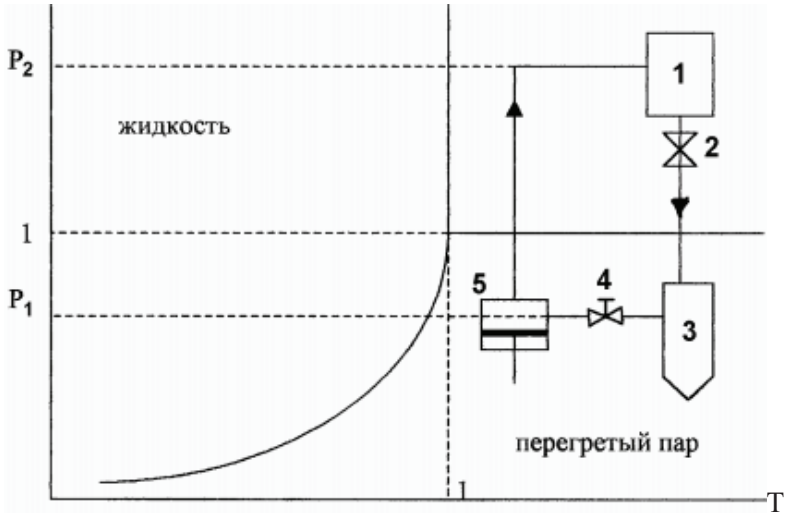


Рис. 10. Сверхкритический экстракционный компрессорный цикл

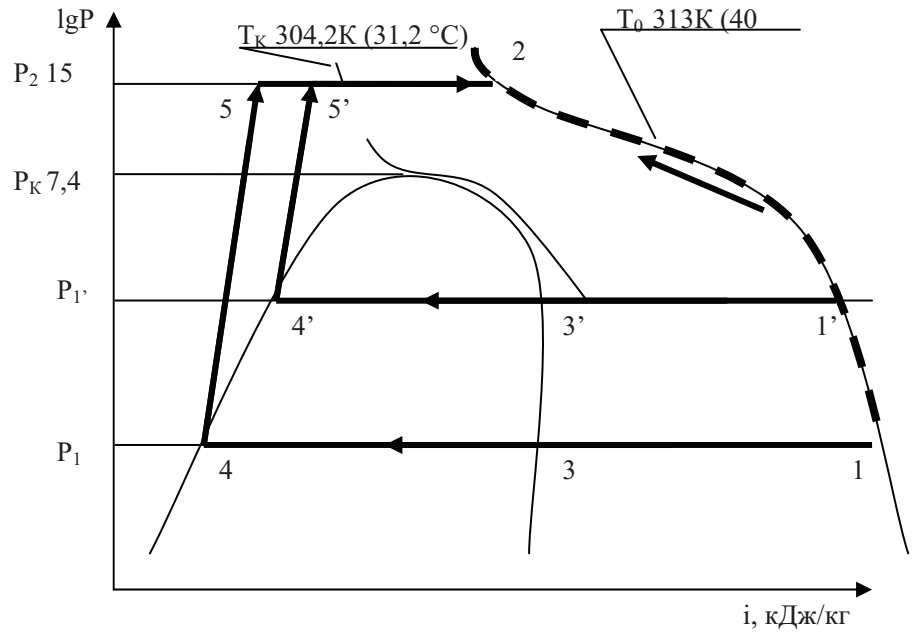


Рис. 11. Комбинированный цикл в координатах i-lgP, объединяющий насосный и компрессорный циклы

На основе методики, разработанной на кафедре ХТКиТ (ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз»), были определены показатели энергоэффективности цикла СК экстракции [6]. Потребляемая мощность электроэнергии составила 35 кВт, тепловой – 69 кВт. При этом было сделано допущение, что экстракт в количестве 10 % от прокачиваемого через экстрактор ДУ выделяется за один проход. Таким образом, полученные выше значения энергоэффективности цикла являются теоретическим минимумом энергозатрат, соответствующим предельно эффективно организованному процессу экстракции.

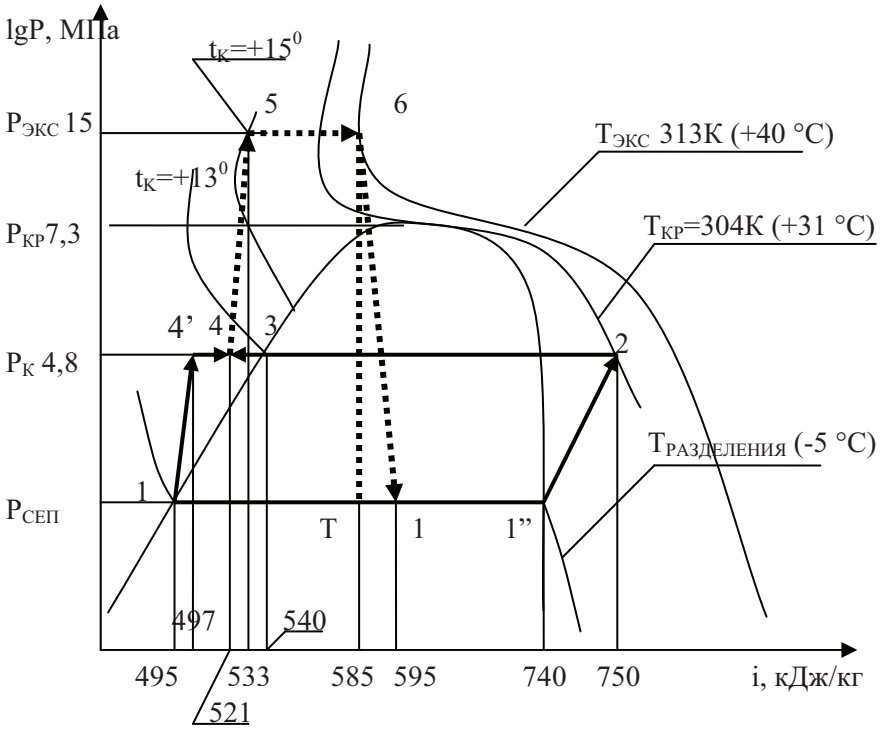


Рис. 12. Цикл рабочего процесса в координатах i-lgP

На рис. 12 процесс дросселирования 6-Т является идеализированным адиабатно проходящим, так как считается, что при его прохождении от давления $P_{ЭКС}$ до $P_{СЕП}$ между рабочим телом (ДУ) и окружающей средой исключается теплообмен, однако фрагмент окружающей среды как бы присутствует

внутри самого рабочего тела, по этой причине реально проходящий процесс дросселирования раствора «рабочее тело – выделенный компонент» проходит по траектории 6-1. Т.е. в случае если в веществе находятся какие либо компоненты с малым значением коэффициента Джоуля-Томсона, то теплосодержание этих компонентов будет равнозначно теплопритоку из окружающей среды и вызовет дополнительное парообразование (отрезок Т-1) дросселирующегося вещества. ДУ в интервале давлений от 1 до 50 МПа и температурах от 0 до 80 °С обладает значением коэффициента Джоуля-Томсона $\varepsilon = 0{,}8\ldots1{,}2\ 10^{-5}$ К/Па [1], в то время как вода, жиры – $\varepsilon = 2\ldots4\ 10^{-7}$ К/Па, т.е. на 2 порядка ниже [2].

Результаты проведённых расчётов показывают, что для реализации СКЭ-цикла требуется значительное количество тепловой энергии, которое в 2 раза превышает необходимое количество электроэнергии. В связи с этим был проведён поиск рациональных технических решений для снижения теплопотребления. В качестве максимально эффективного было найдено решение по применению теплового насоса, который должен «перекачивать» тепловую энергию конденсации ДУ (процесс 2-3, рис. 12) для повышения температуры ДУ перед экстрактором (процесс 5-6, рис. 12). Для выбора типа теплового насоса были проведены исследования в области теплонасосной техники, которые показали, что оптимальным по показателям «энергетическая эффективность – стоимость оборудования» является углекислотный тепловой насос, работающий в сверхкритическом цикле Лоренца [6]. При этом был сделан вывод, что классический цикл Лоренца может и должен быть модифицирован для достижения более высоких энергетических показателей. В настоящее время существует достаточно большое количество отработанных технических решений, позволяющих полезно использовать давление рабочего тела теплового насоса после его выхода из последнего теплообменного аппарата [9]. На рис. 13, 14 показана принципиальная схема углекислотного теплового насоса, работающего в модифицированном цикле Лоренца и его термодинамический цикл в координатах i-lgP. ДУ после передачи тепловой энергии потребителю (процесс 2-3, рис. 13, 14) обладает энергией рабочего тела, сжатого до 10 МПа. В классическом цикле Лоренца давление на выходе ДУ из теплообменных аппаратов снижается в дроссельном устройстве и соответственно бесполезно теряется. В модифицированном цикле Лоренца энергия сжатого рабочего тела позволяет добиться более низкой температуры кипения ДУ в испарителе (процесс 8-9, рис. 13, 14), не затрачивая дополнительной энергии, при этом эжектор работает как дополнительный компрессор.

В данной работе исследованы возможности снижения энергетических затрат экстракционных циклов с помощью использования тепловых насосов. Был рассмотрен тепловой насос, работающий в модифицированном цикле Лоренца, в котором применён эжектор, позволяющий полезно использовать давление ДУ в охладителе. В настоящее время исследователями термодинамических циклов холодильных машин и тепловых насосов, использующих в качестве рабочего тела ДУ, разработан целый ряд технических устройств, таких как детандеры и трубы Вортекса, которые позволяют аккумулировать [9] и использовать энергию сжатого рабочего тела холодильной машины или теплового насоса и существенно повышать энергетические показатели, в том числе экстракционных циклов.

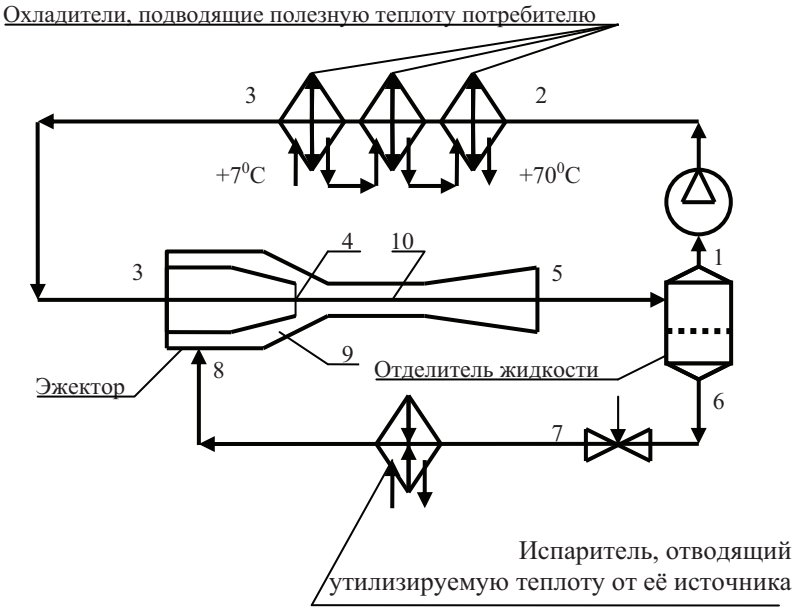


Рис. 13. Принципиальная схема теплового насоса, работающего в цикле Лоренца, с использованием эжектора

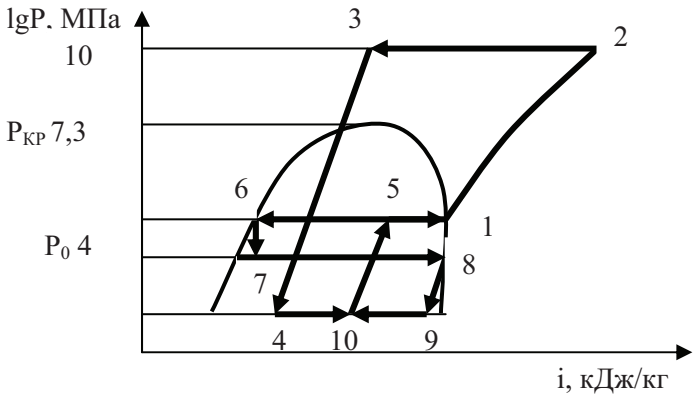


Рис. 14. Цикл на диаграмме i-lgP теплового насоса, работающего в цикле Лоренца, с использованием эжектора

Библиографический список

1. Алтунин В.В. Теплофизические и термодинамические свойства двуокиси углерода. – М., 1995. – 551 с.

2. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1973. – 750 с.

3. Кильдеева. Р.А. Бизнес-план предприятия «Океанрыбфлот». – Петропавловск-Камчатский: КГТУ, 2005. – 234 с.

4. Лавренченко Г.К., Копытин А.В. Компрессорно-насосная установка, использующая холод жидкого аммиака, для производства жидкого CO_2 и подачи его на синтез карбамида. – Одесса: Украинская ассоциация производителей технических газов «СИГМА», 2009. – 24 с.

5. Лунин В.В. Сверхкритические Флюиды: Теория и Практика // Москва. – № 1. – 2006. – 20 с.

6. Подляков А.А. Анализ низкотемпературных циклов выделения биологически активных веществ из гидробионтов диоксидом углерода / Выпускная квалификационная работа (гр. ХТ-51). – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2010.

7. Elvevoll E.O. Bioactive Lipid Components in Fish Viscera; characterisation of cod viscera lipids (Gadus Morhua L.). Supercritical carbon dioxide extraction of ubiquinone. Ph.D. thesis. 1988.

8. Elvevoll E.O. Fish waste and functional foods. Norwegian College of Fishery Science, Department of Marine Biotechnology University of Tromsø. Norway, 2008.

9. Jahar Sarkar. Review on Cycle Modifications of Transcritical CO_2 Refrigeration and Heat Pump Systems. Journal of Advanced Research in Mechanical Engineering. Vol. 1-2010/Iss. 1. 12 p.

10. Jakobsson M., B. Sivik*P. -A. Bergqvist, B. Strandberg, M. Hjelt and C. Rappe. Extraction of dioxins from cod liver oil by supercritical carbon dioxide. Department of Food Technology, University of Lund, Box 124, S-221 00, Lund, Sweden Institute of Environmental Chemistry, University of Umeå, S-901 87, Umeå, Sweden. 2004.

11. Murata Y. Extraction of lipid from sea urchin (Strongylocentrotus nudus) gonad by enzyme-assisted aqueous and supercritical carbon dioxide methods. 2010. Vol. 230. № 5. P. 737-743.

12. Tanaka Y. Extraction of phospholipids from salmon roe with supercritical carbon dioxide and an entrainer. Sci 2004. P. 53, 417-424.

13. Zhou, D.Y. Zhu, B.W. Tong, L. Wu, H.T. Qin, L. Tan, H. Chi, Y.L. Qu, J.Y. Murata, Y. Extraction of lipid from scallop (Patinopecten yessoensis) viscera by enzyme-assisted solvent and supercritical carbon dioxide methods. International journal of food science and technology. 2010. Vol. 45. № 9. P. 1787-1793.

Секция 1. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

К ВОПРОСУ РАЦИОНАЛЬНОГО ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОМНАТНЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ

С.Д. Угрюмова
ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток

Интенсификация теплообмена может быть достигнута компактностью теплопередающей поверхности, которая зависит от назначения и конструкции аппарата. Разработанная схема энергетической оценки позволяет рассчитать эффективность при сравнительном анализе теплообменников, применяемых в пищевой отрасли.

Создание более эффективных и компактных теплообменников обеспечивает значительную экономию топлива, тепловой и электрической энергии, металлов и затрат труда.

Весомую роль в решении этих проблем может сыграть широкое внедрение эффективных методов интенсификации теплообмена в каналах при разработке и производстве теплообменных аппаратов и устройств в машиностроении.

С ростом теплонапряженности современного пищевого оборудования вопросы интенсификации являются актуальными для подогревателей, охладителей, конденсаторов, воздухоохладителей, сушильных шкафов и др. аппаратов.

Опыт эксплуатации различных тепломассообменных устройств показал, что разработанные в цикле исследований методы интенсификации теплообмена в каналах обеспечивают снижение энергопотребления, габаритов и металлоёмкости (массы) этих устройств в 1,5-2 и более раз. Таким образом, рациональное энергопотребление связано с решением задач интенсификации теплообмена.

Задачи интенсификации теплообмена возможно решить путём уменьшения габаритов и массы теплообменных устройств или снижением температурного напора по сравнению с их величиной, которая достигается в данных условиях обычными путями. Если увеличение скорости потока в пределах, допустимых на практике, не обеспечивает получения необходимых габаритов теплообменного устройства или заданной температуры стенок, то необходима интенсификация теплообмена методами, которые обеспечат уменьшение габаритов при умеренном увеличении суммарных потерь мощности на прокачку теплоносителей через теплообменные аппараты.

Выделяются два направления интенсификации. Одно из них связано с увеличением теплового потока без учёта дополнительных потерь энергии.

Второе направление связано с увеличением теплового потока при заданной величине энергии, затрачиваемой на перекачку теплоносителя, т.е. с увеличением эффективности теплоотдачи. Оно становится особенно важным для стационарно работающих теплообменных аппаратов.

Как известно, при взаимодействии твёрдой теплопередающей непроницаемой поверхности с омывающим ее потоком образуется пограничный слой, оказывающий основное сопротивление теплопередаче. Чем больше толщина пограничного слоя и чем ниже теплопроводность теплоносителя, тем меньше теплоотдача. Увеличить теплосъём можно разными путями, в первую очередь подбором теплоносителя, поскольку $Nu \sqcup Pr^{n}$.

Определив теплоноситель с учётом его теплофизических свойств, можно рассматривать вопрос интенсификации теплообмена за счёт выбора надлежащего гидродинамического режима. Наивыгоднейшим в отношении теплообмена гидродинамическим режимом является турбулентный или переходный режим в пограничном слое, но естественное развитие турбулентности начинается при весьма высокой скорости потока, а следовательно, и значительном гидравлическом сопротивлении. Поэтому во многих случаях для интенсификации конвективного теплообмена необходима либо искусственная турбулизация пограничного слоя, позволяющая перенести процесс теплообмена из ламинарной области в турбулентную, либо уменьшение толщины или разрушение пограничного слоя [1,2].

При взаимодействии твердой теплопередающей непроницаемой стенки с омывающей ее однофазным потоком жидкости образуется пограничный слой, являющийся основным сопротивле-

нием теплопередачи. Поэтому для интенсификации процесса переноса тепловой энергии необходимо так воздействовать на пограничный слой, чтобы он оказался возможно более тонким или разрушить вообще его.

Уменьшение толщины пограничного слоя можно достигнуть увеличением суммарной скорости взаимодействия набегающего потока теплоносителя и теплопередающей поверхности. Полное разрушение пограничного слоя достигается элементами шероховатости или турбулизующими вставками.

Наиболее простой способ – это увеличении скорости набегающего потока. Разработка новых конструкций аппаратов, установление рациональных режимов эксплуатации их, модернизация и оптимизация возможна только на основе данных, полученных при всесторонних исследованиях.

Известны исследования в области интенсификации теплоообмена [2, 3]:

1. Метод целенаправленной искусственной турбулизации потока в пристенной зоне, основанный на периодическом создании небольших вихревых зон около стенки, являющихся источником дополнительной турбулизации потока. Метод реализован для трубчатых и пластинчато-ребристых теплообменных аппаратов. Для трубчатых теплообменных аппаратов – путём накатки труб на автоматизированных стенках, обеспечивающей двустороннюю интенсификацию теплообмена: внутри труб – за счёт плавно очерченных поперечных выступов, на которых создаётся система продольных винтообразных вихрей; снаружи труб при их продольном обтекании – за счёт поперечных канавок, на которых возникают поперечные вихри. Для пластинчато-ребристых теплообменных аппаратов метод реализован с помощью автоматизированных технологий периодического рассечения и относительного смещения ребер или штамповки на ребрах поперечных выступов и канавок. На передних кромках рассеченных ребер и на поперечных выступах-канавках возникают поперечные вихри.

2. Метод закрутки потока внутри овальных труб и при продольном и поперечном обтекании плотноупакованных пучков витых труб и стержней. Метод реализован протягиванием круглых труб через фильеру, придающую им заданную овальную форму и закрутку, или получением витых стержней по специальной технологии [3].

3. Метод управляемого отрыва пограничного слоя при поперечном обтекании пучков труб с помощью образования на них специальных турбулизаторов. Метод турбулизации пограничного слоя с использованием искусственной шероховатости реализован для плоских поверхностей и трубчатых теплообменников применительно к потокам различных жидкостей [2, 3].

4. Метод создания компактных теплопередающих поверхностей.

С увеличением компактности теплообменника, как правило, уменьшается удельный расход тепловой энергии. Применение компактных теплообменников оправдывает себя в том случае, если одним из теплоносителей служит газ, а сами теплоносители достаточно чисты и не вызывают коррозии поверхностей.

Наиболее высокая компактность достигается в пластинчатых теплообменниках [1, 4], состоящих из пакета плоских пластин, между которыми находятся соединяющие их рёбра. Оба теплоносителя движутся между чередующимися парами пластин, причем течение теплоносителей может быть противоточным или перекрёстным. Конструкции пластинчато-ребристых теплообменников таковы, что теплообмен может происходить между несколькими теплоносителями одновременно.

Результаты исследования теплообменников, работающих на жидкостях большой плотности, показали что, затраты энергии на преодоление сил трения обычно малы по сравнению с тепловыми нагрузками поверхности, вследствие чего влияние затрат мощности на преодоление трения редко является определяющим. Однако в теплообменниках, работающих на жидкостях малой плотности, затраты механической энергии на преодоление силы трения очень легко могут достигнуть величины, близкой к количеству энергии, передаваемой в виде тепла.

В связи с этим следует помнить, что в большинстве тепловых систем механическая энергия стоит в 4-10 раз дороже, чем эквивалентное ей количество тепла.

Затрата энергии на преодоление трения также увеличивается с увеличением скорости потока, она изменяется пропорционально квадрату скорости. Это и есть та характерная особенность взаимной зависимости параметров, которая позволяет принимать в расчёт именно эти два показателя – тепловую нагрузку и трение (потерю напора); это именно та особенность, которая определяет многие характеристики теплообменников различных классов, в том числе и пластинчатых теплообменных аппаратов.

Исследования показали, что компактность сама по себе является залогом высокой эффективности теплообменной поверхности. Сечения каналов компактной поверхности малы, а коэффици-

ент теплоотдачи α всегда изменяется пропорционально гидравлическому диаметру канала в отрицательной степени. Таким образом, в самой природе компактных поверхностей заложены свойства, обуславливающие высокий коэффициент теплоотдачи.

Один из наиболее широко используемых способов увеличения коэффициента теплоотдачи состоит в применении прерывистых поверхностей [3] с таким расчётом, чтобы уменьшить толщину пограничного слоя у этих поверхностей.

Придание поверхности прерывистости увеличивает фактор трения, однако небольшое увеличение интенсивности теплоотдачи может возместить значительное увеличение фактора трения, поскольку скорость потока может быть при этом уменьшена, а потери энергии на продление трения изменятся пропорционально кубу скорости.

Другие методы достижения высокой эффективности с помощью изменения геометрии канала включают использование криволинейных или волнистых (рифлёных) поверхностей, на которых происходит отрыв пограничного слоя. Пучок труб, в котором поток жидкости перпендикулярен оси труб, является высокоэффективной поверхностью, так как на каждой отдельной трубе образуется новый пограничный слой, и коэффициент теплоотдачи в этом случае намного выше, чем при течении жидкости с той же скоростью внутри труб. Для увеличения теплоотдачи часто применяют различные типы вставок (турбулизаторов) но такой метод не является столь эффективным, как разрыв и уменьшение толщины пограничного слоя непосредственно на поверхности теплообмена.

Естественно, что компактные высокоэффективные поверхности теплообмена могут иметь множество разнообразных геометрических форм, и во многих случаях наиболее приемлемыми являются как раз те, которые имеют очень сложную геометрическую форму. Только для поверхности с простой геометрической формой, такой как пластинчатая форма, можно произвести полный аналитический расчёт для выявления основных её характеристик; для остальных поверхностей основные показатели могут быть получены только экспериментальным путём с использованием законов моделирования для определения диапазона применимости полученных результатов.

Различные типы рассматриваемых нами компактных поверхностей объединены в следующие группы:

Применение пластинчато-ребристых поверхностей особенно целесообразно, когда осуществляется теплообмен между газовым и жидкостным потоками, так как при этом развитая поверхность может быть эффективно использована на обеих сторонах аппарата. Они позволяют сосредоточить в единице объема большую поверхность теплообмена. При конструировании таких теплообменников имеются широкие возможности комбинирования форм поверхности с учётом специфических свойств теплоносителей, для каждого из которых может быть выбрана наиболее подходящая развитая поверхность. Такой свободы в выборе типа поверхностей нет в пучках труб, где оба теплоносителя движутся во взаимно перпендикулярных направлениях, причем поверхность теплообмена на обеих сторонах приблизительно одинакова.

Установлено, что наиболее ответственным элементом теплообменника является поверхность теплообмена, в этом случае, первую очередь надо оценить основные свойства этой поверхности.

Совершенство теплообменной поверхности с энергетической точки зрения характеризуется соотношением переданного количества тепла Q через данную поверхность теплообмена и энергии N, затраченной движущейся жидкостью на преодоление сопротивления:

$$E = \frac{Q}{N} = \frac{\alpha F \Delta t}{V \Delta p} = \frac{\alpha \Delta t}{(f / F) \text{ и } \Delta p}, \qquad (1)$$

где V – средний объёмный расход теплоносителя; F – площадь теплообменной поверхности; f – минимальное проходное сечение; α – коэффициент теплоотдачи; Δt – температурный напор; Δp – перепад давлений.

Из уравнения (1) следует, что эффективность теплообменника зависит от конструктивного параметра f / F.

Для идентичности условий сравнения различных поверхностей и теплоносителей необходимо принять: $\Delta t = 1$ ºС; $(Pr_f / Pr_w)^s = 1$; $D = 1$ м, проводя ряд преобразований получим:

$$E = E_1 + E_2 + E_3, \qquad (2)$$

где комплекс E_1 характеризует влияние на эффективность размеров поверхности теплообмена, комплекс E_2 определяет влияние физических свойств теплоносителя на эффективность теплооб-

мена, а комплекс E_3 – выражает взаимосвязь между теплоотдачей и мощностью, затрачиваемой на преодоление сопротивления движению теплоносителя.

Эффективность теплоотдачи E характеризует процесс теплообмена только энергетически. Но энергетически выгоднее, чтобы процесс теплоотдачи протекал при меньших скоростях. Однако надо учитывать, что в этом случае поверхность теплообмена увеличивается. Поэтому только совместная оценка эксплуатационных и капитальных затрат может дать оптимальное решение вопроса в каждом отдельном случае.

Сравнительная оценка эффективности теплообмена в компактных пластинчатых и трубчатых теплообменных аппаратах, показала, что коэффициент теплоотдачи в пластинчатых аппаратах на 30 % выше, чем в трубчатых аппаратах, приведена в таблице.

Сравнительная характеристика теплообменных аппаратов

Тип аппарата	Поверхность нагрева F, м^2	Расход воды G, кг/ч	Горячий теплоноситель	Коэффициент теплопередачи K, Вт/м^2·К	Эффективность теплообменного аппарата E
Кожухотрубный	5,5	5000	Пар	3800	20,9
Пластинчатый	5,5	5000	Пар	5500	30

Подводя итоги, можно отметить следующие основные задачи в области создания наиболее эффективных теплообменников:

1. Расширение исследований по созданию теплообменных процессов и аппаратов, направленных на экономию энергии за счёт использования вторичных энергетических ресурсов.

2. Создание новых усовершенствованных методов для расчёта оптимизационных задач на ЭВМ с целью скорейшего внедрения полученных научных результатов и производство эффективных компактных аппаратов, значительно повышающих производительность труда и качество продукции.

Библиографический список

1. Кейс В.М., Лондон А.Л. Компактные теплообменники / пер. с англ. – М.: Энергия, 1967. – 224 с.

2. Жукаускас А.А. Проблемы интенсификации конвективного теплообмена. Тепломассообмен-VII: проблемные докл.VII Всесоюз. конф. по тепломассообмену. – Минск, 1985. – Ч. 1. – С. 17-41.

3. Угрюмова С.Д. и др. Использование методов интенсификации в аппаратах пищевых производств // Социально-экономические приоритеты российского общества. – Екатеринбург: МОРФ, УГЭУ, 2000.

4. Угрюмова С.Д. и др. Повышение эффективности работы тепловых установок по переработке пищевого сырья // Пищевые технологии: проблемы и перспективы в XXI веке. – Владивосток: ДВГАЭУ, 2000.

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА МЯСНЫХ ЗАМОРОЖЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Т.И. Ткаченко
ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток

Предложен способ повышения эффективности производства замороженных мясных полуфабрикатов посредством повышения устойчивости производства, а именно, при совмещении процессов измельчения и перемешивания в технологической системе, что в свою очередь дает более узкий диапазон колебаний уровня целостности системы.

Каждое пищевое производство по своей сущности – сложная технологическая система, функционирующая по определенным закономерностям как непрерывный технологический поток преобразования исходного сырья в конечный продукт. Повышать конкурентоспособность этого продукта

можно, только улучшая его качество и снижая себестоимость. Еще один из резервов на этом пути – повышение стабильности производства и, как следствие, сокращение расхода сырья и потерь готовой продукции за счет уменьшения брака и возвратных отходов, при обеспечении требуемого качества на протяжении всего технологического цикла. Этот резерв не требует значительных финансовых затрат и реализуется в первую очередь путем улучшения организации производства.

Основной характеристикой технологического потока, обеспечивающей устойчивость производства при возникновении внешних и внутренних возмущающих воздействий, является стабильность (целостность) его как технологической системы. Это свойство системы характеризует реальную эффективность технологического потока по отношению к теоретически возможной. Чем выше уровень целостности технологического потока, тем стабильнее и устойчивее производство, а, следовательно, меньше брака в работе технологической линии, так как величина уровня целостности и процент дефектной продукции связаны между собой прямой зависимостью [2].

Повышение эффективности производства замороженных мясных полуфабрикатов можно условно подразделить на следующие этапы:

- формирование цепочки процессов данного технологического потока на основании существующих технологических инструкций, научных исследований, опыта работы действующих подобных производств;
- преобразование цепочки технологических процессов в операторную модель и экспериментальная оценка уровня целостности функционирующего на предприятии технологического потока;
- корректировка технологического потока, включающая уточнение содержания и последовательности выполнения технологических операций, допусков на их технические параметры, на параметры сырья и внешних условий;
- повторная оценка уровня целостности откорректированного технологического потока и расчет эффективности модернизированного производства.

Повышение эффективности технологии, возможно, обеспечить как за счет использования новых, более совершенных технологических процессов на отдельных этапах преобразования сырья в конечный продукт, так и за счет повышения качества выполнения уже действующих процессов, ужесточение контроля за их выполнением [2].

При выделении операторов и подсистем необходимо установить основные входные, возмущающие, управляющие и выходные параметры, которые определяют и формируют качество выполнения каждой отдельной операции (оператора) или группы операций целевого назначения (подсистемы).

После построения операторной модели осуществляется оценка уровня целостности (стабильности) созданного технологического потока в производственных условиях. Порядок проведения оценки стабильности (уровня целостности) следующий: за установленный период (час и смену) при нормальном режиме работы оборудования, через равные промежутки времени на выходах каждой из подсистем формировалась выборка объемом 100 образцов (проб). После их отбора и замеров величин контролируемых параметров весь объем выборки разбивается на две группы: первая группа – образцы, находящиеся в пределах допусков по всем контролируемым параметрам; вторая группа образцы, выходящие за пределы допуска хотя бы по одному из контролируемых параметров.

Затем рассчитывается вероятность выхода из подсистемы годной продукции:

$$P_i = \frac{n_1}{n_1 + n_2}, \tag{1}$$

где n_1 – число образцов, находящихся в пределах допусков; n_2 – число образцов, выходящих за допуски.

Следующий этап расчета – определение информационной энтропии состояния каждой из подсистем в течение часа, бит:

$$H_i = -P_i \log_2 P_i - (1 - P_i) \log_2 (1 - P_i). \tag{2}$$

Максимальная энтропия технологических систем и их подсистем в пищевых и перерабатывающих отраслях АПК, являющихся бинарными, т.е. выход из них представляет собой только годную или дефектную продукцию, – равна единице:

$$H_{max} = -0{,}5 \log_2 0{,}5 - 0{,}5 \log_2 0{,}5 = 1. \quad (3)$$

Стабильность каждой из подсистем определяем по формуле:

$$\eta_i = 1 - \frac{H_i}{H_{max}} = 1 - H_i. \quad (4)$$

Определение стабильности технологического потока в целом, его уровня целостности производим по формуле:

$$\Theta = \sum_{i=1}^{L} \eta_i - (L-1). \quad (5)$$

Величина Θ варьирует от +1 (максимально возможное значение) до отрицательной величины, на единицу меньшей числа подсистем в технологической системе.

На замену общеизвестной технологии производства замороженных мясных полуфабрикатов можно предложить более экономную и стабильную технологию, а именно, совместить процесс измельчения и перемешивания за счет использования аппарата волчок-мешалка, что способствует значительному уменьшению потерь на данных операциях [1].

Выход каждой из подсистем оценивали контролируемыми параметрами (подсистема С – содержанием соединительной ткани хрящей, подсистема В – степенью измельчения, качеством перемешивания, внешним видом и структурой), допуски на которые регламентированы соответственными технологическими инструкциями.

Показатели стабильности функционирования системы производства

Подсистема	Период	Объем выборки	Кол-во проб		P_i	$1 - P_i$	$-P_i \log P_i$	$-(1-P_i)\log_2(1-P_i)$		
			1-й	2-й						
Технология раздельного измельчения и перемешивания										
С	час	25	25	0	1	0	0	0	0	1
	смена	100	90	10	0,9	0,1	0,14	0,33	0,47	0,53
B_3	час	25	23	2	0,92	0,08	0,11	0,29	0,4	0,6
	смена	100	95	5	0,95	0,05	0,08	0,23	0,31	0,69
B_2	час	25	23	2	0,92	0,08	0,11	0,29	0,4	0,6
	смена	100	90	10	0,9	0,1	0,14	0,33	0,47	0,53
B_1	час	25	24	1	0,96	0,04	0,06	0,19	0,25	0,75
	смена	100	96	4	0,96	0,04	0,06	0,19	0,25	0,75
Совмещенная технология										
С	час	25	25	0	1	0	0	0	0	1
	смена	100	96	4	0,96	0,04	0,06	0,19	0,25	0,75
Вз	час	25	25	0	1	0	0	0	0	1
	смена	100	100	0	1	0	0	0	0	1
B_2	час	25	24	1	0,96	0,04	0,06	0,19	0,25	0,75
	смена	100	99	1	0,99	0,01	0,01	0,06	0,07	0,93
B_1	час	25	24	1	0,96	0,04	0,06	0,19	0,25	0,75
	смена	100	98	2	0,98	0,02	0,03	0,11	0,04	0,86

Выборки каждой подсистемы разбивали на два интервала: удовлетворяющий и не удовлетворяющий допускаемым значениям выбранных технологий.

Исследование технологий производства замороженных мясных полуфабрикатов, на примере котлет «Домашние» позволило оценить их уровень целостности в течение смены и часа ($\Theta_{см}$ и $\Theta_{час}$). Результаты эксперимента и расчета стабильности подсистем приведены в таблице.

Уровень целостности системы за указанные периоды определяются как суммарный результат стабильностей отдельных подсистем. Для технологической системы производства котлет «Домашние» с раздельными процессами:

$$\Theta_{час} = 1 + 0,6 + 0,6 + 1 – 3 = – 0,05,$$

$$\Theta_{см} = 0,53 + 0,69 + 0,53 + 0,75 – 3 = – 0,5.$$

Для технологической системы производства котлет «Домашние» с совмещенными процессами:

$$\Theta_{час} = 1 + 1 + 0,75 + 0,75 – 3 = 0,5,$$

$$\Theta_{см} = 0,75 + 1 + 0,93 + 0,86 – 3 = 0,54.$$

Технологический поток является стабильным, а производство высокоорганизованным и, следовательно, эффективным (с технологической точки зрения), если его уровень стабильности Θ находится в пределах от +1 до 0 ($1 \geq \Theta \geq 0$). В других случаях, т.е. когда $–(L – 1) < \Theta < 0$ – созданный на предприятии технологический поток нестабилен, а, следовательно, используемая технология требует корректировки и уточнения.

Анализ результатов эксперимента показывает, что уровень целостности технологической системы производства котлет «Домашние» при раздельных процессах измельчения и перемешивания за различные промежутки времени низкий, а в технологической системе при совмещении данных процессов значительно выше. О высокой организации последней технологии свидетельствует и более узкий диапазон колебаний уровня целостности системы.

Таким образом, проведенные работы позволили значительно повысить эффективность производства котлет «Домашние», а кроме того, обеспечили функционирование данного производства как стабильной технологической системы.

Библиографический список

1. Ивашов В.И. Оборудование для переработки мяса. – СПб.: ГИОРД, 2007. – 464 с.

2. Панфилов В.А. Теория технологического потока: учеб. пособие для вузов. – 2-е изд. – М.: КолосС, 2007. – 319 с.

АНАЛИЗ КОНТРОЛЬНЫХ КРИТИЧЕСКИХ ТОЧЕК ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МОРОЖЕНОГО ОБЕЗГЛАВЛЕННОГО МИНТАЯ

Т.И. Ткаченко, А.А. Ерещенко, гр. ПИ-5
ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток

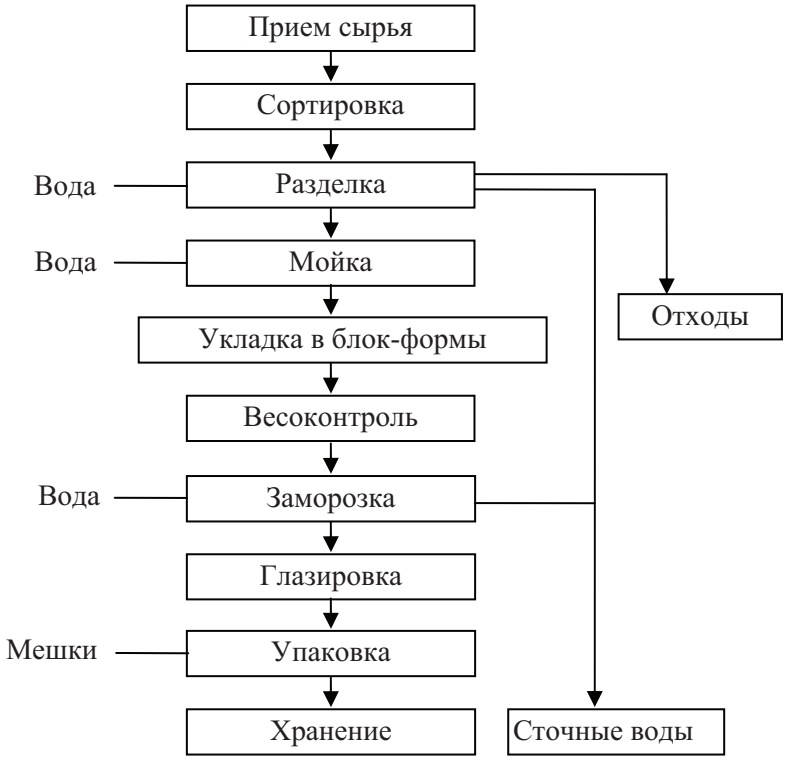
Контроль критических точек при производстве обезглавленного мороженого минтая, в которых могут возникнуть все виды рисков, обеспечивает контроль на всех этапах процесса производства, а также хранения и реализации продукции, где могут возникнуть опасные ситуации, тем самым гарантируя высокое качество готовой продукции.

В России на охлажденную и мороженую рыбопродукцию приходится до 55 % общего выпуска рыбопродукции. В целях улучшения качества мороженой рыбопродукции используют анализ опасных факторов, связанных с каждым этапом производства, с отбором из них тех, устранение или снижения, действия которых до допустимого уровня существенно влияет на выпуск безопасного продукта [2, 3].

По результатом анализа технологической схемы производства обезглавленного мороженого минтая (рисунок) были выявлены следующие источники опасности (критические контрольные точки – ККТ).

Первая ККТ производства обезглавленного мороженого минтая – прием сырья. Микробиальное обсемененность свежевыловленной рыбы (таблица) в зависимости от условий промысла и

санитарно-гигиенического состояния технологического оборудования, производственных помещений и судов колеблется в очень широких пределах. Микробиологический анализ рыбы-сырца, используемой при производстве рыбной продукции, проводят согласно СанПиН 2.3.2. 1078-01 [5].



Технологическая схема производства обезглавленного мороженого минтая

Микробиологический контроль рыбы-сырца и рыбы свежей

Объект контроля	КМАФАМ, КОЕ/г, не более	Масса продукта (г), в котрой не допускаются			Примечание
		БГКП (колиформа)	*St.Aureus*	Патогенные, в том числе сальмонеллы и *L.monocytogenes*	
Рыба-сырец и рыба свежая	$5 \cdot 10^4$	0,01	0,01	25	*V.Parahaemoliticus* – не более 100 КОЕ/г, для морской рыбы

Второй ККТ производства обезглавленного мороженого минтая является разделка и последующая мойка рыбы. Санитарно-микробиологическим контролем на этом этапе является микробиологический контроль воды, от состояния которой во многом зависит качество и микробиологическая безопасность выпускаемой продукции.

Третьей ККТ производства мороженого минтая является укладка. Неправильная или небрежная укладка рыбы в блок-формы, их переполнение, излишняя подпрессовка могут привести к разрушению структуры тканей в процессе замораживания, т.к. при замораживании рыбы уменьшается ее плотность.

Четвертая ККТ – замораживание, неправильное осуществление которого может привести к изменениям физико-химических, биохимических и особенно структурно-механических свойств ее мышечной ткани. Характер этих изменений в значительной мере зависит от вида рыбы, исходного ее состояния, скорости и способа замораживания. Рыбопродукты следует замораживать как можно быстрее, чтобы температура продуктов не повысилась, так как это может привести к снижению их качества и уменьшению срока хранения из-за повышенной активности микроорганизмов и нежелательных химических реакций. Подавление жизнедеятельности и гибель микроорганизмов происходит в результате резкого понижения температуры, увеличения концентрации тканевого сока при превращении воды в лед, изменения pH среды. Максимальная гибель микроорганизмов наблюдается в интервале температур от 0 до -5 °С [1].

Основными причинами, вызывающими изменения биохимических и физико-химических свойств рыбы при замораживании, являются: механическое разрушение структуры мышечной ткани кристаллами льда, образующимися при замерзании воды, денатурация белков мяса рыбы под действием гипертонических растворов солей, концентрация которых увеличивается по мере вымораживания воды, распад некоторых химических веществ, содержащихся в мясе рыбы. Денатурация белков сопровождается уменьшением их растворимости, способности к набуханию и обуславливает ухудшение качества мороженой рыбы. Мясо рыбы становится сухим и жестким. Степень денатурационных изменений белков мышечной ткани рыбы при замораживании определяется условиями замораживания и в основном продолжительностью нахождения рыбы в интервале температур от криоскопической до -5 °С, а также исходным состоянием сырья перед замораживанием. Снижение температур рыбы до -20 °С приводит к уменьшению денатурации ее мышечных белков. Денатурационные изменения белков при замораживании рыбы приводят к уменьшению их гидрофильных свойств, что наряду с механическим повреждением мышечной ткани кристаллами льда оказывает влияние на потери мышечного сока при размораживании рыбы и влагоудерживающую способность мышечной ткани. Вместе с мышечном соком при размораживании мороженой рыбы теряются растворимые белки, небелковые азотистые вещества, углеводы и их производные, минеральные соли и витамины [1, 3].

Пятая ККТ производства обезглавленного мороженого минтая – глазирование. При глазировании используется как пресная, так и морская вода. Глазурь должна равномерно покрывать поверхность блока рыбы, но из-за несовершенных техники и технологии глазирования образовавшая ледяная корочка в разных местах блока имеет различную толщину, что приводит к неодинаковой скорости сублимации льда в разных участках продукта, а также из-за небольшой механической прочности ледового покрытия способности льда к быстрому испарению не позволяет в полной мере защитить рыбу от окисления жира и усушки при длительном хранении. Для усиления защитного действия глазури, особенно для предотвращения окисления жира в воду, используемую для глазирования, вносят вещества, ингибирующие процессы окисления жира, например, аскорбиновую и лимонную кислоты, прополис, а также антиокислители – бутилоксианизол (БОА), бутилокситолуол (БОТ). Масса глазури должна составлять не менее 2-4 % массы мороженой рыбы.

Шестой ККТ производства обезглавленного мороженого минтая является хранение. К физико-химическим изменениям рыбы в процессе хранения относятся усушку, изменение цвета и гистологической структуры. При хранении мороженой рыбы всегда существует разность давлений водяного пара над поверхностью рыбы и окружающей воздушной среды холодильного помещения (внутренняя диффузия). В результате испарения влаги происходит усушка рыбы. Усушке подвергается в основном поверхность рыбы и близлежащие слои мышечной ткани. Цвет мяса рыбы, обезвоженного в процессе холодильного хранения, изменяется. Оно становится губчатым, а после размораживании и тепловой обработки – сухим и волокнистым.

С понижением температуры хранения усушка мороженой рыбы уменьшается: при хранении мороженой рыбы при температуры -30 °С усушка в 3 раза меньше, чем при -18 °С. Усушка рыбы в процессе хранения оказывает непосредственное влияние на окисление жира и денатурационные изменения белков. Чем ниже температура хранения, тем медленнее протекают денатурационные и ферментативные процессы в мороженой рыбе [3].

Одним из важнейших факторов, определяющих оптимальные условия длительного сохранения качества мороженой рыбы при хранении, является температурно-влажностный режим воздуха в трюмах и камерах холодильного хранения. В соответствии с технологическими инструкциями колебания температуры воздуха должно составлять не более ±0,5 °С, а относительной влажности – не более ±1 %. В течении всего периода хранения мороженой рыбы в трюмах или камерах хранения систематически, 2 раза в сутки, измеряться температура воздуха, относительная влажность – один раз в неделю [3, 4].

Система НАССР, а именно контроль критических точек, в которых могут возникнуть все виды рисков, обеспечивает контроль на всех этапах процесса производства, хранения и реализации продукции, где могут возникнуть опасные ситуации, тем самым гарантируя высокое качество готовой продукции.

Библиографический список

1. Быкова В.М., Белова З.И. Справочник по холодильной обработке рыбы. – М.: Агропромиздат, 1986. – 208 с.

2. Галыкин В.А., Заикина Н.А., Карцев В.В., Шевелева С.А., Белова Л.В., Пушкарев А.А. Микробиологические основы ХАССП при производстве пищевых продуктов. – СПб.: Проспект науки, 2007. – 288 с.

3. Кодекс Алиментариус. Нормы и правила по рыбе и рыбопродуктам / пер. с англ. – М.: Изд-во «Весь Мир», 2007. – 154 с.

4. СанПиН 2.3.4.050-96. Производство и реализация рыбной продукции. – М.: Госсанэпиднадзор России, 1996. – 155 с.

5. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы.

РАЦИОНАЛЬНЫЙ СПОСОБ СУШКИ ГИДРОЛИЗАТОВ ИЗ ГИДРОБИОНТОВ

Э.А. Врищ,
ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз»

Г.Н. Тимчишина, Н.М. Аминина
ФГУП «ТИНРО-Центр», Владивосток

Проанализированы методы сушки жидкообразных продуктов. Исследования показали перспективность использования установок с виброкипящим слоем инертных тел для сушки гидролизатов.

Учеными ФГУП «ТИНРО-Центр» разработано значительное количество технологий, позволяющих вырабатывать продукцию лечебно-профилактического назначения из гидробионтов, добываемых в дальневосточных морях. Основной причиной, тормозящей их внедрение в промышленное производство, является отсутствие рациональных предложений по аппаратурному оформлению конечного процесса, т.е. сушки препаратов. В настоящее время такой продукт как биологически активная пищевая добавка – моллюскам – может быть высушен в вакуумно-сушильной установке С-25К, но ее производительность слишком мала для рекомендации его выпуска в промышленном масштабе. А такие продукты, как Ламиналь, карбикулин, варочные воды кукумарии не могут быть предложены промышленности для широкого производства, так как не решена проблема их эффективной сушки. Выпуск такой продукции в пастообразном и жидком виде экономически нецелесообразен для промышленности и создает значительные неудобства для потребителя.

Перед исследователями стояла задача подбора эффективного аппаратурного оформления для сушки жидких и пастообразных продуктов лечебно-профилактического назначения.

В пищевой промышленности существуют различные типы аппаратов, используемых для перевода жидких продовольственных продуктов в сухое порошкообразное состояние. Известны полочные вакуумные сушилки типа ПВ, состоящие из вакуумного корпуса, в стенках которого расположены нагреватели [2]. Недостатком таких конструкций является малая эффективность сушки материала, так как подвод необходимого для сушки тепла осуществляется только через опоры, на которых располагаются поддоны, поэтому тепловой поток через точечные контакты ограничен, и это значительно увеличивает время обезвоживания материала. Второй недостаток вакуумных сушилок полочного типа заключается в том, что эвакуация паров воды из них производится непосредственно вакуумным насосом. Поэтому требуется его непрерывная работа в течение всего времени сушки, а это значительно увеличивает удельные энергозатраты. Основной технической задачей, которую необходимо решить для применения вакуумной сушки, является повышение эффективности сушильного аппарата за счет расширения теплообменной поверхности и обеспечения непосредственного контакта сушимого материала с нагретыми поверхностями аппарата и упрощение технологического процесса, обеспечивающего быстрое извлечение из аппарата конечного продукта.

Такая задача была решена в «ТИНРО-Центре» при использовании вакуумной сушилки барабанного типа, разработанной НИИ высоких напряжений при Томском политехническом университете [3]. Принцип ее работы заключается в том, что в вакуумный котел вводят через штуцер жидкий материал с помощью вакуума. Котел приводит в колебательное вращение механический привод. При вращении жидкость омывает нагретую внутреннюю поверхность вакуумного котла и мелющие тела, находящиеся в нем, получают от нее тепло. Когда влажность сухого остатка снижается до 3-5 %, начинается процесс эффективного перемалывания его мелющими телами. Образующаяся мука при вращении вакуумного котла просыпается через сито и собирается в неподвижный сборник готового продукта, вводимый в центральную область вакуумного котла. Сушилка позво-

ляет расширить теплообменную поверхность в 3-4 раза за счет введения мелющих тел и обеспечить непосредственный контакт сушимого материала с нагретыми поверхностями аппарата.

Работы, проведенные в ФГУП «ТИНРО-Центр» по сушке гидролизата моллюскама, показали, что производительность вакуум-сушильного комплекса С-25К по испаренной влаге составляет 20-22 л/ч при температуре обезвоживания 35-40 °С. При работе оператора в течение 7 ч можно получить 800 г готового продукта с влажностью 5 %. Но такая малая производительность не удовлетворяет требованиям производителя продукции.

Для сушки жидких пищевых продуктов применяются распылительные сушилки. Они обладают определенными достоинствами, важнейшими из которых являются универсальность и надежность, но требуют при вводе в эксплуатацию больших капитальных затрат.

Широкое распространение получил метод сушки жидких пищевых продуктов в виброкипящем слое гранул инертного материала. Этот метод был разработан в институте продовольственного машиностроения (г. Москва).

Сушилки с виброкипящим слоем инертного материала наибольшее применение нашли в птицеперерабатывающей промышленности для сушки яичной массы [1].

Сравнительные испытания по сушке яичной массы для получения яичного порошка на сушильной установке распылительного типа фирмы «Niro A/S» и на сушильной установке вибрационного типа изготавливаемой АО «Донецкий завод «Продмаш» показали сопоставимые результаты. Но стоимость распылительной сушилки значительно выше.

Выявлены следующие преимущества метода сушки яичной массы в виброкипящем слое инертного материала по сравнению с традиционным распылительным методом сушки: совмещение в процессов сушки и пастеризации позволяет отказаться от оборудования для предварительной пастеризации исходного продукта; снижение в два раза потерь продукта (с уносом отработанным воздухом); получение более крупнодисперсного порошка, обладающего лучшей сыпучестью, меньшей слеживаемостью; уменьшение капитальных затрат за счет сокращения в 2-3 раза стоимости сушильной установки.

Завод-изготовитель АО «Донецкий завод «Продмаш» выпускает оборудование, разработанное ранее ГУП НИИ «Мир-Продмаш» (г. Москва): А1-ФММ, А1-ФМУ, А1-ФМЯ, производительностью от 30 до 150 кг/ч по испаренной влаге.

В настоящее время специалисты НИИ «Мир-Продмаш» работают под усовершенствованием уже выпускаемых сушилок и разрабатывают новые установки. Разработаны еще два типоразмера с виброкипящим слоем инертного материала: А1-ФМХ производительностью 100 кг/ч по испаренной влаге и А1-ФМЛ-20 производительностью 20 кг/ч по испаренной влаге.

Учитывая широкую гамму гидролизатов, получаемых из сырья морского происхождения, с различными биохимическими показателями, исследователи остановились на изучении возможности их сушки в установках с виброкипящим слоем инертных тел.

Гидролизаты из сырья морского происхождения обладают различными физико-механическими свойствами и образуют различные по своей структуре пленки. Одни из них после высушивания становятся хрупкими и легко отделяются от носителя, другие эластичными, трудно отделяются, имеют высокую адгезию даже к фторопласту, обладающему низкими адгезионными свойствами. Поэтому для решения вопроса о возможности и целесообразности сушки конкретного продукта указанным методом, а также для определения производительности промышленных установок на данном продукте изучали процесс в лабораторных условиях.

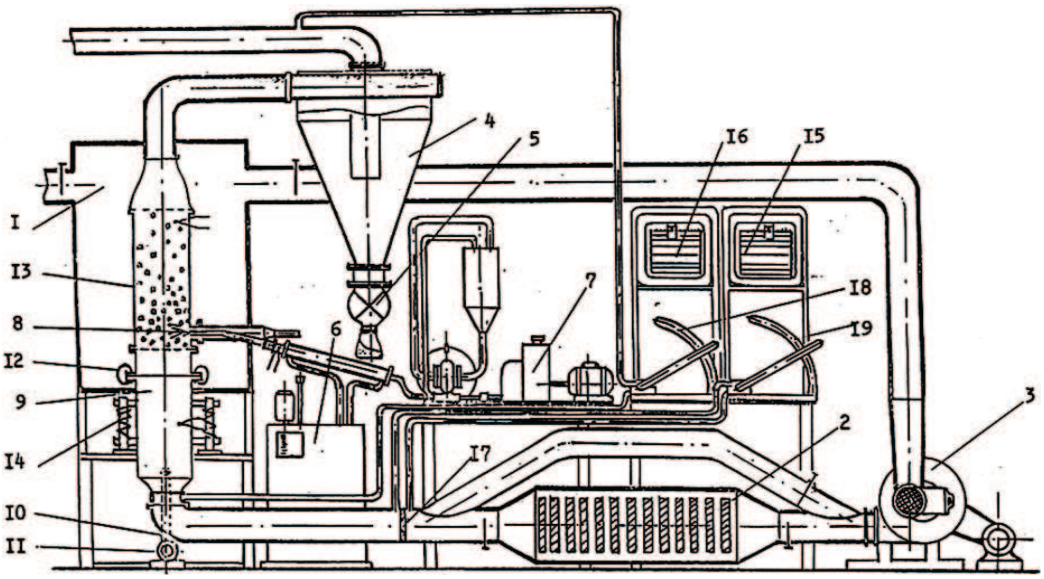
Исследования по сушке гидролизатов из объектов морского происхождения проводились в ГУП НИИ «Мир-Продмаш» на образцах варочных вод кукумарии камчатской и приморской, биогеля «Ламиналь» на универсальном лабораторном стенде (рисунок).

В комплект стенда входят электрокалорифер 2, нагнетающий вентилятор 3, циклон 4 со шлюзовым затвором 5, термостат 6, насос-дозатор 7, форсунки 8, нижний цилиндр-воздуховод 9, вибратор 10 с электроприводом и узел крепления сушильной камеры 12, сушильная камера 13, пружины 14, потенциометры 15 и 16 с термопарами для измерения температуры воздуха, диафрагма 17 с микроманометрами 18 и 19 для определения скорости воздуха

Сушильная камера представляет собой цилиндр с перфорированным днищем, продуваемый нагретым воздухом и совершающим вертикальные колебания с заданной частотой и амплитудой.

При исследованиях процесса сушки в виброкипящем слое гранул инертного материала гранулы (кубики фторопласта-4 с ребром 4 мм) загружали в сушильную камеру 13. Нагретый до необходимой температуры калорифером 2 воздух при помощи вентилятора 3 подавался под газораспределительную решетку и приводил в псевдоожиженное состояние слой инертных гранул. Виб-

ратор 10 обеспечивал вертикальные колебания камеры 13 с заданными частотой и амплитудой. Подготовленный жидкий продукт подавался насосом-дозатором 7 в пневматическую форсунку 8. Туда же подводился сжатый воздух от компрессора. При распылении жидкого продукта в виброожиженный слой гранул инертного материала. Они покрываются пленкой продукта, которая по мере высыхания отделяется от гранул и выносится из слоя с отработанным воздухом. Отделение порошка от транспортирующего воздуха осуществляется в циклоне 4. Через шлюзовой затвор 5 продукт поступал в сборную емкость.



Универсальный лабораторный стенд

В исследованиях контролировались следующие параметры: расход воздуха, подаваемого на сушку (измерялся соплом «четверть круга» с микроманометром ММН); расход воздуха на распыл продукта СУ (измерялся ротаметром РС-40); температура воздуха на входе в сушильную камеру 11 температура отработанного воздуха 12 (измерялась хромель-копелевыми термопарами и потенциометрами КСП-4).

В экспериментах варьировали параметры распыла исходного продукта, подачу исходного продукта в слой гранул инертного материала, температуру входящего и отработанного воздуха.

Исследования сушки проводились при следующих параметрах вибрации: частота колебаний газораспределительной решетки 8 Гц; амплитуда колебаний 9 мм; расход воздуха на псевдоожижение и сушку 270 $м^3$/ч; расход воздуха на распыл продукта 10 $м^3$/ч.

Сушка варочных вод кукумарии камчатской и приморской с концентрацией 4-5 % с.в. осуществлялась форсуночным распылом и безраспыльным вводом продукта при температуре подаваемого воздуха 130-180 ºС. Процесс сушки протекал устойчиво, получен сухой порошок. Сушка пастообразного биогеля «Ламиналь» с концентрацией сухих веществ 4 % проводилась при температуре 110-120 ºС. Процесс протекал устойчиво, был получен сухой порошок.

Расчет показал, что сушилка А1-ФМУ на биогеле «Ламиналь» с концентрацией 4 % с.в. будет перерабатывать в сутки 1700 кг исходного продукта и при этом будет получено 70 кг сухого порошка.

Экспериментальные работы в лаборатории сушильной техники ГУП НИИ «Мир-Продмаш» позволили сделать вывод, что установки с выброкипящим слоем инертных тел могут быть рекомендованы промышленности для эффективной сушки гидролизатов и гидрогелей, получаемых из сырья морского происхождения.

Библиографический список

1. Ковалевский А.П. В чем преимущество сушилок с виброкипящим слоем // Техника и оборудование для села. – № 10. – 1997. – С. 21-23.

2. Сушильные аппараты и установки: каталог. – 4-е изд., испр. и доп. / ЦИНТИ «Химнефтемаш». – М., 1983. – 120 с.

3. КУ 2120589 С1 20.10.98 Бюл. IV 29. Вакуумная сушилка барабанного типа.

ГИДРОВАКУУМНОЕ УДАЛЕНИЕ ВНУТРЕННОСТЕЙ ИЗ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ РЫБЫ

А.А. Тушко
НОУ ВПО «Институт технологии и бизнеса», Находка

Предложена конструктивная схема принципиально нового способа удаления внутренностей с использованием гидроузла, подающего воду в брюшную полость рыбы. При использовании гидровакуумного удаления внутренностей по предлагаемой схеме расход энергии снижается по отношению к вакуумному способу удаления в 6÷8 раз, гидравлическому – в 4÷6 раз.

Разделка рыбы является одним из самых трудоемких процессов при производстве различных пищевых продуктов, в основном консервов и пресервов.

В настоящее время известны три основных способа удаления внутренностей из брюшной полости: механический, вакуумный и гидравлический [1, 2, 3].

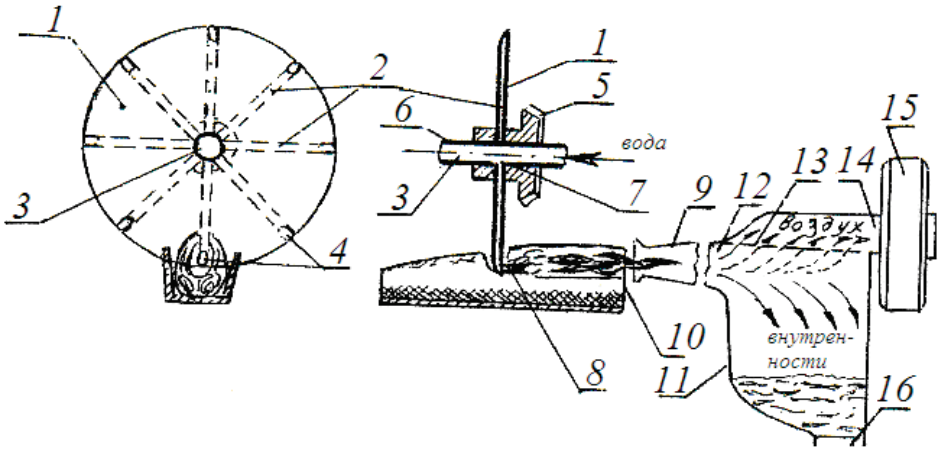
На основе использования указанных способов создано поколение рыборазделочных машин типа ИРПС – для разделки сайры, ИРПИ – для разделки тихоокеанской сардины (сельдь иваси) [1], МРКМ, РУС – для разделки кильки, сардины и других мелких рыб [2], ИРА – для разделки средних размеров рыб [3]. Однако эксплуатация рыборазделочных машин показала, что они не обеспечивают качественного удаления внутренностей из брюшной полости рыб, требуют значительного расхода энергии для создания вакуума (6÷15 кВт), гидроструи (расход воды через насадки до 16 м^3/ч).

В настоящее время разработаны конструкции гидровакуумных насадок, которые используют одновременно подачу воды в брюшную полость через приголовной срез рыбы и создают разрежения в проходном сечении насадка [4].

Предлагается конструктивная схема принципиально нового способа удаления внутренностей с использованием гидроузла, подающего воду в брюшную полость рыбы в районе стального отверстия и пневмоузла для всасывания с водой и воздухом в камеру-сборник.

На рисунке представлена технологическая схема предлагаемого устройства. Гидроузел состоит из плоского диска 1, в толще которого имеются радиальные отверстия 2 для подвода воды от магистральной трубы 3 к расходным отверстиям 4, расположенных по кромке диска с шагом, равным шагу кассет. Диск с приводом 5 расположен на трубе подачи воды 6. В трубе имеется щелевое отверстие 7, через которое вода подается к расходным отверстиям диска при совмещении радиального отверстия с щелевым. Расходные отверстия расположены на кромке диска и направлены в сторону вакуум-отсоса.

Пневмоузел (рисунок) состоит из насадки 9, расположенной перед головным срезом рыбы 10 для всасывания внутренностей вместе с водой и воздухом в камеру-сборник 11 через воздуховод-отделитель внутренностей и воды от воздушного потока, сетки 13 для фильтрации воздушного потока перед вентиляционным каналом 14, воздухоотсасывающей машины 14 и клапана 16 для периодического сбрасывания отходов по мере их накопления в камере.



Технологическая схема извлечения внутренностей из тушки гидровакуумным способом

Гидровакуумное устройство работает следующим образом. Вода подается к расходным отверстиям 4 при совмещении щелевого отверстия трубы 7 с радиальным отверстием диска. Шаг и окружная скорость расходных отверстий 4 диска соответствуют шагу кассет и линейной скорости операционного конвейера.. Струя воды 8 от расходного отверстия создает гидравлический подпор на внутренности в сторону головного среза, где установлен всасывающий насадок 9 пневмоузла, который создает аэродинамическую силу, действующую на внутренности в том же направлении, что и гидроподпор от струи воды и транспортирует их в бункер пневмоузла.

Таким образом на внутренности действуют две силы, направленные в одну сторону (в сторону извлечения их через головной срез). Одновременно струя воды выполняет операцию мойки брюшной полости. Воздух, всасываемый через насадок вместе с водой и внутренностями, очищается от рыбоводной пульпы с помощью сетки 13 и выбрасывается в атмосферу воздуховодной машиной 15.

В момент прохождения тушки рыбы перед воздуховсасывающей насадкой у торцевого среза рыбы образуются разрежения, создающие аэродинамическую силу, определяемую по формуле:

$$F_{a.g.c.} = K_C \cdot f \frac{(V_в - V_1)}{2g} \cdot \rho,$$

где K_c – коэффициент лобового сопротивления, зависящий от формы приголовного среза тушки, его положения в колодке операционного транспортера; F – площадь проекции сечения внутренностей на плоскость, перпендикулярную направлению потока; V_b – скорость потока воздуха в насадке; V_1– скорость перемещения внутренностей; ρ – плотность воздуха; g – ускорение свободного падения.

Необходимую величину разряжения для создания аэродинамической силы на всасывании, способную вызвать перемещение внутренностей через насадку, определяем по формуле:

$$\Delta\rho = \frac{4\mu \cdot l \cdot V_1}{r^2 - R^2},$$

где μ – динамический коэффициент вязкости внутренностей рыбы; l – длина внутренностей; V_1 – средняя скорость удаления внутренностей; r – эквивалентный радиус круга, образованной брюшной полостью на срезе; R – радиус расходного отверстия вакуумной насадки.

Так, для тихоокеанской сельди при μ = 2,5 Па·С получим:

$$\Delta P = \frac{4 \cdot 2{,}5 \cdot 0{,}25 \cdot 0{,}7}{2{,}8 \cdot 10^{-5}} = 62500 \text{ Па}.$$

Для различных видов рыб величина разрежения необходима в пределах от 40 до 80 кПа, что создается воздуховодными машинами с мощностью электродвигателя 0,7÷1,2 кВт.

При использовании гидровакуумного удаления внутренностей по предлагаемой схеме расход энергии снижается по отношению к вакуумному способу удаления в 6÷8 раз, гидравлическому – в 4÷6 раз.

Библиографический список

1. Поспелов Ю.В., Ким Г.Н. Технологические процессы, оборудование и линии рыбообрабатывающих производств: учеб. пособие. – Владивосток, 2007. – 270 с.

2. Поспелов Ю.В. Машины, автоматы, поточные линии их проектирование. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2002. 234 с.

3. Смирнов П.Д. Машины для гидравлической разделки рыбы. – М.: Пищ. пром-сть, 1997. – 85 с.

4. Тушко А.А., Солнцев В.Д. Установка для сушки морепродуктов // Научные труды Дальрыбвтуза: в 2 ч. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2010. – Вып. 22. – Ч. 2. – С. 47-50.

ВОЗМОЖНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА СУШКИ ВОЗВРАТНЫХ ОТХОДОВ В УСЛОВИЯХ МАРМЕЛАДНОГО ЦЕХА НА ОАО «ПРИМОРСКИЙ КОНДИТЕР»

Е.В. Макарова, М.И. Боровская, гр. ПИ-5
ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток

Исследована возможность сушки возвратных отходов при производстве мармелада. Приведен математический аппарат, обеспечивающий оптимизацию процесса сушки.

Задача любого сушильного процесса — получение материала с требуемой конечной влажностью. Следовательно, заданная конечная влажность материала с точки зрения автоматизации является самым важным параметром материала, который должен поддерживаться на определенном уровне.

Отечественными и зарубежными авторами предложен целый ряд формул для расчета длительности цикла сушки, но все они являются приближенными, не отражают полностью всей сложности тепло-массообменных процессов, имеющих место в сублимационных установках.

При производстве мармелада на ОАО «Приморский кондитер» остается от 4 до 10 % возвратных отходов, которые обрабатываются $NaHPO_4$ и направляются на дальнейшее производство следующих партий мармелада. Нами предложена возможность производства сухого желейного продукта с помощью сушки возвратных отходов до влажности 5 %. Возвратные отходы получаются на операциях формования, резки, сушки мармелада. Они имеют разную влажность, поэтому регулирование процесса сушки является актуальным. Для сушки различных по влажности партий можно использовать математический аппарат оптимизации процесса сушки, который может быть экстраполирован в программное обеспечение сушильной установки. Сушка может производиться в барабанных, ленточных сушилках.

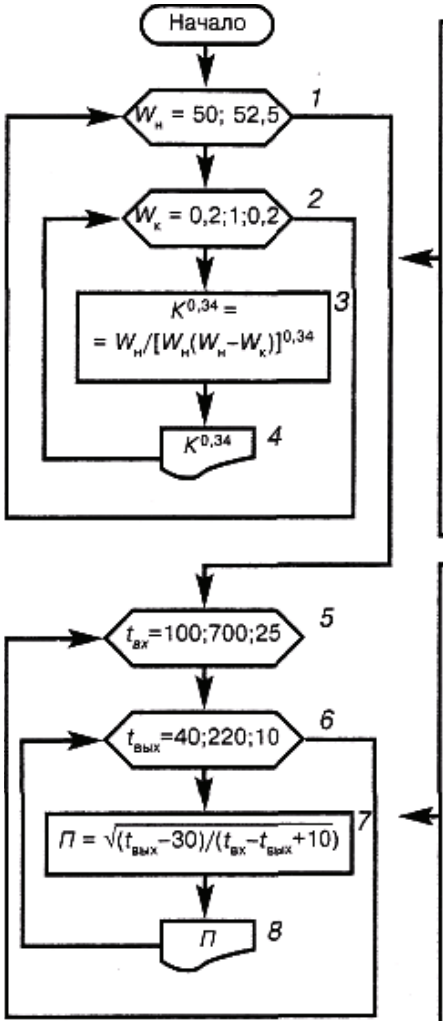
Специалистами Таразского государственного и Казахского национального технического университетов был осуществлен расчет и получена номограмма для определения коэффициента температуры *П* в барабанных сушильных агрегатах.

Для получение номограммы и определения коэффициента температуры *П* они рассматривали задачу оптимального управления процессом сушки в барабанном агрегате на примере кинетического уравнения для сушки измельченных материалов в барабанной сушилке с отрицательным углом наклона:

$$G = M\Pi(\rho\upsilon)D^2 t_{вх}^{0,425}, \qquad (1)$$

где $$M = \frac{1360\varphi^{0,39}L^{0,39}K^{0,34}\left(\frac{n^2}{1800}\right)^{\alpha} D^{\alpha 1}\sin\beta^{b1}}{A^{0,34}d^{0,526}(\rho\upsilon)0{,}136}; \qquad (2)$$

$$K^{0,34} = \left[\frac{W_к}{W_н(W_н - W_к)}\right]^{0,34}; \qquad (3)$$



Блок-схема алгоритма для определения температурного коэффициента *П* в зависимости от температуры сушильного агента

$$П = \sqrt{\frac{t_{вых} - 30}{t_{вх} - t_{вых} + 10}}\,. \qquad (4)$$

G – производительность материала по сухому продукту, кг/ч; $t_{вх}$ – температура агента сушки на входе в барабан, °С; $t_{вых}$ – температура агента сушки на выходе из барабана, °С; $\rho\upsilon$ – массовая скорость сухого агента сушки по барабану, кг/(м^2·с); ρ_c – плотность газа (воздуха), кг/м^3; υ – скорость агента сушки, м/с; D – диаметр барабана, м; φ – коэффициент заполнения барабана, %; A, $K^{0,34}$, $П$ – коэффициенты; L – длина барабана, м; W_H и W_K – начальная и конечная влажность материала, %; n – частота вращения барабана, мин$^{-1}$, α – угол наклона барабана, град; d – средний эквивалентный диаметр частицы, мм [1].

Данную математическую модель применили в экспериментальных теоретических исследованиях для оптимизации процесса сушки.

Обработку экспериментальных теоретических данных проводили на персональном компьютере с использованием блок-схемы алгоритма для определения коэффициента температуры $П$ в зависимости от температуры сушильного агента на входе и выходе из барабана (рисунок).

Задавая температуру сушильного агента на входе $t_{вх}$ и выходе $t_{вых}$ из барабана и решая уравнение (4), определяются значения температурного коэффициента $П$. Затем с помощью блок-схемы алгоритма строится номограмма для определения температурного коэффициента $П$ в зависимости от температуры сушильного агента на входе $t_{вх}$ и выходе $t_{вых}$ из барабана. В результате математической обработки экспериментальных данных получаются эмпирические уравнения зависимости значения температурного коэффициента $П$ от температуры сушильного агента на входе $t_{вх}$ и выходе $t_{вых}$ из барабана и величина достоверности аппроксимации R^2.

Библиографический список

Байтуреев А.М., Куатбеков М.К., Сыздыкова Б.О. Барабанные сушильные агрегаты. Расчет и получение номограммы для определения коэффициента температуры $П$ // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 8. – С. 79-80.

АНАЛИЗ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ В Г. ВЛАДИВОСТОКЕ ТЕСТОДЕЛИТЕЛЬНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

Е.В. Макарова, М.А. Рогатовских, гр. ТХ-41
ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток

Проведен анализ технической оснащенности тестоделительного оборудования предприятий г. Владивостока. Выявлено, что единственное крупное предприятие г. Владивостока имеет тестоделители. Однако они морально и технически устарели. В работе предложены новые современные варианты оборудования, которые имеются на мировом рынке.

В современных условиях рыночной экономики для расширения ассортимента хлебобулочных изделий и экономии сырья хлебопекарные предприятия идут по пути замены и расширения парка технологического оборудования. При этом решается задача выбора лучшего оборудования, которое должно соответствовать комплексу требований. Особенно актуальна эта задача для различного делительно-формовочного оборудования.

Тестоделительная машина – оборудование, предназначенное для механизированного деления теста на тестовые заготовки необходимого веса.

Данный вид оборудования позволяет интенсифицировать процесс тестоделения, уменьшить погрешность деления тестовых заготовок, автоматизировать предприятие, уменьшить экономические расходы.

Целью данного исследования являлось изучение делительно-формовочного оборудования на предприятиях в г. Владивостоке. В ходе работы выявилось, что лишь одно крупнейшее предприятие ОАО «Владхлеб» использует в работе механизированное деление тестовых заготовок. На предприятии имеется 4 тестоделителя следующих марок: «Кузбасс-68М», «А2-ХТН», «Гостол-ХНБ», «А2-ХПО-5».

Остановимся на недостатках каждой машины. Тестоделитель «Кузбасс-68М» предназначен для деления теста в узких пределах массы: от 0,25 до 2,1 кг. Кроме того, в процессе шнекового нагнетания теста происходит разрушение структуры клейковины. Требует постоянной смазки.

Тестоделитель модели «А2-ХТН» имеет погрешности при делении до 3 %; не работает с ржаным тестом; имеется ненадежное крепление поворотной пластины; при работе сыплется мука или льется масло на пол. На сегодняшний день уже существует ряд модификаций.

В тестоделителе марки «А2-ХПО/5» из-за ударных нагрузок при пуске постоянно ломается палец; при установке на малый вес тестовые заготовки получаются тонкие и длинные, что требует установки в линию двух округлителей; после двух лет эксплуатации изнашиваются плоскости делительного механизма, что приводит к потере точности деления; не продумана система сбора излишков масла для смазки; завышенный уровень шума; требует постоянной смазки.

Тестоделитель марки «Гостол-ХНБ» отличается тем, что неудачная конструкция не позволяет собирать отходы, поэтому они застревают в механизмах, забивая их; также высокий уровень шума.

Таким образом, можно предложить и рекомендовать к использованию ряд тестоделителей, которые позволят существенно снизить недостатки в работе на операции деления.

Модернизированный тестоделитель «Кузбасс-07» позволит увеличить диапазон тестовых заготовок массой от 0,05 до 1,4 кг, с регулировкой производительности делительной головки и давления в шнековой камере; увеличит точность деления до 1,5 % с регулировкой давления в нагнетательной камере и производительности делительной головки на четыре программируемых положения от 30 до 60 кусков в минуту. Тестоделители новой серии не требуют расходных материалов, таких как масло или пищевой вазелин, необходимых для смазки рабочих органов в процессе работы.

В модернизированных тестоделителях «Восход-ТД-4» имеется возможность установки отводящего транспортера в двух вариантах: с выгрузкой тестовых заготовок вправо или влево. Это позволит увеличить количество вариантов стыковки тестоделителя с сопрягаемым оборудованием линии и рационально использовать занимаемые площади. За счет наличия общего привода приемного и отводящего транспортеров производится регулировка скоростей транспортерных лент, что обеспечивает ритмичность подачи заготовок на следующую технологическую операцию и возможность регулировки массы тестовых заготовок без остановки работы тестоделителя. Конструкция тестоделителя дает возможность максимально бережно работать с тестом, не травмируя клейковину, в результате чего готовые изделия имеют объем в среднем в 1,5 раза больше, чем изделия, выработанные с применением тестоделителей с другой системой нагнетания.

Тестоделитель модели «ТД-30» предназначен для «нетравмирующего» деления теста. Двухкамерная двухпоршневая конструкция обеспечивает высокую точность деления теста. Безопасность, удобство и надежность в эксплуатации обеспечивается выдачей тестовых заготовок с одинаковыми интервалами. В машине производится защита от заклинивания с помощью сменных разрушающихся элементов. Также в машине имеется автоматическая точечная двухконтурная система смазки (имеется плунжерный насос); система блокировок, обеспечивающая безопасность персонала при работе; имеется откидывающийся бункер и колесные опоры, позволяющие перемещать тестоделитель по производственному помещению, а также имеется возможность демонтажа ножа и поршней без применения специального инструмента для санитарной обработки.

Тестоделитель модели «ОМЕГА 3-150» оснащен переносным пультом, управляющим функциями запуска и остановки. Имеется разъем для подключения к другому устройству для синхронизации их работы (например, к округлителю). Излишки теста, оставшегося после всасывания и помещения его в весовую камеру, поступают в бункер. Тем временем, тесто, содержащееся в весовой камере, выдавливается возвратно-пружинным механизмом на ленточный конвейер. Имеется возможность управлять давлением на тесто с высокой влажностью в весовой камере с помощью регулировки гидравлической системы. Также отсутствует система смазки, что исключает расход масла и снижает эксплуатационные расходы по сравнению с вакуумными тестоделителями. Даже при дополнительных расходах на электроэнергию ежегодная экономия при использовании тестоделителя «OMEGA» может достигать 11 млн рублей в год.

Высокопроизводительный, двухпотоковый тестоделитель марки «КТМ Дуэт 2» отличается компактностью, точностью деления. Система смазки всех деталей работает автоматически, что способствует более длительной работе оборудования; все поверхности деталей оборудования смазываются маслом, годным для пищевой продукции. Тестоделитель работает бесшумно и без вибрации при экономном расходе электроэнергии; легко чистится.

Фирма RHEON (Япония) разработала оригинальную конструкцию тестоделителей, работающих по весовому принципу с антистрессовой обработкой теста при делении. Движение ножей и

отводящего механизма связано с компьютерной программой. Это позволяет с высокой точностью делить тестовые заготовки в широких пределах развеса и консистенции теста и их взвешивания на электронных весах. До настоящего времени в отечественных разработках такое направление не прорабатывалось, массового промышленного производства тестоделительного оборудования, реализующего указанные способы, не отмечено.

Отечественные ученые института машиностроения Санкт-Петербурга разработали подобную машину. Особенностями конструкции является комплексное использование трех пневмоприводов, которые обеспечивают поворот делительной головки при заборе теста; забор и выдавливание порций теста поршнями; движение траверсы (узла осадки тестовых заготовок). С целью усовершенствования процесса производства хлеба эта компания создала новую технологию Stress Free. Необходимость создания данной технологии была продиктована особенностями формования тестовых заготовок в процессе производства хлеба. Обычно тестоделение осуществляется путем очень сильного механического воздействия, что угнетает тесто и разрушает клейковинный каркас. В этом случае для того, чтобы хлеб сохранил свои качества, необходимо использовать химические добавки для улучшения структуры теста, а также системы предварительной расстойки.

Учеными разработан инновационный способ деления дрожжевого теста. Суть этого способа заключается в том, что тесто сразу после замеса подается на деление в воронку тестоделителя. С помощью специальных роликов, которые вращаются вокруг своей оси и совершают колебательное движение, формируется тестовая лента определенной высоты и ширины. Давление роликов, прокладываемое к тесту, меньше чем 100 г/см^2. Тестовая лента делится специальными ножами на куски определенной массы. Кардинально новый способ деления теста по весу, а не по объему – это точность и стабильность массы на протяжении всего процесса деления. Заготовки сразу поступают на формование. Достоинством также является возможность обработки особо нежного теста с высокой влажностью, а также хорошо ферментированного теста; обработка теста с твердыми включениями без их деформации; возможна обработка нерасстоенных замороженных продуктов; деление без давления, не по объему, а по весу; не требуется предварительная и окончательная расстойки, следовательно, экономятся время и производственные площади.

Отметим, что предложенное оборудование импортного производства не имеет аналогов в отечественном машиностроении. При использовании модернизированного и усовершенствованного оборудования, прежде всего, сократятся экономические затраты, увеличится точность, а с использование инновационного способа сократится время.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО КОПТИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В.И. Максимова
ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток

Проанализировано современное коптильное оборудование и сделан вывод, что в настоящий момент остаются вопросы по необходимости ускорения процесса копчения за счет изменения системы генерации дыма и его распределения, применения осциллирующих режимов копчения, экологизации процесса копчения.

Основной задачей пищевой промышленности в настоящее время является обеспечение населения страны биологически полноценными, экологически чистыми продуктами, отвечающими современным требованиям науки о питании. Копченая продукция традиционно считается одной из наиболее востребованных категорий мясных и рыбных продуктов. Однако в технологии их изготовления имеется *значительный* недостаток: генерация дыма традиционными способами зачастую не может обеспечить разложение древесины при температуре, не превышающей 380…400 °С, чтобы исключить риск образования опасных для здоровья веществ. Широко используемые в последнее время коптильные препараты и жидкости лишь отчасти решают проблемы безопасности продукции, поэтому необходимо дальнейшее совершенствование техники и технологии дымового копчения [1].

Отрицательными чертами обычного копчения являются длительность термической обработки, трудо- и энергоемкость, однако при этом достигается ярко выраженные свойства копченого продукта – интенсивная окраска поверхности, приятные дымовые вкусовые и ароматические запахи копчености. Длительность процесса приводит к необходимости использования коптильно-варочных термокамер и установок.

Российский рынок коптильного оборудования позволяет выбрать агрегат для копчения, который оптимизирован не только по основным техническим параметрам (потребляемая мощность, масса загрузки, время копчения), но и стоимости, что повышает конкурентоспособность копченой продукции.

Одними из самых крупных зарубежных производителей коптильного оборудования являются немецкие фирмы «Маурер» («H. Maurer+Sohne GmbH & Co.KG»), «Вильгельм Фессманн» («Wilhelm Fessman GmbH und Co»), «Несс и Ко» («Ness & Co. GmbH»), «Керрес» («Kerres GmbH+Co.RG») и др.

Среди российских производителей коптильного оборудования крупнейшими являются фирмы «КОН», «Агрос» и многоотраслевое научно-производственное предприятие «Инициатива» [2].

В данной исследовательской работе проведен анализ коптильного оборудования по техническим характеристикам и назначению. Применение представленного коптильного оборудования целесообразно на рыбо- и мясоперерабатывающих предприятиях малого и среднего бизнеса.

Технические характеристики коптильного оборудования

Марка	Габаритные размеры, мм	Установленная мощность, кВт	Количество рам, шт.	Вместимость клети, кг	Назначение (операции)
«Оптима-CS 2500»	1990x1500x2390	22,4		400	Горячее, холодное, смешанное копчение; сушка (вяление) мяса, рыбы
«КОН-10М»	2450x1220x2740	20		до 320	Подсушка, поджарка и копчение
«Смоук джет» Модель 2850	1680x1070 x2850	28,2		160-400	Горячее, холодное копчение
Эллерматик	2350x1600 x3200	до 70		220-800	Горячее, холодное и полугорячее копчение
КТД-500	2780x1760x2460	40,4		300	Горячее, холодное копчение
УК 3/2	1970x2700x2800	51		400-600	Горячее, холодное копчение
Агрос 4	2000x1735 x2590	34,4		До 200	Горячее, холодное копчение

Все представленное коптильное оборудование является универсальным, предназначено в основном для горячего, полугорячего и холодного копчения рыбы.

Из приведенных универсальных коптильных термокамер, по техническим характеристикам не уступающим зарубежным аналогам, можно выделить установки российской фирмы «КОН».

Универсальная термокамера «КОН-10М» является наименее энергоемкой (20 кВт). Это позволяет использовать ее на малых и средних предприятиях, снизить себестоимость продукции. Помимо основной операции копчения, в данной термокамере можно производить подсушку и поджарку, что существенно расширяет ассортимент вырабатываемой продукции. В условиях конкурентного рынка это является преимущественным условием.

Также можно выделить коптильное оборудование фирмы «Оптима». В термокамере «Оптима-CS 2500» также минимизированы энергетические затраты. Имея среднюю производительность (вместимость клети 400 кг) в термокамере можно коптить, сушить, вялить мясо и рыбу. В условиях современного расширяющегося малого и среднего бизнеса это может сократить затраты на приобретение специализированного оборудования.

Таки образом, на современном рынке оборудования для копчения происходит смещение акцента в сторону увеличения количества именно универсальных термокамер, позволяющих производить продукцию в широком ассортименте из мяса и рыбы. Также все большее количество термокамер с ресурсосберегающим энергопотреблением, что является одним из основополагающих факторов снижения себестоимости продукции. Современное коптильное оборудование оснащено автоматической системой управления, позволяющей управлять процессом от начала обработки до выхода готовой продукции.

Главный вопрос организации выпуска копченой продукции уже частично решен в усовершенствованных конструкциях коптильных термокамер, однако на сегодняшний день остаются вопросы по ускорению процесса копчения за счет изменения системы генерации дыма и его распределения, применения осциллирующих режимов копчения, экологизации процесса копчения. Наши дальнейшие исследования будут направлены на совершенствование конструкций коптильного оборудования.

Библиографический список

1. Шокин Ю.В. Актуальные проблемы повышения качества и безопасности копченой рыбной продукции // СЕВЕР промышленный. – 2007. – № 4. – С. 35-38.
2. Слапогузова З.В. Копчение рыбы. – М.: Изд-во ВНИРО, 2007. – 169 с.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ УСТАНОВОК ДЛЯ ХОЛОДНОГО КОПЧЕНИЯ РЫБЫ

А.А. Тушко,
НОУ ВПО «Институт технологии и бизнеса», Находка

В.И. Максимова
ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток

Предложен технологический расчет установок для холодного копчения рыбы, позволяющий осуществлять технические решения по усовершенствованию систем дымообразования и подачи его в коптильную камеру.

Копчение – это сложный процесс тепломассообмена, в ходе которого происходит потеря влаги тканями рыбы, охлаждение дымовоздушной смеси на поверхности рыбы, диффузия компонентов дыма вглубь тела рыбы, биохимические изменения, связанные с созреванием, которые могут продолжаться и при хранении готового продукта [1].

Основой технологического расчета является определение объема коптильного дыма, необходимого для проведения цикла копчения. Для этого следует определить количество фенолов, проходящих через камеру за цикл копчения:

$$Y = y \cdot V,$$

где y – концентрация фенолов в коптильном дыме, кг; V – объем проходящего через камеру коптильного дыма за цикл копчения, м^3.

Количество фенолов, которое должно отложиться на рыбе и продиффундировать внутрь его тела, определяется как

$$G_{pc} \cdot Y_p,$$

где G_{pc} – масса сухого вещества рыбы, находящейся в камере, кг; Y_p – необходимое содержание фенолов в теле прокопченной рыбы, кг фенолов/кг сухого вещества рыбы.

В свою очередь

$$G_{pc} = G_P \cdot \left(1 - \frac{\omega_н}{100}\right),$$

где ω_H – начальная оптимальная влажность рыбы.

Коэффициент полезного действия коптильной камеры по фенолам определяется как отношение количества фенолов, находящихся в теле рыбы холодного копчения к количеству фенолов, прошедших через коптильную камеру:

$$\eta_Ф = \left(\frac{G_Ф}{V \cdot y}\right) \cdot 100\ \%.$$

Содержание фенолов, которое необходимо иметь в рыбе холодного копчения, должно быть в пределах от 8 до 26 мг на кг сухого вещества в зависимости от вида рыбы и состояния соленого полуфабриката.

Коэффициент полезного действия коптильной камеры по фенолам зависит от типа коптильной камеры, степени заполнения ее рыбой, вида рыбы, режима копчения и коэффициента массоотдачи фенолов от коптильного дыма.

Использовались результаты экспериментальных исследований, проводимых в Дальрыбвтузе под руководством к.т.н., с.н.с. Проскуры Ю.Д. в рамках выполнения хоздоговорной темы между Дальрыбвтузом и Находкинским комбинатом рыбной гастрономии. Исследования проводились на следующих рыбах: горбуше, тихоокеанской сельди, скумбрии.

По заданной концентрации фенолов в коптильном дыме определялся вид критериальных уравнений массоотдачи.

После обработки экспериментальных данных получены следующие выражения критериальных уравнений:

для у = $8\cdot10^{-6}$: $12\cdot10^{-6}$ кг/м^3 $\quad Nu_m = 0{,}034\,\mathrm{Pr}_m^{0,69}$;

для у = $12\cdot10^{-6}$: $18\cdot10^{-6}$ кг/м^3 $\quad Nu_m = 0{,}05\,\mathrm{Re}^{0,26}\,\mathrm{Pr}_m^{0,29}$;

для у = $18\cdot10^{-6}$: $26\cdot10^{-6}$ кг/м^3 $\quad Nu_m = 0{,}077\,\mathrm{Re}^{0,26}\,\mathrm{Pr}_m^{0,69}$;

для у = $26\cdot10^{-6}$ кг/м^3 $\quad Nu_m = 0{,}111\,\mathrm{Re}^{0,26}\,\mathrm{Pr}_m^{0,69}$,

где Nu_m – критерий Нуссельта при массоотдаче; Re – критерий Рейнольдса; Pr_m – критерий Прандтля при массоотдаче.

Из приведенных критериальных уравнений коэффициент массоотдачи из потока определяется по следующему уравнению:

$$\beta = \alpha \cdot \frac{\omega^{0,26}\nu^{0,43}D^{0,31}}{\ell^{0,74}},$$

где α – значение постоянного первого множителя критериального уравнения (0,054; 0,051; 0,077; 0,0111); ω – скорость потока коптильного дыма в камере относительно рыбы, м/с; ν – коэффициент кинематической вязкости коптильного дыма, м^2/с; D – коэффициент молекулярной диффузии фенолов в коптильном дыме, м^2/с; ℓ – определяющий размер коптильной камеры, м.

Скорость коптильного дыма определяется по формуле:

$$\omega = \frac{V}{(S_k - S_n)\tau_{копч} \cdot 3600},$$

где S_k – площадь сечения камеры, перпендикулярная потоку коптильного дыма, м^2; S_n – площадь проекции тел рыбы в коптильной камере; $\tau_{копч}$ – время копчения рыбы.

Коэффициент кинематической вязкости коптильного дыма после его смешивания с воздухом можно определить по формуле:

$$\nu = \frac{(1+n^2)\mu_1 \cdot \mu_2}{(n\mu_1 + \mu_2)(n\rho_2 + \rho_1)^2},$$

где μ_1 – коэффициент динамической вязкости коптильного дыма после дымогенератора, Па·с; μ_2 – коэффициент динамической вязкости воздуха, Па·с; ρ_1 – плотность коптильного дыма после дымогенератора, кг/м^3; n – соотношение объемов смешиваемого воздуха и коптильного дыма.

$$n = \frac{T_1 - T}{T - T_2},$$

где T_1 – температура коптильного дыма, поступающего из дымогенератора, °К; T – температура дымовоздушной смеси в коптильной камере, °К; T_2 – температура воздуха, подаваемого в камеру смешения, °К.

Коэффициент молекулярной диффузии фенолов коптильном дыме определяется в зависимости от температуры T по следующей формуле:

$$D = 1{,}33 \cdot 10^{-9} T^{3/2}.$$

Известно, что по эффективности массоотдачи можно также определить ее коэффициент из уравнения:

$$\beta = \frac{G}{(S_k - S_n)\tau \cdot \Delta C_{cp}},$$

где G – масса фенолов, содержащихся во всей рыбе в данный момент копчения, кг; S_k – площадь сечения камеры, перпендикулярная потоку коптильного дыма, м^2; S_n – площадь проекции тел рыбы в коптильной камере.

Площадь проекций тел рыбы определяется по уравнению регрессии вида:

$$S_n = B \cdot G_p,$$

где B – эмпирический коэффициент, зависящий от вида рыбы (B = 0,102÷0,124); ΔC_{cp} – средняя движущая сила процесса копчения, кг/м^2; τ – продолжительность копчения, с.

В свою очередь,

$$\Delta C_{cp} = \frac{G_\tau}{\ln\left(\frac{G_k}{G_k - G_\tau}\right)^2},$$

где G_τ – масса фенолов, содержащихся в единице объема рыбы в данный момент времени от начала процесса копчения, кг/м^3; G_k – масса фенолов, содержащихся в единице объема рыбы в момент равновесия (окончания копчения), кг/м^3.

Но $G_\tau = G / V_P$, тогда $\Delta C_{cp} = \dfrac{G}{V_P\left(\dfrac{G_k}{G_k - G_\tau}\right)^2}$.

После преобразований получим:

$$\beta = \frac{V_P}{(S_k - S_n)\tau} \ln \frac{G_k}{G_k - G_\tau}.$$

Из уравнения определяем необходимое время для холодного копчения рыбы, с:

$$\tau = \frac{V_P}{(S_k - S_n)\beta} \ln \frac{G_k}{G_k - G_\tau}.$$

Масса фенолов, содержащихся в единице объема рыбы в момент равновесия, определяется по формуле:

$$G_k = \frac{G_P}{V_P}(1 - W_H / 100)\, yp.$$

По формуле определяют время, необходимое для холодного копчения рыбы, которое должно быть примерно равно времени сушки рыбы в процессе копчения до стандартной влаги, определяемой по формуле, предложенной А.В. Лыковым [2]:

$$\tau = \frac{1}{K \ln \dfrac{n_1 - n_P}{n_2 - n_P}},$$

где K – коэффициент сушки (определяется экспериментально для каждого вида рыбы); n_1 – влагосодержание рыбы в начале процесса копчения, кг/кг; n_2 – влагосодержание рыбы холодного копчения, кг/кг; n_P – равновесное влагосодержание, кг/кг.

По результатам исследований предложены технические решения по усовершенствованию систем дымообразования и подачи его в коптильную камеру, которые внедрены на Находкинском комбинате рыбной гастрономии, обрабатывающих цехах рыболовецких колхозов «Приморец» и «Тихий океан».

Библиографический список

1. Слабогузова З.В. Копчение рыбы. – М.: ВНИРО, 2007. – 169 с.

2. Лыков А.В. Теория сушки: учеб. пособие для втузов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 1968. – 471 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВКУСА ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНЫХ КОМПЛЕКСОВ (ПЭК) НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА

С.Н. Максимова, Д.В. Полещук,
ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток

Приводится оценка интенсивности вяжущего вкуса ПЭК на основе хитозана. Даются рекомендации по применению ПЭК с хитозаном в технологии рыбных продуктов.

Хитозан – многофункциональная пищевая добавка, которая используется в производстве продуктов питания в качестве структурорегулирующего, барьерного соединения и функционального ингредиента.

Одним из привлекательных свойств биополимера является способность образовывать (ПЭК) с противоионами (альгинатом натрия, карбоксиметилцеллюлозой, ДНК) [2].

Альгинат натрия успешно применяется в пищевой технологии в качестве студнеобразующих, желирующих, эмульгирующих, стабилизирующих и влагоудерживающих компонентов [7].

При использовании в качестве противоиона в ПЭК ДНК полимер способствует компактизации молекулы ДНК, защищая её от деградации, облегчая проникновение через клеточную мембрану, в результате чего создаются оптимальные условия для значительного увеличения физической работоспособности человека [6].

Таким образом, образованные ПЭК обладают более высокими функционально-технологическими свойствами [5], физиологической активностью [6], по сравнению с хитозаном и могут успешно применяться в технологии рыбных продуктов, повышая таким образом качество готовой продукции [3].

В то же время у хитозана легко обнаруживается наличие специфического вкуса, который идентифицируется как «вяжущий», «вяжущий горький».

Еще в 1954 г. было определено вяжущее свойство как комбинация трех ощущений: сухости во рту, шероховатости поверхности и сжатия поверхности полости рта. Речь идет скорей об эффекте осязаемом, чем вкусовом, который передается через свободные нервные окончания тройничного нерва и ощущается как неясный раздражитель [1].

Психофизический механизм вяжущего вкуса изучен недостаточно. Джослин и Гольдштейн предположили, что вяжущее ощущение возникает, когда белки-лабриканты, богатые пролином, осаждаются с образованием комплекса «белок-фенол», поскольку лабрикант существенно снижает интенсивность вяжущего вкуса.

Выпадение в осадок слюнных белков подтверждено позднее электрофорезом и аналитическими опытами с использованием полиакриламидного геля. При этом было показано, что фрак-

ции ответственные за вяжущие свойства, выпадают в осадок при таких значениях pH, когда аминогруппы хитозана протонированы.

Однако до сих пор не полностью еще не изучена взаимосвязь протеинов слюны и соединений, находящихся в продуктах питания, которые вызывают вяжущие ощущения [1].

Специфику восприятия вяжущего вкуса хитозана характеризуют быстрота возникновения ощущения после опробования, которая составляет 1,5-9,5 с, и продолжительность послевкусия.

В то же время присущий хитозану как в твердофазном, так и в растворенном виде неприятный вкус, который передается изделиям, содержащим его, значительно затрудняет расширение сферы его использования в пищевых продуктах.

Целью наших исследований являлась оценка интенсивности вяжущего вкуса (ИВВ) ПЭК, полученных на основе хитозана. В качестве противоионов при получении ПЭК, применяемых в пищевой технологии, в качестве противоионов использовали альгинат натрия, успешно применяемый в пищевой технологии, и ДНК, которое в комплексе с хитозаном, по мнению биомедиков, обладает высокой физиологической активностью.

При выборе оптимальных характеристик соотношения компонентов в ПЭК опирались на результаты собственных исследований [5] и данные литературных источников [6].

Оценку интенсивности вяжущего вкуса ПЭК осуществляли по разработанной ранее пятибалльной шкале с привлечением квалифицированных дегустаторов (табл. 1) [4].

Таблица 1

Балльная шкала оценки интенсивности вяжущего вкуса хитозана

Очередность оценки признака	Признаки	Балл				
		1	2	3	4	5
1	Интервал времени между опробованием и возникновением вяжущего вкуса, с	более 10	10-8	7-5	4-3	2-1
2	Участок ротовой полости, воспринимающий вяжущий вкус	Мягкое небо	Мягкое небо, спинка и задний край языка	Мягкое небо, спинка и задний край языка, поверхность зубов	Мягкое небо, спинка и задний край языка, поверхность зубов, гортань	Мягкое небо, спинка, задний край языка, поверхность зубов, гортань и глотка
3	Продолжительность исчезновения послевкусия в результате нейтрализации, мин	менее 1	1-3	4-6	7-10	10-15
4	Полнота снятия послевкусия	Полностью	Полностью	Остается едва уловимый привкус	Остается очень слабый привкус	Остается слабый привкус
5	Общее впечатление о вяжущем вкусе	Едва различим	Достаточно различим	Слабый	Средний	Сильный

Исследовали вкус образцов, в состав которых включали 2%-й раствор хитозана (ХТЗ) разной молекулярной массы в 1%-м растворе уксусной кислоте и 2%-е водные растворы водорастворимого хитозана, альгината натрия и ДНК. Образцы ПЭК готовили путем смешивания компонентов. Для сравнения определяли интенсивность вяжущего вкуса растворов хитозана, разбавленных водой в такой же пропорции (табл. 2).

Снижение ИВВ ПЭК хитозан-альгинат частично происходит за счет разбавления, о чем свидетельствуют результаты сенсорной оценки образцов 8-10. Дополнительный эффект оказывает, по-видимому, присутствие альгината натрия.

Таблица 2

Сенсорная оценка интенсивности вяжущего вкуса хитозана и ПЭК, баллы

№ образцов	Состав образцов	Характеристика хитозана			
		Порошкообразный 32 кДа	Водорастворимый 55 кДа	Чешуйчатый хитозан 270	Порошкообразный 580 кДа
1	ХТЗ	5,0	4,5	5,0	5,0
2	ХТЗ:АН (1:1)	2,5	2,5	3,5	2,5
3	ХТЗ:АН (1:2)	2,0	1,5	2,5	1,5
4	ХТЗ:АН (2:1)	3,5	3,0	4,5	3,5
5	ХТЗ:ДНК (1:1)	2,0	1,5	2,5	2,0
6	ХТЗ:ДНК (1:2)	1,5	1,0	2,0	1,5
7	ХТЗ:ДНК (2:1)	2,5	2,0	3,0	2,5
8	ХТЗ:вода (1:1)	4,0	3,0	4,0	4,0
9	ХТЗ:вода (1:2)	2,5	2,0	3,0	2,0
10	ХТЗ:вода (2:1)	4,5	3,5	5,0	4,0

Факт снижения ИВВ ПЭК хитозан-ДНК в 1,5-2,0 раза можно объяснить эффектом декорирования. Из декорирующих соединений наибольший эффект оказывают вкусомодуляторы 5-нуклеотиды. Известно, что при их концентрации 0,05 % возможно снизить интенсивность вкуса хитозана более чем на 40 % [8].

Таким образом, результаты наших исследований свидетельствуют о целесообразности использования в технологии рыбных продуктов ПЭК на основе хитозана с целью регулирования функционально-технологических свойств готового продукта (консистенция, сочность), не снижая при этом его вкусовых достоинств. Наличие функциональных ингредиентов (хитозан, альгинат натрия, ДНК) в составе продукта позволяет позиционировать его как функциональный (обогащенный).

Библиографический список

1. Хитин и хитозан: природа, получение и применение // Хитин и хитозан из отходов переработки ракообразных: материалы проекта CYTED IV.14 / под. ред. M/Sc/ Ana Pastorde Abram (Перу); пер. с исп. К.М. Михлиной, Е.В. Жуковой, Е.С. Крыловой. – М.: РХО, 2010. – 292 с.

2. Ильина А.В., Варламов В.П. Полиэлектролитные комплексы на основе хитозана (обзор) // Прикладная биохимия и микробиология. – 2005. – Т. 41. – № 1. – С. 9-16.

3. Быканова Д.Н. разработка технологии консервов из рыбы и нерыбных объектов с использованием пищевых добавок морского происхождения: автореф. дис. … канд. техн. наук. – Владивосток, 2010.

4. Максимова С.Н. Совершенствование технологии пищевого хитозана: автореф. дис. … канд. техн. наук. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 1998. – 25 с.

5. Быканова О.Н. Полиэлектролитные комплексы хитозана с полисахаридами гидробионтов в технологии пищи / О.Н. Быканова, С.Н. Максимова, Т.М. Сафронова и др. // Перспективы нано- и биотехнологии в производстве продуктов функционального назначения: матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар: КУБгту, 2007. – С. 60-62.

6. Евдокимов Ю.М. Жидкокристаллические дисперсии комплекса ДНК-хитозан // Новые достижения в исследовании хитина и хитозана: материалы VI междунар. конф. – М.: ВНИРО, 2001. – С. 273-278.

7. Кизеветтер И.В. Промысел и обработка морских растений в Приморье. – Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 1966. – С. 103.

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

ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БРЮШКОВ СЕМГИ В ТЕХНОЛОГИИ ЭМУЛЬСИОННЫХ ПРОДУКТОВ

В.А. Сполохова, В.В. Кращенко
ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток

Содержит материалы исследовательской работы по изучению оценки возможности использования брюшков семги как природного источника омега-3 жирных кислот в качестве перспективного, функционального компонента в технологии эмульсионных пищевых продуктов; представлено обоснование использования брюшков семги в качестве липидной составляющей эмульсии. На основании полученных результатов исследований можно судить о возможности эффективного вовлечения в технологию эмульсионных пищевых продуктов брюшков семги в качестве функционального компонента.

Оценка пищевого статуса населения России выявила, что одним из наиболее важных нарушений в питании является дефицит полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), особенно семейства омега-3. В состав ПНЖК семейства омега-3 входят: α-линоленовая, эйкозапентаеновая (ЭПК), докозагексаеновая (ДГК) кислоты. Линолевая, γ-линолевая, арахидоновая кислоты входят в семейство омега-6. Среди продуктов питания наиболее богаты полиненасыщенными кислотами растительные масла: подсолнечное, рапсовое, соевое (табл. 1).

Таблица 1

Жирнокислотный состав растительных масел [1]

Показатель	Содержание жирных кислот в маслах, %		
	Подсолнечное	Рапсовое	Соевое
Сумма насыщенных жирных кислот	13,96	7,38	16,74
Сумма мононенасыщенных жирных кислот	25,54	61,1	19,54
Сумма полиненасыщенных жирных кислот	60,50	31,43	63,72
Транс-изомеры	0,99	2,03	1,38
ω-6	58,43	22,78	52,70
ω-3	1,69	8,46	10,91

В последнее время особое внимание привлекают ненасыщенные жирные кислоты семейства омега-3, присутствующие в липидах рыб. Липиды морских рыб обладают рядом особенностей, которые отличают их от липидов наземных растений и животных. Пожалуй, самое большое различие связано с распределением ненасыщенных жирных кислот омега-3 и омега-6. Морские липиды содержат больше жирных кислот семейства омега-3 (ЭПК, ДГК). Важность исследования и использования в технологии пищевых продуктов морских липидов актуальна в связи с их профилактическим действием против многих хронических заболеваний, таких как атеросклероз, коронарная болезнь сердца и даже некоторых форм рака [2].

К одной из групп продуктов, пользующейся большой популярностью у населения, относятся пищевые продукты эмульсионной структуры. Важнейшим компонентом эмульсий являются липиды, в связи с этим возникает необходимость оценки существующих источников липидов из морского сырья и возможности их применения в технологии эмульсий.

Эффективность применения рыбьего жира в технологии пищевых продуктов на основе эмульсии подтверждается нами ранее [3].

Одним из альтернативных источников липидов является жир, который концентрируется в подкожных жировых тканях или тканях, окружающих некоторые внутренние органы – сердце, почки, кишечник и др. Использование брюшков лососевых пород в качестве липидной фазы представляет научный и практический интерес, так как данные об их составе разрознены, а их промышленное применение мало изучено в технологии пищевых продуктов.

В работе исследовалась возможность получения эмульсий из измельченной мышечной ткани макруруса малоглазого с использованием в качестве липидной фазы брюшков лососевых пород рыб.

Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

- исследование жирнокислотного состава липидов брюшков семги с целью проектирования продукта заданного состава;

- получение эмульсий и их исследование (определение стабильности, влияния условий «замораживания-размораживания» на стабильность эмульсий в процессе хранения, и их органолептическая характеристика);

- получение коагелей методом термотропной коагуляции (тепловой обработки) исследуемых эмульсий;

- органолептическая оценка качества коагелей.

На 1-м этапе работы был проведен анализ жирнокислотного состава липидосодержащего сырья – брюшков семги методом ГЖХ. Результаты жирнокислотного состава приведены в табл. 2.

Таблица 2

Жирнокислотный состав брюшков семги

Показатель	Содержание, % от суммы всех жирных кислот
Сумма насыщенных жирных кислот	21,19
Сумма мононенасыщенных жирных кислот	39,1
Сумма полиненасыщенных жирных кислот	35,8
омега-6	2,43
омега-3	31,66
Эйкозапентаеновая кислота С20:5	7,15
Докозагексаеновая кислота С22:6	18,64

Полученные результаты свидетельствуют о том, что липиды брюшков семги, обладают повышенной биологической ценностью, что выражается как в качественном так и в количественном содержании омега-3 ПНЖК (содержание омега-3 ПНЖК 31,66 %, что в 3 раза превышает содержание их в растительном соевом масле – 10,91 %).

На 2-м этапе исследовали белково-липидные эмульсии, при создании которых оценивалась возможность использования тонко измельченных брюшков семги в качестве липидной составляющей. Белковой составляющей являлась измельченная мышечная ткань макруруса малоглазого (Albatrossia pectoralis), отличающаяся высоким содержанием воды (92,2 %), что позволяет исключить внесение воды (бульона и т. д.) при создании эмульсии [3].

Для приготовления эмульсии в измельченную мышечную ткань из макруруса малоглазого вносили поваренную соль, гомогенизировали в течение 1 мин, добавляли тонко измельченные брюшки семги и смесь эмульгировали в течение 3-5 мин.

Состав исследуемых образцов эмульсий представлен в табл. 3.

Таблица 3

Состав эмульсий

Компонент	МС-1	МС-2	МС-3
Измельченная мышечная ткань макруруса	50	70	10
Брюшки семги	50	30	90
Соль поваренная*	0,3	0,3	0,3

* Уровень содержания поваренной соли обеспечивает наиболее приемлемый вкус эмульсии – установлен экспертным путем.

Исследование показало перспективность совместного использования высокообводненной мышечной ткани макруруса малоглазого и тонко измельченных брюшков семги в технологии эмульсий. Процентное соотношение (измельченная мышечная ткань макруруса – 70-50:50-30 – тонко измельченные брюшки семги) обеспечило получение эмульсий высокого качества (табл. 4). МС-3 характеризовалась неприемлемой жидковатой консистенцией, в результате данный образец выбыл из дальнейшего хода исследований.

Стабильность свежеприготовленных эмульсий определяли центрифужным методом. Для установления влияния условий «замораживание-размораживание» на стабильность эмульсий в процессе хранения, полученные МС охлаждали при температуре минус 18 °С до полного замораживания, после чего МС размораживали естественным путем в воздушной среде при температуре 18-20 °С и анализировали их визуально. Результаты исследований представлены в табл. 4.

Экспериментальные данные показали, что свежеприготовленные МС-1, МС-2 обладают 100%-й стабильностью, а при условии «замораживание-размораживание» имеют незначительное отделение влаги – 3 %. Таким образом, полученные эмульсии характеризуются высокой стабиль-

ностью, с учетом отсутствия в них структурообразователей, эмульгаторов и т.д. (что характерно для технологии эмульсий).

МС-1, МС-2 подвергали термической обработке (температура 85 °С, продолжительность 15 мин) с целью придания образцам кулинарной готовности и микробиологической безопасности.

Оценку качества полученных коагелей проводили сенсорным методом, результаты исследования представлены в табл. 5.

Таблица 4

Характеристика МС

Шифр	Стабильность, %	Органолептические показатели		
		консистенция	цвет	запах
До замораживания				
МС-1	100	густая однородная эмульсия	светло-розовый	слабо выраженный рыбный
МС-2	100	однородная, менее густая эмульсия в сравнении с МС-1	светло-розовый	еле уловимый рыбный
После «замораживания-размораживания»				
МС-1	97	густая однородная эмульсия, с незначительным отделением влаги	светло-розовый	умеренно выраженный рыбный
МС-2	97	аналогично МС-1	светло-розовый	умеренно выраженный рыбный

Таблица 5

Органолептическая оценка качества коагелей (К)

№ коагеля	Наименование показателей			
	консистенция	цвет	запах	вкус
Свежеприготовленные образцы				
К-1	однородная типа паштета, без отделения влаги	розовый с оттенком бежевого	умеренно выраженный, рыбный, приятный	рыбный, ощущение легкой горчинки в послевкусии
К-2	однородная типа паштета, более нежная в сравнении с МС-1, с незначительным отделением влаги	розовый с оттенком бежевого	умеренно выраженный рыбный, приятный	рыбный, приятный, ощущение горчинки не наблюдается
Образцы в хранении после «замораживания-размораживания»				
К-1	однородная типа паштета	розовый с оттенком бежевого	умеренно выраженный, рыбный	не исследовали
К-2	однородная типа паштета более плотная в сравнении с МС-1	розовый с оттенком бежевого	умеренно выраженный, рыбный	не исследовали

Проведенные исследования показали, что полученные коагели характеризовались хорошими органолептическими показателями и однородной консистенцией, сохраняющейся даже после замораживания продукта.

Таким образом, в технологии эмульсионных продуктов перспективно и целесообразно использовать брюшки семги в качестве липидной составляющей, которые являются богатым источником активных омега-3 ПНЖК.

Библиографический список

1. Самойлов А.В., Кочеткова А.А., Севериненко С.М., Байков В.Г.. Некоторые аспекты моделирования сбалансированного жирнокислотного состава спредов // Вопросы питания. – 2008. – № 3. – Т. 77. – С. 74-78.

2. Светашев В.И. Жирные кислоты морских организмов: распределение и биологическое значение: дис. … д-ра биол. наук. – Владивосток, 1997. – 21 с.

3. Сполохова В.А., Кращенко В.В. Использование нетрадиционных видов сырья в технологии эмульсионных рыбных продуктов // Инновационные наукоемкие технологии: теория, эксперимент и практические результаты: Всерос. науч.-практич. конференция. – Тула: ТулГУ, 2010. – С. 25-27.

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ РЫБНЫХ БУЛЬОНОВ

Е.М. Панчишина, В.В. Кращенко
ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток

Дана характеристика рыбных бульонов, вырабатываемых на основе коллагенсодержащего сырья лососевых с применением частичной ферментативной обработки.

В силу известного дефицита белка и минеральных веществ в пищевом рационе важной научно-практической задачей является комплексная переработка гидробионтов, особенно так называемых непищевых частей: кожи, хрящей, костей и т.д. Данные ткани относятся к коллагенсодержащим отходам и наряду с этим содержат значительное количество биологически активных веществ широкого спектра действия, ответственных за важные функции организма [1, 2].

Белок – жизненно необходимый компонент питания, характеризующий биологическую ценность пищевого продукта. Выполняя пищевую или питательную функцию, белок обеспечивает адекватность пищевого продукта физиологическим потребностям организма [3].

Общеизвестно, что бульоны, полученные при термической обработке (тепловой гидролиз) рыбных отходов, являются источником белковых веществ, представленных в основном коллагеном или продуктами его гидролиза (желатиноподобные вещества) [4].

Белок, содержащийся в тканях, можно гидролизовать не только тепловым способом, но и применением протеолетических ферментов. Кроме этого ферментативный гидролиз как наиболее щадящий способ деструкции позволит сохранить ценные компоненты без нарушения их структуры и модификации [5, 6].

Поскольку глубина или степень ферментативного гидролиза сырья предопределяет качество конечного продукта (гидролизата), в ходе предварительных исследований нами экспериментально обоснованы рациональные параметры его частичного проведения при получении рыбных бульонов.

Таким образом, предложен способ получения рыбного бульона на основе частичной ферментативной обработки (ЧФО) коллагенсодержащего сырья, включающий следующие этапы: прием коллагенсодержащего сырья (отходы филейного производства горбуши: кожа, кость хребтовая), массовое соотношение кожи и костей в модельной системе (природное); обработка препаратом фермента протамекс из *Bacillus* (протеолетическая активность 330±0,7 Пе/г); термическая обработка.

Препарат вносили в сырье в виде водного раствора (гидромодуль 1:2) при дозировке 0,7 ед. протеолетической активности на 1 г сырья, обработку вели в течение 4 ч, при температуре 37±2 ºС и pH 7,0.

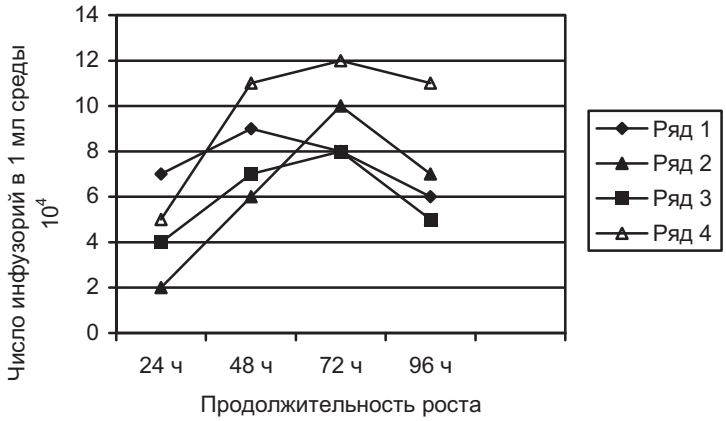
С целью инактивации ферментного препарата и достижения кулинарной готовности бульонов систему подвергли термической обработке при температуре 90±2 ºС в течение 40 мин. После чего жидкую фракцию (бульон или гидролизат) отделили от твердой фильтрованием. При этом степень гидролиза составила 20,5 %.

Полученный по описанному выше способу бульон (или жидкий гидролизат) представлял собой продукт, имеющий жидкую структуру (как в горячем, так и в охлажденном состоянии), прозрачный с золотистым (ярко-желтым) цветом, с содержанием сухих веществ 6,2-6,6 %.

Поскольку используемый ферментный препарат активен в отношении многих белков, исключая коллаген, то гидролиз проходил не по коллагеназному пути [5], этим самым можно объяснить структуру жидкости при температуре 2±2 ºС (незастудневающую).

При биологической оценке рыбных бульонов использовали стандартную синхронизированную культуру инфузории вида *Tetrahymena pyriformis*. Биологическую ценность характеризует скорость протекания процессов жизнедеятельности индикаторного организма под воздействием количества и качества пищевого объекта, что может быть оценено по приросту числа клеток инфузорий по дням опыта. Чем выше биологическое качество или биологическая активность продукта, тем лучше он усваивается и отмечается более интенсивный рост инфузорий на средах [7]. Для этого ежедневно проводили подсчет числа выросших инфузорий; в качестве контроля служили рыбный бульон, полученный традиционным способом термической обработки (ТО) коллаген-

содержащего сырья горбуши, сырая мышечная ткань горбуши и стандартный казеин. Полученные результаты выражены графически и представлены на рисунке.



Динамика роста инфузорий *Tetrahymena pyriformis* на средах
с бульоном Б-1 (1), Б-2 (2), мышечной тканью горбуши (3) и казеином (4)

Как следует из рисунка, в первые двое суток в средах с бульоном, полученным на основе ЧФО (Б-1), наблюдался интенсивный рост числа клеток инфузорий. Такой прирост можно объяснить тем, что в результате ферментативного гидролиза структура белка имеет лучшую атакуемость пищеварительными ферментами и как следствие продукт легче усваивается. Аналогичный рост наблюдался и в среде с бульоном, полученным ТО (Б-2) и мышечной тканью, но в замедленном темпе. Отсюда можно предположить, что при тепловом гидролизе белок так же, как и в нативном состоянии (сырая мышечная ткань) находится в трудноусваиваемой форме.

По результатам биологической оценки можно предположить, что основную массу сухих веществ бульонов представляют пептиды и низкомолекулярные белки, поскольку они хорошо усваиваются организмом, легче перевариваются в желудочно-кишечном тракте [5].

Следует отметить, что при фильтрации жидкого гидролизата (бульона) остается определенное количество твердых отходов, вероятно содержащих негидролизовавшийся коллаген. Очевидно, что такие отходы можно направить как на дальнейшие биотехнологические исследования, так и на кормовые цели; таким образом, технология получения бульонов на основе ЧФО является безотходной и отвечает требованиям ресурсосберегающих технологий.

Установлено, что частичная ферментативная обработка сырья позволяет получать бульоны с высокими показателями качества. Использование таких бульонов в технологии производства рыбных супов в качестве основы позволит не только повысить пищевую и биологическую ценность, но и расширит ассортимент пищевых продуктов функциональной направленности, которые могут быть рекомендованы для лечебно-профилактического и диетического питания.

Библиографический список

1. Антипова Л.В. Эффективность применения вторичных рыбоперерабатывающих ресурсов для производства функциональных продуктов массового потребления [Текст] / Л.В. Антипова, О.П. Дворянинова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2002. – № 5-6. – С. 24-26.

2. Байдалинова Л.С. Биотехнология морепродуктов [Текст] / Л.С. Байдалинова, А.С. Лысова, О.Я. Мезенова и др. – М.: Мир, 2006. – С. 554-555.

3. Коновалов К.Л. Пищевые вещества животного и растительного происхождения для здорового питания [Текст] / К.Л. Коновалов, М.Т. Шулбаева, О.Н. Мусина // Пищ. пром-сть. – 2008. – № 8. – С. 10-12.

4. Богданов В.Д. Структурообразователи и рыбные композиции [Текст] / В.Д. Богданов, Т.М. Сафронова. – М.: ВНИРО, 1993. – С. 96-100.

5. Пивненко Т.Н. Технология белковых гидролизатов и продуктов на их основе: учеб. пособие / Т.Н. Пивненко. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2010. – 224 с.

6. Давидович В.В. Биотехнология биологически активной добавки к пище «Моллюскам». [Текст]: автореф. дис. … канд. техн. наук по специальности 05.18.07 / ФГУП «ТИНРО-Центр». – Владивосток, 2005. – 23 с.

7. Шульгин Ю.П. Ускоренная биотис оценка качества и безопасности сырья и продуктов из водных биоресурсов: моногр. [Текст] / Ю.П. Шульгин, Л.В. Шульгина, В.А. Петров. – Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2006. – С. 58-66.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРЕСЕРВОВ ИЗ МОЛОК ЛОСОСЕВЫХ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ

Е.В. Федосеева
ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток

Разработана технология производства пресервов из молок лососевых. Изучены органолептические и микробиологические показатели пресервов в процессе хранения. Установлен срок хранения пресервной продукции из молок лососевых.

В соответствие с концепцией государственной политики в области здорового питания населения России и Федеральным законом «О качестве и безопасности продуктов питания» обеспечение страны качественными рыбными продуктами разнообразного ассортимента является одной из актуальных задач рыбохозяйственного комплекса России.

Производство пресервов является важным направлением современной технологии обработки гидробионтов, совершенствование, которой связано с расширением ассортимента, переходом от искусственных добавок к натуральным и другими тенденциями, направленными на повышение пищевой ценности готовой продукции с учетом органолептических предпочтений потребителей.

Одним из возможных путей расширения ассортимента данной продукции является производство пресервов из нетрадиционного и относительно недорогого сырья.

В настоящее время значительное внимание уделяется молокам лососевых видов рыб, как источнику биологически активных пищевых добавок широкого спектра действия, а в пищевой промышленности они реализуются, главным образом, в мороженом виде и используются для производства консервов, паштетов, различной кулинарной продукции. Поэтому разработка из молок новых видов продуктов, имеющих высокую пищевую и биологическую ценность, привлекательные органолептические характеристики является актуальной задачей.

В связи с этим нами была разработана технология пресервов из молок лососевых рыб в различных соусах и заливках. Технологический процесс изготовления пресервов заключался в следующем: мороженые молоки кеты и горбуши, соответствующие по качеству ТУ 9267-037-33620410-04 «Печень и молоки дальневосточных лососевых рыб мороженые» и СанПиНу 2.3.2.1078-01 размораживали на воздухе, промывали водой, очищали от жировых отложений и остатков крови. Затем осуществляли посол смешанным способом до достижения требуемой солености (4,0-5,0 %). По окончании посола молоки выгружали из посольных емкостей и ополаскивали охлажденным чистым солевым раствором. При промывке молоки сортировали по качеству в соответствии с требованиями НД. Промытые рассортированные молоки после стекания солевого раствора фасовали в тару. Целые молоки укладывали в полимерные овальные банки вместимостью 200 $см^3$, а порционированные молоки на кусочки – в цилиндрические банки вместимостью 150 $см^3$. В наполненные банки заливали соус или заливку, предварительно приготовленные в соотношении: массовая доля молок и соусов (заливок) соответственно не менее 75 и не более 25 %.

Приготовление соусов, заливок, солевого раствора проводили с соблюдением следующих требований: сахар, соль, бензоат натрия вносили в виде растворов; закладку соли регулировали в зависимости от солености используемого полуфабриката; масло растительное вносили небольшими порциями с перемешиванием; уксусную кислоту перед внесением разбавляли холодной кипяченой водой.

Экспериментальные образцы пресервов имели привлекательный внешний вид, нежную, сочную, слегка уплотненную консистенцию, приятный свойственный созревшим молокам вкус и аромат, гармонирующий с видом заливки, используемой при приготовлении продукта.

Соуса и заливки являются неотъемлемой частью пресервов, формируя общую гамму вкуса данного вида продукции. В качестве заливок использовались уксусная, укропная, уксусно-сладкая, желирующая, соевая, лимонная, соевочесночная, растительное масло, ароматизированное растительное масло. Масло ароматизировали двумя способами: коптильным препаратом «Жидкий дым плюс» и смесью перца красного сладкого и томатной пасты.

Цель данной работы – изучение органолептических показателей и микробиологической безопасности пресервов в процессе хранения при температуре от 0 до минус 5 °С.

Для проведения эксперимента по предложенным рецептурам были приготовлены образцы пресервов, в процессе хранения которых проводили определение качественных показателей с помощью органолептических, физико-химических и микробиологических методов.

Для оценки качества пресервов с различными соусами и заливками использовалась специально разработанная 5-бальная шкала с участием постоянного состава дегустаторов[1].

На основе проведенных дегустаций были выбраны наиболее сочетаемые и гармоничные по вкусу соуса и заливки для пресервов из молок лососевых: образец № 1 – пресервы «Молоки кеты в ароматизированном масле» (коптильным препаратом), образец № 2 – пресервы «Молоки горбуши в ароматизированном масле» (смесь красного перца и томат-пасты), образец № 3 – пресервы «Молоки горбуши в лимонном соусе», образец № 4 – пресервы «Молоки кеты в соевочесночной заливке».

Микробиологическая оценка качества сырья, вспомогательных материалов и продукции в процессе производства и хранения проводилась по стандартным показателям величины КМАФАнМ, количеству плесневых грибов и дрожжей, а также наличию патогенных и условно-патогенных микроорганизмов [2]. Известно, что основными источниками попадания микроорганизмов в пресервы являются сырье и вспомогательные материалы [3]. Поэтому предварительно были проведены исследования общей бактериальной обсемененности молок мороженых и составляющих пресервов. Уровень КМАФАнМ находился в пределах допустимых значений и составил для мороженых молок кеты $4{,}6 \times 10^2$ КОЕ/г, мороженых молок горбуши – $5{,}0 \times 10^2$ КОЕ/г, далее этот показатель снижался и составлял в соленом полуфабрикате из кеты $1{,}9 \times 10^2$, соленом полуфабрикате из горбуши – $1{,}8 \times 10^2$. Для жидкой части пресервов уровень КМАФАнМ составил: ароматизированного масла $2{,}4 \times 10^3$ и $3{,}1 \times 10^3$, лимонного соуса $4{,}7 \times 10^3$, соевочесночной заливки $4{,}3 \times 10^3$. Условно-патогенная и патогенная микрофлора в исследуемых образцах не выделена.

На рис. 1 представлена динамика КМАФАнМ в пресервах при продолжительности хранения 150 сут.

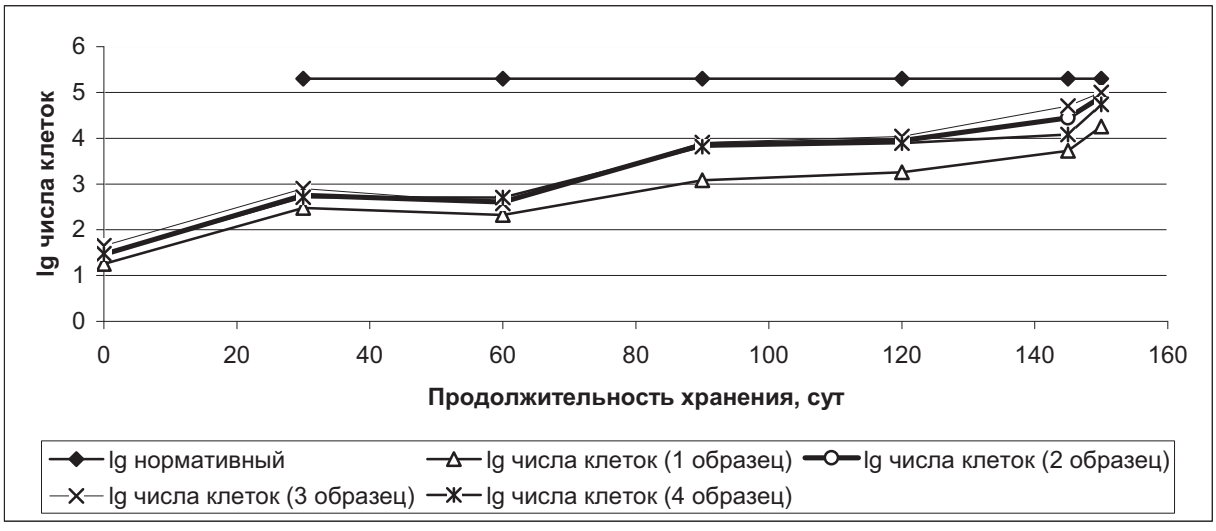


Рис. 1. Изменение КМАФАнМ в процессе хранения пресервов

В течение первых 30 сут хранения зафиксирован рост микрофлоры с $1{,}8{\times}10^1$ до $3{,}0{\times}10^2$, с $2{,}9{\times}10^1$ до $5{,}6{\times}10^2$, с $2{,}0{\times}10^1$до $4{,}9{\times}10^2$, с $3{,}0{\times}10^1$до $5{,}1{\times}10^2$ КОЕ/г соответственно с 1-го по 4-й образец, в последующие 30 сут хранения наблюдалась тенденция к снижению общей бактериальной обсемененности до $2{,}1{\times}10^2$, $4{,}0{\times}10^2$,$3{,}8{\times}10^2$, $3{,}9{\times}10^2$ КОЕ/г (консервирующий эффект), после 60 сут хранения – незначительное увеличение этого показателя и на 150 сут увеличение до $1{,}8\ {\times}10^4$, $7{,}9\ {\times}10^4$,$5{,}6\ {\times}10^4$, $5{,}5\ {\times}10^4$ КОЕ/г соответственно. Данный факт можно определить, как период некоторой активации микрофлоры, обусловленный химическими изменениями в пищевой системе.

По микробиологическим исследованиям экспериментальных образцов пресервов из молок лососевых с добавлением ароматизированного масла, лимонного соуса и соевочесночной заливки установлено, что все исследуемые образцы удовлетворяют требованиям СанПиН по КМАФАнМ, КОЕ/г продукта, количеству микроскопических грибов и плесеней, наличию *Proteus vulgaris* в 1 г. Следует отметить, что в исследуемых образцах БГКП (колиформы), палочка из рода Salmonella, золотистый стафилококк (Staphylococcus aureus), сульфитредуцирующие клостридии, бактерии рода протеев [4] в объемах, требуемых нормативной документацией обнаружены не были. Данный факт свидетельствует о гарантированной безопасности готовой продукции.

Из рис. 1 видно, что на протяжении исследуемого периода хранения пресервов из молок показатель КМАФАнМ не превысил допустимого значения.

Анализ микроорганизмов [5] показал, что микрофлора экспериментальных образцов в течение всего периода хранения представлена кокковыми формами (49 % всей микрофлоры), представителями семейства Micrococcaceae и Streptococcaceae, а также споровыми формами палочек семейства Bacillaceae (27 % всей микрофлоры). Среди микроскопических грибов в пресервах присутствовали дрожжи и плесени (14 % и 10 % всей микрофлоры). Данный состав микрофлоры является традиционным для пресервной продукции и не несет потенциальной опасности.

Полученные микробиологические данные согласуются с органолептической оценкой готовой продукции: экспериментальные образцы отмечены 4,9; 4,7; 4,7; 4,8 балла после 70 сут хранения, с увеличением продолжительности хранения оценка постепенно снижается до 4,4; 4,2; 4,1; 4,2 соответственно. После 150 сут хранения оценка достигает 3,8; 3,7; 3,8; 3,9 балла, отмечается пожелтение тканей молок, помутнение масла, наличие осадка в заливке, кислый привкус, ослабление консистенции.

На рис. 2 показаны изменения органолептических показателей качества (вкуса, запаха, консистенции) образцов в процессе хранения.

Наилучшие органолептические показатели пресервов приходятся на 30-70-е сутки хранения, что имеет место в отечественной пресервной практике [6]. Данные периоды можно рассматривать как созревание продукции данного вида.

Как следует из данных рис. 2 на протяжении исследуемого срока хранения (150 сут) экспериментальные образцы отличались высокими вкусовыми достоинствами.

В процессе хранения пресервов под влиянием ферментативных и химических процессов первоначально идет формирование качества готовой продукции, а затем его снижение.

Одним из основных критериев оценки качества готовой продукции в хранении является буферность, которая отражает изменение буферной емкости белков. Эти показатели всегда возрастают по мере созревания и хранения.

На рис. 3 представлено изменение показателя буферности в процессе хранения пресервов в различных соусах и заливках.

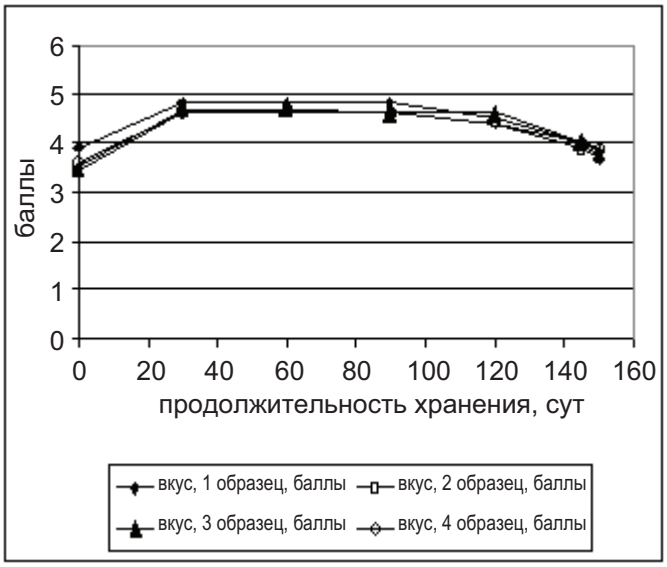
Из рис. 3 видно, что образцы под номерами 1 и 2, содержащие в своем составе ароматизированное масло, созревают более интенсивно, вероятно, это связано с тем, что компоненты, входящие в состав масла, интенсифицируют деятельность ферментов, хотя общий рисунок кривых аналогичен.

Наибольшие изменения показателя буферности отмечаются впервые 70 суток хранения пресервов (линейный отрезок кривых), после чего кривые плавно переходят в параболическое состояние.

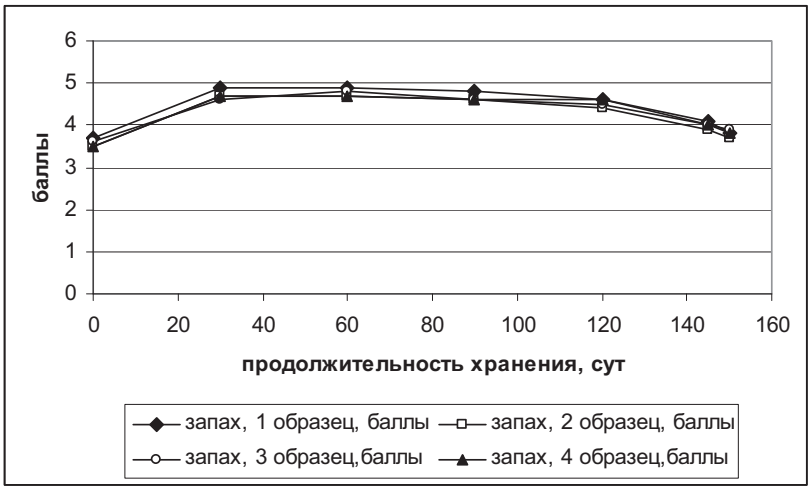
Таким образом, разработанная технология производства пресервов из молок лососевых в различных соусах и заливках позволяет получать безопасную продукцию с высокими органолептическими показателями и расширить ассортимент пресервной продукции.

Согласно проведенным исследованиям установлен срок хранения исследуемых пресервов, который соответствует 4 месяцам при температуре 0…5 °С.

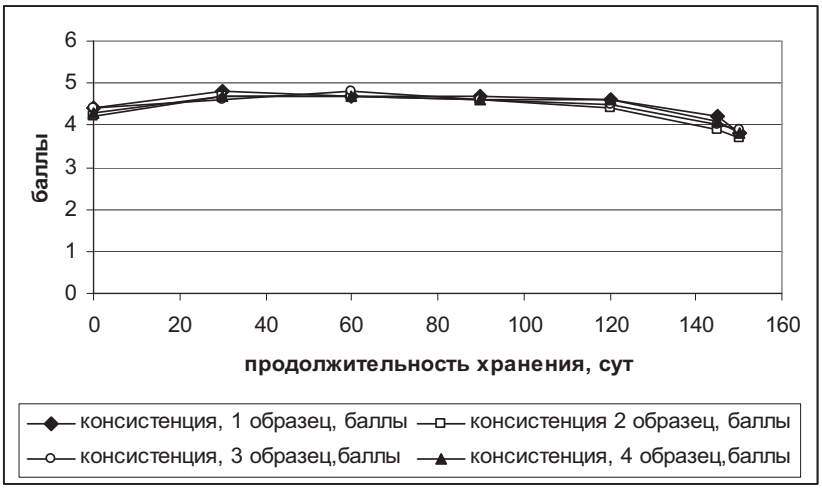
Данная технология апробирована в условиях ООО «Зарубинская база флота».



а



б



в

Рис. 2. Органолептические показатели: а – вкуса; б – запаха; в – консистенции пресервов

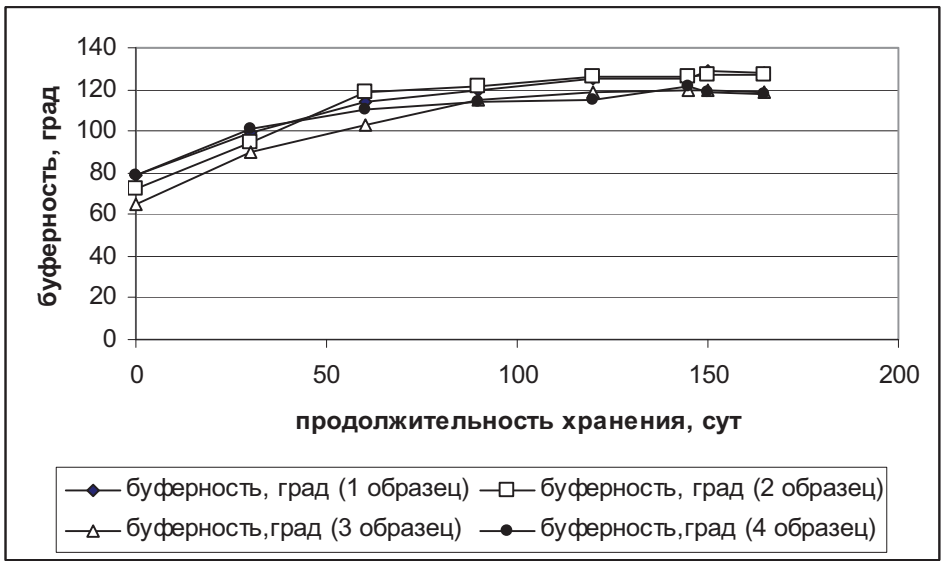


Рис. 3. Изменение буферности пресервов в зависимости от продолжительности хранения

Библиографический список

1. Ким Г.Н. Сенсорный анализ продуктов из гидробионтов / Г.Н. Ким, И.Н. Ким, Т.М. Сафронова, Е.В. Мегеда. – М.: Колос, 2008. – 534 с.

2. Долганова Н.В. Микробиология рыбы и рыбных продуктов / Н.В. Долганова, Е.В. Першина, З.К. Хасанова. – М.: Мир, 2005. – 224 с.

3. Ким И.Н. Пищевая безопасность морепродуктов / И.Н.Ким, В.В. Кращенко, А.А. Кушнирук. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2010. – 452 с.

4. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности сырья и пищевых продуктов. Санитарные эпидемиологические правила и нормативы. – М.: ФГУП «Интер СЭН», 2001. – 168 с.

5. Определитель бактерий Берджи / под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита, Дж. Стейли, С. Уилльямса: в 2 т. – 9-е изд. – М.: Мир, 1997. – 799 с.

6. Слуцкая Т.Н. Созревание соленых рыб // Рыб. хоз-во. – 1991. – № 7. – С. 75-78.

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОВЕРКА ТЕХНОЛОГИИ ПРЕСЕРВОВ ИЗ МОЛОК ЛОСОСЕВЫХ В РАЗЛИЧНЫХ СОУСАХ И ЗАЛИВКАХ

Е.В. Федосеева,
ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток

На основе разработанной технологии производства пресервов из молок лососевых были изготовлены опытные образцы, которые прошли производственную проверку в условиях ООО «Зарубинская база флота».

Одним из ведущих направлений пищевой технологии является разработка и организация промышленного производства новых продуктов здорового питания, имеющих высокую пищевую и биологическую ценность, сбалансированных в соответствии с физиологической потребностью человека.

Важное место среди них принадлежит продуктам из рыбного сырья. Однако некоторые существующие способы его консервирования основаны на использовании высоких температур, что приводит к денатурации и химической деградации многих ценных компонентов. В связи с этим в последние годы наметился отчетливый рост выпуска пищевых изделий, не подвергающихся термической обработке в целях сохранения нативных свойств сырья. К данным видам изделий относятся пресервы [1].

Традиционное производство пресервов развивалось в направлении совершенствования технологии изготовления продукции из морских и океанических видов рыб (сельдевые, лососевые), обладающих способностью созревать при посоле. Однако в последние годы количественный и видовой состав поступающего в обработку рыбного сырья постоянно меняется в связи с сокращением его вылова. Поэтому возникла необходимость обратить особое внимание на переработку нетрадиционного сырья водного промысла, которое характеризуется высоким содержанием белка, витаминов, макро- и микроэлементов и других биологически активных веществ. Именно таким сырьем можно назвать молоки лососевых рыб.

Молоки, как и другие внутренности, образованы висцеральной мускулатурой, состоящей в основном из гладких мышц. В них обнаружены белки специфического состава – протамины, которые обладают высокой биологической активностью и антимикробными свойствами [2].

Изучение пищевой ценности белков молок лососевых показало, что они содержат весь комплекс незаменимых аминокислот (треонин, валин, метионин, цистин, лейцин, изолейцин, лизин, тирозин, фенилаланил) в количествах, близких к рациональным. В сочетании с другими продуктами на их основе можно разрабатывать рецептуры пищевых изделий, аминокислотный скор которых был бы приближен к «идеальному белку» [3].

Молоки лососевых видов рыб содержат значительное количество фолиевой кислоты и витамина РР. Фолиевая кислота оказывает влияние на синтез нуклеиновых кислот, некоторых аминокислот, а также холина, стимулирует и регулирует кроветворение, что позволяет использовать ее в комплексе с другими средствами для лечения анемий [4].

В работах многих ученых показано, что липиды молок лососевых богаты фосфолипидами, постоянное употребление которых улучшает функции памяти, нервной системы и печени, задерживает процессы старения клеток организма [5].

При исследовании качественного состава жирных кислот молок лососевых установили высокое содержание в них эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот, в которых преобладают эйкозапентаеновая (С20:5ω3), докозагексаеновая (С22:6ω3), что является биорегулятором многих физиологических процессов в клетке, и подтверждает высокую биологическую ценность данного сырья [6].

Экспериментальным путем в молоках лососевых определены ценные макро- и микроэлементы, такие как калий – 1307 мг/кг, кальций – 1329 мг/кг, магний – 108 мг/кг, натрий – 27400 мг/кг, медь – 0,98 мг/кг [6], которые обеспечивают построение опорных тканей скелета, поддерживают необходимую среду клеток в крови, участвуют в образовании специфических пищеварительных соков и гормонов, способствуют нормальному осуществлению обмена веществ, росту, развитию организма.

Известно, что в молоках лососевых рыб любой стадии зрелости содержится очень большое количество ДНК (до 12 %), и данное сырье по всем показателям (доля от массы рыбы, простота заготовки и т.д.) представляет самый перспективный источник этого биологически активного вещества (БАВ) в промышленном масштабе. Биологическая активность ДНК лососевых сохраняется не только в чистом препарате, но и в пищевых продуктах с ее добавлением, произведенными разными способами [7].

Учитывая значительную пищевую ценность молок лососевых, в Дальрыбвтузе была разработана технология производства пресервов из этого сырья, в основе которой лежала подготовка полуфабриката для изготовления пресервов, вспомогательных материалов и подбор рецептур [6].

Особенностью данного изобретения является отсутствие термической обработки молок и использование посола в качестве их предварительной обработки.

В качестве сырья и вспомогательных материалов для производства пресервов использовали молоки горбуши и кеты мороженые (ТУ 9267-037-33620410-04), сроком хранения 5 месяцев, морскую капусту маринованную, масло растительное рафинированное, соль поваренную пищевую, сахар-песок, перец душистый, гвоздику, мускатный орех, перец черный и белый, кориандр, лук репчатый свежий, чеснок свежий, томатную пасту 30%-ю, молоко питьевое, муку пшеничную хлебопекарную, бензойнокислый натрий (БКН), уксусную кислоту, лимонную цедру, укроп, сельдерей, базилик сушеные, воду питьевую и др. Материалы, используемые в работе, соответствовали требованиям действующей нормативной документации.

Приготовление соусов, заливок, солевого раствора проводили с соблюдением следующих требований: сахар, соль, бензоат натрия вносили в виде растворов, для лучшего их растворения допускался нагрев до 40-50 °С; закладку соли регулировали в зависимости от солености используемого полуфабриката; масло растительное добавляли небольшими порциями с перемешивани-

ем; уксусную кислоту перед внесением разбавляли холодной кипяченой водой; бензоат натрия вносили в соусы, заливки, пряные отвары перед помещением их в банки согласно рецептуре.

Масло ароматизировали коптильным препаратом «Жидкий дым плюс», который разводили водой в соотношении 1:4, и производили ароматизацию масла в течение 24 ч в соотношении 1:1 при периодическом перемешивании, затем подготовленный препарат помещали в банки.

Посол молок осуществляли сухим способом, натирая их равномерно посольной смесью (количество соли – 6 % к массе сырья).

Рецептура посольной смеси для изготовления соленых молок указана в табл. 1.

Таблица 1

Рецептура посольной смеси на 100 кг, кг

Наименование компонентов	Количество компонентов
Соль поваренная пищевая	6,49
Сахар- песок	1,33
Бензойнокислый натрий	0,1
Выход массы смеси с учетом 2 % потерь на смешивание и фасование	7,92

При разработке рецептур оптимальное количество вводимых компонентов подбирали экспериментально, учитывая консистенцию, внешний вид, вкус и запах готового продукта. Установлено, что введение 75 % молок и 25 % вкусоароматических добавок (соусов, заливок, ароматизированного масла) позволило придать продуктам приятные специфически выраженный вкус и запах. Рецептуры соусов, заливок, ароматизированного масла, используемых для производства пресервов из молок лососевых, были определены опытным путем (табл. 2).

Таблица 2

Рецептуры соусов и заливок на 1000 учетных банок, кг

Компоненты	Молоки кеты в ароматизированном масле	Молоки кеты – кусочки в соевочесночной заливке	Молоки горбуши в лимонном соусе	Молоки горбуши – кусочки в соусе «Весна»	Молоки кеты в белом соусе с добавлением морской капусты	Молоки горбуши – кусочки в уксусно-сладкой заливке	Молоки горбуши в желирующей заливке с душистыми травами	Молоки горбуши – кусочки в желирующей заливке с добавлением морской капусты
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Масло растительное	8,86	-	-	-	-	7,8	-	-
Перец черный	-	-	0,02	0,1	0,48	-	0,1	0,15
Перец душистый	-	-	0,23	0,15	0,35	-	-	-
Кориандр	-	-	-	-	0,17	-	0,17	-
Имбирь	-	0,05	0,07	0,07	0,08	-	-	0,15
Мускатный орех	-	0,04	-	-	-	-	-	0,16
Мускатный цвет	-	-	-	-	-	-	-	-
Лавровый лист	-	-	-	0,16	0,18	-	0,17	0,18
Гвоздика	-	-	0,04	-	0,05	-	0,04	0,05
Кардамон	-	0,04	0,03	-	-	-	-	0,03
Корица	-	-	-	-	-	-	0,04	-
Сахар	1,6	0,8	0,7	2,35	2,3	7,0	2,25	2,3
Соль	4,8	2,5	2,4	7,2	4,7	14,2	4,6	4,7
Уксусная кислота 80%-я	-	-	-	-	3,0	3,5	1,0	1,0
Коптильный препарат «Жидкий дым плюс»	2,12	-	-	-	-	-	-	-
Лимонная цедра	-	-	11,6	-	-	-	-	-
Чеснок свежий	-	2,16	-	-	-	-	-	-
Томат паста 30%-я	-	-	-	-	-	-	-	-

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Соевый соус	-	10,8	-	-	-	-	-	-
Лук репчатый очищенный	-	-	-	-	-	12,6	-	-
Сок свекольный	-	-	-	10,8	-	-	-	-
Молоко питьевое	-	-	-	-	8,7	-	-	-
Мука пшеничная	-	-	-	-	2,4	-	-	-
Масло сливочное	-	-	-	-	4,1	-	-	-
Морская капуста маринованная	-	-	-	-	10,0	-	-	11,4
Бензоат натрия	0,33	0,3	0,3	0,35	0,3	0,33	0,3	0,3
Пряный отвар	-	38,0	-	60,2	35,6	-	34,1	35,6
Альгинат натрия	-	-	-	-	-	-	5,0	5,0
Укроп сушеный	-	-	-	-	-	-	5,3	-
Сельдерей сушеный	-	-	-	-	-	-	2,1	-
Базилик сушеный	-	-	-	-	-	-	1,4	-

По предложенным рецептурам были изготовлены опытные образцы пресервов из молок лососевых в различных соусах и заливках в условиях ООО «Зарубинская база флота» (Приморский край, п. Зарубино): образец № 1 – «Молоки кеты в ароматизированном масле», № 2 – «Молоки горбуши в лимонном соусе», № 3 – «Молоки горбуши – кусочки в соусе «Весна», № 4 – «Молоки кеты – кусочки в соевочесночной заливке», № 5 – «Молоки горбуши в желирующей заливке с душистыми травами», № 6 – «Молоки горбуши – кусочки в уксусно-сладкой заливке», № 7 – «Молоки кеты в белом соусе с добавлением морской капусты», № 8 – «Молоки горбуши – кусочки в желирующей заливке с добавлением морской капусты», представленные на дегустационное совещание.

После дегустации представленных образцов и обмена мнениями было отмечено следующее:

- образец № 1 имел привлекательный внешний вид (молоки ровные без повреждений, светло-коричневого цвета), сочную, уплотненную консистенцию, ярко выраженный вкус и аромат копчености без привкуса сырости;

- образец № 2 – привлекательный внешний вид (молоки правильной формы, без повреждений, светло-молочного цвета), сочную, нежную, слегка уплотненную консистенцию, приятный вкус и легкий аромат лимона без привкуса сырости;

- образец № 3 – привлекательный внешний вид (кусочки молок правильной формы с ровными срезами, розового цвета), нежную, слегка уплотненную консистенцию, умеренно приятный вкус с терпким привкусом и слегка выраженным ароматом свекольного сока без привкуса сырости;

- образец № 4 – привлекательный внешний вид (кусочки молок правильной формы с ровными срезами, бежево-коричневого цвета), нежную, сочную, слегка уплотненную консистенцию, выраженный солоноватый вкус и приятный аромат чеснока без привкуса сырости;

- образец № 5 – привлекательный внешний вид (молоки ровные без повреждений, светло-бежевого цвета), нежную, слегка уплотненную консистенцию, приятный вкус и умеренно выраженный, гармонирующий с заливкой, аромат без привкуса сырости;

- образец № 6 – привлекательный внешний вид (кусочки молок правильной формы с ровными срезами, бежевого цвета), слегка уплотненную консистенцию, выраженный вкус, свойственным созревшим молокам со сладковатым привкусом и слегка выраженным ароматом масла;

- образец № 7 – привлекательный внешний вид (молоки ровные без повреждений, светло-кремового цвета), нежную, сочную, слегка уплотненную консистенцию, выраженный приятный вкус с солоноватым привкусом и аромат молочного соуса без привкуса сырости;

- образец № 8 – привлекательный внешний вид (кусочки молок правильной формы с ровными срезами, бежевого цвета), слегка уплотненную консистенцию, приятный вкус и умеренно выраженный, гармонирующий с заливкой, аромат без привкуса сырости.

Дегустационная оценка образцов представлена в табл. 3.

При анализе таблицы видно, что образцы № 1, 2, 4, 7 признаны наиболее удачными.

Члены дегустационной комиссии одобрили экспериментальные образцы пресервов из молок лососевых в различных соусах и заливках и сочли их приемлемыми для промышленного производства.

Таблица 3

Дегустационная оценка экспериментальных образцов

№ образца	Наименование пресервов	Комплексные показатели в баллах				
		Внешний вид	Вкус	Запах	Консистенция	∑
1	«Молоки кеты в ароматизированном масле»	4,6±0,2	4,6±0,4	4,5±0,3	4,5±0,2	18,2±0,3
2	«Молоки горбуши в лимонном соусе»	4,7±0,3	4,5±0,3	4,6±0,4	4,5±0,4	18,3±0,4
3	«Молоки горбуши – кусочки в соусе «Весна»	4,4±0,3	4,4±0,3	4,4±0,2	4,3±0,2	17,5±0,3
4	«Молоки кеты – кусочки в соевочесночной заливке»	4,5±0,4	4,6±0,3	4,6±0,2	4,5±0,3	18,2±0,3
5	«Молоки горбуши в желирующей заливке с душистыми травами»	4,4±0,5	4,4±0,4	4,3±0,3	4,5±0,3	17,6±0,4
6	«Молоки горбуши – кусочки в уксусно-сладкой заливке»	4,4±0,3	4,4±0,3	4,3±0,4	4,4±0,4	17,5±0,4
7	«Молоки кеты в белом соусе с добавлением морской капусты»	4,7±0,2	4,5±0,3	4,6±0,3	4,5±0,2	18,3±0,2
8	«Молоки горбуши – кусочки в желирующей заливке с добавлением морской капусты»	4,5±0,3	4,5±0,3	4,4±0,4	4,5±0,4	17,9±0,4

Библиографический список

1. Ким И.Н. Микробиологический контроль производства рыбных пресервов [Текст] / И.Н. Ким, Т.И. Ткаченко // Пищ. пром-сть. – 2009. – С. 40-43.

2. Гауровиц Ф. Структурные белки. Протамины и гистоны [Текст] / Ф. Гауровиц. Химия и функции белков. – М.: Изд-во «Мир», 1965. – 530 с.

3. Заленский А.О. Сравнительное исследование протаминов лососевых рыб [Текст] / А.О. Заленский, П. Буххольц, Р.Х. Ибрагимов // Цитология. – М., 1980. – Т. 22. – № 6. – С. 727-729.

4. Горшков А.И. Гигиена питания [Текст] / А.И. Горшков, О.В. Липатова. М.: Медицина, 1987. – 415 с.

5. Акулин В.Н., Швидская З.П., Блинов Ю.Г. и др. Консервированные продукты из лососевых – источник полиненасыщенных жирных кислот в питании человека // Изв. ТИНРО. – 1995. – Т. 118. – С. 48-54.

6. Федосеева Е.В. Разработка технологии производства пресервов из молок лососевых [Текст] / Е.В. Федосеева, Г.А. Лазаренко // матер. Междунар. науч.-техн. конф. «Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов мирового океана». Ч. II. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2010. – С. 155-157.

7.Касьяненко Ю.И. Получение и свойства производных ДНК из молок лососевых [Текст] / Ю.И. Касьяненко, Ю.В. Ковалева, Л.М.Эпштейн, А.А. Артюков / Известия ТИНРО-Центра. – Владивосток, 1997. – С. 37-43.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОК РЫБ

Н.В. Бондар, М.Н. Никонова, Е.Н. Князян
ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток

Проведен анализ научной и патентной литературы по использованию молок гидробионтов в различных отраслях промышленности.

Образование отходов при обработке рыбного сырья – явление неизбежное, обусловленное объективными и субъективными факторами. К числу объективных относят те факторы, которые вызывают образование пищевых отходов вне зависимости от ассортимента вырабатываемой продукции, принятой технологической схемы, видового состава сырья, средств труда и целиком

обусловлено биологическими особенностями строения тела рыбы. К числу субъективных факторов относят: технологические и технические, которые обусловливают образование рыбных отходов в зависимости от выбранной технологической схемы производства, ассортимента выпускаемой продукции, совершенства применяемого оборудования. Для выбора рационального направления использования различных отходов в производстве пищевой рыбной продукции необходима их классификация, учитывающая особенности их химического состава, обусловливающие способы и сроки хранения до обработки, возможности использования в выпуске той или иной продукции. По направлениям использования отходы рыбной промышленности могут быть подразделены на:

- отходы пищевые (головы, плавники с прирезями мяса, крошка и лом при производстве рыб горячего копчения, печень, сердце, икра, молоки), которые могут быть использованы для приготовления консервной продукции, бульонов, наваров и т.д.;
- непищевые отходы – идущие непосредственно на корм пушным зверям или направляемые на производство различного рода кормовых продуктов;
- специального назначения – предназначенные для получения биологически активных веществ (ганглии кальмара, внутренности лососевых, ламинарий, варочные воды трепангов).

Отечественные и зарубежные исследования по утилизации отходов рыбного сырья свидетельствует о больших возможностях получения новых видов пищевых и технических продуктов.

Среди рыбных отходов особого внимания заслуживают гонады гидробионтов, имеющие уникальный химический состав, представленный биологически ценными веществами.

Гонады – это икра и молоки. Икра рыб очень питательна, в ней повышено содержание белков, жира. В состав азотистых веществ икры входят в основном полноценные в пищевом отношении белки. Содержание небелковых азотистых веществ в свежей икре очень невелико и обычно не превышает 2-3 % общего количества всех азотистых веществ. В состав жира икры, помимо нейтрального (триглицеридов жирных кислот), входят в значительном количестве жироподобные вещества – лецитин и холестерин. Из водорастворимых витаминов в икре содержатся витамины группы В, никотиновая кислота, фолиевая кислота, пантотеновая кислота и витамин С. В икре некоторых рыб содержатся витамины А, D, Е. Общее содержание минеральных веществ (золы) в икре больше, чем в мясе рыбы, и составляет в среднем 1,5-2,0 %. Преобладающее значение среди зольных элементов имеет фосфор, входящий в состав органических соединений икры. Широко используется отечественной промышленностью икра осетровых, лососевых рыб, минтая нототении и ряда частиковых (лещ, сазан, щука).

Молоки рыб – ценное пищевое сырье, благодаря высокому содержанию таких биологически активных соединений, как полиненасыщенные жирные кислоты, нуклеотиды, они привлекают к себе внимание как отечественных, так и зарубежных исследователей.

Молоки на 60-80 % состоят из воды, содержание азотистых веществ – 12-18 %, причем последние представлены в основном малоценными в пищевом отношении белками.

Содержание жира в молоках колеблется от 1-2 до 16-18 %. По мере созревания количество жира в молоках уменьшается, а азотистых веществ – увеличивается.

В молоках ряда рыб содержатся витамины B_{12}, B_1, B_2, B_6, РР, С. В молоках осетровых рыб есть витамин А, в то время как у лососевых, камбаловых, тресковых рыб его нет.

Молоки реализуются главным образом в мороженом виде и используются для производства консервов (паштеты), пресервов и в кулинарии.

Целью исследований является анализ использования отходов переработки рыбного сырья, а именно молок гидробионтов в различных отраслях промышленности.

Был проведен анализ научной и патентной литературы по использованию молок гидробионтов в разных отраслях промышленности, который показал следующее.

Известен способ обработки молок путем их обезжиривания и дегидратации с использованием растворителя, отделения твердого остатка, его обработки при температуре не выше 75 °С в вакууме с получением порошкообразного продукта, используемого как исходный ингредиент различных пищевых соусов, паштетов и т.д.

Молоки салаки и сельди используют для производства соленой продукции. Для этого молоки укладывают в специальные решета и корзины, моют в охлажденном тузлуке с температурой не выше 15 °С до полного удаления слизи, сгустков крови и других загрязнений. Затем молоки направляют на стекание в течение 50-60 мин и упаковывают в деревянные заливные бочки и пересыпают солью (3 % массы молок). Бочки укупоривают и хранят при температуре минус 4, минус 6 °С.

Учеными ТИНРО-Центра (Курихина Л.С., Соколова Л.И., Курочкина И.Н., Золотова С.И.) рассмотрена возможность получения пищевой продукции из молок минтая, изучен химический, аминокислотный и жирнокислотный состав. Исследования показали, что в составе молок минтая 13,5 % белков, 0,6 % липидов, 1,8 % минеральных веществ, содержание влаги в среднем 83 %. В результате сравнительного анализа аминокислотного состава молок и мышечной ткани минтая установлено, что сумма изолейцина и лейцина фенилаланина и тирозина в мышечной ткани почти в 2 раза выше, а аргинина больше в молоках. Исследования жирнокислотного состава показало, что содержание эйкозапентаеновой кислоты достигает 20 % суммы высших жирных кислот, докозагексаеновой – 12 %, кислот группы витамина F – 9 %. Таким образом, молоки минтая обладают достаточно широким набором незаменимых аминокислот и высших жирных кислот. В качестве кулинарной продукции были выработаны консервы (молоки натуральные, солянка из молок минтая, морской капусты и моркови) [7].

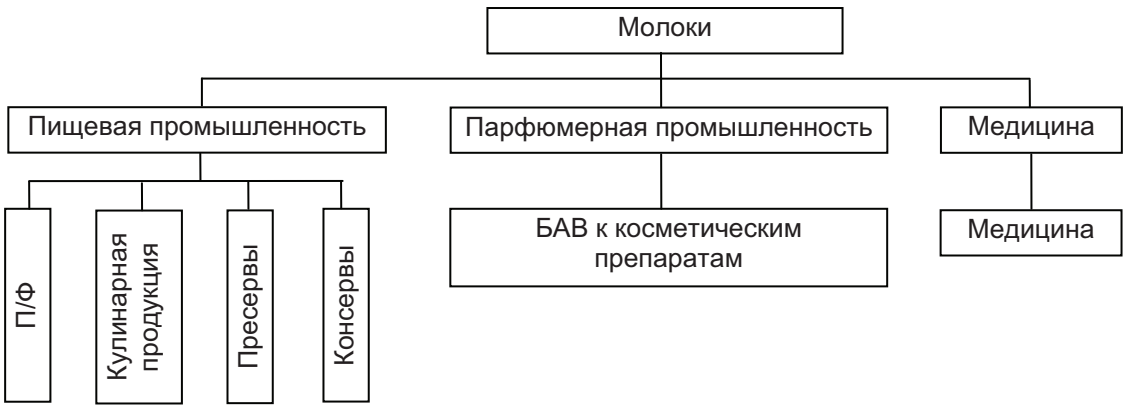


Схема использование молок гидробионтов

Учеными Восточно-Сибирского государственного технологического университета изучена пищевая ценность молок омуля и создан способ получения пищевой добавки. Для получения биологически активной пищевой добавки в гомогенизированные молоки омуля вводили закваску ацидофильных палочек, полученную на молоке. Использование закваски, обладающей низкой величиной pH (4,77±0,2), высоким содержанием живых клеток L.acidophilus (не менее 10^9 в 1 $см^3$) способствовало образованию стойкой белково-липидной структуры и обеспечению подавления гнилостной микрофлоры [3].

В научно-исследовательской лаборатории биологически активных веществ ТИНРО-Центра разработана технология натурального пищевого консерванта на основе протаминов из молок сельдевых рыб и его применения в рыбных продуктах для увеличения сроков хранения рыбных продуктов.

Учеными ТИНРО-Центра разработан лечебно-профилактический продукт на основе коровьего молока и молок дальневосточных лососевых рыб, содержащих низкомолекулярную дезоксирибонуклеиновую кислоту. Мороженые молоки лососевых рыб со сроком хранения не более 4 месяцев измельчают, подвергают кратковременному бланшированию паром. В молоко перед заквашиванием вносят 5, 10, 20 % молок. В качестве матричных заквасок используют сухие творожные закваски, которые добавляют в количестве от 2 до 5 % к общему объему. Инкубируют смесь при температуре 30 °С. Творог с добавлением молок хранят при температуре от 0 до 5 °С в течение 5 сут.

В Дальневосточном государственном техническом рыбохозяйственном университете разработан продукт на основе соевого молока, гидролизата из молок лососевых и казеината натрия, получаемый при помощи традиционной технологии приготовления кисломолочных продуктов культур бактерии рода *Streptococcus lactis*. Соевое молоко готовят из соевых бобов, пастеризуют при температуре 80-85 °С в течение 5-7 мин. Мороженые молоки дефростируют при комнатной температуре, добавляют 1 % ферментного препарата (комплекс ферментов из пилоргических остатков лососевых рыб), воду, смесь подвергают ферментолизу при 39 °С в течение 4 ч после чего добавляют молочнокислые бактерии. Смесь гомогенизируют, помещают в стеклянные стаканы и термостатируют при температуре 38 °С в течение 7 ч. Гелеобразный продукт сочетает в себе высокие питательные и ценные лечебно-профилактические свойства соевого молока, низкомолекулярные белки и нуклеиновые компоненты молок кеты [2].

Известна технология хлеба с добавлением молок дальневосточных лососевых рыб [5], причем полученный продукт не отличался по внешнему виду и вкусовым качествам от обычного хлеба, а проведенные исследования показали высокую биологическую активность хлеба, сопоставимую с действием препарата ДНК.

Учеными Левочкиной Л.В., Лашук В.Н. исследована возможность использования молок лососевых рыб с растительными наполнителями в производстве паштетов для детского питания. На основании проведенных исследований были разработаны три рецептуры паштетов: «Нежный», «Диетический» и «Фантазия». Разработанные паштеты содержали от 32 до 47 % молок, 12 % растительных наполнителей и от 10 до 15 % растительного масла. В паштете «Нежном» содержалось 15 % соевой муки, в «Диетическом» – 10 % набухающего крахмала, в «Фантазии» – 10 % соевой муки и 5 % крахмала. Все виды паштета имели высокие органолептические показатели, нежный вкус и однородную пластичную консистенцию.

Разработаны пастообразные продукты из молок лососевых рыб, трески, морского гребешка путем добавления к ним 2-10 % соли, 0,25-0,5 % полифосфатов и антиокислителей (аскорбиновой кислоты). В результате такой обработки предотвращается порча молок, готовый продукт может быть направлен на замораживание или хранение в охлажденном виде.

Учеными ТГЭУ разработаны способы получения вяленых и сушеных молок лососевых рыб.

Способ приготовления вяленых молок лососевых рыб, включает их обработку, посол мокрым или сухим способом и сушку, при этом мокрый посол проводят в 3-5%-м растворе соли при соотношении воды и молок по массе 1,5:1,0 в течение 4-6 мин при температуре раствора 8-10 °С, а сухой – при соотношении молоки и соль по массе 5:1 не менее 9-11 мин, затем осуществляют стекание, а сушку проводят в сушильной камере при температуре 35-45 °С в течение 8-9 ч. Полученный продукт обладает высокими вкусовыми и пищевыми достоинствами, сохраняющимися неизменными длительное время, высокой пищевой и биологической ценностью.

Способ получения сушеных молок лососевых рыб включает их обработку, мокрый или сухой посол. Мокрый посол проводят в 3-5 % растворе соли при соотношении воды и молок по массе, равном 1,5:1,0, в течение 4-6 мин при температуре раствора 8-10 °С. Сухой посол проводят при соотношении молок и соль по массе 5:1 не менее 9-11 мин. Затем молоки сушат при температуре 65-70 °С в течение 14-15 ч и охлаждают при температуре 15-20 °С. Полученный продукт, обладает высокими вкусовыми и пищевыми достоинствами и длительным сроком хранения.

Известна технология приготовления готовых к употреблению консервов из молок лососевых рыб (ТИ №287-86 к ТУ 15-01 916-86), которая включает подготовку молок, укладку их в сыром виде в банки, бланширование острым паром при 100 °С в течение 10 мин. Если бланширование проводят в банках «донышком вниз», то после бланширования сливают образовавшийся бульон. Затем в банку закладывают пряноароматические добавки, добавляют соль и растительное масло, закатывают и подвергают стерилизации.

Известен способ получения пресервов, включающий промывку, подготовку молок лососевых рыб, укладку их в тару, заливку различными соусами, заливками, маринадами и укупоривание тары. Подготовку молок лососевых рыб осуществляют путем отваривания при температуре коагуляции белка молок, а соусы, заливки и маринады готовят на бульоне, образовавшемся при тепловой обработке молок и/или гидробионтов и содержащем не более 3 % сухих веществ. Вкус и запах полученных пресервов определяется используемым для приготовления соусом, заливкой или маринадом. Пищевая ценность образовавшегося продукта определяется присутствием в нем белков – не менее 10 %, жиров – не менее 4 %, а также большим содержанием дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), которое в готовом продукте достигает 7,5 % (содержание ДНК в сырых молоках – до 10 %).

За счет содержания биологически активных соединений – нуклеотидов, полиненасыщенных высших жирных кислот (арахидоновой, эйкозапентаеновой, докозагексаеновой) – молоки привлекают к себе внимание как эффективное средство профилактики гипертонии и атеросклероза. Изучена возможность выделения низкомолекулярной дезоксирибонуклеиновой кислоты из консервированных различными способами молок лососевых. Зрелые молоки лососевых являются наиболее подходящим сырьем для выделения дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) в промышленном масштабе.

Известно, что из ДНК получают нуклеопротеиды, нуклеотиды, которые являются хорошими лекарственными препаратами, более того в литературе имеются данные о применении про-

изводных тимидина для профилактики и лечения иммунодефицита, в том числе СПИДа. Разработано несколько методов получения как нативной, так и денатурированной ДНК из молок разных видов гидробионтов. При этом показано, что бактерицидными свойствами обладают протамины, составляющие основу белков молок рыб. Они являются низкомолекулярными основными белками, обладающими антимикробными свойствами за счет высокого содержания аргинина (около 70 %).

При исследованиях выявлено, что протамины, взаимодействуя с некоторыми лекарственными препаратами, продляют их действие. Например, протамин, введенный вместе с инсулином, замедляет всасывание инсулина из места инъекции, а это очень важно для больного сахарным диабетом. Кроме того, из протаминов выделяют незаменимые аминокислоты. Одна из них – глицин – стимулирует деятельность клеток головного мозга и широко применяется в неврологии [1].

Молоки широко используют для получения ферментативных белковых гидролизатов.

При ферментативном гидролизе молок происходит обогащение пептидами, свободными аминокислотами и нуклеиновыми веществами – нуклеотидами, нуклеозидами. Продукт становится биологически активным, поскольку пептиды влияют на иммунную систему, нуклеиновые компоненты повышают физическую и умственную работоспособность, лизин и аргинин усиливают метаболизм в мышечной ткани.

Известен ферментативный гидролизат из молок лососевых. Измельченные молоки смешивают с водой в соотношении 1:2, доводят pH экстракта до 8, добавляют фермент – 1-2 % от массы сырья. В качестве ферментов используют пилорин, выделенный из панкреотической ткани рыб, и гепатопанкреатин из гепатопанкреаса камчатского краба. Гидролиз ведут при температуре 37 °С в течение 2-5 ч. Инактивируют фермент при температуре 80 °С 20 мин. Полученный гидролизат содержит низкомолекулярную ДНК.

Учеными Тихоокеанского института биоорганической химии Дальневосточного отделения РАН рассмотрена целесообразность применения молок рыб в качестве биологически активных добавок к регенерирующим косметическим композициям.

Известен косметический марикрем для ухода за кожей, содержащий цельные гонады морских животных, растительные экстракты и масла, экстракт прополиса, а также гель полиэтиленоксида при следующем соотношении компонентов, мас. %: цельные гонады (мужские и/или женские) морских животных – 0,01-4,0, растительные экстракты и масла – 0,2-10,0, экстракт прополиса – 0,1-10,0, гель полиэтиленоксида – остальное. Марикрем позволяет более эффективно воздействовать на механизм старения кожи и замедлять процесс угасания митотической активности базальных клеток кожи.

Анализ научной и патентной литературы показывает, что исследование молок гидробионтов представляет большой интерес для исследователей в разных областях промышленности.

Библиографический список

1. Андреев М.П., Чернышева Н.А. Разработка технологии пищевого консерванта на основе провитаминов из молок рыб // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. – 1998. – № 4. – С. 49.

2. Дроздова Л.И., Пивненко Т.Н. Возможность получения продукта на основе сои и гидролизата молок лососевых // Рыб. хоз-во. – 1998. – № 10. – С. 50-51.

3. Дубинина О.Л., Хамнаева Н.И., Цыренов В.Ж. Пищевая добавка из молок омуля / Молоч. пром-сть. – 2003. – № 12. – С. 45.

4. Заявка №2008106702/13. Способ получения пищевого продукта из молок рыб / Т.П. Калиниченко, Г.Н. Тимчишина, А.П. Ярочкин, Ю.Н. Кузнецов. – Опубл. 20.07.2009.

5. Загородная Г.И., Шульгина Л.В. Технология хлеба с добавлением молок дальневосточных лососевых рыб //Хранение и переработка сельхозсырья. – 2000. – № 12. – С. 44.

6. Касьяненко Ю.И., Ковалева Ю.В., Эпштейн Л.М., Артюков А.А. Получение и свойства производных ДНК из молок лососевых // Изв. ТИНРО-Центра. – 1997. – Т. 120. – С. 37-43.

7. Курихина Л.С., Соколова Л.И., Курочкина М.Н., Золотова С.И. Возможность получения пищевой продукции из молок минтая // Рыб. хоз-во. – 1998. – № 2. –С. 54.

8. Патент №1915446. Способ получения ДНК из молок рыб / М.А. Гайлума, В.Х. Кална, У.Я. Микстайс, Л.М. Эпштейн. – Опубл. 01.07.91.

9. Патент №2255603. Пищевая эмульсия / О.Л. Дубинина, Н.И. Хамнаева, В.Ж. Цыренов. – Опубл. 10.07.05.

О ВОЗМОЖНОСТИ УВЕЛИЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ТВОРОГА ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОЛОК ЛОСОСЕВЫХ РЫБ

Н.В. Бондар, И.Н. Ким
ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток

Рассматривается возможность использования молок лососевых рыб при изготовлении творога. Дается оценка биологической ценности разработанного творога в сравнении с традиционным.

В конце XX в. во многих странах мирового сообщества, в том числе и в РФ, наблюдалось заметное изменение структуры и качества питания [4]. В этот период для большинства населения данных государств рационы их питания были дефицитны по содержанию макро- и микронутриентов, что отражалось на качестве жизни людей и увеличивало риск развития среди них многих широко распространенных заболеваний.

В этой связи в начале XXI в. одним из приоритетных направлений развития пищевой промышленности многих стран стало создание новых продуктов питания повышенной биологической и питательной ценности, а также обогащение традиционных пищевых изделий массового потребления различными витаминами, пищевыми волокнами, макро- и микроэлементами, полиненасыщенными жирными кислотами (ПНЖК) семейства ω-3 и ω-6 и другими различными веществами до уровня, соответствующего физиологическим потребностям человека [3]. Анализ ассортимента пищевых продуктов, присутствующих в настоящее время на потребительском рынке промышленно развитых государств с рыночной экономикой, показал, что практически для любого пищевого изделия существует его обогащенный аналог. Применительно к РФ следует констатировать, что лидерами в этом направлении являются молочные продукты, на долю которых приходится более 50 % всех обогащенных продуктов.

Следует отметить, что обогащение пищевых изделий отдельными элементами практически не изменяет действующую технологию их изготовления. В случае, если в традиционные изделия требуется внесение комплекса различных макро- и микронутриентов, задача значительно усложняется из-за необходимости извлечения спектра компонентов из различных видов сырья [4]. В то же время в природе встречается сырье, обладающее широким набором макро- и микронутриентов, к которым можно отнести молоки лососевых рыб [1].

Известно, что молоки тихоокеанских лососевых, ежегодная добыча которых составляет порядка 20 тыс. т, практически не используются для переработки и в основном поступают в реализацию в мороженом виде. Поэтому целью исследований являлось использование молок для получения новых видов продуктов, в частности, творога, имеющего повышенную пищевую и биологическую ценность по сравнению с традиционным продуктом.

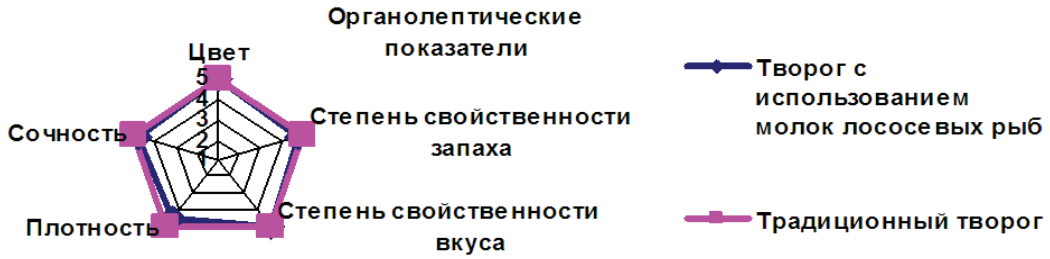
Объектами исследования являлись мороженые молоки горбуши, соответствующие действующей нормативной документации (ТУ 9267-142-79036538-2006. Отходы пищевые от разделки рыбы мороженые), а также творог, изготовленный с использованием молок лососевых рыб. Исследование химического состава сырых молок, хранившихся при температуре минус 18 °С в течение трех месяцев, заключалось в определении содержания воды, белка, липидов, минеральных веществ, а также концентрации токсичных металлов, которые осуществляли по общепринятым в научных исследованиях методикам. Микробиологические исследования проводили в соответствии с требованиями СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов», которые заключались в определении количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), бактерий группы кишечных палочек (БГКП), *Staphylococcus aureus*. Определение органолептических показателей экспериментального творога проводили с помощью профильного метода. Исследование жирных кислот осуществляли методом газожидкостной хроматографии на хроматографе Shimadzu GS-14 B (Япония), снабженном капиллярной кварцевой колонкой длиной 25,0 м и диаметром 0,32 мм с фазой Supelcowax 10. Экстракцию липидов проводили по методу Фолча системой растворителей хлороформ – этанол (2:1). Эфиры жирных кислот идентифицировали с использованием метода эквивалента длины цепи. Обработку хроматограмм проводили на базе обсчета данных Chromatopac C-R4AX (Shimadzu, Япония). Объектом для сравнения был традиционный творог.

Исследование химического состава сырых молок показало, что содержание белка в сырых молоках составило 12,1 %, липидов – 1,6 %, воды – 85 %, минеральных веществ – 1,2 %. Таким образом, молоки горбуши характеризуются высокой концентрацией белка при небольшом содержании липидов.

Технология приготовления творога с использованием молок лососевых рыб предусматривает следующие технологические операции: прием сырья, посол молок, измельчение молок, пастеризация молока, охлаждение, внесение в молоко закваски, внесение в молоко измельченных молок, перемешивание, термостатирование, самопрессование.

Перед заквашиванием молоко пастеризовали, вносили стандартную сухую творожную закваску в количестве 2 % от массы молока и затем вносили тонкоизмельченные молоки лососевых рыб в количестве 25-50 % от массы молок. Перед измельчением молоки подвергали вкусовому посолу. Далее полученный субстрат инкубировали при температуре 32 °С в течение 24 ч. В процессе инкубирования происходило образование сгустка. Затем сгусток подвергали самопрессованию в течение 1 ч.

Органолептические показатели готового творога характеризовались по цвету, запаху, вкусу и консистенции [4, 6]. По своим органолептическим показателям творог, изготовленный с использованием молок, обладает максимальной степенью приближенности к традиционному творогу и представляют собой массу с мажущей консистенцией, с чистым кисломолочным вкусом и запахом; рыбный привкус отсутствовал (рисунок). Вероятно, это обусловлено воздействием молочнокислых бактерий, которые нейтрализуют рыбный привкус, положительно влияя на формирование вкуса и запаха творога [5, 6].



Органолептические показатели традиционного творога и творога, изготовленного с использованием молок

Исследование химического состава разработанного творога показало, что содержание белка составляет 22,4 %, липидов – 7,2 %, углеводов – 0,9 %, минеральных веществ – 1,6 %, воды – 67,2 %. Традиционный творог имеет следующие показатели: белок – 15,3 %, липиды – 6,0 %, углеводы – 1,5 %, минеральные вещества – 1,2 %, вода – 76 %.

Микробиологические исследования проводили в соответствии с требованиями СанПиН, которые заключаются в определении КМАФАнМ, БГКП, S.aureus. В табл. 1 приведены микробиологические показатели разработанного творога.

Таблица 1

Микробиологические показатели творога

Показатели	Нормативное значение	Время хранение, сут				
		1	3	6	9	12
КМАФАнМ КОЕ/г	$1 \cdot 10^4$	$1{,}7 \cdot 10^2$	$2{,}6 \cdot 10^2$	$3{,}5 \cdot 10^2$	$4{,}2 \cdot 10^2$	$5{,}2 \cdot 10^2$
БГКП, в 0,001 г	Не допускается	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
S. aureus в 0,1 г	Не допускается	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено

Результаты исследований показывают, что полученный творог проявляет устойчивость в хранении и низкую обсемененность микроорганизмами, что обусловлено антимикробным действием протамина, входящего в состав молок лососевых рыб.

Известно, что молоки содержат в своем составе биологически активные компоненты – ДНК и полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), в том числе ω-3 и ω-6, которые могут придавать диетические и лечебно-профилактические свойства продуктам, изготовленным на их основе [1]. Согласно теории «здорового питания», в пищевом рационе соотношение полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) типа ω-6 к ω-3 должно составлять 1-4:1. В современном рационе питания соотношение ПНЖК ω-6 к ω-3 находится в пределах 10-30:1 [3,4]. Дефицит ω-3 обусловлен воз-

растанием употребления растительных жиров с целью снижения холестерина. В организме ПНЖК ω-3 и ω-6 выполняют различные функции, а при равном потреблении их физиологические эффекты взаимно сбалансированы.

Например, эффекты ω-3 жирных кислот заключаются в снижении риска возникновения таких заболеваний, как атеросклероз, инфаркт, инсульт, астма и депрессия [7]. Данные кислоты ослабляют некоторые формы гипертонической болезни, препятствуют хроническим воспалениям суставов и внутренних органов, а также противостоят аллергии и остеопорозу. Они поддерживают иммунный статус человека, обеспечивают нормальную функцию надпочечников и щитовидной железы, препятствуют сухости кожи, волос, перхоти, образованию камней в желчном пузыре, развитию дисбактериоза, заболеванию сердца, гипертонии, задержки роста.

ПНЖК типа ω-6 также полезны и жизненно необходимы организму, однако их эффект становится чрезмерным и очень опасным на фоне дефицита ω-3 жирных кислот. Такая ситуация провоцирует развитие атеросклероза, инфаркта, инсульта; усиливаются некоторые формы гипертонической болезни; обостряются хронические воспаления суставов и внутренних органов; стимулируются аллергии.

Ученые условно разделяют ω-3 жирные кислоты по происхождению на две группы: на «растительные» и «морские» [1]. Причем предпочтение отдается веществам, содержащим «морские формы» ПНЖК. Докозапентаеновая ω-3 (22:5ω3) только «морских» форм способна переходить в «морскую» докозагексаеновую кислоту (22:6ω3) и поэтому может служить средством борьбы с её нехваткой. Эти свойства «морских» форм названных жирных кислот указывают на важность создания творога с использованием молок, содержащих эти формы жирных кислот [7].

В этой связи был изучен состав жирных кислот разработанного творога с использованием молок лососевых рыб и традиционного творога.

Исследования показали (табл. 2), что применяемые при изготовлении творога молоки горбуши являются естественным источником полиненасыщенных жирных кислот, причем при термической обработке молок состав этих кислот изменяется незначительно. Также обращает на себя внимание низкий уровень моноеновых жирных кислот с 20 атомами углерода. А высокий уровень эйкозапентаеновой (20:5ω3) и докозагексаеновой (22:6ω3) кислот при отсутствии моноеновых кислот с 22 углеродными атомами дает возможность производить из молок диетические продукты широкого использования.

Таблица 2

Состав жирных кислот

Жирные кислоты, %	Молоко	Молоки	Традиционный творог	Творог с молоками
1	2	3	4	5
4:0	4,1	-	3,4	-
6:0	2,7	-	0,7	-
8:0	-	-	0,9	-
10:0	3,0	-	1,9	1,91
12:0	3,5	-	1,7	2,52
13:0		0,12	-	-
14:0	10,9	-	11,5	9,69
i-15:0	-	-	-	0,27
ai-15:0	-	-	0,1	0,53
15:0	-	-	0,8	1,2
i-16:0	-	-	-	0,4
16:0	27,8	14,94	32,6	31,85
i-17:0	-	-	-	0,32
ai-17:0	-	-	-	0,51
17:0	0,54	-	-	0,55
i-18:0	0,11	-	-	0,14
18:0	11,5	4,72	12,7	10,26
19:0	-	-	-	-
20:0	-	-	0,1	0,18
21:0	-	-	-	-

Окончание табл. 2

Сумма насыщенных жирных кислот	64,15	19,78	66,4	60,33
12:1	-	-	-	0,15
14:1	1,5	-	-	1,01
14:1ω5	-	-	3,8	-
15:1	-	-	-	-
16:1	-	1,34	-	2,15
16:1ω7	1,96	-	-	-
16:1ω5	-	-	-	-
17:1	-	-	-	-
17:1ω9	-	-	0,31	0,32
18:1ω9	22,6	25,72	25,5	20,23
18:1ω7	1,2	-	-	1,97
18:1ω5	0,74	-	-	1,0
20:1ω11	-	-	-	0,41
20:1ω9	-	-		0,21
20:1ω7	-	-	-	-
20:1ω4	-	-	-	-
22:1ω13	-	-	-	-
22:1ω11	-	-	-	-
22:1ω9	0,4	-	0,3	-
Сумма моноеновых жирных кислот	28,4	27,06	29,3	27,45
16:2ω4	-	-	-	-
16:3ω3	-	-	-	-
18:2ω6	4,0	19,39	2,4	1,56
18:3ω3	1,1	1,12	0,9	0,45
18:3ω6	-	0,35	-	-
18:3ω9	0,21	-	-	0,2
18:4ω3	-	0,11	-	0,17
20:2ω6	1,84	2,03	-	0,1
20:4ω6	0,1	1,1	-	0,34
20:3ω3	-	0,1	-	-
20:4ω3	-	0,08	-	0,13
20:5ω3	-	15,44	-	2,6
21:5ω3	-	-	-	-
22:5ω3	-	0,36	-	0,57
22:6ω3	-	12,53	-	2,91
Сумма полиеновых жирных кислот	7,25	52,61	3,3	9,03
Другие кислоты	0,2	0,55	0,1	3,19
Соотношение ω3/ω6	1/5,4	1,3/1	1/2,7	3,4/1

Традиционный творог характеризуется наличием значительного количества насыщенных жирных кислот – 64,15 %, представленных в основном миристиновой, пальмитиновой и стеариновой кислотами [5]. Большую часть всего количества моноеновых кислот составляет олеиновая кислота. Полиненасыщенные жирные кислоты в молочном жире представлены: линолевой (18:2ω6) и линоленовой (18:3ω3) кислотами, но также идентифицированы малые количества таких кислот, как арахидоновая (20:4ω6).

Использование молок лососевых рыб в рецептуре творога отразилось на содержании полиеновых жирных кислот ω3 серии, которое возросло за счет таких кислот, как эйкозапентаеновая (20:5ω3), докозагексаеновая (22:6ω3).

Новизна разработанного способа получения творога подтверждена положительным решением о выдаче патента на изобретение (заявка №2009131617 – Способ получения творожного продукта, обладающего биологической активностью, положительное решение от 21.11.2010 г.)

Таким образом, на основании проведенных исследований можно констатировать, что использование молок лососевых рыб при изготовлении творога позволяет сохранять традиционные органолептические показатели, а также обогащает его ценными питательными веществами. Поскольку нам удалось не просто суммировать биохимические параметры исходных компонентов творога, выражающие по отдельности полезные свойства молока и молок лососевых рыб, но создать продукт, сбалансированный по соотношению ПНЖК ω-3 и ω-6.

Библиографический список

1. Биотехнология морепродуктов / под ред. О.Я. Мезеновой. – М.: Мир, 2006. – 560 с.
2. Ким Г.Н., Ким И.Н., Сафронова Т.М., Мегеда Е.В. Сенсорный анализ продуктов из гидробионтов. – М.: КолосС, 2008. – 553 с.
3. Коденцова В.М., Вржесинская О.Я. Пищевые продукты, обогащенные витаминами и минеральными веществами: их роль в обеспечении организма микронутриентами // Вопросы питания. – 2008. – Т. 77. – № 4. – С. 16-25.
4. Тутельян В.А., Суханов Б.П. Биологически активные добавки к пище: современные подходы к обеспечению качества и безопасности // Вопросы питания. – 2008. – Т. 77. – № 4. – С. 4-15.
5. Шалыгина А.М., Калинина Л.В. Общая технология молока и молочных продуктов. – М.: КолосС, 2007. – 199 с.
6. Шидловская В.П. Органолептические свойства молока и молочных продуктов: справ. – М.: КолосС, 2000. – 280 с.
7. Яковлева О.А., Марченко К.Г., Косован А.И. Омега-3 жирные кислоты: от физиологического значения к доказательной медицине // Рациональная фармакотерапия. – 2008. – № 2.

ОБОСНОВАНИЕ БИНАРНОГО СОСТАВА ФАРША-ОСНОВЫ ИЗ ОЛЕНИНЫ И МЯСА ПТИЦЫ

А.С. Гришин
ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток

Приведены результаты исследований по обоснованию композиции бинарного состава мясного фарша на основе оленины и мяса птицы. Установлено, что соотношение фарша, состоящего из мяса оленя и птицы в соотношении 3:2, является оптимальным.

Низкое обеспечение России мясной продукцией привело к дефициту животного белка в питании человека, что является серьезным основанием для разработки путей коррекции рациона, рационального использования сырья растительного и животного происхождения, поиска новых источников белка, в том числе нетрадиционных видов мяса [1], которое может стать одним из перспективных вариантов развития мясной отрасли. Традиционно массово производятся такие виды мяса, как говядина, свинина, баранина, мясо домашней птицы. К нетрадиционным видам мяса относятся конина, оленина, мясо яков, буйволов, страусов, кроликов и другие виды[2].

Для увеличения мирового производства оленины имеются большие перспективы. В настоящее время поголовье северных домашних оленей составляет около 1,3 млн голов, реализация оленей на мясо в живой массе – более 11 тыс. т. Оленина характеризуется низким содержанием липидов, богата витаминами и поэтому имеет высокую потребительскую ценность [3]. Важно также отметить, что северный олень в силу специфики своей жизнедеятельности, условий содержания и кормления меньше подвержен распространенным в животноводстве заболеваниям. Продукция, полученная от оленеводства, экологически чиста, уровень радиоактивности ее не превышает допустимого фона и, что имеет важное стабилизирующее значение, ежегодно возобновляема [4].

Многие народы Крайнего Севера используют оленину как основной продукт питания. В суровых погодных условиях Крайнего Севера оленина – практически единственный продукт, который по своим питательным свойствам гарантирует человеческому организму достаточный набор белков, жиров, минеральных веществ и витаминов, необходимых для активной жизнедеятельности. Основными покупателями и потребителями оленины являются Германия, Южная Корея, Канада, Великобритания, Норвегия, Швеция и Финляндия. Россия на протяжении нескольких столетий обладает одним из самых крупных в мире стадом домашних северных оленей. В настоящее время на территории России пастбищное выращивание северных оленей сосредоточено в Мурманской области, Республиках Коми и Якутия (Саха) и Ямало-Ненецком автономном округе [4, 5].

Необходимо отметить, что качество мяса северного оленя достаточно высокое. Так, например, при убое оленей ненецкой породы от взрослых самцов получают тушу массой 52-66 кг, взрослых самок – 36-53 кг, убойный выход – 50,5 и 49,2 % соответственно [6]. Оленина по морфологическому составу отличается от других видов мясного сырья высоким содержанием мышечной ткани (от 65 до 73 % в зависимости от породы, пола, возраста и упитанности животного).

По сравнению с говядиной и бараниной оленина характеризуется слабым развитием соединительной ткани, а мышечное волокно отличается меньшей толщиной [5].

Мясо птицы является источником высокоценных легкоусвояемых белков животного происхождения, относится к диетическим видам мяса, так как содержит незначительное количество жира и способно являться альтернативным заменителем мяса убойных животных. По пищевой ценности мясо птицы практически не отличается от мяса сельскохозяйственных животных. С экономической стороны вопроса мясо птицы гораздо предпочтительнее, так как в технологии производства мяса птицы достигнуты такие результаты, которые из-за физиологических различий животных и птицы вряд ли могут быть получены при выращивании крупного и мелкого рогатого скота или свиней. Усилиями генетиков и селекционеров значительно улучшены кроссы птицы, которые обеспечивают высокую конверсию корма при одновременном увеличении суточного роста.

Учитывая эти обстоятельства, актуальным представляется изучение возможности совместного использования оленины и мяса птицы в технологии фарша, как основы для группы продуктов полуфабрикатного ряда, что позволит снизить себестоимость, повысить биологическую ценность, а также расширить ассортимент [6, 7].

Целью настоящей работы является обоснование фарша бинарного состава на основе оленины и мяса птицы.

Научно-исследовательские работы проводились в условиях лабораторий ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз» и ФГУП «ТИНРО-Центр».

Объектами исследований являлись: мясо кур мороженое (ГОСТ Р 52702-2006), срок хранения которого не превышал 3 мес. при температуре минус 18 °С, производитель – ЗАО «Приосколье»; оленина в соответствии с РСТ РСФСР 402-90 и технологической инструкцией, срок хранения которой не превышал 3 мес. при температуре минус 18 °С; полуфабрикаты из них.

Отбор проб для анализа проводили стандартными методами в соответствии с ГОСТ Р 51447-99 «Мясо и мясные продукты. Методы отбора проб». Определение содержания воды проводили по ГОСТ 250011-81, pH (активная кислотность) – потенциометрическим методом с помощью прибора РН-121 по ГОСТ 26188-84; массовой доли белка – по ГОСТ 250011-81 «Мясо и мясные продукты. Методы определения белка» – методом Кьельдаля; содержания липидов – по ГОСТ 23042-86 методом Блайя и Дайера; минеральных веществ – по ГОСТ 4288-76 [8, 9].

Водоудерживающая способность (ВУС) мяса определяется как разность между массовой долей воды в мясе и количеством воды, отделившейся в процессе термической обработки. Определение водосвязывающей способности (ВСС) определяли по методу Грау и Хамма в модификации ТИНРО.

Исследование жирнокислотного состава производили методом газожидкостной хроматографии на хроматографе GC – 2010 («Shimadzu», Япония), снабженном капиллярной кварцевой колонкой (0,25 мм х 30 м) и плазменно-ионизационным детектором. Газ-носитель гелий. Скорость потока газа-носителя – 31,6 мл/мин, делитель потока 1/40. Расчет площади хроматографических пиков и обработку результатов проводили на станции Cromatopac C-R4AX («Shimadzu», Япония). Метиловый эфир жирных кислот идентифицировали на основании расчета углеродных чисел (индексов удерживания Ковача).

При определении органолептических показателей определяемыми являлись: внешний вид, вид фарша на разрезе, запах, вкус, консистенция, цвет. На рабочих дегустациях использовали следующие словесные характеристики качества продукции: отличное – 5 баллов, хорошее – 4 балла, среднее – 3 балла, неудовлетворительное – 2 балла, очень плохое – 1 балл. После дегустаций выводили средний балл поставленных дегустаторами оценок.

Оценку достоверности экспериментальных данных и воспроизводимости опытов осуществляли с помощью критерия Стьюдента. Цифровые величины, указанные в таблицах и графиках, представляют арифметические средние, надежность которых 0,90 (Р), доверительный интервал $\Delta \pm 10$ %.

Одной из главных задач в производстве мясных формованных изделий является создание фаршевой системы с высокими функционально-технологическими и органолептическими свойствами. В первую очередь эти свойства зависят от вида используемого сырья, от степени его изменения в ходе технологической обработки, а также от вида и концентрации внесенных добавок.

Были проведены комплексные исследования по определению рациональной дозы введения куриного фарша и его влияния на органолептические и функционально-технологические свойства модельных мясных систем. В лабораторных условиях были изготовлены шесть модельных фаршевых образцов из мяса оленя с различной степенью внесения куриного мяса:

Образец 1 – фарш из оленины (100 %).
Образец 2 – фарш из оленины (80 %) с добавлением куриного фарша (20 %).
Образец 3 – фарш из оленины (60 %) с добавлением куриного фарша (40 %).
Образец 4 – фарш из оленины (40 %) с добавлением куриного фарша (60 %).
Образец 5 – фарш из оленины (20 %) с добавлением куриного фарша (80 %).
Образец 6 – фарш из куриного мяса (100 %).

Органолептическая оценка качества модельных образцов, подвергшихся термической обработке, представлена в табл. 1.

Таблица 1

Органолептическая оценка качества модельных образцов

Номер образца	Внешний вид	Вид фарша на разрезе	Запах, вкус	Консистенция	Цвет	Итого
1	4,7	5	4,8	4,5	4,5	23,5
2	4,8	4,9	4,8	4,8	4,6	23,9
3	5	5	5	5	4,8	24,8
4	4,9	5	4,9	4,9	4,7	24,4
5	4,8	4,8	4,8	4,7	4,5	23,6
6	4,8	5	4,8	4,5	4,5	23,6

Представленные данные показывают, что образец № 3 является наиболее приемлемым вариантом по большинству показателей, так как интенсивность аромата и вкуса мяса не снижались, а сочная и нежная консистенция свидетельствует о сохранении нативных свойств белков (актина и миозина), которые отвечают за функционально-технологические свойства (ФТС), в частности, влагосвязывающую (ВСС) и влагоудерживающую способности (ВУС). Таким образом, образец № 3 был взят за эталон сравнения.

Образец № 1, изготовленный из оленины, характеризовался суммарной органолептической оценкой в 23,5 балла, так как продукт имел недостаточно нежную, мягкую консистенцию и темный цвет, этот образец и получил наименьший балл за эти показатели (4,5), что связано с денатурацией белков и снижением их растворимости в процессе холодильного хранения.

Остальные образцы характеризовались приемлемыми органолептическими показателями качества, за исключением образцов № 5, 6, где были крошливая консистенция, бледный цвет свойственный куриному мясу (оценка за консистенцию № 5 – 4,7 балла и цвет – 4,5 балла). С увеличением доли куриного фарша в образцах улучшались консистенция – становилась более сочной и мягкой и цвет превращался в более светлый, равномерный.

Максимальное количество баллов органолептической оценки получили образцы № 2 (23,9) и № 4 (24,4).

Таким образом, для проведения дальнейших исследований был отобран образец, содержащие 60 % фарша из оленины и 40 % куриного фарша, и в качестве контроля – модельные образцы из мороженого куриного мяса и мороженого мяса оленя.

Как известно, на экстрагируемость, растворимость и ВУС мышечных белков влияет значение pH фарша. ВУС становится минимальным в изоэлектрической точке миозина и актина (примерно pH 5,0). В изоэлектрической точке молекулы белка не имеют суммарного заряда, что способствует их объединению с образованием агрегатов. ВУС измельченной мышечной ткани увеличивается по мере отклонения pH от этой точки. При повышении pH увеличивается отрицательный заряд белков, что приводит к увлечению силы отталкивания между миозиновыми нитями. Это способствует набуханию миофибрилл и удерживанию ими воды [1].

Нами были проведены исследования функционально-технологических свойств образцов модельных фаршевых систем (содержание воды, pH, ВУС и ВСС). Результаты представлены в табл. 2.

Анализируя представленные данные, можно сделать заключение о линейной зависимости величины pH от концентрации куриного фарша в системе. Значения pH оленины составляет 4,87, что ниже pH мороженого мяса кур, который составил 5,27. Значение pH образца № 3 (введение куриного фарша с концентрацией в 40 %) увеличивается на 0,2 единицы.

Образец, полученный из мороженого мяса оленя, имеет характерные признаки снижения ФТС вследствие необратимых процессов, произошедших с белками в процессе замораживания, измельчения и последующего холодильного хранения, например, ВУС составляет 77,5 %. При

замене части фарша из оленины на куриный фарш (20 %), наблюдалось резкое повышение ВУС (81,2 %), в последующих образцах наблюдается замедление роста данного показателя (82,5 %), а образец из куриного фарша имеет значение показателя ВУС, равное 85,1 %. Это можно объяснить положительным влиянием свойств миофибриллярных белков птицы, что характерно увеличивает свойства ФТС. Значения ВСС в образцах имеет такую же линейную зависимость, что и ВУС. С увеличением доли куриного фарша в образце ВСС увеличивается.

Таблица 2

Функционально-технологические свойства модельных фаршевых систем

Образец	Содержание воды, %	pH	ВУС, %	ВСС, %	
				к массе мяса	к массе общей воды
№1 Фарш из оленины (100 %)	73,7	4,9	77,5	36,8	58,6
№2 Фарш из оленины (80 %) и курицы (20 %)	72,4	5,0	81,2	43,4	65,1
№3 Фарш из оленины (60 %) и курицы (40 %)	74,1	5,1	82,5	49,8	68,3
№4 Фарш из оленины (40 %) и курицы (60 %)	77,9	5,2	83,5	54,2	75,1
№5 Фарш из оленины (20 %) и курицы (80 %)	72,0	5,4	84,7	57,1	78,9
№6 Куриный фарш (100 %)	76,6	5,3	85,1	60,6	83,8

Сравнительное содержание основных питательных веществ фарша-основы из говядины и свинины, с одной стороны, и оленины (60 %) и курицы (40 %) с другой, представленное в табл. 3, показывает, что эти виды фарша по своим химическим показателям идентичны. Учитывая эти показатели, частичная замена мяса оленины на куриное мясо позволяет получить продукт с сохранением химических показателей, свойственных традиционному фаршу.

Еще одним важным показателем биологической и пищевой ценности мясной продукции является жирнокислотный состав липидов, суммарный состав жирных кислот представлен в табл. 4.

Таблица 3

Сравнительная характеристика общего химического состава мясных фаршей, г/100 г

Показатели, %	Фарш из оленины (60 %) и курицы (40 %)	Готовый продукт из говядины (50 %) и свинины (50 %)
Белки	17,6	17,4
Липиды	7,6	9,5
Минеральные вещества	1,4	1,2
Углеводы	0,5	0,6
Вода	72,9	71,3

Таблица 4

Жирнокислотный состав различных видов фарша, % от суммы жирных кислот

Жирные кислоты	Наименование исследуемого образца		
	Фарш из оленины	Фарш куриный	Фарш оленины (60 %) и фарш куриный (40 %)
Σ ненасыщенных ЖК	39,18	27,53	31,36
Σ мононенасыщенных ЖК	22,11	31,75	30,93
Σ полиненасыщенных ЖК	37,09	40,34	37,06
Σ полиненасыщенных жирных ώ-6 кислот	28,73	39,66	34,95
Σ полиненасыщенных жирных ώ-3 кислот	7,63	0,62	2,01

Из полученных данных видно, что фарш из оленины и куриный фарш богаты жирными кислотами, однако в фарше из оленины преобладают ненасыщенные жирные кислоты и полиненасыщенные жирные ώ-3 кислоты, а в курином фарше преобладают полиненасыщенные жирные

кислоты, мононенасыщенные жирные кислоты и полиненасыщенных жирных ώ-6 кислоты. Сочетание двух видов фаршевых систем приводит к повышению соответствующих жирных кислот, что свидетельствует о высокой биологической ценности полуфабрикатов.

Таким образом, обосновано использование оленины в технологии мясных формованных изделий с целью расширения ассортимента высококачественной пищевой продукции повышенной биологической ценности, а также внесение куриного фарша с целью улучшения органолептических свойств и снижения себестоимости. Установлено, что мясные рубленые полуфабрикаты из фарша оленины (60 %) и куриного фарша (40 %) обладает высокими функционально-технологическими свойствами. Установлена линейная зависимость величины pH от концентрации куриного фарша в системе. Значения pH оленины составляет 4,9, что ниже pH мороженого мяса кур – 5,3. Значение pH образца, содержащего 60 % оленины и 40 % куриного фарша, увеличивается на 0,2 единицы. Выявлено, что замена части оленины на куриный фарш (20 %), приводило к резкому повышению ВУС (81,2 %), а затем к замедлению роста данного показателя, ВСС ведет себя аналогично.

Библиографический список

1. Лисицин А.Б. Теория и практика переработки мяса / А.Б. Лисицин, Н.Н. Липатов, Л.С. Кудряшов и др. – М.: ВНИИМП, 2004. – 378 с.

2. Кузьмичева М.Б. Российский рынок нетрадиционных видов мяса / М.Б. Кузьмичева // Мясная индустрия. – 2005. – № 3. – 25-28 с.

3. Южаков А.А. Этническое оленеводство Западной Сибири: ненецкий тип. / А.А. Южаков, А.Д. Мухачев. – Новосибирск, 2001. – 21-24 с.

4. Липатов Н.Н. Перспективы использования мяса северных оленей в продуктах нового поколения для детского питания / Н.Н. Липатов, Н.Н. Мепатов, В.В. Кузнецов, И.Я. Конь // Мясная индустрия. – 1998. – № 7. –19-22 с.

5. Кудряшов Л. С. Мясная продуктивность северного оленя и пищевая ценность его мяса / Л.С. Кудряшов, И.Г. Войтова, Л.И. Лебедева, А.А. Семенова // Все о мясе. – 2003. – № 1. – 22-23 с.

6. Мухачев А.Д. Мясная продуктивность северных оленей / А.Д. Мухачев, Л.А. Колпащиков, К.А. Лайшев. – Новосибирск, 2001. – 29-31 с.

7. Кох Г. Производство и рецептуры мясных изделий. Мясная гастрономия / Г. Кох, М. Фукс; пер. с нем. – СПб.: Профессия, 2005. – 656 с.

8. Антипова Л.В. Физические методы контроля сырья и продуктов мясной промышленности (лабораторный практикум) / Л.В. Антипова, Н.Н. Безрядин, С.А. Титов и др. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 200 с.

9. Журавская Н.К. Исследование и контроль качества мяса и мясопродуктов / Н.К. Журавская, Л.Т. Алёзина, Л.М. Отряшенко – М.: Агропромиздат, 1985. – 58-60 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЫБНОГО ФАРША И БЕЛКОВО-ЛИПИДНОЙ ЭМУЛЬСИИ ИЗ КОЖИ ПТИЦЫ В ТЕХНОЛОГИИ КОРМОПРОДУКТА

А.С. Гришин
ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток

Приведены результаты исследований по разработке консервированного кормопродукта на основе рыбного фарша и белково-липидной эмульсии (БЛЭ) из кожи птиц. Обоснована технология получения пастеризованных сосисок. Установлены основные показатели качества.

Кормовые продукты для домашних животных являются неотъемлемой частью современного общества. Индустрия товаров и услуг для домашних питомцев имеет положительную динамику роста товарооборота и, следовательно, компании-производители наращивают объемы производства, расширяют ассортимент, основываясь на новых знаниях в области ветеринарии и питания. Высококачественный корм для домашних животных должен содержать достаточное количество углеводов, белков, липидов, минеральных веществ, воды и витаминов, а также их качественный состав должен быть максимально разнообразен. Всего этого можно добиться, составляя кормопродукт многокомпонентного состава, кроме этого, достаточное потребление питательных ве-

ществ имеет большое значение для здоровья и активности животного. В более «требовательные» периоды жизни, такие как рост, беременность или период лактации, организму требуется дополнительное питание. Кормовые продукты для домашних животных поставляются на рынок в сухом гранулированном, полусухом и консервированном видах, наиболее популярны сухие, так как их стоимость в 2-3 раза ниже, по сравнению с другими. Влажность сухих кормов составляет 6-10 %, полусухих – 23-40 % и консервированных – 68-78 %. Консервированные корма обладают более высокими вкусовыми качествами и переваримостью, но они дороже [1, 2].

Целью настоящей работы является разработка технологии кормовой продукции по типу «сосисок» для домашних животных на основе сырья животного происхождения.

Научно-исследовательские работы по исследованию сырья, разработке рецептур и готового продукта проводились во ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз» и ФГУП «ТИНРО-Центр».

Объектами исследования в данной работе являлись мясосодержащие сосиски для домашних животных на основе шкуры птицы и рыбного фарша, полуфабрикаты при их изготовлении, модельные системы.

При разработке технологии мясосодержащих сосисок были использованы: кожа куриная мороженая, производитель ОАО «Михайловский бройлер» (ГОСТ); фарш рыбный, изготовленный из горбуши мороженой; соль поваренная пищевая (ГОСТ Р 51574-2000); вода питьевая (СанПиН 2.1.4.1074-01); каррагинан CST, производитель MSC CO. LTD. (Ю. Корея), соответствующий требованиям ТУ 10-24-20, соотношение йота и каппа-каррагинана 5:5, получен из бурых водорослей *E.Cotonil* и *Eucheuma spinosum*; глутамат натрия (Е-621), полифосфат калия (Е-452); лактат натрия (Арлак С, Е325), производитель – «ADM Food Ingredients» (Германия).

Отбор проб для анализа проводили стандартными методами в соответствии с ГОСТ Р 51447-99 «Мясо и мясные продукты. Методы отбора проб». Определение массовой доли белка проводили по ГОСТ 250011-81 «Мясо и мясные продукты. Методы определения белка» – методом Кьельдаля; pH (активная кислотность) – потенциометрическим методом с помощью прибора РН-121 по ГОСТ 26188-84; липидов – по методу Блайя и Дайера; массовой доли воды – методом высушивания на приборе Чижовой; углеводов – расчетным методом; минеральных веществ (золы) – методом сжигании навески в муфельной печи; поваренной соли – по методу Мора по ГОСТ 26186-84; количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) – по ГОСТ 10444.15-94 [3].

Водоудерживающая способность (ВУС) мяса определяется как разность между массовой долей воды в мясе и количеством воды, отделившейся в процессе термической обработки. Определение водосвязывающей способности (ВСС) выводили по методу Грау и Хамма в модификации ТИНРО.

При определении органолептических показателей определяемыми являлись внешний вид, запах, консистенция, цвет.

Оценку достоверности экспериментальных данных и воспроизводимости опытов осуществляли с помощью критерия Стьюдента. Цифровые величины, указанные в таблицах и графиках, представляют арифметические средние, надежность которых 0,90 (Р), доверительный интервал $\Delta \pm 10$ %.

Первоначально нами были исследованы показатели качества кожи куриной, реализуемой на территории г. Владивостока. Содержание основных питательных веществ составляет (г/100 г): белок – 18,5, липиды – 11,2, углеводы – 0,6, минеральные вещества – 1,2, вода – 68,5, pH равен 5,8, что свидетельствует о том, что шкурка сухопутной птицы естественным образом обеспечивает высокую биологическую ценность, обладая значительной массовой долей белка и жира.

Белки шкурки содержат полный состав незаменимых аминокислот, однако присутствуют лимитирующие аминокислоты, что предполагает внесение дополнительных источников этих аминокислот. В качестве источника нами выбран фарш рыбный (горбуша), который сбалансирован по аминокислотному составу и обладает рядом приемлемых функционально-технологических свойств и стоимостью [4, 5].

Изучение функциональных свойств шкурки сухопутной птицы показало значительную долю связанной влаги, обусловленную специфичностью белкового состава. Сырье обладает низкой влаговыделяющей и высокой жироудерживающей способностью. Невысокое значение предела напряжения среза сырья говорит о том, что не требуется дополнительных затрат при измельчении и гомогенизации: это может производиться на имеющемся оборудовании, таким образом шкурка сухопутной птицы может быть использована при производстве белково-липидной эмульсии (БЛЭ) для производства мясных фаршевых и пастообразных изделий, в том числе вареных колбас.

Технология БЛЭ на основе шкурки сухопутной птицы заключалась в следующем: кожа птицы подвергается предварительной термовлагообработке при жидкостном коэффициенте 1-1,5 и температуре 85-90 °С в течение 30-35 мин для частичной денатурации белковых структур. Затем шкурку охлаждают до 40-50 °С, подвергают тонкому измельчению на гомогенизаторе или куттере в течение 5-7 мин с добавлением одной части бульона с жировой фракцией на одну часть сырья до получения однородной массы, отличающейся высокой стабильностью эмульсии [2].

Известно, что лактаты (натриевые и калиевые соли молочной кислоты) способствуют набуханию белка, повышению ВСС, тем самым улучшают органолептические характеристики и увеличивают выход готовых изделий, оказывают бактериостатический эффект (тормозят рост микроорганизмов). Для исследований нами был выбран лактат натрия (Арлак С, Е325), который является синергистом антиокислителей, выступает в качестве регулятора кислотности, влажности и в качестве наполнителя. Рекомендуемая дозировка лактатов обычно составляет 0,5-3,5 % [6].

Для определения оптимальной дозы введения лактата натрия в модельные фаршевые системы были выбраны следующие концентрации, %: 0,5, 1,5, 2,5, 3,5. Модельные системы были представлены образцами из БЖЭ и фарша рыбного в соотношении 25:75. Результаты исследований показывают, что внесение лактата натрия в модельную систему в концентрации 0,5 % незначительно повышает ВСС по сравнению с исходными данными (с 60,6 до 60,8 %). Дальнейшее увеличение концентрации также незначительно увеличивает показатель, что коррелирует с уже имеющимися данными [7]. Значения ВУС повышается на 0,3-3,9 % от исходного.

Таким образом, установлено, что внесение лактата натрия существенного влияния на ФТС модельных образцов не оказывает, но учитывая, что его действие в процессе термообработки усиливается, так как он способен образовывать микроструктуру гелевого матрикса фарша, тем самым повышая сочность и выход продукта и обладает бактериостатическим эффектом [6], что особенно важно при изготовлении продуктов, дополнительно обсеменяемых при изготовлении, его использование возможно в концентрации 1,5 % [8].

Внесение каррагинана и полифосфатов связано с особенностями технологии изготовления вареных колбасных изделий, в том числе сосисок.

На основании комплексного подхода к обоснованию рецептуры и проведенных исследований была разработана рецептура мясосодержащих сосисок для домашних животных, которая включала (кг/100 кг): БЖЭ (на основе кожи кур) – 25,15, фарш рыбный (горбуша) – 62,7, вода (лед) – 10,5, соль поваренная – 1,0, лактат натрия – 0,15, полифосфаты – 0,15, каррагинан – 0,3, глутамат натрия – 0,05.

Следующим этапом разработки технологии являлось научное обоснование температурно-временных параметров термообработки полученных колбасных изделий, гарантирующих необходимый статистический уровень безопасности для пастеризованных продуктов.

Расчетный требуемый нормативный пастеризационный эффект Рн для разработанных изделий равен 40,65 усл. мин.

Для практического определения фактического пастеризующего эффекта Рф были проведены теплофизические исследования. Сформированный сосисочный батон подвергали варке и замеряли температуру греющей среды и в центре батона через каждые 5 мин. Пастеризацию проводили 5 раз для получения сопоставимых измерений, интерпретация результатов представлена на рис. 1.

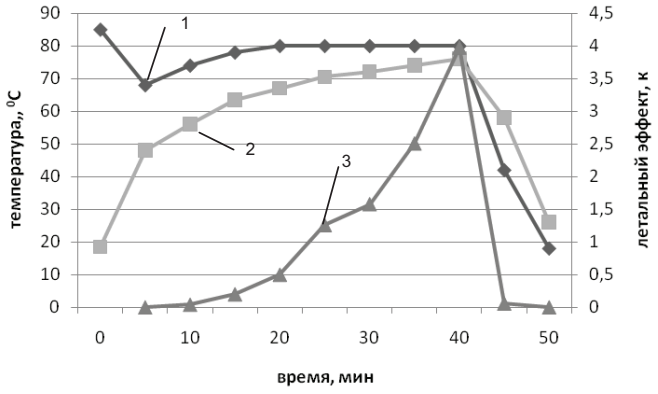


Рис. 1. Прогреваемость и пастеризующий эффект (Рф) сосисок для домашних животных (масса нетто батона 120 г, оболочка «Амипак», диаметр 34 мм):
1 – температура в пастеризаторе; 2 – температура в батоне; 3 – летальный эффект

Анализ полученных результатов теплофизических исследований показывает, что варка сосисок в течение 20 мин при температуре греющей среды 80 °С обеспечивает требуемый пастеризационный эффект, Рф при этом составляет 50,65 усл. мин, что удовлетворяет условиям расчетных требований.

Для подтверждения параметров разработанного режима пастеризации были проведены микробиологические исследования в ходе проведения которых установлено, что количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) не превышает допустимый уровень, отвечающий требованиям промышленной стерильности для консервов группы «Д» (не более 2×10^2 КОЕ/г ($см^3$)).

Таким образом, результаты проведённых исследований позволили научно обосновать рациональный режим пастеризации мясосодержащих сосисок для домашних животных, обеспечивающий промышленную стерильность и высокое качество готового продукта.

Следующим этапом является разработка технологического регламента, схема производства представлена на рис. 2.

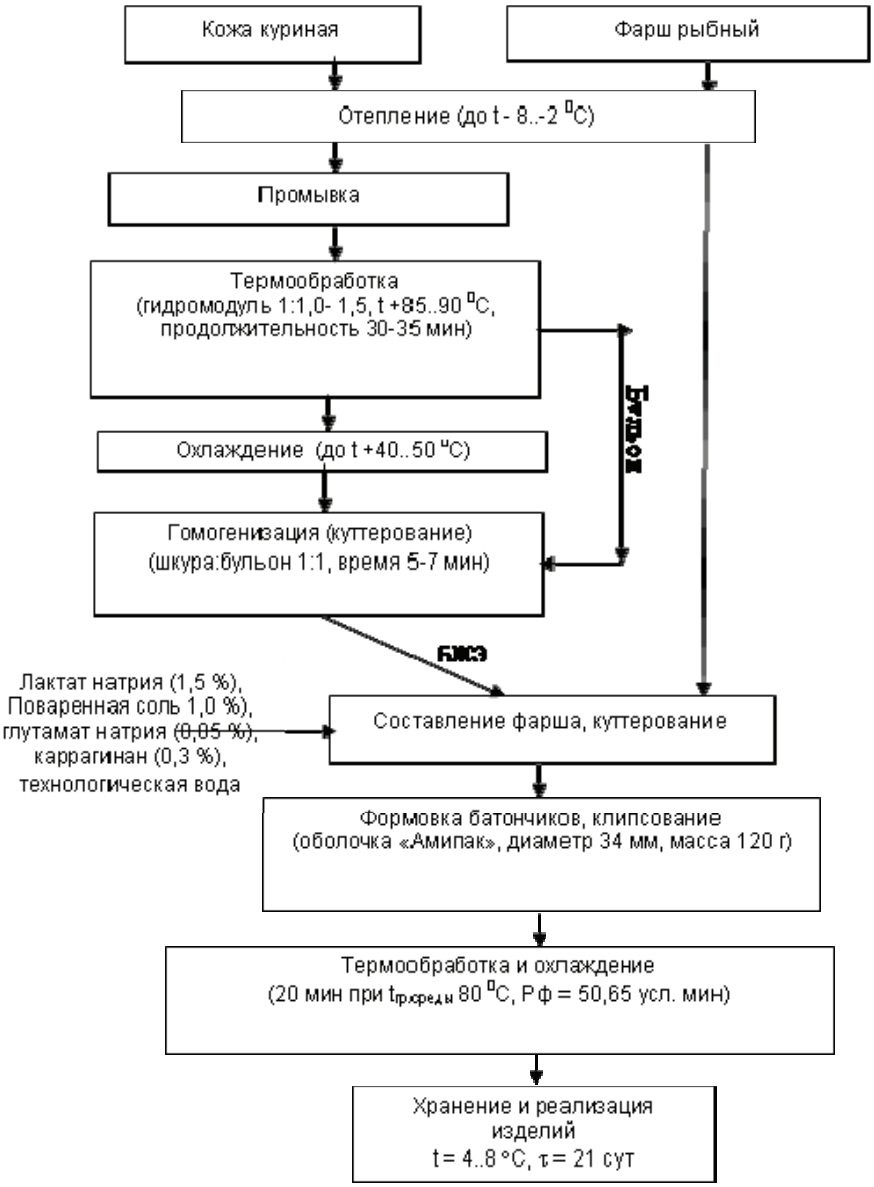


Рис. 2. Технологическая схема изготовления сосисок для домашних животных

Обоснование сроков годности и условий хранения готовых изделий проводили согласно МУК 4.2.1847-04 «Методические указания. 4.2. Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы санитарно-эпидемиологической оценки обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов».

Основой санитарно-эпидемиологического обоснования сроков годности пищевых продуктов являются проведение микробиологических, санитарно-химических исследований, оценка органолептических свойств образцов продукции в процессе хранения при температурах, предусмотренных нормативной и/или технической документацией.

Так как разработанные нами сосиски являются новыми и не являются аналогами имеющихся групп, то были проведены комплексные исследования по установлению сроков хранения.

Сроки исследования продуктов должны по продолжительности превышать предполагаемый срок годности, указанный в проекте нормативной или технической документации, на время, определяемое так называемым коэффициентом резерва, который для нескоропортящихся продуктов, в том числе пастеризованных, составляет 1,15. Продукты, содержащие пищевые добавки консервирующего действия, изготовленные с применением температур ниже 80 °С, охлажденные консервированные, исследуются без применения контрольных испытаний при повышенной температуре.

Результаты проведенных исследований по определению соответствия разработанного ассортимента в процессе хранения по показателям безопасности на соответствие СанПиН 2.3.2.1078-01, в части микробиологических показателей показывают, что срок гарантированного хранения при температуре +4…+8 °С может составлять минимум 21 день при условии целостности оболочки.

Следующим этапом было определение органолептических показателей качества разработанных сосисок, которое проводилось по 5-балльной шкале. Результаты полученных данных свидетельствуют, что общая бальная оценка органолептических показателей качества при сроке хранения в 28 суток незначительно варьируется и данный гарантированный срок хранения не ухудшает эти характеристики.

Следующим этапом являлось определение наиболее значимых физико-химических показателей качества сосисок, которые изменяются в процессе хранения. Нами было определено накопление небелкового азота (Nнб) и азота летучих оснований (Nло). Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Динамика накопления небелкового азота (Nнб) и азота летучих оснований (Nло) в сосисках в процессе хранения

Срок хранения	Nнб, мг /100 г	Nло, мг /100 г
фон	183 ± 9	7,4 ± 0,8
7	198 ± 10	8,1 ± 1,0
14	220 ± 10	9,3 ± 1,2
21	234 ± 12	9,3 ± 1,2
28	256 ± 13	10,7 ± 1,1

Результаты проведенных исследований показали, что первоначальное содержание небелкового азота и азот летучих оснований составляет 183 ± 19 мг/100 г и 7,4 ± 0,8 мг/100 г соответственно. В процессе хранения происходит постепенное накопление небелкового азота и азота летучих оснований.

Поверхность батона при таких режимах хранения не подвергалась значительному изменению.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить, что гарантированный срок хранения сосисок для домашних животных на основе кожи птицы и рыбного фарша, упакованных в оболочку «Амипак» составляет 21 сутки при стандартных режимах хранения в условиях бытового холодильника (+ 4…+8 ^{0}С).

При оценке качества сосисок для домашних животных были проведены исследования по определению основных органолептических и физико-химических показателей качества, результаты которых представлены в таблице 2.

Данные по исследованию содержания ксенобиотиков в корме и микробиологическим показателям качества характеризуют продукт как безопасный при его употреблении животными согласно ВетПиН.

Таким образом, разработана технология мясосодержащих сосисок для домашних животных на основе БЛЭ из кожи птицы и рыбного фарша и дана оценка качества разработанного ассортимента.

Таблица 2

Основные органолептические и физико-химические показатели качества сосисок для домашних животных

Наименование показателя (характеристика)	Содержание характеристики
Внешний вид	Батончики с чистой сухой поверхностью, без повреждения оболочки
Консистенция	Упругая, сочная
Вид фарша на разрезе	Светлый, равномерно перемешан и содержит кусочки кожи птицы
Запах	Приятный, свойственный данному виду продукта
Форма и размер	Батончики цилиндрической формы, клипсованные, длиной 9±2 см
Масса штучной сосиски, г	120±4
Содержание (г/100 г) вода белок липиды углеводы поваренная соль	 68,8 20,2 6,6 2,5 0,9
Энергетическая ценность, кКал	150

Библиографический список

1. Попков Н.А. Корма и биологически активные вещества / Попков Н.А., Фисинин В.И., Егоров И.А., Пономаренко Ю.А. – Минск: Белорусская наука, 2005. – 882 с.

2. Антипова Л.В. Использование вторичного коллагенсодержащего сырья мясной промышленности / А.В. Антипова, И.А. Глотова. – СПб.: Гиорд, 2006. – 384 с.

3. Антипова Л.В Физические методы контроля сырья и продуктов мясной промышленности (лабораторный практикум) / Л.В. Антипова, Н.Н. Безрядин, С.А. Титов и др. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 200 с.

4. Лисицин А.Б. Теория и практика переработки мяса / А.Б. Лисицин, Н.Н. Липатов, Л.С. Кудряшов и др. – М.: ВНИИМП, 2004. – 378 с.

5. Гуринович Г.В. Теоретическое и экспериментальное обоснование принципов использования нетрадиционных видов сырья в технологии мясных продуктов: автореф. дис. … д-ра техн. наук по специальности 05.18.04 / ГОУ ВПО КемТИПП. – Кемерово, 2006. – 45 с.

6. Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок в переработке мяса и рыбы – СПб.: Профессия, 2007. – 256 с.

7. Безуглова А.В. Технология производства паштетов и фаршей / А.В. Безуглова, Г.И. Касьянова, И.А. Палагина. – Ростов-на-Дону: МарТ, 2004. – 304 с.

8. Рогов И.А., Жаринов А.И., Нелепов Ю.Н. Методические принципы разработки рецептур и технологий новых видов мясопродуктов / Пища. Экология. Человек.: материалы Всерос. науч.-техн. конф. – М., 1995. – 33-36 с.

СПОСОБЫ СОЗДАНИЯ ВИБРАЦИОННЫХ КОЛЕБАНИЙ

К.Ю. Мельников
ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток

Проанализированы методы и средства возбуждения вибраций в диапазоне частот от 10 мГц до 10 кГц, а также способы управления вибрацией, ее измерения и контроля.

Совокупность методов и средств возбуждения механических колебаний (вибрации) в диапазоне частот от 10 мГц до 10 кГц, а также способы управления вибрацией, ее измерения и контроля составляют понятие вибрационная техника. К этим средствам относят вибрационные машины, стенды, приборы, аппараты, устройства с преднамеренным возбуждением вибрации для выполнения полезных функций (например, при перемещении рыбы, картофеля и других продуктов); для управления вибрацией и измерения её.

Используются следующие эффекты, возникающие при вибрировании: создание одностороннего направленного движения штучных изделий и насыпных грузов, перекачка жидкостей; поддержание циркуляционного движения обрабатываемого материала или частые соударения твёрдых элементов вибрируемой среды (вибрационная обработка, помол, перемешивание); множественное возобновление и нарушение контактов между частицами вибрируемой среды (тепло- и массообменные процессы — нагрев, сушка, охлаждение); создание интенсивных перемещений твёрдых частиц или частиц эмульсии относительно жидкой вибрируемой среды (экстракция, растворение, выщелачивание, окрашивание); удары, передаваемые рабочим органом на вибрируемую среду (ударно-вибрационное дробление, трамбование); снижение сопротивления среды действию малых постоянных сил за счёт вызванного вибрацией проскальзывания частиц среды или её слоев (уплотнение, заполнение тары и т.д.) [1].

Наиболее распространёнными видами вибрационного привода рабочих органов средств являются центробежный, возбуждающий колебания до 500 Гц, электромагнитный (50-100 Гц), поршневой (5-80 Гц), кривошипно-шатунный (1-20 Гц) [2, 3].

К средствам измерения параметров вибраций (перемещений, скоростей и ускорений, частот, фаз, амплитуд) относятся виброметры и акселерометры. Различают два метода измерения вибрационных перемещений, скоростей и ускорений: измерение величин относительно не зависимой от колеблющегося тела системы отсчёта; измерение деформации упругого звена с помощью инерционного элемента, связанного с колеблющимся телом. Современная виброизмерительная аппаратура состоит из датчиков, преобразователей, анализаторов, показывающих и регистрирующих приборов, сигнализирующих устройств. Для обеспечения точности измерений виброизмерительная аппаратура подвергается калибровке.

Одной из задач вибрационной техники является защита людей, приборов, машин, сооружений от действия вредной вибрации. Помимо обычной пассивной виброизоляции, не требующей дополнительных источников энергии, применяют статическую и динамическую балансировку, подбор инерционных и упругих параметров, исключающих работу в зонах резонансов, введение демпфирующих элементов при невозможности работы вдали от области резонанса, динамическое гашение вибрации путём присоединения специально настроенных вибрационных (масса на пружине, маятник) или ударно-вибрационных (шарики, ударяющиеся о стенки) устройств; средства активной виброизоляции (автоматическое подавление колебаний). Динамическое управление вибрацией может преследовать цели гашения, усиления или стабилизации колебаний. Динамическое усиление колебаний осуществляется настройкой системы на резонансный режим. При некоторых настройках в двух- и многомассных системах возможно осуществление динамической стабилизации амплитуды вынужденных колебаний, которая становится почти не зависящей от изменения вибрируемых масс или жёсткости некоторых элементов.

Библиографический список

1. Гончаревич И.Ф., Урьев Н.Б., Телейсник М.А. Вибрационная техника в пищевой промышленности. – М.: Пищ. пром-сть, 1977. – 278 с.

2. Дерябин А.А., Проскура Д.Ю., Мельников К.Ю., Угрюмова С.Д. Патент на полезную модель № 91987 Устройство вибрационного перемещения гидробионтов / Заявл. 21.10.2009 г. Опубл. 10.03.2010 г. – Бюл. № 7.

3. Дерябин А.А., Мельников К.Ю., Угрюмова С.Д. Физические основы вибрационного перемещения гидробионтов: Междунар. науч.-техн. конф. «Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана»: в 2 ч. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2010. – Ч. 2. – С. 186-188.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ ПРИ ПОСОЛЕ ЛОСОСЕВОЙ ИКРЫ

Т.И. Штанько, И.В. Гемба
ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток

Одной из приоритетных задач современной технологии создания «здоровой пищи» является изготовление сбалансированных по составу и усвояемости пищевых изделий, обеспечивающих при этом экологическую чистоту и микробиологическую безопасность. Среди деликатесных пи-

щевых продуктов, выпускаемых предприятиями рыбной промышленности Дальнего Востока, уникальными органолептическими свойствами и высокой питательной ценностью характеризуется лососевая зернистая икра, имеющая стабильно высокий уровень потребления населением и являющаяся традиционным российским брендом.

Существенный вклад в развитие технологии посола лососевой икры внесли Абрамова Л.С., Бухрякова Л.К., Воробьев В.В., Громова В.А., Копыленко Л.Р., Калиниченко Т.П., Кизеветтер И.В., Купина Н.М., Лазаревский А.А., Лапшин И.И., Леванидов И.П., Литвинова Ф.А., Макарова Т.И., Наседкина Е.А., Рубцова Т.Е., Слуцкая Т.Н., Стародубцева Н.Б., Теплицкая А.М. и многие другие исследователи.

Учитывая сезонность производства лососевой икры, приоритетными задачами рыбной промышленности всегда являлись минимизация потерь сырья при пробивке, которая обычно достигает 30 %, а также обеспечение качества готовой продукции. Консервирование икры только хлористым натрием не обеспечивает необходимого микробиологического уровня безопасности при длительном хранении, а применение более жестких консервантов (бура, уротропин, бензойнокислый натрий, бензойная кислота и некоторые другие вещества) увеличивает токсичную, канцерогенную и мутагенную опасность готовой продукции. С 2009 г. использование некоторых вышеперечисленных консервантов запрещено, в связи с чем рыбной промышленности стали предлагать широкий перечень консервантов, в том числе и иностранного производства, зачастую экспортируемых из стран с невысоким промышленным потенциалом, а, следовательно, не прошедших в полном объеме необходимых санитарно-гигиенических испытаний, что вызывает дополнительную озабоченность общественности.

В настоящее время на российском потребительском рынке, помимо классической лососевой икры, представлен широкий ассортимент различных модификаций, т.е. изготовление соленой икры постоянно совершенствуется, отражая не только современное состояние теории и практики, но и учитывая возрастающие санитарные и изменяющиеся потребительские требования к качеству продукции. Принимая во внимание смещающиеся приоритеты к производству экологически чистых продуктов поиск новых технологических решений при изготовлении лососевой соленой икры является актуальной задачей.

Альтернативой существующим консервантам может быть молочная сыворотка, использование которой при посоле лососевой икры определяется ее антимикробным и антиокислительным свойствами, а также экологической чистотой и доступностью.

Учитывая отсутствие традиционных консервантов в технологии изготовления данной продукции, целью нашей работы являлось исследование микробиологических показателей лососевой зернистой икры, приготовленной с использованием молочной сыворотки в течение рекомендуемого срока хранения со строгим соблюдением регламентируемых условий.

Одной из приоритетных задач современной технологии создания здоровой пищи является производство сбалансированных по составу, безопасных и экологически чистых продуктов, содержащих минимально возможное количество консервантов и других нежелательных веществ.

Заготовку образцов икры проводили в лаборатории Дальрыбвтуза. Объектами исследования являлась икра горбуши, кеты и нерки нерестового периода, соответствующая требованиям действующей нормативной документации. Время с момента вылова до начала обработки составляло 2 ч. Икру соленую лососевую готовили по действующей технологической инструкции двух вариантов:

- первый вариант – с использованием молочной сыворотки, содержание поваренной соли 5,6 %;
- второй вариант – традиционный способ (без консервантов и с консервантами), поваренной соли 5,6 %.

Расфасовку икры лососевой проводили в банку №6, предварительно обработанную острым паром и 96%-м этиловым спиртом. Укупорку банок производили на вакуум-закаточной машине при вакууме в камере 0,5 кгс/см^2.

Исследование качества соленой икры проводили сразу после изготовления и ежемесячно в течение 6 месяцев. В перечень химических показателей входило определение содержания влаги, белка, липидов, хлористого натрия, буферности, небелкового азота, аминного азота, кислотных и перекисных чисел, которые осуществляли общепринятыми в научных исследованиях методами. Одновременно проводилась органолептическая оценка образцов соленой икры [1].

Для установления микробиологической безопасности соленой лососевой икры в течение шести месяцев хранения при температуре минус 5 °С проводилось определение следующих микробиологических показателей:

- количества мезофильно-аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ);

- присутствие санитарно-показательной микрофлоры;

- динамики развития микроорганизмов, а также оптимальных сроков хранения соленой лососевой икры в соответствии с их микробиологической безопасностью для потребителя.

Микробиологическую оценку качества продукции в процессе приготовления и хранения проводили по стандартным показателям в соответствии с санитарно-эпидемиологическими правилами и нормами СанПиН 2.3.2.-01:

При этом в исследуемых образцах определяли:

- количество мезофильных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ),

- наличие группы кишечной палочки (БГКП),

- количество патогенных микроорганизмов, в том числе *St.aureus* и сальмонелл (в 25 г),

- сульфитредуцирующих клостридий и микроскопических грибов.

Определение биологической ценности продуктов, под которой понимают его относительную пищевую ценность, проводили методом in vitro с использованием стандартных синхронизированных культур инфузорий вида *Tetrachimena pyriformis* [2]. Этот метод в известной степени моделирует процесс переваривания белков в желудочно-кишечном тракте. На тест-инфузориях определяли относительную пищевую ценность продуктов. Относительную пищевую ценность разработанной икры оценивали в сравнении с казеином. Для сравнения относительной пищевой ценности разработанной икры определяли также относительную питательную ценность традиционной икры лососевых рыб.

На основании полученных данных рассчитывали относительную пищевую ценность, которая представляла собой процентное отношение количества выросших особей на исследуемом продукте и казеине.

Полученные результаты исследования свидетельствуют об отсутствии токсичности разработанных продуктов, поскольку угнетения и гибели культур Tetrachimena pyriformis, выросших на пробах продуктов, не наблюдалось.

Результаты исследования (рисунки 1 и 2) свидетельствуют о высокой относительной пищевой ценности икры лососевой зернистой, изготовленной с использованием молочной сыворотки, которые выше показателей икры, приготовленной традиционным способом. Так, икра экспериментального образца имеет относительную питательную ценность 98,7-99,2 %, в то время как икра контрольного образца – 93,9-97,5 %. Использование в технологии изготовления икры лососевой зернистой молочного сырья (молочной сыворотки, имеющей в своем составе ценные в биологическом отношении белки сыворотки и молока) позволяет существенно повысить относительную питательную ценность разработанной технологии икры по сравнению с традиционной икрой, имеющей в своем составе только белок икры.

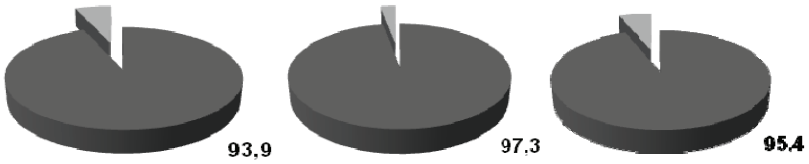


Рис. 1. Относительная питательная ценность (%): икры лососевой зернистой, приготовленной традиционным способом, изготовленной из горбуши (1), нерки (2), кеты (3)

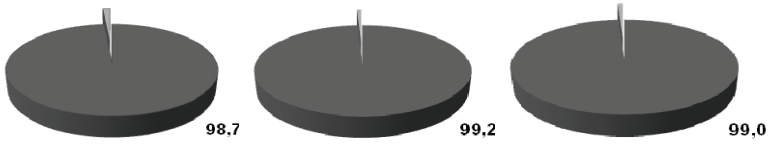


Рис. 2. Относительная питательная ценность (%): икры лососевой зернистой, приготовленной экспериментальным способом, изготовленной из горбуши (1), нерки (2), кеты (3)

Микробиологическая характеристика готовой продукции на момент изготовления представлена в табл. 1.

Таблица 1

Микробиологическая характеристика образцов соленой икры

Вид продукта	КМАФАнМ, КОЕ/г	БГКП (колиформы) в 1 г продукта	S. aureus в 1 г продукта	Сульфитредуцирующие клостридии, в 1 г продукта	Патогенные, в том числе сальмонеллы, в 1 г продукта	Дрожжи, КОЕ/г	Плесени, КОЕ/г
Традиционный способ (без консервантов)							
Горбуша	$1,5 \cdot 10^2$	но	но	но	но	но	но
Кета	$5,3 \cdot 10^2$	но	но	но	но	но	но
Нерка	$3,6 \cdot 10^2$	но	но	но	но	но	но
Традиционный способ (с консервантами)							
Горбуша	$1,4 \cdot 10^1$	но	но	но	но	но	но
Кета	$2,3 \cdot 10^1$	но	но	но	но	но	но
Нерка	$1,8 \cdot 10^1$	но	но	но	но	но	но
Экспериментальный способ							
Горбуша	$1,1 \cdot 10^2$	но	но	но	но	но	но
Кета	$5 \cdot 10^2$	но	но	но	но	но	но
Нерка	$2,2 \cdot 10^2$	но	но	но	но	но	но

Примечание. «но» – не обнаружено.

По санитарным нормам качества соленая икра, приготовленная с использованием молочной сыворотки соответствует требованиям СанПиНом 2.3.2. 280-03 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевой продукции», дополнения и изменения №2 к СанПиН 2.3.2.1078-01.

Микробиологические исследования свидетельствует о том, что способ посола икры с использованием молочной сыворотки обеспечивает микробиологические нормы, КМАФАнМ изменяется от $1,1 \cdot 10^2$до $5 \cdot 10^2$ КОЕ/г, (а остальные нормируемые показатели БГКП, B. sereus, S. aureus и сульфитредуцирующие клостридии, патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы) не обнаружены.

Невысокую обсемененность микроорганизмами икры, приготовленной экспериментальным способом, можно объяснить правильно подобранным способом переработки икры, а именно выдерживанием икры-сырца в молочной сыворотке, обеспечивающей снижение до минимума начальной бактериальной обсемененности икры, а также присутствие молочной кислоты и антимикробных агентов (лизоцима, лактоферрина и лактопероксидаза), ограничивающих развитие микрофлоры за счет снижения величины активности воды икры, иными словами – уменьшения «доступности» воды, необходимой для существования и развития микроорганизмов [3].

Вторым этапом исследований являлась фиксация микробиологических и органолептических показателей анализируемых образцов в процессе хранения при температуре минус 4 – минус 6 °С, который проводили 1 раз в месяц в течение 6 месяцев.

Как показала органолептическая оценка образцов, хранившихся при температуре минус 5 ^{o}С в течение 4 мес., продукты имели свойственные внешний вид, вкус, запах и консистенцию, при этом сенсорная оценка икры находилась в пределах от 17,2 до 17,4 баллов. На 6 месяце хранения в образцах было отмечено появление едва заметного рыбного привкуса и запаха, что привело к снижению органолептических показателей массы до 16,0-16,2 баллов. При этом существенных изменений физико-химических и реологических показателей в процессе хранения не выявлено.

Исследование показало, что бактерии группы кишечной палочки, золотистый стафилококк, патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, сульфитредуцирующие клостридии, а также плесень и дрожжи отсутствовали во всех образцах икры, приготовленной экспериментальным способом, в процессе указанного способа хранения. Изменение микробиологической характеристики КМАФАнМ соленой икры в процессе хранения представлены в табл. 2.

Подобную устойчивость в хранении и невысокую обсемененность микроорганизмами икры, приготовленной экспериментальным способом, можно объяснить правильно подобранным способом переработки икры, а именно выдерживанием икры-сырца в молочной сыворотке, обеспечивающей снижение до минимума начальной бактериальной обсемененности икры, а также присутствием молочной кислоты, ограничивающей развитие микрофлоры за счет снижения величины активности воды икры, иными словами – уменьшения «доступности» воды, необходимой для существования и развития микроорганизмов [3].

Таблица 2

Изменение КМАФАнМ соленой икры в процессе хранения, КОЕ/г

Икра	Сроки хранения					
	1 мес.	2 мес.	3 мес.	4 мес.	5 мес.	6 мес.
Традиционный способ (без консервантов)						
горбуши	$3,5\cdot10^2$	$1,2\cdot10^3$	$3,4\cdot10^3$	$4,1\cdot10^4$	-	-
кеты	$6,4\cdot10^2$	$5,1\cdot10^3$	$6,5\cdot10^3$	$3,7\cdot10^4$	-	-
нерки	$4,9\cdot10^2$	$3,1\cdot10^3$	$1,2\cdot10^4$	$5,5\cdot10^4$	-	-
Традиционный способ (с консервантами)						
горбуши	$7,6\cdot10^1$	$1,8\cdot10^2$	$3,8\cdot10^2$	$6,2\cdot10^2$	$1,5\cdot10^3$	$4,6\cdot10^3$
кеты	$9,3\cdot10^1$	$2,6\cdot10^2$	$5,4\cdot10^2$	$8,5\cdot10^2$	$2,5\cdot10^3$	$7,1\cdot10^3$
нерки	$7,9\cdot10^1$	$2,1\cdot10^2$	$3,7\cdot10^2$	$5,6\cdot10^2$	$1,9\cdot10^3$	$6,9\cdot10^3$
Экспериментальный способ						
горбуши	$8,7\cdot10^2$	$9,2\cdot10^2$	$1,7\cdot10^3$	$6,3\cdot10^3$	$9,5\cdot10^3$	$4,1\cdot10^4$
кеты	$1,0\cdot10^3$	$1,1\cdot10^3$	$2,3\cdot10^3$	$7,9\cdot10^3$	$1,3\cdot10^4$	$6,8\cdot10^4$
нерки	$9,0\cdot10^2$	$9,3\cdot10^2$	$2,2\cdot10^3$	$5,2\cdot10^3$	$8,9\cdot10^3$	$4,3\cdot10^4$

Во всех образцах икры на разных этапах исследований не было обнаружено санитарно-показательных и условно-патогенных бактерий. На основании вышеизложенного можно сделать заключение, что заготовленные образцы икры обоих вариантов достаточно чистые с микробиологической точки зрения и стойки в хранении при заданной температуре.

В исследуемых образах икры лососевой зернистой с использованием молочной сыворотки количество аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) на 6 мес. хранения при температуре минус 5 °С составляло не более $6,8x10^4$КОЕ/г (в зависимости от вида сырья), что не превышало установленных нормативов для икры лососевой зернистой – $1x10^5$ КОЕ/г.

Таким образом, исследование изменений микробиологических показателей лососевой икры, изготовленной с использованием молочной сыворотки, позволяет практически гарантировать микробиологическую безопасность данной продукции в течение всего установленного срока хранения при условии соблюдения регламентированных температурных условий. Принимая во внимание, что соленая икра оказалась органолептически приемлемой, можно констатировать, что использование молочной сыворотки при посоле лососевой икры позволяет изготавливать микробиологически безопасную и экологически чистую продукцию без использования консервантов и других нежелательных веществ.

О ВЛИЯНИИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛОСОСЕВОЙ ИКРЫ

Т.И. Штанько
ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток

Одной из приоритетных задач современной технологии создания здоровой пищи является изготовление сбалансированных по составу и усвояемости пищевых изделий, обеспечивающих при этом экологическую чистоту и микробиологическую безопасность. Применительно к российской действительности последнее утверждение имеет особую актуальность, поскольку, несмотря на использование современных методов хранения пищевых изделий и постоянно ужесточающихся мер со стороны государственных санитарных органов, доля пищевых отравлений в течение длительного периода времени остается практически неизменно высокой. Отравления, связанные с потреблением продуктов из гидробионтов, составляют в среднем 10,4 %.

Среди деликатесных пищевых продуктов, изготавливаемых из гидробионтов, уникальными органолептическими свойствами и высокой питательной ценностью характеризуется лососевая зернистая икра, которая в процессе хранения подвергается изменениям, приводящим к ухудшению ее качества, прежде всего, по микробиологическим показателям. Консервирование икры только хлористым натрием не обеспечивает нужного уровня безопасности при длительном хранении, что вызывает необходимость применения других консервантов.

В качестве средств для предотвращения микробиологической порчи лососевой икры в разное время использовалась бура, уротропин, бензойно-кислый натрий, бензойная кислота и некоторые другие консерванты. В последнее время данный перечень расширился за счет использования других консервантов иностранного производства, зачастую экспортируемых из стран с невысоким промышленным потенциалом, а, следовательно, не прошедших в полном объеме необходимых санитарно-гигиенических испытаний, что вызывает дополнительную озабоченность общественности.

Учитывая сезонность производства лососевой икры, приоритетными задачами рыбной промышленности всегда являлись минимизация потерь сырья при пробивке, которая обычно достигает 30 %, а также обеспечение качества готовой продукции. В настоящее время на российском потребительском рынке, помимо классической лососевой икры, наблюдается широкий ассортимент различных ее модификаций с использованием ароматизаторов, красителей и пищевых добавок, т.е. изготовление соленой икры постоянно совершенствуется, не только отражая современное состояние теории и практики, но и учитывая возрастающие санитарные и изменяющиеся потребительские требования к качеству продукции. С учетом смещающихся приоритетов к производству экологически чистых и микробиологически безопасных продуктов разработана технология соленой лососевой икры, в которой вместо традиционных консервантов использовали молочную сыворотку.

Таким образом, целью настоящей работы является совершенствование технологии лососевой икры, заключающейся в использовании молочной сыворотки вместо традиционных консервантов, что обеспечивало увеличение пищевой и биологической ценности готового продукта, стабильность показателей его качества и микробиальной безопасности в процессе хранения, а также упрочнение оболочки сырой икры, что позволило снизить потери сырца при пробивке до 90 %.

Для исследования влияния раствора молочной сыворотки на физико-химические показатели икры использовали икру, приготовленную традиционным способом (без консервантов и с консервантами) и с использованием молочной сыворотки.

Изменения, происходящие с икринкой при выдерживании в молочной сыворотке и дальнейшем посоле, приводят к изменению качественных характеристик готового продукта. Как показали проведенные нами исследования, изменения икры под действием молочной сыворотки также сказываются на физико-химических показателях соленой икры (табл. 1).

Таблица 1

Физико-химические показатели икры, приготовленной традиционным и экспериментальным способами

Икра	Вода, %	Липиды, %	Белок общий	Вязкость, $мм^2/с$	Прочность, $г/см^2$	pH	Общая кислотность, мг КОН/1г	Небелковый азот, %	АЛО, мг %
Экспериментальный способ									
горбуши	42,5±0,4	12,2±0,3	36,4±0,1	830±5	184,4±0,2	6,20±0,3	1,9±0,1	0,20±0,3	15,7±0,1
кеты	44,1±0,1	15,0±0,1	39,2±0,2	926±2	323,6±0,1	6,15±0,1	2,3±0,1	0,21±0,2	17,8±0,2
нерки	46,1±0,2	13,4±0,1	43,4±0,1	841±2	199,3±0,2	6,12±0,1	2,2±0,1	0,19±0,1	16,9±0,1
Традиционный способ (без консервантов)									
горбуши	45,4±0,1	9,7±0,4	33,2±0,4	700±2	130,8±0,1	6,53±0,1	2,0±0,2	0,28±0,2	16,3±0,1
кеты	44,3±0,2	14,8±0,2	31,2±0,2	803±3	258,9±0,1	6,51±0,1	2,5±0,2	0,29±0,1	18,2±0,1
нерки	58,2±0,2	11,5±0,1	39,1±0,1	721±3	141,4±0,2	6,53±0,1	2,5±0,1	0,27±0,4	17,2±0,1
Традиционный способ (с консервантами)									
горбуши	48,3±0,1	11,9±0,1	34,1±0,2	743±4	142,3±0,1	6,55±0,1	1,9±0,1	0,25±0,1	10,4±0,1
кеты	47,1±0,1	14,2±0,1	32,6±0,2	855±3	277,4±0,1	6,51±0,1	2,7±0,2	0,28±0,2	9,5±0,1
нерки	49,7±0,2	10,6±0,1	34,1±0,1	761±5	156,3±0,1	6,48±0,1	2,1±0,1	0,26±0,1	13,6±0,1

Прежде всего, различия наблюдаются в химическом составе икры контрольного (без консервантов и с консервантами) и экспериментального образцах икры. Последняя содержит на 3-12 % меньше воды в зависимости от вида икры и способа обработки и на 2-9 % больше белковых веществ. Уменьшение содержания воды и соответственно увеличение массы белковых веществ приводит к увеличению вязкости желточной массы икры. Так, вязкость желточной массы в экспериментальном образце икры горбуши составляет 830 $мм^2/с$, а в контрольном образце (без консервантов) этот показатель равен 700 $мм^2/с$.

Упруго-эластичные свойства в экспериментальном образце икры также отличаются от показателей контрольного образца икры. Прочность оболочки икры в экспериментальном образце составляла 184,4 (икра горбуши), 323,6 (икра кеты) и 199,3 (икра нерки) г/см^2, что в 1,5 и 1,2 раза выше, чем контрольных образцах (без консервантов и с консервантами) соответственно, оболочка икры становится прочной и практически не наблюдается лопанца.

Таким образом, в результате исследований отмечено изменение прочности оболочки икринок после их выдерживания в солевом растворе молочной сыворотки. Наибольшее уплотнение оболочки наблюдалось у икры кеты и составляло 323,6 г/см^2.

Известно, что в процессе хранения икра приобретает кисловатый вкус, при этом значение pH снижается. Относительно икры лососевых рыб имеются сведения как о снижении pH с 6,8 до 6,46, так и о стабильности этого показателя при хранении. В работе Лапшина И.И. указывается на снижение pH до 5,48. Смещение pH в кислую сторону может оказать бактериостатический эффект, повлиять на свойства белков, а также на активность ферментов [1].

Из представленных нами данных (см. табл. 1) видно более низкое значение pH для икры экспериментального способа, так, для горбуши данный показатель составил 6,20, для кеты – 6,15 и для нерки – 6,12. Это, по-видимому, связано с тем, что белки икры и продукты их распада, благодаря своим буферным свойствам, обладают способностью противостоять резким изменениям активной кислотности.

Как известно, по азоту аминокислот судят о степени автолитического распада белков. Из данных, представленных в табл. 2, видно, что в икре, приготовленной традиционным способом (с консервантами и без консервантов), содержание небелкового азота практически одинаковое и составляет 0,25-0,29 % от общего азота.

В образцах экспериментальной икры количество небелкового азота меньше. Вероятно, наличие молочной сыворотки в икре сдерживает процессы распада белков, в связи с чем доля небелкового азота составляет 0,19-0,21 %. Такая зависимость отмечается для всех образцов икры лососевых.

Из данных табл. 1 следует, что содержание азота летучих оснований в икре, приготовленной традиционным способом, составляет от 16,3 % (для икры горбуши), до 18,2 % (для икры кеты), а в икре, приготовленной с использованием молочной сыворотки, данный показатель меньше и составляет от 15,7 % (для икры горбуши) до 17,8 % (для икры кеты).

Очень важной технологической характеристикой икры лососевых является количество йодных чисел ее липидов, которое на 50-80 единиц выше, чем у мышечной ткани липидов [60]. Это свидетельствует о присутствии в составе глицеридов липидов икры большого количества высоконенасыщенных жирных кислот. В силу этого липиды икры крайне неустойчивы к окислению, легко полимеризуются и быстро прогоркают [60]. Данные особенности заставляют очень строго соблюдать все технологические условия с целью предохранения липидов икры от гидролиза и окисления как в процессе изготовления, так и во время хранения соленой икры. В связи с этим в качестве показателя изменения степени ненасыщенности липидов икры определяли йодное число (табл. 2).

Таблица 2

Изменение кислотного числа, йодного числа, оксикислот липидов икры лососевых рыб в зависимости от способа производства

Икра кеты			Икра нерки			Икра горбуши		
Кислотное число, мг КОН/1 г жира	Йодное число, % йода	Оксикислоты, %	Кислотное число, мг КОН/1 г жира	Йодное число, % йода	Оксикислоты, %	Кислотное число, мг КОН/1 г жира	Йодное число, % йода	Оксикислоты, %
Традиционный способ без консервантов								
3,5±0,3	175,4±0,5	0,4±0,1	3,2±0,2	176,3±0,2	0,4±0,2	3,6±0,1	175,9±0,1	0,2±0,2
Традиционный способ с консервантами								
3,3±0,1	170,8±0,2	0,3±0,1	3,0±0,1	173,5±0,2	0,3±0,1	3,4±0,2	172,3±0,2	0,2±0,1
Экспериментальный способ								
3,4±0,1	173,2±0,1	0,3±0,1	3,1±0,3	174,2±0,1	0,2±0,1	3,4±0,1	173,1±0,2	0,2±0,1

Результаты исследований, представленные в табл. 2, показали, что на момент изготовления показатели йодного числа составили в процентах, для экспериментального способа 173,2 % (икра кеты), 174,2 % (икра нерки), 173,1 % (икра горбуши), а в контрольных образцах (без консервантов и с консервантами) соответственно 175,4 % и 170,8 % (икра кеты), 176,3 % и 173,5 % (икра нерки), 175,9 % и 172,3 % (икра горбуши), что свидетельствует о неизменном качественном состоянии и биологической ценности липидов икры.

По результатам исследований (см. табл. 2), установлено, что на момент изготовления содержание оксикислот составляет в процентах, для экспериментальных образцов 0,3 % (икра кеты) и 0,2 % (икра горбуши, нерки), а в контрольных образцах (без консервантов и с консервантами) соответственно 0,4 % и 0,3 % (икра кеты, нерки), и 0,2 % (икра горбуши).

Результаты исследований, представленные в табл. 2, показали, что на момент изготовления кислотное число составило в мг КОН/1 г жира, для экспериментальных образцов 3,4 (икра кеты и горбуши) и 3,1 (икра нерки), а в контрольных образцах (без консервантов и с консервантами) соответственно 3,5 и 3,3 (икра кеты), 3,2 и 3,0 (икра нерки), 3,6 и 3,4 (икра горбуши).

Для более объективной характеристики качества соленой икры так же определяли прочность зерна и содержание «лопанца». Под понятием «лопанец» понимают саму оболочку икры, оставшуюся после удаления из зерна икры желточной массы. Увеличение количества лопанца сопровождается увеличением общего содержания отстоя.

Для определения количества лопанца использовали метод Литвиновой Ф.А., заключавшийся в подсчете оболочек в навеске. От каждого образца икры брали три отдельные навески по 10 г каждая.

При посоле икры общая масса уменьшается за счет потери воды, а также вымывания желточной массы из лопнувших икринок. После посола вес икры уменьшается за счет удаления жидкой части при отстое.

Для проведения работ использовали два способа: экспериментальный (выдерживание икры-сырца в молочной сыворотке) и контрольный (традиционный способ, без консервантов и с консервантами).

Результаты проведенных опытных работ показали, что большое влияние на выход соленой икры оказывают отдельные технологические операции, например, пробивка, а также условия посола и стекания (табл. 3).

Таблица 3

Содержание лопанца в икре в зависимости от способа посола, %

Способ посола	Горбуша	Кета	Нерка
Традиционный способ			
без консервантов	26,0±1,0	15,0±1,7	17,0±1,2
с консервантами	25,1±0,9	13,5±1,2	15,3±1,1
Экспериментальный способ	2,0±1,2	1,7±1,5	1,9±1,0

Вышеизложенные результаты свидетельствуют о наличии структурных изменений в оболочке икры под воздействием молочной сыворотки и позволяют сделать вывод, что в технологии соленой икры основной стадией, определяющей выход и качество продукта, является выдерживание икры в солевом растворе молочной сыворотки.

Таким образом, анализируя полученные нами данные о влиянии молочной сыворотки на состояние икры до пробивки, выявлено, что молочная сыворотка укрепляет оболочку икры, что усиливает целостность оболочек зерен, они легко отделяются от ястычной пленки, в связи с чем выход готовой продукции увеличивается до 90 %, а также изменяются показатели качества икры (небелкового азота, азота летучих оснований, кислотного и йодного чисел липидов, оксикислот, pH), приготовленной экспериментальным способом, что позволяет сделать вывод об антимикробных и консервирующих свойствах молочной сыворотки, которые сдерживают процессы распада белков и окисления липидов икры лососевой и тем самым помогают выдерживать регламентируемые сроки хранения.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ВЯЗКИХ СРЕД НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РЫБНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В.А. Голованец
ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток

Представлены результаты исследований процессов течения рыбного сырья по трубопроводам, которые могут быть использованы для расчётов межоперационного и межцехового транспорта.

На предприятиях пищевой промышленности широко используются трубопроводы для межоперационного и межцехового транспортирования пищевых сред: мясных и молочных продуктов, фарша, паст, кондитерских масс, теста, жира [1, 2, 3]. В рыбной отрасли в технологических линиях традиционно в качестве транспортных средств используют шнеки, желоба, тележки, транспортёры, которые не отвечают современным требованиям санитарии. Трубопроводный транспорт лишён указанных недостатков, а также ликвидирует ручной труд и создаёт предпосылки для внедрения механизированных и автоматизированных линий. Однако широкому внедрению этого вида транспорта в рыбной отрасли препятствует недостаточный запас информации по физико-химическим характеристикам обрабатываемого сырья, а также малый объём исследований по реодинамике потоков вязких сред, методов расчёта оборудования.

В связи с этим были проведены исследования процесса течения вязких пищевых рыбных продуктов (пищевого фарша минтая, сельди, измельчённой печени, отходы разделки тресковых, камбалы, бычка, сайры, сельди) методом ротационной вязкозиметрии [1], одновременно определяли основные реологические характеристики и плотность объёмно-весовым методом.

Исследования проводились на специальном стенде, включающем в себя побудитель движения – шприц, позволяющий изменять скорость течения среды в пределах от 0,02 до 1,46 м/с, набор трубопроводов диаметром от 0,035 до 0,07 м длиной от 6,9 до 7,79 м, устройства для измерения давления и перепада давления [4], датчики температуры, термометры, весы, мерные ёмкости, набор пиктометров, влагомер.

Одновременно определялись плотность, жирность, влажность сырья. Температуру определяли ртутным термометром с ценой деления 0,1 °С. Манометр перед экспериментом проверялся на специальном стенде по образцовому манометру ГОСТ 6621-60. Время измерялось секундомером типа С-1-2а, по ГОСТ 5072-67.

Методика проведения эксперимента включала в себе следующие этапы: монтаж установки, настройку и тарировку манометра, взвешивание тары, мойку трубопровода, тары, бункера, насоса, подготовку сырья (измельчение), загрузку бункера, пуск насоса, измерение времени наполнения тары, взвешивание пробы транспортируемого сырья, расчет производительности.

Установлено, что при течении измельчённые рыбные продукты подобны жидкостям Освальда де Виля, потери напора по длине трубопровода имеют нелинейный характер, и их величину можно определить по зависимости между консистентными переменными Рейнера $P = K \cdot \omega^n$ [5]. Значения К и n приведены в табл. 1.

Таблица 1

Вид продукта	Плотность ρ, кг/м^3	Влажность W, %	Скорость течения ω, м/с	Консистентная переменная К, Па·с	Индекс течения n
Сельдь рубленная	1108	55,7	0,076-1,46	310	0,26
Котлетный фарш	1108	72,0	0,0027-0,2	980	0,24
Фарш минтая	1035	65,6	0,002-0,56	450	0,24
Сардина рубленная	1102	62,5	0,045-0,79	240	0,35

При межоперационном транспортировании по трубопроводам из коррозионно-стойкой стали на расстояние от 3 до 10 м наиболее приемлемым является диаметр 0,05 м и скорость течения от 0,1 до 0,5 м/с. Для контроля и измерения давления нагнетания использовались жидкостные манометры и датчики давления типа ТМД – 6, 10, 15, 25, устанавливаемые в специальной вставке, предохраняющей попадание транспортируемой среды на поверхности, воспринимающие давление. Для регистрации давления среды используются потенциометры, снабжённые согласующим устройством.

Исследования процесса транспортировки измельченного минтая по трубопроводу d = 0,05 м показали, что потери давления на 1 м длины составили от 0,2 до 0,5 кг/см^2 в интервале скоростей течения от 0,037 до 0,32 м/с, при $t_{сырья}$ = 23,5 °С, плотности сырья 1035,03 кг/м^3, влажности – 77,76 %, жирности – 0,43 %. При транспортировке по трубопроводу d = 0,05 м отходов разделки сельди при плотности – 911,67 кг/м^3, влажности – 72,62 %, $t_{сырья}$ = 23,5 °С потери давления на 1 м длины трубопровода составили при скорости течения от 0,145 до 0,582 м/с соответственно от 0,11 до 0,25 кг/см^2 [8].

Также в качестве сырья использовали измельчённую мороженую (до минус 18 °С) печень минтая и хека промышленной выработки. Измельчение проводили на волчке с решеткой диаметром отверстий $16 \cdot 10^3$ м.

В табл. 2 представлены данные исследования течения измельченной печени минтая плотностью 964,81 кг/м^3, жирностью 50,731 %, влажностью 40,19 %, при температуре сырья в интервале (0,5-1,5 °С), а также данные исследования процесса течения измельченной печени хека плотностью 968,86 кг/м^3, влажностью 36,86 %, в интервале температур (0-1,5 °С) для трубопровода внутренним диаметром 0,05 м, длиной 5,68 м. Подачу сырья производили насосом типа НРМ-2.

Таблица 2

Вид сырья	Удельная потеря давления $P \cdot 9{,}81 \cdot 10^{-4}$, Па/м	Скорость течения ω, м/с
Печень минтая	0,035	0,028
	0,132	0,053
	0,21	0,095
Печень хека	0,035	0,003
	0,088	0,074
	0,114	0,104
	0,16	0,157

Для транспортировки фарша могут быть использованы эксцентриково-лопастные насосы типа ФНВ, СР/Н2Д, А1-ФНК производительностью от 2400 до 7000 кг/час, с диаметром фаршепровода 70-74 мм мощностью привода от 5,5 до 10 кВт, длиной фаршепровода 8-24 м [6], а также отечественные одновитковые насосы типа ОНВФ, работающие в интервалах производительности 0,2-12 м^3/час при давлении нагнетания 0,5 МПа, размере всасывающего патрубка 160х200 мм, диаметре нагнетающего патрубка от 50 до 80 мм или насосы такого же типа зарубежного производства фирмы «Netch» аналогичной производительностью, с давлением нагнетания до 0,6 МПа, и насосы типа ПФ-100.

Смесь рыбы и отходов разделки с водой при определённом соотношении можно условно отнести к неньютоновским жидкостям. При транспортировании целой рыбы или отходов разделки могут быть использованы насосы типа РБ-100, 150, 200, 250 производительностью от 10 до 25 т/час, с давлением нагнетания 0,8-1,2 кг/см^2 рыбоводной смеси, мощностью электропривода от 7 до 35 кВт [7]. При транспортировке мелкой рыбы из орудий лова и отходов разделки в смеси с водой может быть использована электрорыбонасосная установка типа ЭРН-100 берегового исполнения производительностью по воде 80 м^3/ч, напором – 6,5 м, мощностью привода – 7,5 кВт.

В настоящее время на предприятиях рыбной промышленности эксплуатируют трубопроводы внутренним диаметром от 100 до 250 мм при транспортировке отходов разделки минтая, лососёвых на расстояние от 100 до 300 м как в условиях берега, так и на добывающих и перерабатывающих судах.

Для удаления продукта, оставшегося в трубопроводе, может быть использован сжатый воздух или устройство для вакуумного удаления (вакуум-бункер). Мойка трубопровода может быть произведена в разборном или безразборном вариантах с использованием горячего моющего щелочного раствора при температуре 45-50 °С с последующим ополаскиванием водой.

Во избежание «осаливания» трубопроводов, при отложении жира на внутренних стенках труб, его снабжают рубашкой обогрева или покрывают токопроводящей оболочкой, выделяющей тепло на стенку при подаче тока.

Перспективным с позиции стоимости и снижения энергозатрат может считаться использование вместо стальных трубопроводов из полимерных материалов, армированных волокном, предназначенных для транспортировки вязких сред при повышенном давлении и температуре.

Успешный опыт эксплуатации трубопроводов для транспортировки целой рыбы, отходов разделки и фаршеобразных продуктов на судах типа БАТМ ОАО «БАМР», плавбазе «Сибирцев» ОАО ПБТФ, в цехах ОАО «Южморрыбфлот», на РКЗ №55 п. Озерновский даёт основания считать, что использование этого экономичного вида транспорта имеет перспективу.

Приведённые данные могут быть использованы для расчета установок для гранулирования, формования, дозирования и транспортировки по трубопроводам.

Библиографический список

1. Горбатов А.В. Реология мясных и молочных продуктов. – М.: Пищ. пром-сть, 1979. – 384 с.

2. Виноградов Я.И., Косой В.Д., Горбатов А.А., Горбатов А.В. Транспортировка сырья и мясопродуктов по трубопроводам. – М.: Пищ. пром-сть, 1981. – 144 с.

3. Горбатов А.В., Виноградов Я.И., Косой В.Д., Горбатов А.А. Технологические трубопроводы мясокомбинатов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 304 с.

4. Горбатов А.В., Голованец В.А., Волчков В.И., Косой В.Д., Шепелев В.А. Измерение давления вязко-пластичных рыбных продуктов // Рыб. хоз-во. – 1979. – № 5.

5. Маслова Г.В., Маслов А.М. Реология рыбы и рыбных продуктов. – М.: Лёг. и пищ. пром-сть, 1981. – 215 с.

6. Романов А.А., Строганова Е.К., Зинина И.Е. Справочник по технологическому оборудованию рыбообрабатывающих производств. – М.: Пищ. пром-сть, 1979. – 277 с.

7. Чупахин В.М. Технологическое оборудование рыбообрабатывающих предприятий. – М.: Пищ. пром-сть, 1976. – 472 с.

8. Голованец В.А., Сачко Н.В., Прохоренко В.В., Кисельников Р.А. Разработка основных процессов ресурсосберегающих технологий использования отходов разделки рыб: матер. Междунар. конф. «Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана»: в 2 ч. – Владивосток, 2010. – Ч. II. – 324 с.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ ПИЩЕВЫХ СРЕД В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

В.А. Голованец, Р.А. Кисельников, Е.А. Москвичёв
ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток

Приведена конструкция и принцип работы устройства для определения давления и перепада давления, вязкости и расхода вязких пищевых продуктов в патоке.

Одним из основных параметров технологических процессов обработки пищевых сред является давление, для определения которого используются механические и электрические датчики. Электрические датчики более перспективны, так как изменение давления, преобразованное в электрический сигнал, может передаваться дистанционно, записываться или подаваться на согласующее устройство системы автоматизации технологического процесса.

Предлагаемое нами устройство может быть использовано не только для измерения давления пищевых сред в технологических процессах, но и для определения ряда характеристик зависящих от него (расхода, вязкости, объёма и т.д.).

Одним из преимуществ устройства является то, что чувствительные элементы датчиков не подвергаются воздействию агрессивных сред, так как давление передаётся через мембрану, изготовленную из стойкой к воздействию агрессивных сред резины, и буферную жидкость (глицерин).

Устройство (рис. 1) состоит из вставки в трубопровод 1, для крепления датчиков (пружинного 2 и электрического 3 манометров), согласующего устройства с самопишущим потенциометром типа КСП-4 4 и буферного устройства 5.

Вставка в трубопровод выполнена из труб, изготовленных из коррозионно-стойкой стали. Внутренняя труба имеет четыре сквозных отверстия. На её внешней стороне, в районе отверстий, имеется проточка, для установки резинового манжета, который является мембраной. Манжет крепится к трубе с помощью клея. С торцов труба имеет приспособления для крепления к трубопроводу. Внешняя труба имеет четыре сквозных отверстия. С внешней стороны к трубе посредством сварки крепится кольцо П-образного сечения, имеющее три отверстия для крепления пружинного и электрического (типа ТМД) манометров и буферного устройства.

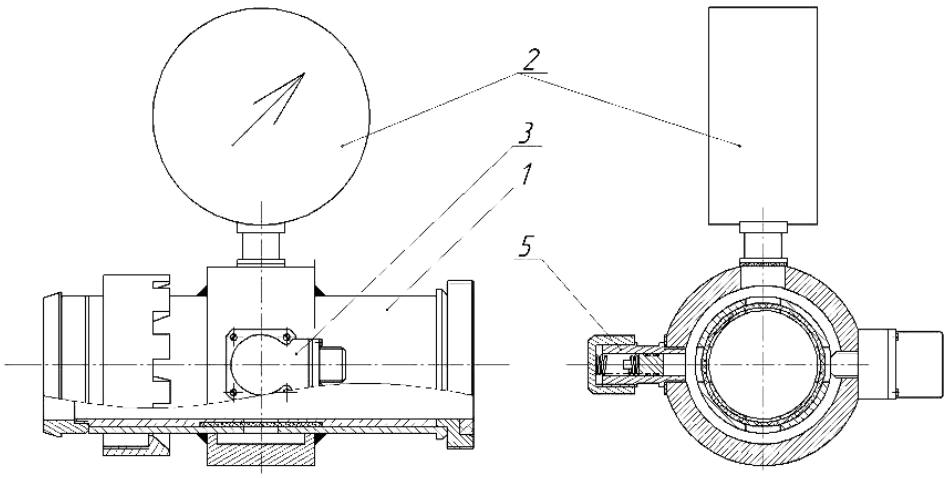


Рис. 1. Общий вид вставки в трубопровод для крепления датчиков и буферного устройства

Чувствительным элементом электрического манометра является мембрана, выполненная из бериллиевой бронзы, в центре которой крепится шток, передающий через систему рычагов движение, бегунку реохорда, меняя тем самым выходное напряжение датчика. Датчик включён в мостовую схему согласующего устройства (рис. 2), представляющего собой мост, собранный на переменных резисторах 3 и постоянных сопротивлениях 4 и питающийся от источника постоянного тока 6 с напряжением 4,5 В, а так же самопишущего потенциометра 8 типа КСП [Горбатов А.В., Голованец В.А., Волчков В.И., Косой В.Д., Шепелев В.А. Измерение давления вязко-пластичных рыбных продуктов // Рыб. хоз-во. – 1979. – № 5].

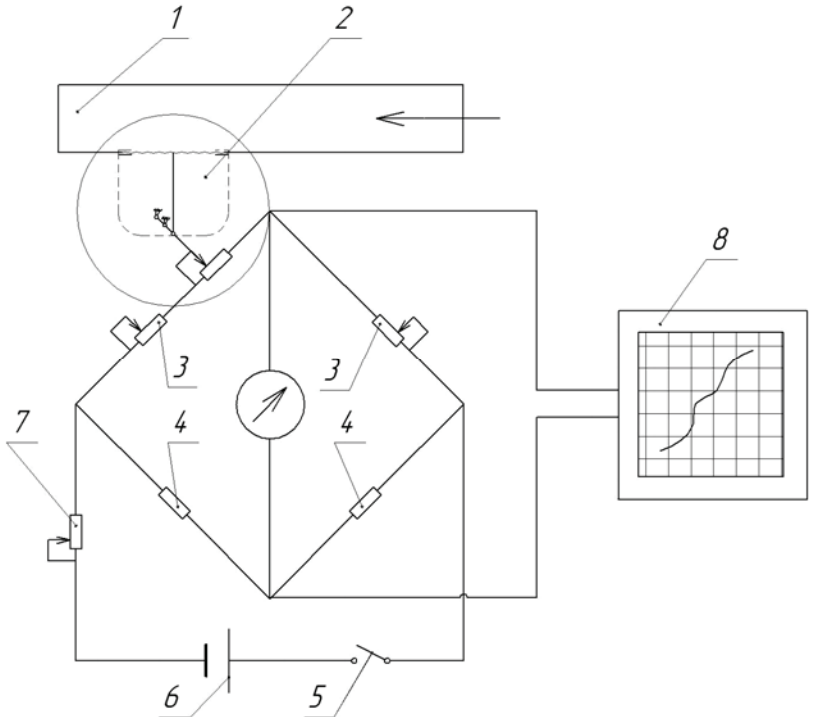


Рис. 2. Схема подключения манометра электрического типа к мостовому и самопишущему устройствам:
1 – трубопровод, 2 – электрический манометр типа ТМД, 3 – переменные резисторы,
4 – постоянные сопротивления, 5 – выключатель, 6 – источник постоянного тока,
7 – усилитель, 8 – самопишущее потенциометрическое устройство типа КСП

Буферное устройство необходимо для возврата чувствительных элементов приборов и мембраны в исходное положение. Оно представляет собой цилиндр, внутри которого движется поршень. С одной стороны на поршень воздействует давление создаваемое продуктом, через буферную жидкость, с другой стороны – упругие силы, создаваемые калиброванной пружиной.

Перед установкой устройства для определения давления необходимо произвести тарировку и градуировку с использованием образцового манометра. По результатам тарировки строят график (рис. 3), который используют для расшифровки экспериментальных данных.

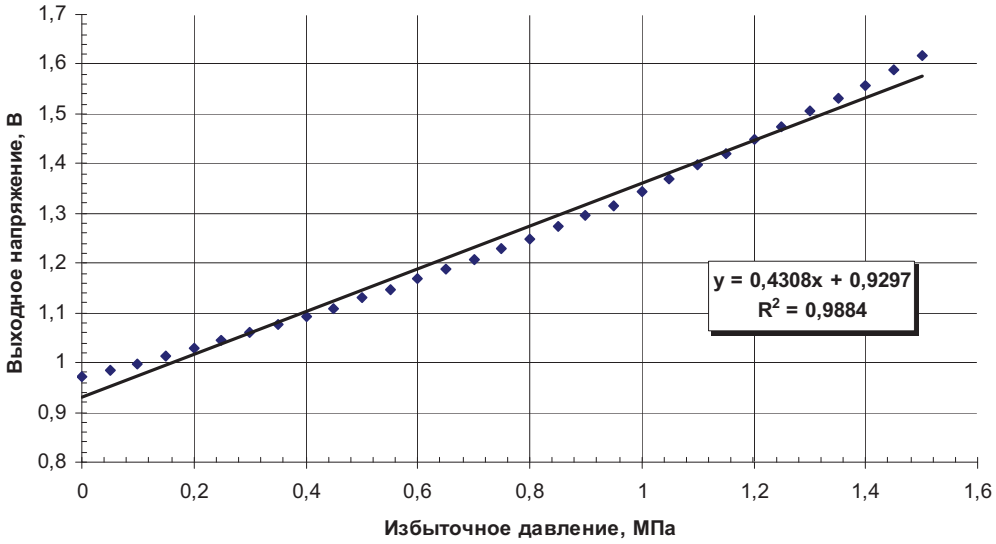


Рис. 3. Тарировочный график потенциометрического датчика ТМД-15

Графическая зависимость данных тарировки аппроксимируются прямой, описанной уравнением $y = 0{,}4308 \cdot x + 0{,}9297$, с достоверностью 98,84 %.

Конструкция разработанного нами устройства позволяет производить измерения давления и перепад давления вязких пищевых продуктов в патоке, определять расход, вязкость и объём, при этом есть возможность вывода результатов измерения не только на показывающий прибор (манометр трубчатого типа), но и преобразовать давление в электрический сигнал (потенциометрический манометр) для передачи его на пишущие или согласующие устройства при организации обратной связи на исполнительные устройства позволяя автоматизировать технологические процессы.

ТЕХНОЛОГИЯ КОНСЕРВОВ ИЗ МЯСА КУР С РАСТИТЕЛЬНЫМИ ЭКСТРАКТАМИ

Е.В. Григорьева
ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», г. Владивосток

Приведены результаты исследований по разработке рецептуры и технологии консервов из мяса кур с растительными экстрактами. Установлены основные показатели качества.

Анализ литературных источников и результаты собственных исследований позволяют прийти к ряду выводов, имеющих научно-практическое значение. В частности установлено, что из большинства лекарственных и промышленных дальневосточных растений плоды шиповника коричного и лист смородины черной в значительных количествах содержат эфирные масла, дубильные вещества, антиоксиданты, биологически активные соединения и т.п. [2].

Индивидуальное применение отдельных видов растительных экстрактов и настоев определенным образом модифицирует ход биохимических, физико-химических и микробиологических процессов и может оказывать существенное влияние на качество готовых мясопродуктов [1, 3].

Данные положения были реализованы при разработке конкретных рецептур и технологий из мяса кур. При этом исходили из необходимости решения следующих задач: применение настоев дальневосточных растений должно обеспечить высокую сохранность эссенциальных жирных кислот мяса кур и веществ фенольной природы растительного сырья; улучшить органолептические показатели готовой продукции; оказать позитивное влияние на характер изменения pH в сырье (и за счет этого уменьшить процесс синерезиса).

При разработке модельных рецептур консервов из мяса кур использовали ТИ № 64-07 «Мясо птицы в собственном соку» (ГОСТ 28589-90). Экстракты готовили путем настаивания водой при

95…100 °С в течение 35 мин измельченного до 3-5 мм сухих плодов шиповника и листа смородины (соотношение частей воды и сухого сырья – 5 : 1).

В качестве сырья для производства консервов были выбрано мясо кур и цыплят-бройлеров ведущих производителей Приморского края ОАО «Птицефабрика Уссурийская», ООО «Птицефабрика Михайловская» и сгущенные экстракты из плодов шиповника и листа смородина. Масса кусочков мяса – от 0,02 до 0,05 кг; значение pH от 5,9 до 6,2. В основе производства модельных образцов консервов использовали рецептуру консервов из мяса кур в собственном соку (ГОСТ 28589-90). Рецептуры модельных образцов представлены в табл. 1. Соль в количестве 4 г и перец черный горошком – 3 шт. вносили в банку перед фасованием.

По органолептическим показателям установлено, что рецептуры 5, 6, 8 являются наиболее приемлемыми.

Рецептуры консервов собственных разработок сведены в табл. 2.

Таблица 1

Типовые модельные рецептуры консервов, г

Ингредиенты	Номер рецептуры								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Мясо цыплят-бройлеров, кур	150	150	150	170	170	170	200	200	200
Морковь пассированная	30	40	46	20	30	40	10	20	30
Лук пассированный	20	10	-	10	-	-	-	-	-
Экстракт плодов шиповника	46	-	25	46	16	34	20	-	16
Экстракт листа смородины	-	46	25	-	30	-	16	26	-

Таблица 2

Рецептуры консервов собственных разработок, г

Обозначение банки	Мясо птицы	Растительный настой	Морковь	Перец черный, шт.	Лист лавровый, $см^2$
8	238	66	46	3	1
6	170	47	33	3	1

В разработанной технологии были использован метод прямого введения экстракта в консервы перед укупоркой. Лучшее соотношение экстракт : мясо исследовали по содержанию веществ фенольной природы и по комплексной органолептической оценке. Органолептическая оценка модельных образцов консервов (на учетную банку) представлена в табл. 3.

Как видно из представленных данных, соотношение экстрактов и мяса кур предпочтительно по общей органолептической оценке максимальной при концентрации 1 : 4 (91, 94,2 и 94,6 балла для консервов с экстрактами смородины, шиповника и композиции соответственно).

Проведенная дегустационная оценка модельных образцов консервов (табл. 3) показала, что по основным показателям консервы из мяса кур, изготовленные с применением растительных экстрактов не только не уступали контрольным изделиям, но и имели явные преимущества по интенсивности цвета на разрезе, выраженности вкуса и ароматическому букету. Однако количество баллов за консистенцию имело более низкие значения – так в консервах с экстрактами происходило её ухудшение при соотношении мясо : экстракт свыше 1 : 4. Консистенция мяса кур становилась суше и жестче за счет происходящего процесса синерезиса.

После проведения статистической интерпретации данных (рисунок) было получено, что лучшее по консистенции мясо в образцах с соотношением мясо : экстракт 3,4 : 1. При данном соотношении выход соединений фенольной природы составил 26,5 %, что приемлемо с точки зрения функциональности готового продукта.

На основании обработки экспериментальных данных получены уравнения, адекватно описывающие математическую зависимость (в пределах зоны применимости) отклонения консистенции $F(x, y)$ от двух переменных: от содержания фенольных веществ (x) и соотношения мясо : экстракт (y)

$$F(x, y) = 9{,}55 - 0{,}13x - 0{,}56y,$$

$$R_2 = 0{,}95.$$

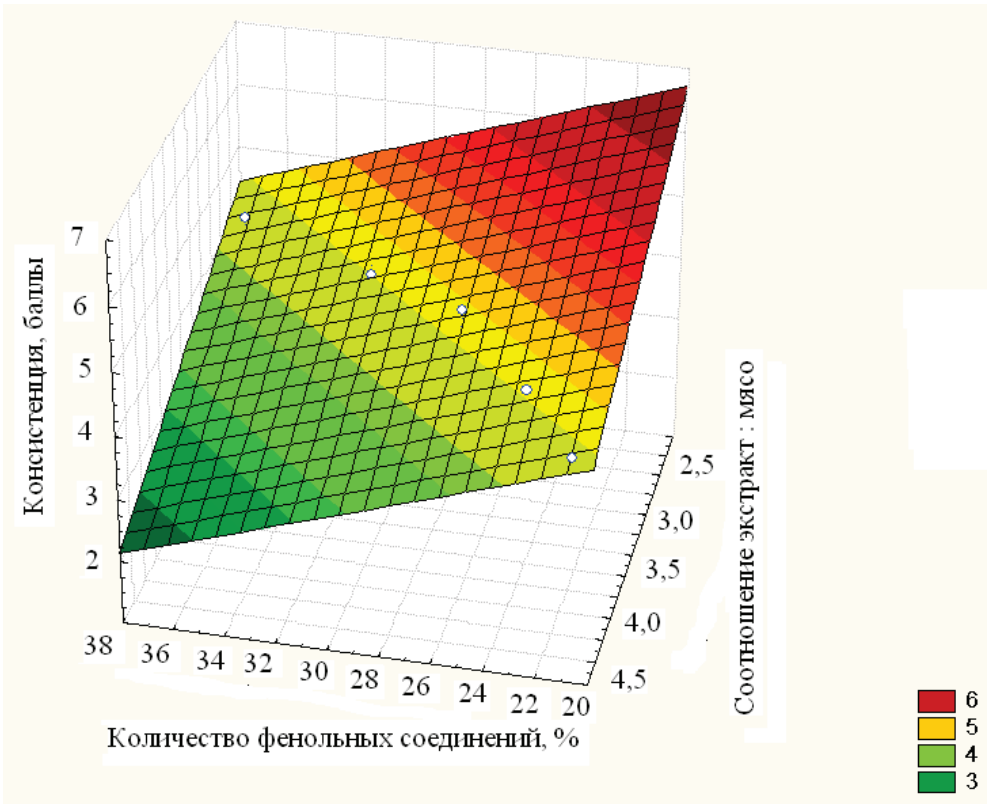
Таблица 3

Органолептическая оценка модельных образцов консервов (на учетную банку)
***n* = 7, *v* < 12**

Вид образцов (тип экстракта)	Соотношение экстракт : мясо*	Количество веществ фенольной природы, %**	Показатели, баллы / с учетом коэффициента весомости			
			вкус, запах	консистенция	цвет, внешний вид	общий
			коэффициент весомости			
			10	4	6	
Консервы с экстрактом листа смородины	1 : 2,5	37,2	4,2/42	4,3/17,2	4,1/24,6	83,8
	1 : 3	31,1	4,2/42	4,4/17,6	4,1/24,6	84,2
	1 : 3,5	26,7	4,3/43	4,8/19,2	4,5/27,0	89,2
	1 : 4	23,4	4,6/46	4,5/18,0	4,5/27,0	91,0
	1 : 4,5	20,9	4,5/45	4,4/17,6	4,5/27,0	89,6
Консервы с экстрактом плодов шиповника	1 : 2,5	37,4	4,1/41	4,2/16,8	4,1/24,6	82,4
	1 : 3	31,2	4,1/41	4,3/16,8	4,3/25,8	83,6
	1 : 3,5	26,8	4,4/44	4,6/18,4	4,8/28,8	91,2
	1 : 4	23,5	4,7/47	4,6/18,4	4,8/28,8	94,2
	1 : 4,5	21,0	4,7/47	4,5/18,0	4,8/28,8	93,8
Консервы с экстрактом композиции	1 : 2,5	37,3	4,2/42	4,1/16,4	4,2/25,2	83,9
	1 : 3	31,2	4,2/42	4,4/17,6	4,2/25,2	84,8
	1 : 3,5	26,8	4,5/45	4,7/18,8	4,5/27,0	90,8
	1 : 4	23,5	4,8/48	4,6/18,4	4,7/28,2	94,6
	1 : 4,5	20,9	4,8/48	4,5/18,0	4,8/28,0	94,0

* – на учетную банку расходуется 300 г мяса и экстракта;
** – суточная потребность 64 мг.

Коэффициент корреляции представленных графических моделей находится в пределах от 0,93 до 0, 95. Это значит, что аппроксимация функции отклика в виде полученных уравнений, позволяет с вероятностью в 93…95 % рассчитать значения факторов по моделям, которые не будут отличаться от истинных на величину погрешности, определяемой статистически.



Поверхность отклика от оптимального соотношения

Библиографический список

1. Боресков В.Г. Влияние водно-спиртовых настоев трав на микробиологические характеристики мясопродуктов / В.Г. Боресков, В.В. Хорольский, Н.А. Соколова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1998. – № 8. – С. 55-56.

2. Кузнецова М.А. Лекарственное растительное сырье и препараты: справочное изд. 2-е изд., перераб. и доп. / М.А. Кузнецова – М.: Высш. шк., 1987. – 190 с.

3. Рогов И.А. Химия пищи / И.А. Рогов, Л.В. Антипова, Н.И. Дунченко. – М.: КолосС, 2007. – 853 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ КОПТИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ РЫБОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Е.В. Ширяева
ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», г. Владивосток

Исследованы типовые коптильные камеры, эксплуатируемые на предприятиях Приморского края. Рассчитаны критерии экологичности, характеризующие интенсивность воздействия процесса копчения на окружающую среду. По данным критериям классифицировано исследуемое оборудование.

Образование отходов является одним из основных факторов, определяющих масштабы вредного воздействия производства на окружающую среду и, следовательно, может служить экологическим показателем технологического процесса [2, 5]. По количеству отходов, образовавшихся при производстве продукции, судят об эффективности использования сырья. Однако кроме количественной оценки отходов возникает необходимость учета их качества, позволяющего определить токсичность компонентов отходов и их опасность для окружающей среды.

Копченая продукция в РФ изготавливается в основном с использованием древесного дыма, одним из ключевых недостатков которого является низкая степень использования компонентов коптильного дыма, а это значительно удлиняет процесс собственно копчения и загрязняет окружающую среду [2, 3, 4].

Крупные коптильные комплексы имеют низкий коэффициент использования объема камеры, в них не предусмотрена рециркуляция дымовоздушной смеси, а расход коптильного дыма на 1 кг готовой продукции достигает 10 м^3 [3]. Такой большой объем дымовоздушной смеси приводит к возникновению зон повышенной экологической опасности в местах расположения рыбокоптильных комплексов.

Многие малые предприятия, занимающиеся копчением, размещаются непосредственно в жилых массивах [2, 3, 5]. В них процесс копчения довольно часто ведется без должного соблюдения технологических режимов на кустарном оборудовании. Данные предприятия используют древесину, которая является отходами различных производств, в том числе и экологически опасных [2]. При производстве копченой продукции не предусмотрена очистка дыма, в связи с чем близлежащая территория переходит в разряд экологически неблагополучных.

Таким образом, образование дымовых выбросов является одним из основных факторов, определяющих масштабы вредного воздействия коптильного производства на окружающую среду и, следовательно, может служить показателем экологичности технологического процесса [2, 3, 4, 5].

В этой связи целью нашего исследования являлось определение степени экологичности оборудования, используемого для производства продукции холодного и горячего копчения. В качестве объектов исследований использовались типовые коптильные камеры, эксплуатируемые на предприятиях Приморского края, а именно: установка Н20-ИК2А с дымогенератором Н20-ИХА.03 конструкции эстонского рыболовецкого колхоза (Владивостокский рыбокомбинат, Находкинский комбинат рыбной гастрономии), а также камеры конструкции немецких фирм *Laska* (Уссурийский рыбозавод) и *Maurer* с фрикционным дымогенератором (Артемовский перерабатывающий комплекс), предназначенные для производства продукции холодного и горячего копчения [9].

В дымогенераторах Н20-ИХА.03 и фирмы *Laska* образование дыма осуществляется тлением древесины в толстом слое при ограниченном доступе воздуха в зону термического разложения [4]. При работе дымогенераторов данного типа наблюдается наличие значительного фронта термиче-

ского распада древесины, что не позволяет регулировать и контролировать температуру ее пиролиза и приводит к. периодическому образованию локальных очагов пламени с температурой порядка 600-1000 °С и выше. Это повышает содержание канцерогенных соединений типа полициклические ароматические углеводороды под воздействием свободно-радикального механизма их образования [3]. Следует отметить, что данный способ получения дыма является наиболее распространенным, при его использовании можно смешивать опилки, гранулы, щепу и листья различных пород древесины во всевозможных сочетаниях, а также добавлять в них специфические добавки для придания пикантных вкусовых особенностей копченым изделиям [4].

Во фрикционном дымогенераторе конструкции фирмы *Maurer* процесс образования дыма осуществляется трением специально заготовленных брусьев об металлическую поверхность. Особенностью данного способа является быстрое образование дыма, а также перегрев рабочих поверхностей устройства, приводящих к воспламенению древесины. Этот дымогенератор работает в импульсном режиме, при котором процесс термического распада древесины чередуется с паузами, что позволяет управлять количеством образующегося дыма и оптимизировать процесс копчения.

К очевидным недостаткам данного способа образования дыма следует отнести большой расход электроэнергии, наличие интенсивного шума и специфические вкусовые особенности продукта, несколько отличные от изделий традиционного копчения. Это обусловлено тем, что температура и условия пиролиза древесины существенно влияют на химический состав образующейся среды, а, следовательно, на качество готового продукта.

Оценка экологичности заключалась в расчете соответствующего коэффициента, характеризующего интенсивность воздействия процесса копчения на окружающую среду [1, 3]. Следует отметить, что коэффициент экологичности $K_{ЭК}$ имеет прикладной характер, поскольку его величина зависит от количества и токсичности выбросов и, следовательно, данный коэффициент вполне обоснованно может быть использован в качестве критериального показателя при экологической оценке коптильного оборудования. Чем ниже расчетный коэффициент экологичности, тем более эффективным является используемое оборудование. При безотходной технологии $\boldsymbol{K_{ЭК}}$ должен быть равен нулю. Применительно к дымовым выбросам коптильных камер для расчета критерия экологичности можно использовать следующую формулу:

$$K_{ЭК} = \sum \frac{m_i}{Q} \cdot \frac{C_i}{ПДК} = \frac{m_Ф}{Q} \cdot \frac{C_Ф}{ПДК_Ф} + \frac{m_К}{Q} \cdot \frac{C_К}{ПДК_К} + \frac{m_{КС}}{Q} \cdot \frac{C_{КС}}{ПДК_{КС}},$$

где $m_ф$, $m_к$, $m_{кс}$ – масса фенолов, кислот, карбонильных соединений, кг; Q – производительность установки, кг; $C_ф$, $C_к$, $C_{кс}$ – концентрация фенолов, кислот, карбонильных соединений в дымовых выбросах, мг/м^3; $ПДК_ф$, $ПДК_к$, $ПДК_{кс}$ – предельно допустимая концентрация фенолов, кислот, карбонильных соединений в воздухе населенных мест, мг/м^3 [1].

При расчете коэффициента экологичности коптильного оборудования мы использовали только показатели фенолов, кислот и карбонильных соединений, которые являются приоритетными в общем негативном потенциале дымовых выбросов. Рассчитанные коэффициенты экологичности для исследуемых камер приведены в таблице.

Показатели экологичности камер холодного и горячего копчения

Показатели	Единица измерения	Камера Н20-ИК2А		Камера фирмы Laska		Камера фирмы Maurer	
		ХК	ГК	ХК	ГК	ХК	ГК
Производительность установки	кг/цикл	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0
Продолжительность цикла копчения	ч	43,0±3,0	2,5±0,5	30,0±4,0	2,5±0,5	30,0±3,0	2,5±0,5
Фенолы	кг/цикл	6,407 ±0,645	0,418 ±0,035	1,110 ±0,120	0,108 ±0,008	0690 ±0,090	0,073 ±0,010
Кислоты	кг/цикл	26,961 ±2,881	1,543 ±0,155	3,840 ±0,360	0,373 ±0,015	2,490 ±0,300	0,303 ±0,038
Карбонильные соединения	кг/цикл	10,965 ±1,505	1,045 ±0,098	2,580 ±0,180	0,253 ±0,020	1,440 ±0,180	0,168 ±0,018
Коэффициент экологичности		78,770 ±7,964	6,825 ±0,401	9,148 ±0,593	1,047 ±0,056	3,330 ±0,264	0,512 ±0,053

Примечание. ХК – холодное копчение. ГК – горячее копчение.

Анализ результатов, приведенных в таблице, позволяет сделать вывод, что при холодном копчении самый низкий коэффициент экологичности имеет камера фирмы *Maurer,* следом за которой по величине коэффициента следует камера фирмы *Laska.* Наиболее высокий показатель экологичности оказался у камеры Н20-ИК2А, уровень отрицательного воздействия которой на окружающую среду значительно выше остальных коптильных камер. Следует отметить, что камере Н20-ИК2А свойственна незначительная степень использования компонентов дыма в процессе копчения рыбы, несмотря на относительно высокий уровень механизации и автоматизации, обеспечивающей в процессе копчения интенсивный массообмен между дымовоздушной смесью и полуфабрикатом. Вероятно, это объясняется недостаточно рациональной ее эксплуатацией, что подтверждается продолжительностью процесса копчения сельди, которая в установке Н20-ИК2А составила 43,0 ± 3,0 ч, тогда как в камерах фирм *Maurer, Laska* – 30,0 + 3,0 и 30,0 ± 4,0 ч соответственно, т.е. процесс собственно копчения в камере Н20-ИК2А почти в 1,5 раза продолжительнее, чем в другом оборудовании.

Сравнение концентраций химических соединений в дыме на входе в коптильную камеру и на выходе из нее показывает, что самая низкая степень их использования оказалась в камере Н20-ИК2А. Для повышения эффективности работы анализируемых камер, и прежде всего Н20-ИК2А, необходимо использовать дымогенератор меньшей производительности или осуществлять рециркуляцию дымовоздушной смеси. Во втором случае это не приведет к снижению качества изготавливаемой продукции, поскольку при исследовании мы не наблюдали заметных изменений основных физических параметров дымовоздушной смеси на входе в камеру и в дымовых выбросах.

Расчеты коэффициентов экологичности камер при горячем копчении показали, что самый низкий уровень негативного воздействия на окружающую среду, как и в случае холодного копчения, имеет камера фирмы *Maurer.* Затем следуют камеры фирмы *Laska* и Н20-ИК2А.

Таким образом, по общему уровню негативного воздействия за один цикл копчения на окружающую среду камеры горячего копчения оказались менее опасными, чем камеры холодного копчения. Это объясняется непродолжительной дымовой обработкой полуфабриката при изготовлении продукции горячего копчения по сравнению с холодным копчением. В целом, среди исследуемых камер при обоих режимах копчения наиболее экологически приемлемой является камера немецкой фирмы *Maurer,* а самым высоким уровнем негативного воздействия на окружающую среду характеризуется установка Н20-ИК2А конструкции эстонского рыболовецкого колхоза.

Обобщая вышесказанное, можно констатировать, что проведенные исследования позволяют классифицировать по рассчитанным показателям эксплуатируемое коптильное оборудование. Именно на основе данных показателей следует принимать решение о необходимости оснащения коптильных установок очистными устройствами, что в итоге позволит разработать перспективную концепцию экологически чистых технологии и оборудования для копчения различных изделий.

Библиографический список

1. Беспамятнов Г.П., Кротов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде: справочник. – Л.: Химия, 1985. – 528 с.

2. Ким И.Н., Ким Г.Н. Современное эколого-гигиеническое состояние коптильного производства // ВИНИТИ. Сер. «Экологическая экспертиза», 2000. – Вып. 5. – С. 2-68.

3. Ким И.Н., Ким Г.Н., Мегеда Е.В. Дымовые выбросы коптильных камер: Анализ состава и критерии оценки негативного воздействия на окружающую среду // ВНИЭРХ. Сер. «Технология и оборудование для обработки гидробионтов», 2004. – Вып. 4. – 30 с.

4. Мезенова О.Я., Ким И.Н., Бредихин С.А. Производство копченых пищевых продуктов. – М.: Колос, 2001. – 208 с.

5. Тулупов В.П., Тутельян В.А. К вопросу об организации системы контроля за качеством и безопасностью продуктов, выпускаемых на малых и средних пищевых предприятиях // Вопросы питания. – 1997. – № 5.

Секция 2. ХЛАДО- И ТЕПЛОТЕХНИКА

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛООТВОДА ПРИ ОХЛАЖДЕНИИ РЫБЫ СНЕГООБРАЗНЫМ ДИОКСИДОМ УГЛЕРОДА

С.Н. Нечаев, Е.А. Горецкий
Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, Кемерово

Проведены исследования характера изменения температурного поля при двухстороннем измерении температуры в тушке рыбы, охлаждаемой снегообразным CO_2. Установлено, что при охлаждении упакованной рыбы с введением снегообразного диоксида углерода во внутреннюю полость теплоотвод несимметричен, что приводит к неравномерному охлаждению рыбы.

Большое количество болезней и проблем со здоровьем связано с некачественным питанием. Известно, что люди, в рацион питания которых входят морепродукты, болеют значительно реже, так как любой вид рыбы содержит большое количество важных для организма питательных веществ. В рыбе содержится до 23 % белков, которые по своему аминокислотному составу также полноценны, как и белки мяса и молочных продуктов, но превосходят их по содержанию такой аминокислоты, как метионин.

Рыба является также источником полиненасыщенных жиров, витаминов A, B, D, наиболее полно удовлетворяет потребность человека в минеральных веществах. В рыбе в несколько раз меньше соединительной ткани, чем в мясе животных, поэтому требуется меньшая тепловая обработка при приготовлении, легко переваривается и усваивается пищеварительной системой человека.

В современном обществе к рыбным продуктам проявляется повышенный интерес, так как среди населения наблюдается тенденция к здоровому образу жизни, а рыба является обязательным продуктом, входящим в здоровый рацион питания.

Рыба относится к скоропортящимся продуктам, поэтому быстрое охлаждение и поддержание низкой температуры рыбы позволяет сохранять ее свежесть, гарантировать ее качество и полезные свойства в течение длительного времени.

Наибольшей ценностью обладает охлажденное мясо рыбы, которое особенно популярно на западе, его потребление доходит до 90 %, на российском потребительском рынке объемы реализуемой рыбы в охлажденном виде невелики. Это связанно с тем, что при использовании традиционных методов холодильной обработки рыбы, получивших большое распространение в промышленности, в которых в качестве охлаждающих сред используются воздух, ледяная вода, растворы солей или водный лед, обладают рядом недостатков, таких как: продолжительность охлаждения, ухудшение товарного вида при контакте с охлаждающей жидкостью происходит набухание и экстракция соединений азота, просаливание. Это способствует ухудшению качества рыбы и сокращает сроки ее хранения. Поэтому одним из приоритетных направлений рыбной промышленности является разработка и внедрение в промышленность эффективных, безопасных как для человека, так и для окружающей среды технологий, позволяющих увеличить срок хранения охлажденной рыбы [1, 4].

В мировой практике находит широкое применение способ холодильной обработки пищевых продуктов, в том числе и рыбы, основанный на использовании эффекта сублимации – перехода твердого диоксида углерода в газообразное состояние при температуре минус 78 °С. Принцип данного способа охлаждения заключается в нанесении снегообразного диоксида углерода на поверхность рыбы [2].

Нами была разработана технологическая линия холодильной обработки рыбы в среде диоксида углерода, принцип работы которой заключается в удалении голов и внутренностей, подачи во внутреннюю полость рыбы снегообразного диоксида углерода, упаковки в герметичную упаковку и отправку на реализацию.

С целью практической реализации данной технологической линии, были проведены исследования ее работы. В частности, исследован процесс охлаждения тушек рыбы снегообразным диоксидом углерода.

Маркетинговые исследования в области торговли и общественного питания выявили, что из-за расслоения населения по уровню доходов большая часть населения предпочитает рыбу недорогих видов.

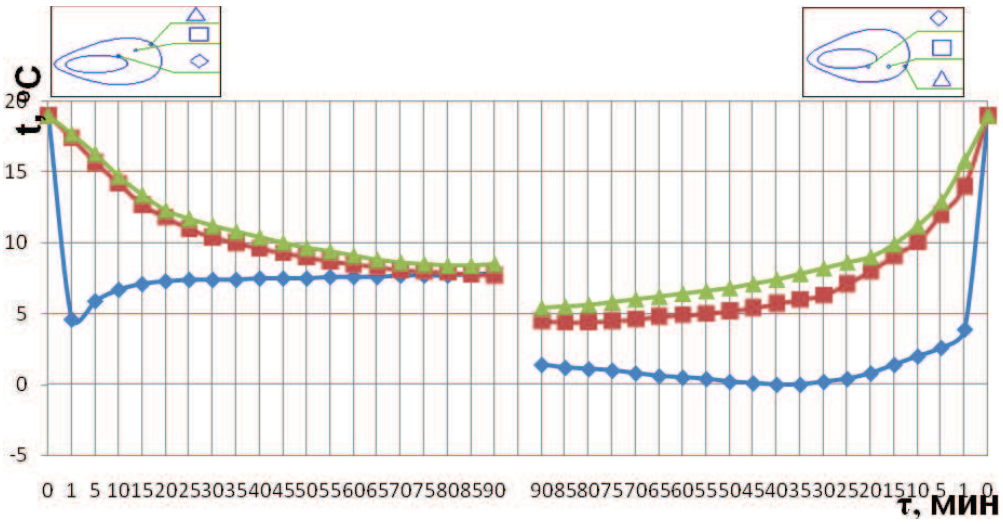
Исследования проводились с рыбой карпом массой 1140 ± 50 г, по степени упитанности относящейся ко второй группе (толщина до центра позвоночника рыбы 42 мм).

Карпов размещали на технологической линии, где происходило удаление голов и внутренностей. Затем, снегообразный CO_2, подавался во внутреннюю полость рыбы, через генератор – дозатор. Далее рыба поступала в упаковочную машину, где помещалась в герметичную упаковку, позволяющую сохранять внутри углекислотную среду в течение всего срока хранения рыбы, и укладывалась в картонные коробки, которые помещали в теплоизолированную камеру с температурой 20±2 °С.

Температуру рыбы измеряли с помощью хромель-копелевых термопар, подключенных к контроллеру температуры ТРМ-138, причем термопары устанавливались на глубине в тушки рыбы b = 1; 21; 42 мм с двух сторон симметрично относительно позвоночника рыбы.

Схема расположения термопар и термограмма процесса охлаждения рыбы снегообразным CO_2, расположенным во внутренней полости тушки при температуре окружающей среды 20±2 °С, показана на рисунке.

Установлено, что во внутреннюю полость рыбы массой 1140 ± 50 г можно поместить до 0,110 кг снегообразного CO_2.



Термограмма процесса охлаждения рыбы снегообразным CO_2

Сублимация всего снега CO_2 происходит в течение 90 мин, а среднеобъемная температура при этом устанавливается в пределах 3 °С.

Процесс охлаждения наружных слоев внутренней полости происходит довольно интенсивно, это связано с тем, что в первоначальный момент времени поверхности внутреннего слоя находятся в непосредственном контакте со снегообразным диоксидом углерода, а также разность температур между мясом рыбы и CO_2 будет максимальна.

Однако после первых минут температура наружного слоя верхней части тушки рыбы начинает повышаться, это объясняется тем, что при сублимации количество снегообразного диоксида углерода уменьшается и между верхним слоем внутренней полости тушки и снегообразным диоксидом углерода образуется газовая прослойка, которая создает дополнительное термическое сопротивление теплоотдаче.

Охлаждение наружной поверхности на верхней части тушки происходит за счет теплоотвода к воздушно-газовой среде, создающейся в упаковке при сублимации снегообразного диоксида углерода, а так же за счет теплоотвода ко внутренней поверхности через центральные слои мяса, соответственно температура воздушно-газовой среды в упаковке будет существенно выше, чем снегообразного диоксида углерода, что приводит к снижению темпа охлаждения наружной поверхности тушки рыбы.

Охлаждение центральной верхней части тушки (на расстоянии 21 мм от внутренней полости) происходит в основном за счет теплоотвода к внутренней полости, в которой находится снегообразный диоксид углерода и объясняется теорией о распространении температурного поля от поверхности продукта к его центру [3].

Так как термопары расположены симметрично относительно позвоночника тушки, то процессы охлаждения областей нижней части рыбы аналогичны процессам, которые описаны выше. Однако нижняя часть тушки охлаждается интенсивней, в связи с тем, что нижняя поверхность внутренней полости находится в контакте со снегообразным диоксидом углерода в течение всего процесса сублимации, а следовательно процесс теплоотвода происходит гораздо интенсивнее.

В результате обследования внутренней полости рыбы, после полной сублимации CO_2, не зафиксировано явления подмораживания мяса.

Это объясняется тем, что снегообразный диоксид углерода занимал внутреннюю полость рыбы, защищенную костным скелетом, а потому не имел непосредственного контакта с мясом.

Следовательно, при введении данной технологии в промышленность необходимо учитывать тот факт, что при охлаждении снегообразным CO_2, расположенным во внутренней полости тушки рыбы, теплоотвод несимметричен, что приведет к неравномерному охлаждению рыбы.

Таким образом, применение CO_2 для охлаждения рыбы является перспективным методом, однако в настоящее время современные технологии обработки продуктов в среде диоксида углерода не позволяют использовать его достаточно эффективно. Разработанная нами технологическая линия позволит увеличить эффективность использования диоксида углерода, так как получаемый при дросселировании газ CO_2 будет дополнительно использован для охлаждения рыбы.

Библиографический список

1. Калитин К.В. Холодильная обработка – залог качества рыбы / К.В. Калитин, А.М. Рукавишников // Холодильная техника. – 2010. – № 1. – С. 32-35.

2. Карпов В.И. Технологическое оборудование рыбоперерабатывающих предприятий: учебник. – М.: Колос, 1993. – 271 с.

3. Чижов Г.Б. Теплофизические процессы в холодильной технологии пищевых продуктов: учебник. – М.: Пищ. пром-сть, 1979. – 271 с.

4. www.ikc – apk.kuban.ru

ТЕПЛООБМЕН И РАСКЛИНИВАЮЩЕЕ ДАВЛЕНИЕ В ПОГРАНИЧНЫХ СЛОЯХ ЖИДКОСТЕЙ

А.А. Подляков, Л.И. Ильченко, В.Д. Чайка
ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток

Результаты многих исследований профиля температур кипящих жидкостей показали определяющую роль пограничных слоев жидкостей для процессов теплообмена. Рассматривается зависимость теплофизических свойств этих слоев и расклинивающего давления в пленках. Предложено прогнозировать теплофизические свойства пограничных слоев на основе экспоненциальной зависимости расклинивающего давления от толщины слоя.

Важная роль теплового пограничного слоя в процессах теплопередачи кипящих жидкостей сделала его объектом многих исследований [1-6]. Толщина перегретого пограничного слоя, прилегающего к поверхности нагрева, и профиль температуры внутри этого слоя считаются существенными параметрами пузырькового кипения. Именно эта сильно перегретая область определяет зарождение и рост паровых пузырьков и представляет собой основной фактор, определяющий теплоотдачу при пузырьковом кипении.

Существование перегретого пограничного слоя впервые наблюдали в 1931 г. Якоб и Фриц [1]. Используя термопарный зонд, они измерили профиль температур над горизонтальной поверхностью нагрева при кипении воды в большом объеме. Они заметили, что основная часть разности температур поверхности и основной массы жидкости приходится на область, прилегающую к поверхности и имеющую толщину в несколько миллиметров.

В 1965 г. Маркус и Дропкин [2] провели обширное исследование теплового пограничного слоя над никелированной медной поверхностью при пузырьковом кипении воды в большом объеме в условиях насыщения, которое показало, что толщина теплового пограничного слоя уменьшается с увеличением теплового потока. Кроме того, они установили функциональную зависимость между экстраполированной толщиной перегретого слоя и коэффициентом теплоотдачи.

Исследования профиля температур в пограничном слое кипящей жидкости позволяют сделать вывод о теплофизических свойствах этих слоев. Б. Маркус, Д. Дропкин, а вслед за ними и другие авторы [9], изучая распределение температур в пограничном слое, отмечают две области – зоны этих слоев: в первой области, прилегающей к нагревателю профиль температур принимается линейным (рис. 1, а), во второй зоне (на расстоянии более 0,1-0,2 мм) прямолинейная зависимость получена только в логарифмических координатах.

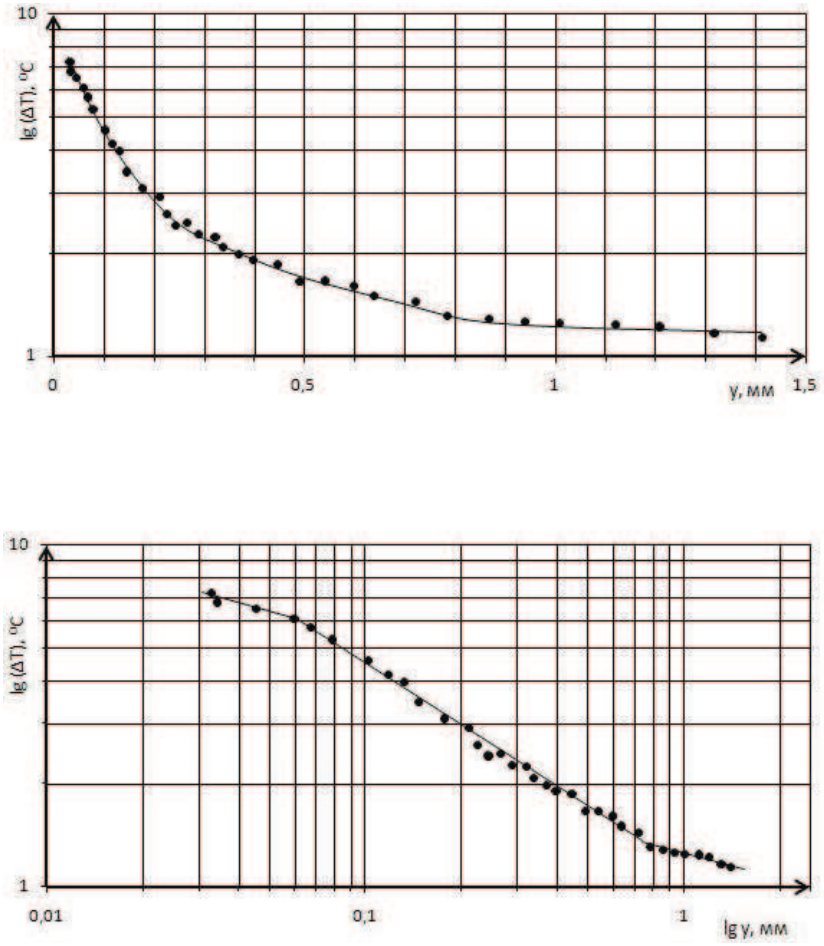


Рис. 1. а – типичные профили температур внутри перегретого пограничного слоя; полулогарифмические координаты, тепловой поток q = 41200 ккал/м^2·ч; α = 4920 ккал/м^2·ч·°С; T_s = 108°; б – типичные профили температур внутри перегретого пограничного слоя; логарифмические координаты, тепловой поток q = 41200 ккал/м^2·ч; α = 4920 ккал/м^2·ч·С°; T_s = 108°

В 1968 г. Липперт и Дугелл [3] предприняли исследование, аналогичное исследованию Маркуса и Дропкина, в котором измерили температурные профили в тепловом пограничном слое для фреона-113, метилового спирта и воды, кипящих на медной поверхности нагрева. Липперт и Дугелл воспроизвели результаты Маркуса и Дропкина для воды. Все опыты были проведены с жидкостями, объем которых находился при температуре насыщения или вблизи нее.

Последняя работа по измерению теплового пограничного слоя была выполнена Уиб и Джадом [4]. В этой работе кипение фреона-113 происходило на стеклянной пластине, покрытой электропроводящим окислом. В соответствии с предыдущими исследованиями они обнаружили, что тепловой пограничный слой уменьшается с увеличением теплового потока.

Как следует из температурных профилей (рис. 2) большая часть температурного перепада между поверхностью нагрева и жидкостью в объеме приходится на очень тонкий пограничный слой толщиной до 0,2 мм прилежащий к поверхности нагрева. При этом отмечается, что в пределах 0-0,1 мм от поверхности нагрева профили температур практически линейны [2, 3].

Во всех отмеченных исследованиях не рассматривалась природа теплового пограничного слоя, его структура и свойства. Между тем, эти вопросы являются определяющими для выяснения механизма передачи тепла и массы в системе твёрдое тело – жидкость.

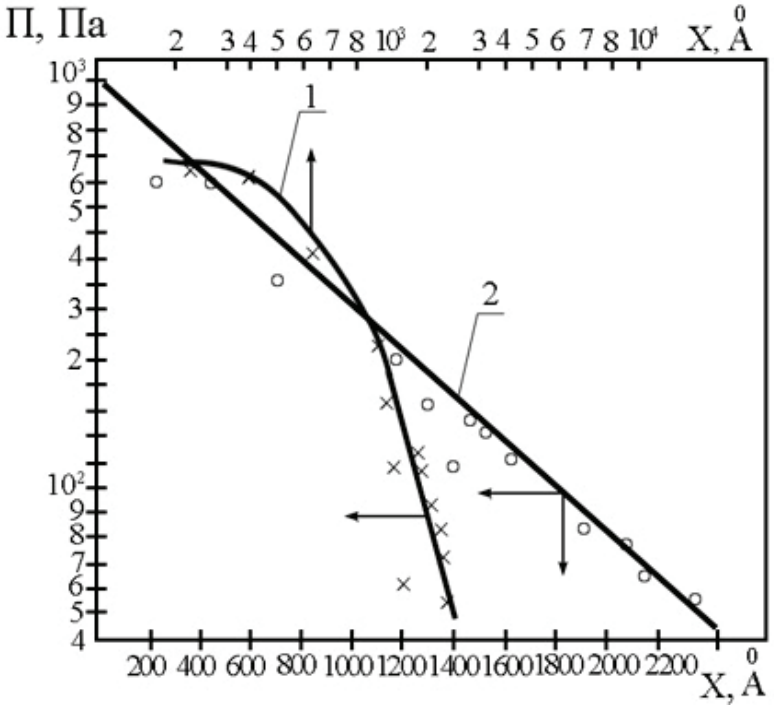


Рис. 2. Расклинивающее давление воды в тонких плёнках в зависимости от их толщины

Особые теплофизические свойства пограничных слоев обусловлены силами притяжения поверхностных слоев твердого тела прилегающих молекул жидкости (или газа), причём это взаимодействие распространяется на значительные расстояния. Важно, что это взаимодействие, по нашим представлениям, имеет место не только для тонких плёнок жидкости, достаточно хорошо изученных [16], но и в случае контакта твердого тела с объемной жидкостью, формирующей при этом специфический слой – пограничный, ТФС которого аналогичны свойствам тонких плёнок. Первопричина изменения ТФС жидкостей в пограничных слоях – поверхностные силы взаимодействия твёрдого тела и жидкостей рассматривались исследованиями как изотермы отрицательного по сравнению с объемной жидкостью «расклинивающего» давления [10-11].

Расклинивающее давление $П$ как результат сложения различных сил взаимодействия ионно-электростатических, молекулярных и структурных, считалось зависящее обратно квадратично от толщины пленок, не смотря на то, что этой закономерности подчиняются только часть экспериментальных точек для тонких пленок $x > 1\text{-}10^{-7}$ м (рис. 3, кривая 1).

Однако при более тщательном анализе экспериментальных данных многих авторов [11] нами был сделан вывод об экспоненциальном характере зависимости расклинивающего давления от толщины пленок (рис. 3, кривая 2):

$$П = П_0 \exp(-kx), \tag{1}$$

где $П_0$ – «расклинивающее» давление в прилегающем пограничном слое жидкости, обусловленное силой притяжения $F = k = ma$, x – расстояние в ограниченном слое.

Установление факта экспоненциальной зависимости сил притяжения поверхности твёрдого тела и жидкости даёт основание рассматривать все другие теплофизические свойства теплового пограничного слоя в соответствии с этой закономерностью. Например, аналогично фреону-113, рассмотрим теплопроводность пограничных слоёв кипящей воды основываясь на анализ экспериментально полученного профиля температур [2].

Как отмечали авторы, этот профиль температур может быть описан двумя уравнениями, причём, в логарифмических координатах он прямолинеен только на отдельном участке. В то же время профиль может быть описан не двумя уравнениями, как предлагалось в работе [3], а одним, с показателем экспоненты в виде квадратичной зависимости в соответствии с уравнением (1)

$$\Delta T = \Delta T_0 \exp(bx^2 - cx), \tag{2}$$

где b и c – коэффициенты, определяемые условиями эксперимента, причём, коэффициент c отражает уменьшение сил притяжения, что приводит к увеличению критерия Грасгофа за счёт уменьшения вязкости. Коэффициент b в уравнении (2) отражает появление паровой фазы – интенсивность пузырькового кипения жидкости. Воспользовавшись уравнением (2) можно рассчитать и найти изменение теплопроводности по всей толщине пограничного слоя:

$$\lambda_i = -\frac{\mathrm{q}}{d(\Delta T)/dx} = -\frac{q}{\Delta T_0 \ \ (2ax-k)\exp(ax^2-kx)}, \tag{3}$$

где q – плотность теплового потока.

Расчёты по уравнению (3) из условий экспериментов работы [3] приводят к значениям $\lambda_{\min}$ в слоях пограничного слоя около нагревателя близким к табличным значениям. Причем, наибольшее термическое сопротивление оказывают близлежащие к нагревателю пограничные слои, в соответствии с уравнением (3) теплопроводимость которых по мере удаления от поверхности увеличивается до её значений, равным в объёмной жидкости.

Кроме того, проанализируем результаты некоторых исследований, выполненные в работах [3, 4] и представленные на рис. 3 (кривая 1), при этом подтверждается аномальность теплофизических свойств пограничных слоев кипящего фреона-113, в частности, исследуется его теплопроводность, которая обусловливает наличие зоны перегрева и весь процесс пузырькового кипения.

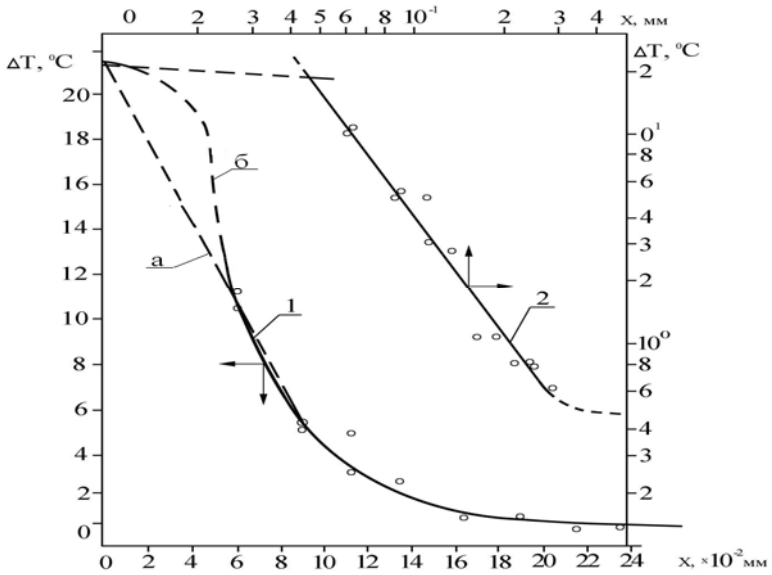


Рис. 3. Профиль температур кипящего фреона-113: 1 – $\Delta T - x$; 2 – $\lg \Delta T - \lg x$;

ΔT – град; x – мм; $t_{кип} = 46{,}7$ °С, $q = 51172$ Вт/м^2 [3]

Профиль температур для кипящего R-113 действительно в соответствии с мнением авторов [2-4], как и для других кипящих жидкостей можно разделить на две зоны (см. рис. 3). Первая, прилегающая к нагревателю область в декартовых координатах имеет прямолинейный температурный профиль (участок «а», кривая 1). Для второй области прямолинейная зависимость температурного перепада ΔT получена только в логарифмических координатах (кривая 2 рис. 3) и может быть представлена степенной зависимостью:

$$\Delta T = Д\, x^{-m}, \tag{4}$$

где постоянные $Д$ и m определяются условиями опыта. Для плотности теплового потока $q = 51172$ Вт/м^2 (44000 ккал/м^2·ч) и температуры кипения $t = 46{,}7$ °С найденные значения составляют $Д = 4{,}2 \cdot 10^{-2}$ град/мм; $m = 2{,}0$.

При стационарном тепловом режиме известный профиль температур в теплообменивающих слоях позволяет определить теплопроводность слоя из уравнения Фурье:

$$\lambda = \frac{q}{d(\Delta T)/dx} = \frac{q}{\left(Д\, x^{-m}\right)'}. \qquad (5)$$

Считая процесс кипения квазистационарным тепловым режимом, продифференцировав уравнение (4) и подставив численные значения $Д$ и m в уравнение (5) получим расчетную формулу для определения коэффициента теплопроводности λ пограничных слоев второй зоны кипящего R-113 (при измерении x в метрах):

$$\lambda = \frac{51172}{2 \cdot 4{,}2 \cdot 10^{-2}} x^3 = 0{,}61 \cdot 10^{-12} x^3 \qquad (6)$$

Расчет коэффициента λ по уравнению (6) дает для пограничного слоя на расстоянии x = 0,05 мм значение λ = 0,076 Вт/м·К, что близко и сопоставимо с табличными значениями λ для фреона-113 ($\lambda_{табл}$ = 0,067 Вт/м·К при температуре кипения t = 45 °С).

Таким образом, теплопроводность пограничных слоев R-113 имеет низкие значения, свидетельствующие об отсутствии конвективной составляющей в тепловом потоке, изменяется по параболическому закону в соответствии с уравнением (3) и, вероятно, является следствием изменения других теплофизических свойств таких, как например, вязкости [11].

Представляет интерес из уравнения (3) определить то расстояние от нагревателя, при котором коэффициент λ принимает значение, равное табличному и которое характеризует невозможность дальнейшего уменьшения теплопроводности и полное отсутствие конвекции. Расчет приводит к величине x = 0,047 мм. Как видно из рис. 3, именно в этой точке наблюдается граница первой и второй зон.

Аналитическое описание профиля температур в слоях первой зоны для расчета теплопроводности жидкостей в виде прямолинейной зависимости не обосновано экспериментально из-за понятных затруднений при измерениях на столь малых расстояниях (0-0,05 мм). Кроме того, предполагаемая прямолинейная зависимость (участок «а» кривой 1) не подтверждается при преобразовании ее в логарифмический масштаб (рис. 3), (кривая 2 на первом участке имеет показатель степени при x, не равный единице). Более достоверное распределение температур в первой зоне, как нам представляется, должно быть в виде криволинейного участка «b» (кривая 1). В таком случае профиль температур обоих зон имеет «дельтообразный» вид и может быть обобщен одним экспоненциальным уравнением, аналогично тому, как изменяется расклинивающее давление, в котором известные координаты точек перегиба (x = 0,047 мм) и максимума (условно располагаемого внутри нагревателя при x = –0,01 мм), позволяют определить значения величин a, b и c и получить расчетное уравнение:

$$\Delta T = 21{,}2 \exp\left(-1{,}6x - 140x^2\right). \qquad (7)$$

Продифференцировав уравнение (7) и подставив в уравнение (3), рассчитаем теплопроводность пограничного слоя R-113 во всем диапазоне толщин. Результаты расчетов представлены на рис. 4.

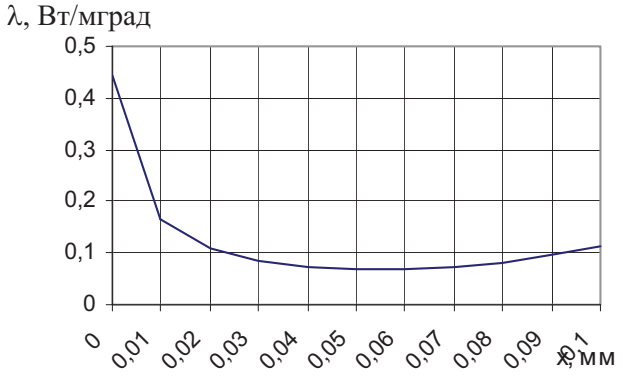


Рис. 4. Изменение теплопроводности λ (Вт/м·К) по толщине пограничного слоя R-113, (x, мм)

Из рис. 3 видно, что теплопроводность пограничных слоев R-113 минимальна и равна табличному значению (λ = 0,067 Вт/мК) на расстоянии x = 0,045 – 0,055 мм от нагревателя. С увеличением расстояния теплопроводность увеличивается за счет конвективной составляющей в тепловом потоке. Увеличение теплопроводности пограничных слоев непосредственно прилегающих к нагревателю на расстоянии 0-0,01 мм не связанно с конвекцией, а обусловлено изменением структурной составляющей прилегающих слоев жидкости.

Впервые такая повышенная теплопроводность тонких жидких пленок была обнаружена Мецик [8], что является экспериментальным фактом и подтверждает справедливость предлагаемых нами уравнений (1), (2).

Библиографический список

1. M. Jakob and W. Frits, «Versuche uber den Verdampfungsvorgang», Forschung auf dem Gebiete des Ingenieurwesens Vol. 2, 1931. P. 435.
2. Маркус Б., Дропкин Д. Экспериментальное исследование температурных профилей в перегретом слое над горизонтальной поверхностью при пузырьковом кипении воды в большом объеме // Теплопередача. – № 3. – 1965. – С. 14-24.
3. Липперт Т., Дугелл Р., Экспериментальное исследование профилей температуры в тепловом подслое при пузырьковом кипении в большом объеме воды, фреона-113 и метилового спирта // Тр. Американского общества инженеров-механиков // Теплопередача. – 1968. – Сер. С. – Т. 90. – № 3. – С. 71-77.
4. Уиб Джад. Измерение толщены перегретого слоя при пузырьковом кипении насыщенной и недогретой жидкости // Теплопередача. – Сер. С. – 1971. – Т. 93. – № 4. – С. 132-139.
5. Ильченко Л.И., Чайка В.Д. Простая модель сложного теплообмена при кипении жидкостей // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток, 2008.
6. Чайка В.Д. Эксперимент и теория при закипании воды на горизонтальных трубах. – Владивосток, 2002. – Т. 1. – С. 92.
7. Маркус Б., Дропкин Д. Экспериментальное исследование температурных профилей в перегретом пограничном слое под горизонтальной поверхностью при пузырьковом кипении воды в большом объеме // Теплопередача. – Сер. С. – 1965. – Т. 87. – № 3. – С. 14-25.
8. Липперт Т., Дугель Р. Экспериментальное исследование профилей температуры в тепловом подслое при пузырьковом кипении в большом объеме воды, фреона-113 и метилового спирта // Теплопередача. – Сер. С. – 1968. – Т. 90. – № 3. – С. 71-77.
9. R.W. Bobst, C.Ph. Colver. Temperature profiles up to bunout adjacent to a horizontal heating surface in nucleate pool boiling water. Chem. Eng. Ng. Progr. Symp. Ser. – 1968. – Т. 64. – № 82. – С. 26-32.
10. Дерягин Б.В., Кусаков М.М., Экспериментальное исследование сольватации поверхностей в применении к построению математической теории устойчивости лиофильных коллоидов // Изв. АНСССР, ОМЕН. – Сер. хим. – № 5. – 1936. – С. 1115-1151; № 5. 1937.
11. Чураев Н.В., Дерягин Б.В. Влияние электрокинетических явлений и реологических свойств граничных фаз на течение жидкостей в тонких пленках и порах // Исследования в области поверхностных сил. – М.: Наука, 1967. – С. 295-303.
12. Мецик М.С. Новые данные о теплопроводности тонких пленок воды // Исследования в области поверхностных сил: сб. докл. 3-й конф. по поверхностным слоям. – М.: Наука, 1967. – С. 41-42.

АНАЛИЗ РАДИАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЧАСТИЦ САЖИ ТЕПЛОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Б.И. Руднев, О.В. Повалихина
ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток

Приведены основные радиационные характеристики частиц сажи, образующихся в камере сгорания дизельных двигателей, и показана их значимость при расчетах локальных радиационных тепловых потоков с использованием зонального метода.

Процессы сгорания и радиационного теплообмена в тепловых двигателях, и в частности, в дизелях и других энергетических установках, несмотря на большое количество работ этого направления, остаются еще недостаточно изученными. К настоящему времени наиболее полно и