

Автор ер.

Д 56

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

ДОБРОБАБИНА Любовь Борисовна

УДК 664.951.036.536.2

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА
СТЕРИЛИЗАЦИИ РЫБНЫХ КОНСЕРВОВ В ОТЕЧЕСТВЕННЫХ
И ИМПОРТНЫХ МОДЕРНИЗИРОВАННЫХ АППАРАТАХ

Специальность 05.18.13 – технология консервированных
пищевых продуктов

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесса – 1990

Работа выполнена в Одесском технологическом институте пищевой промышленности им. М.В. Ломоносова

Научный руководитель

- доктор технических наук,
профессор Б.Л. ФЛАУМЕНБАУМ

Официальные оппоненты

- доктор технических наук,
профессор К.П. ЛЕМАРИНЬЕ

- кандидат технических наук,
доцент С.М. КОБЕЛЕВА

Ведущая организация

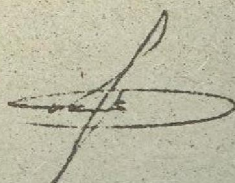
- Черноморское производственное
объединение рыбной промыш-
ленности "Антарктика"

Защита состоится "26 ~~апреля~~ ^{марта} 1990 г. в 10³⁰ час.
на заседании специализированного совета Д 068.35.01 при Одесском
технологическом институте пищевой промышленности им. М.В. Ломо-
носова, 270039, г. Одесса, ул. Свердлова, 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Одесского
технологического института пищевой промышленности им. М.В. Ломо-
носова

Автореферат разослан "22" марта 1990 года.

Ученый секретарь
специализированного совета
к.т.н., доцент



Е.Г. Кротов

V. 10 16675

Одесский технологический
институт пищевой промыш-
ленности им. М. В. Ломоносова

БИБЛИОТЕКА

ОНАХТ 26.07.11
Научное обоснование



v016675

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Народное хозяйство Советского Союза ориентировано на повышение уровня жизни и благосостояния Советского народа и в первую очередь удовлетворение потребностей в продуктах питания. Немаловажную роль в белковом рационе играют рыбные продукты. Уже к концу 1990 года свыше 20% всего объема пищевого животного белка, производимого в стране будет обеспечиваться рыбными товарами. Увеличение выпуска продуктов питания из рыбы происходит, в основном, за счет возрастания объемов производства термостабилизированной продукции. Внедрение в рыбоперерабатывающую отрасль стерилизационного оборудования нового поколения потребовало изучения конструктивных особенностей различных моделей стерилизаторов, а также научного обоснования параметров обработки, обеспечивающих выпуск продукции высокого качества.

Исследования по теме диссертации связаны с решением проблемы "Совершенствование техники и технологии стерилизации консервов из гидробионтов", включенной в Комплексную отраслевую программу "Пеллагаль", п.01.04.03., утвержденной Президиумом Координационного Совета Минрыбхоза СССР (протокол № 24 от 10.12.86) и имеют важное народнохозяйственное значение.

Цель и задачи исследований. Цель работы - изыскание научно обоснованных параметров процесса стерилизации рыбных консервов в различных типах современных стерилизаторов периодического действия, обеспечивающих микробиологическую стабильность консервов при хранении и высокое качество готовой продукции. В соответствии с этим было намечено решить следующие задачи:

на основе исследований конструктивных особенностей новых моделей стерилизационных аппаратов изучить равномерность температурного поля греющей среды и определить наименее прогреваемые зоны аппаратов, выработать методику, регламентирующую проведение исследований;

используя тест-микроорганизмов на температурное воз-
действие константам термостойчивости рассчитать
относительно к разрабатываемым режимам

и стерилизации рыбных
консервов в стерилизованного сте-

в при стерилиза-

ции в различных аппаратах, определить соответствующие константы и применить их для расчета продолжительности процесса стерилизации консервов;

исследовать кинетику и биохимические особенности размягчения позвоночных костей рыб в процессе тепловой стерилизации, определить соответствующие кинетические константы и использовать их при изыскании режимов стерилизации с требуемыми реологическими показателями.

Научная новизна. Впервые исследовано температурное поле различных типов греющих сред модернизированных автоклавов и установлено расположение наименее прогреваемой зоны; установлены научно обоснованные параметры процесса тепловой обработки в 7 моделях стерилизаторов периодического действия; изучены кинетика и биохимические изменения костной ткани рыб при тепловой обработке и разработан новый реологический параметр научного обоснования режимов стерилизации — "эффективность размягчения" кости.

Практическая ценность состоит в изучении особенностей стерилизации в 7 современных моделях стерилизаторов периодического действия и выдаче промышленности рекомендаций по проведению эффективной тепловой обработки в них с использованием научно обоснованных с микробиологической и реологической позиций режимов стерилизации консервов из гидробонтов, гарантирующих микробиологическую стабильность консервов при хранении и высокие качественные показатели. Научно обоснованные режимы стерилизации, разработанные для широкого ассортимента рыбных консервов в металлической и стеклянной таре, утверждены Минрыбхозом СССР, внедрены и используются на рыбоконсервных предприятиях страны.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались на отчетных научных конференциях профессорско-преподавательского состава ОТИИ им. М.В. Ломоносова в 1981...1989 гг., на Всесоюзной научно-технической конференции по вопросам теории и практики стерилизации и пастеризации пищевых продуктов (Махачкала, 1981 г.), на Всесоюзной отраслевой научно-технической конференции "Состояние и перспективы работ по улучшению качества и расширению ассортимента рыбных консервов, созданию средств механизации" (Калининград, 1986 г.), на Республиканской научно-технической конференции молодых ученых и специалистов по ускорению создания и освоения новой техники, технологии и повышения качества готовой продукции пищевой промышленности в свете решений XXVII Съезда КПСС (Тбилиси, 1987 г.), а также на Всесоюзном координа-

ционном совещании по проблеме "Совершенствование техники и технологии стерилизации консервов из гидробактерий" (Одесса, 1989 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 10 научных работ.

Структура и объем. Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов и приложений, перечня литературных источников (260 наименований, из них 71 на иностранных языках). Работа изложена на 199 стр. машинописного текста, содержит 45 рисунков, 26 таблиц.

На защиту выносятся: результаты исследования особенностей стерилизации и равномерности температурного поля греющей среды 7 моделей модернизированных автоклавов отечественного и зарубежного производства; научно обоснованные параметры тепловой обработки в новых аппаратах; результаты теплофизических и биохимических исследований процесса размягчения костной ткани рыб.

Во введении обоснована актуальность темы и сформулирована цель настоящей работы.

В первой главе проведен анализ факторов, определяющих продолжительность стерилизации рыбных консервов. Рассмотрены работы по модернизации стерилизационной техники. Освещены проблемы, связанные с внедрением новых моделей периодически действующих автоклавов горизонтального типа и бессеточных. Особое внимание уделено вопросам изменения физико-химических показателей качества рыбных консервов в процессе стерилизации.

На основе проведенного анализа литературных данных, поставлена цель и определены задачи исследований.

Вторая глава посвящена описанию стерилизационного станда и методов исследований. Изучение теплового режима всех исследуемых моделей стерилизаторов проводили с помощью переносного комплекта термодатчиков и потенциометра, а также автоматического контрольно-измерительного прибора системы "Эл.аб" (Дания). Сравнительную прогреваемость консервов при стерилизации в различных аппаратах оценивали путем сопоставления кривых прогреваемости и фактической летальности фаршевых консервов, размещаемых в наиболее характерных точках по всему объему рабочей камеры аппарата.

Работы по изысканию научно обоснованных режимов стерилизации рыбных консервов выполнялись в полном соответствии с "Инструкцией по проверке действующих и разработке новых режимов стерилизации консервов из рыб, морских беспозвоночных и водорослей", утвержденной Минрыбхозом СССР. Исследования прогреваемости консервов в лабораторных условиях проводили на универсальном станде с про-

граммным управлением процесса, позволяющем имитировать условия стерилизации различных типов аппаратов, в том числе АВ-2, фирмы "Любека" ΔW 2002, бессеточного НГО-ИАВ.

Кинетику размягчения позвоночной кости рыб изучали методом, основанным на определении критического напряжения, необходимого для разрушения структуры позвонка. Анализ белковых компонентов костной ткани проводили общепринятыми методами. Содержание отдельных макро- и микроэлементов в костной ткани определяли методами пламенной фотометрии и эмиссионного спектрального анализа.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Особенности процесса стерилизации в различных моделях стерилизационного оборудования. С целью научного обоснования параметров стерилизации в модернизированных аппаратах, для которых неприемлемы действующие формулы тепловой обработки, справедливые для традиционных вертикальных автоклавов типа АВ, были изучены конструктивные особенности 7 моделей стерилизационных аппаратов периодического действия: вертикальных - АВ-3, переоборудованных из АВ-2, Э02-12000, установленного на СРТМ "Форос"; бессеточных - НГО-ИАВ, фирмы "Любека" ΔW 2090, МРА-50; горизонтальных - фирмы "Любека" ΔW 2002 St -4, "Атмос консервомат".

Поскольку процесс стерилизации в большинстве изученных стерилизаторов существенно отличается от процесса стерилизации в обычных вертикальных автоклавах, была проведена корректировка структуры формул стерилизации с учетом возможностей аппаратов и своеобразия техники ведения процесса.

Равномерность температурного поля греющей среды автоклавов, являющаяся важнейшим элементом технической характеристики, определяли непосредственно терморегистрирующими приборами, а также путем сравнения прогреваемости и летальности режимов стерилизации контрольных фаршевых консервов, размещенных по всему объему автоклавов. Анализ полученных данных позволил сделать вывод о неравномерности температурного поля греющей среды всех моделей исследуемых аппаратов. Неравномерность температурного поля обуславливается меньшей подвижностью греющей среды в наименее доступной теплоносителю и наименее прогреваемой зоне (НПЗ). Помещенные в нее консервы получают значительно меньшую дозу летальности.

Для каждой конструкции автоклавов были определены наименее прогреваемые зоны. Отклонения стерилизующего эффекта в НПЗ по сравнению с другими зонами автоклавов колебались от 13...20 % для го-

горизонтальных и бессеточных автоклавов с водяной и пароконденсатной греющими средами до 40 % для бессеточных и традиционных вертикальных автоклавов типа АВ с паровой греющей средой (рис. 1).

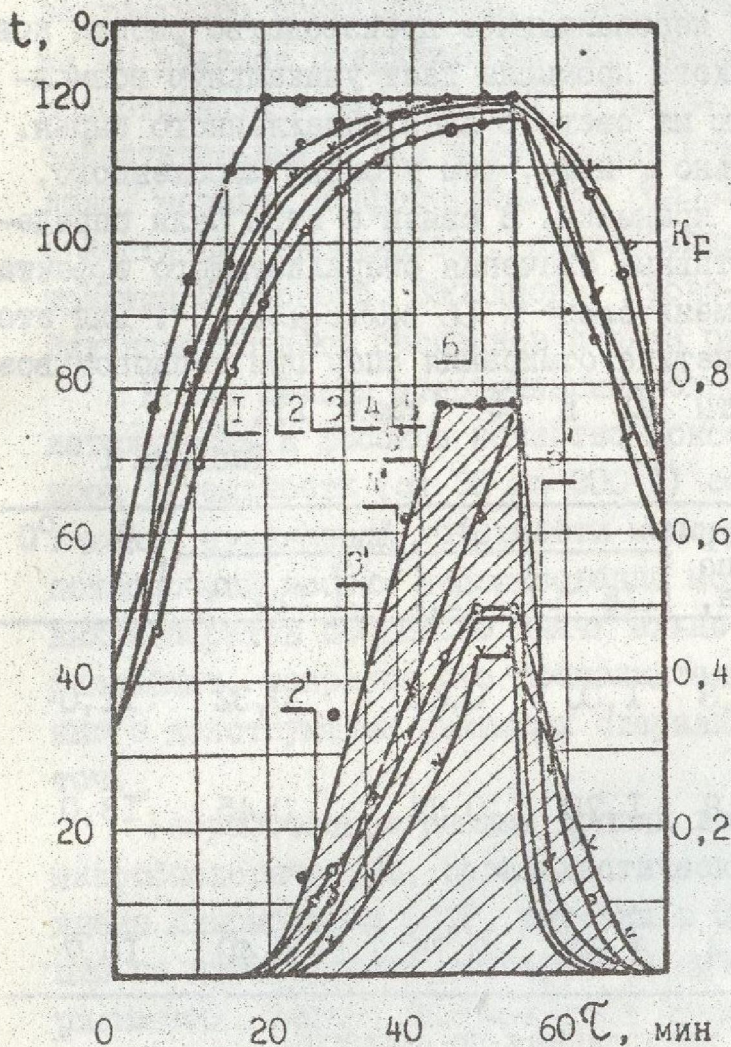


Рис. 1. Кривые прогреваемости и летальности фаршевых консервов в жестяных банках 3 при стерилизации по режиму

5-15-35-20 в автоклаве
120 °C

НПО-ЛАВ

1 - автоклав; 2,2' - у нижней крышки, $F = 19,2$ усл. мин; 3,3' - по центру боковой поверхности, $F = 8,9$ усл. мин; 4,4' - на границе нижней конической и цилиндрической частей, $F = 10,1$ усл. мин; 5,5' - в центре цилиндрической части, $F = 11,3$ усл. мин; 6,6' - по центру боковой поверхности нижней цилиндрической части, $F = 13,6$ усл. мин.

Столь большое отставание в наборе летальности в НПО по сравнению с другими зонами автоклавов указывает на необходимость определения фактической летальности разрабатываемых режимов стерилизации только в наименее прогреваемой зоне. В противном случае данные прогреваемости не будут достоверны и это приведет к недостаточной стерилизации части продукции при осуществлении заданного режима.

На основании проведенных исследований по изучению равномерности температурного поля греющей среды различных автоклавов и установлению наименее прогреваемой зоны была разработана и утверждена Минрибхозом СССР "Методика изучения температурного поля греющей среды аппаратов периодического действия для стерилизации консервов" (1933).

Изыскание интенсифицированных режимов стерилизации рыбных консервов. Режимы стерилизации консервов являются надежными, если

фактическая летальность их (F_{ϕ}) равна или больше требуемой (F_H), т.е. соблюдается неравенство:

$$F_{\phi} = F_H$$

Современное и наиболее перспективное производство рыбных консервов в условиях океанического промысла дает уникальную возможность вырабатывать продукцию из свежего либо охлажденного сырья. Обсемененность его значительно меньше, чем у сырья мороженого, прошедшего длительные сроки хранения. В связи с этим были определены экспериментально нормативные значения стерилизующего эффекта в исследуемых консервах применительно к *S. prodigiosus*. Для этого на основании данных о кинетике отмирания спор при тепловом воздействии определены константы D и Z (табл. 1).

Таблица I

Наименование консервов	pH	Содержание жира, %	D, мин			Z, °C
			118 °C	121,1 °C	124 °C	
Килька в томатном соусе	5,55	21,3	1,00	0,60	0,32	11,0
Ставрида океаническая бланшированная в масле	6,40	30,8	1,70	0,82	0,45	13,0
Ставрида океаническая натуральная с добавлением масла	6,27	25,4	1,60	0,75	0,40	10,7

Требуемая летальность, вычисленная по формуле

$$F_T = D_{121,1} \cdot \left(\lg \frac{B}{b} + x \right)$$

составила для консервов "Килька в томатном соусе" - 5,0 усл.мин, "Ставрида океаническая натуральная с добавлением масла" - 6,3 усл.мин, "Ставрида бланшированная в масле" - 6,9 усл.мин.

Расчет выполнен для металлической банки 3 вместимостью 250 г, исходя из начальной обсемененности (B) в количестве 1 спора на 1 г продукта, поправки на нелогарифмический порядок отмирания, равные 2 и планируемый процент биологического брака 0,01 % (b равно 10^{-4}).

С учетом результатов микробиологических исследований по установлению требуемой летальности, характеристик прогреваемости, а также органолептической оценки качества продукта установили опти-

мальные "формулы" стерилизации применительно к 7 моделям модернизированных стерилизаторов периодического действия отечественного и зарубежного производства. В процессе исследований разработано свыше 40 режимов стерилизации для консервов традиционного массового ассортимента — натуральных, в масле, томатном соусе, фаршевых, рыборастворительных и для новых видов консервов из рыб океанического лова, морских и пресноводных, головоногих и створчатых моллюсков в жестяной, алюминиевой, стералконовой и стеклянной таре для предприятий Северного, Западного, Азово-Черноморского, Каспийского, Дальневосточного бассейнов и ряда рыбоперерабатывающих судов.

Новые режимы стерилизации полностью обеспечивают требуемую летальность и высокое качество консервов. Превышение установленных норм летальности (от 30 до 300 %) обусловлено необходимостью достижения кулинарной готовности консервов, а именно, разваривания позвоночной кости. Использование модернизированных стерилизационных аппаратов позволило значительно интенсифицировать процесс стерилизации, сократив его продолжительность на 15...40 % по сравнению с действующими режимами стерилизации для традиционных аппаратов.

Разработанные режимы прошли все стадии научного обоснования — микробиологическую, органолептическую, производственную и утверждены Минрыбхозом СССР, внесены в Сборник технологических инструкций по производству консервов и пресервов и Перечень режимов стерилизации, широко используются предприятиями отрасли.

Теплофизический анализ разработанных режимов стерилизации с позиции теории регулярного теплового режима. Для проведения такого анализа была выполнена математическая обработка полученных экспериментальных данных прогреваемости консервов в различных моделях модернизированных автоклавов с целью нахождения важнейшей теплофизической характеристики — постоянной термической инерции (f_h). Полученные данные показали, что величина f_h колеблется от 12 до 14 мин для пастообразных консервов в тонкой стералконовой упаковке и до 46 мин для натуральных консервов в жестяной банке 6. На величину константы термической инерции мало влияют условия стерилизации в том или ином аппарате. Это положение было подтверждено дополнительно проведенными исследованиями и расчетами. Оценка константы f_h контрольных фаршевых консервов, стерилизованных в 6 аппаратах различной конструкции с использованием нескольких типов греющих сред показала, что практически ее значения находятся на одном уровне, от 29 до 33 мин.

Банк накопленных данных о величине константы термической инерции при стерилизации рыбных консервов был использован для определения ориентировочной продолжительности процесса стерилизации. С помощью уравнения термической инерции были проведены соответствующие расчеты, позволившие вывести зависимость фактической и расчетной величин общей продолжительности стерилизации. Установлено, что экспериментально полученный коэффициент отношения $\frac{\tau_{\text{факт.}}}{\tau_{\text{расч.}}}$ колеблется от 1,3 до 2,1 для различных моделей автоклавов. С учетом полученных данных была предложена зависимость общей продолжительности процесса стерилизации от произведения f_h на логарифм безразмерной температуры.

Для модернизированных аппаратов горизонтальных и бессеточного фирмы "Любека" LW 2090 она составляет:

$$\tau_{\text{общ.}} = 1,3 - 1,5 \cdot f_h \cdot \lg \frac{t_A - t_H}{t_A - t_K}$$

а для традиционных типа АВ и всей группы бессеточных равна:

$$\tau_{\text{общ.}} = 1,5 - 2,1 \cdot f_h \cdot \lg \frac{t_A - t_H}{t_A - t_K}$$

Проведенные таким образом расчеты позволяют составить ориентировочный прогноз будущей формулы стерилизации.

Размягчение позвоночных костей рыб и разработка режимов стерилизации по реологическим показателям. Необходимость достижения кулинарной готовности продукта (размягчения позвоночной кости) влечет за собой значительное ужесточение тепловой обработки. С целью получения объективных реологических показателей этого процесса был изучен процесс размягчения позвоночной кости и определены соответствующие кинетические константы. Исследования проводили с костной тканью хека серебристого *Merluccius bilinearis* семейства тресковых, подсемейства мерлузовых. Было изучено влияние температурного воздействия на позвоночные кости хека в жидкой среде, моделирующей различные виды консервов - натуральных, в масле, в томатном соусе.

Полученные в результате исследований кривые носят экспоненциальный характер, напоминающий кривые отмирания микроорганизмов. Это указывает на то, что в основе термоинактивации микроорганизмов и размягчения костной ткани при тепловой обработке лежат одни и те же гидролитические процессы. Выпрямленные в полулогарифмической анаморфозе кривые дали возможность определить кинетические константы протекающего процесса: D - продолжительность процесса, при

той или иной температуре, приводящая к снижению показателя размягчения в 10 раз и \times - числа градусов, на которые нужно повысить температуру стерилизации, чтобы уменьшить значение D в 10 раз.

Процесс термического размягчения кости резко отстает от процесса термической гибели микроорганизмов (рис. 2). Если время, требующееся для десятикратного снижения количества микроорганизмов (D) для *S. typhimurium* -25 находится в пределах 0,6...1,5 мин, то время, необходимое для десятикратного снижения твердости позвоночной кости, находится в пределах 15...20 мин.

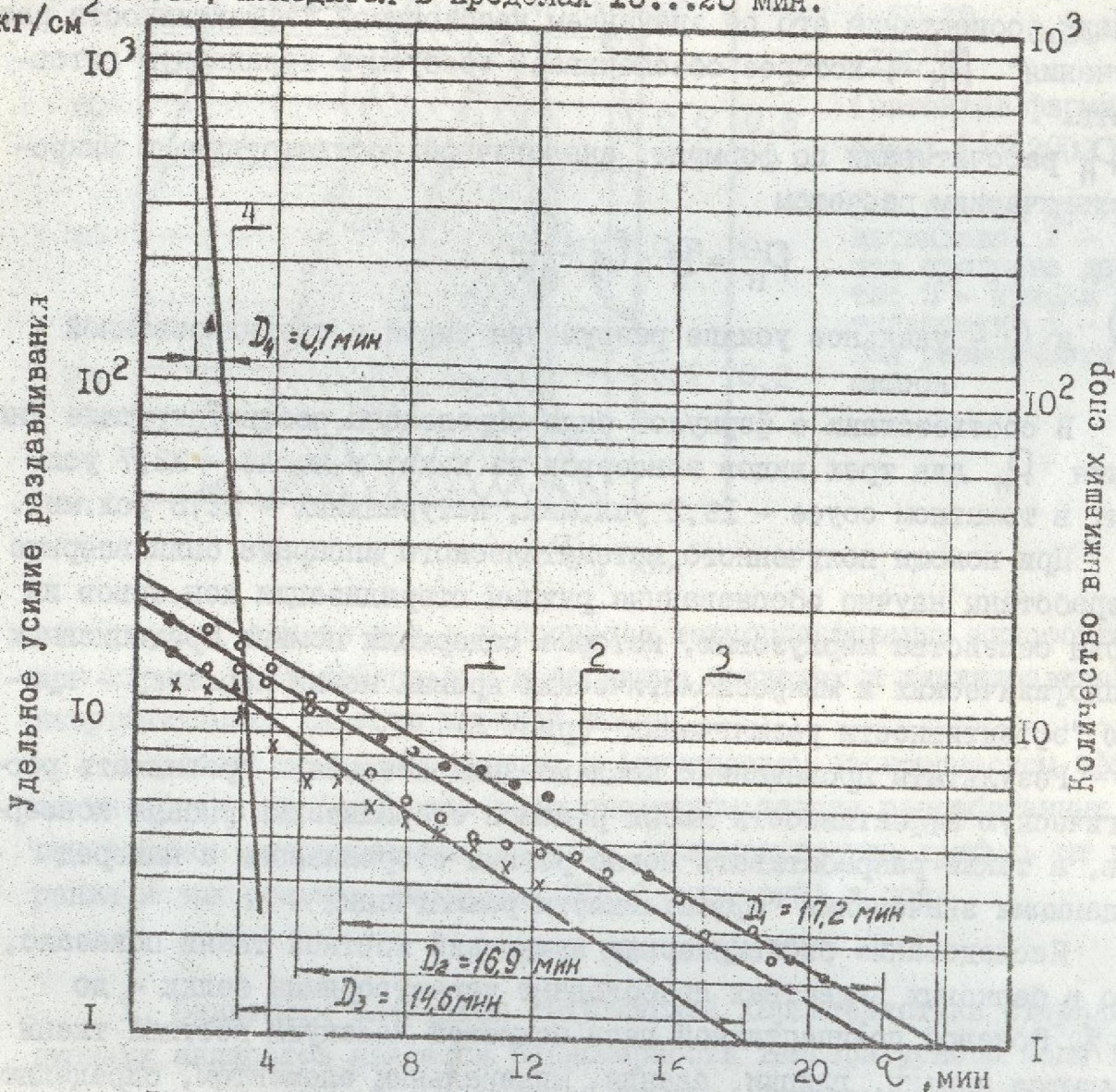


Рис. 2. Кривые размягчения позвоночной кости хека в сопоставлении с кривой выживаемости *S. typhimurium* в вытяжках консервов

1 - кривая размягчения кости в масле; 2 - кривая размягчения кости в воде; 3 - кривая размягчения кости в томатном соусе; 4 - кривая выживаемости *S. typhimurium* в вытяжках консервов "Ставрида натуральная с добавлением масла"

Поскольку стерилизация консервов представляет собой нестационарный тепловой процесс, был рассчитан интегральный показатель, характеризующий суммарное изменение жесткости позвоночной кости на протяжении всего процесса (эффективность размягчения)

$$P_{\Phi} = \int_{\alpha}^{\beta} K_p d\tau \approx \tau_p (K_{p1} + K_{p2} + \dots + K_{pn})$$

С помощью значений константы χ составлена таблица переводных коэффициентов размягчения K_p .

Суждение об эффективности найденного значения фактической P_{Φ} делали, сопоставив его со значением необходимой "эффективности размягчения" P_H , которое обеспечивает требуемую кулинарную готовность.

P_H рассчитывали по формуле, аналогичной соответствующим микробиологическим расчетам

$$P_H = D \cdot \lg \frac{Q}{q},$$

Q и q — удельное усилие разрушения сырой и стерилизованной кости.

В соответствии с формулой были определены соответствующие значения P_H для трех видов консервов из хека: в масле — 22,7 усл. мин; в томатном соусе — 19,2 усл. мин; натуральных — 22,3 усл. мин.

При помощи полученного математического аппарата были впервые разработаны научно обоснованные режимы стерилизации консервов из сырья семейства мерлузовых, которые содержали помимо традиционных теплофизических и микробиологических кривых новый параметр — кривую "эффективности размягчения" (рис. 3).

Результаты проведенных исследований позволяют сравнивать реологическую эффективность любых режимов стерилизации рыбных консервов, а также разрабатывать новые режимы стерилизации с наперед заданными значениями "эффективности размягчения".

Исследование биохимических изменений костной ткани показало, что в белковых веществах преобладают нерастворимые белки — до 77%. Основой полипептидной цепи белковой молекулы костной ткани являются пролин, глицин, аланин. Минеральным элементом, определяющим твердость костной ткани хека можно считать Ca , так как его массовая доля по сравнению с другими элементами наибольшая и составляет 5410,0 мг на 100 г продукта в сырой кости. При тепловой обработке удельный вес потерь этого элемента наибольший. Сходящие в состав костной ткани липиды (до 6%), обладавая гидрофобными

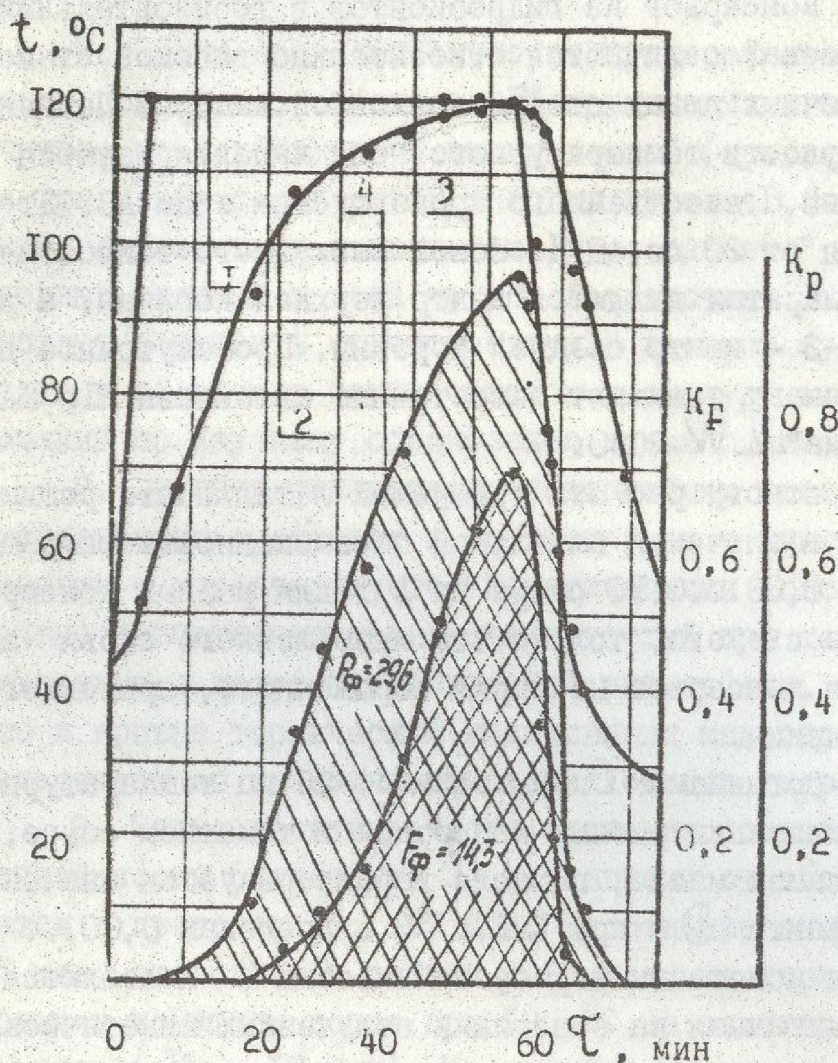


Рис. 3. Характеристика режима стерилизации консервов "Хек в томатном соусе" в алюминиевой банке 3, режим стерилизации $4-50-20$. 0,20 МПа 120°C (автоклав фирмы "Любека" $\angle W 2002 St -4$)

I - кривая прогрева автоклава; 2 - кривая прогрева продукта; 3 - кривая летальности; 4 - кривая размягчения кости

свойствами, так же как и в процессе термоинактивации микроорганизмов играют роль буфера при деструкции белковых и деминерализации неорганических веществ костной ткани.

В работе приведены данные о фактическом экономическом эффекте от внедрения на Адлерском рыбоконсервном заводе разработанных новых режимов стерилизации. Расчеты показывают, что прибыль от внедрения новых режимов составила 366,2 тыс. руб. в год.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

I. Важнейшим элементом технической характеристики стерилизационных аппаратов является равномерность температурного поля греющей среды во всем объеме рабочей камеры. По этому показателю установленные на ряд рыбоконсервных заводов различного типа автоклавы отечественного и зарубежного производства значительно отличаются друг от друга. Степень неравномерности температурного поля греющей среды колеблется от 10 до 40 %.

2. Температурные кривые и соответствующие им кривые летальности при стерилизации консервов из гидробионтов в горизонтальных автоклавах фирмы "Любека" сличаются относительно высокой степенью равномерности в различных зонах стерилизационной камеры. Наименьшей степенью равномерности температурного поля характеризуются традиционные автоклавы отечественного производства типа АВ. Этот показатель колеблется от 20 до 40 %. Зонами наихудшего теплообмена в двухкорзинных аппаратах являются центр верхней корзины, а в модернизированных АВ-3 - центр средней корзины. Промежуточное положение по этому признаку занимают бессеточные автоклавы НЦ-ИАВ, МРА-50 и фирмы "Любека" LW 2090.

3. Кладущиеся в основу рас эта требуемой летальности режимов стерилизации консервов значения начальной обсемененности спорами анаэробов составляют 0,08...0,10 споры на 1 г для рыбных консервов, изготовленных из свежего, только что выловленного сырья и 4...5 спор на 1 г для консервов из сырья мороженого, прошедшего длительные сроки хранения.

4. Реакция тест-организма *S. prodigiosus* -25 на температурное воздействие при стерилизации рыбных консервов в томатном соусе, натуральных с добавлением масла, в масле характеризуется значениями кинетической константы D при 121,1 °C в пределах 0,60...0,82 мин. Значения константы термоустойчивости Z колеблются от 11 до 13 °C. Рассчитанная на основании полученных кинетических констант требуемая летальность режимов стерилизации разных видов рыбных консервов находится на уровне 5,0...6,4 усл.мин при 121,1 °C.

5. Микробиологическая стабильность консервов из пресноводных, морских, океанических рыб и моллюсков (скумбрии, ставриды, сардинеллы, хека, кильки, сазана, язя, щуки, карпа, кальмара, мидии и др.) при хранении в металлической и стеклянной таре (всего свыше 40 режимов) применительно к 7 моделям стерилизационных аппаратов достигается при параметрах процесса стерилизации в пределах 20-70 мин при 120 °C. Использование модернизированных аппаратов горизонтального типа позволяет значительно интенсифицировать процесс стерилизации, сократив его продолжительность на 15...40 %.

6. Процесс стерилизации рыбных консервов с позиции теории регулярного теплового режима характеризуется значениями константы термической инерции порядка 12...14 мин для пастообразных консервов в тонкой 50-ти граммовой стерилконовой упаковке и 42...46 мин для натуральных консервов в таре 6. Полученные значения кинетической константы f_h применительно к 7 моделям автоклавов в 6 видах

консервной тары мало зависят от типа стерилизационного оборудования.

7. Общую продолжительность процесса стерилизации, включая периоды подогрева, собственно стерилизации и охлаждения, можно рассчитать по приближенной эмпирической формуле, в которой значения из уравнения термической инерции кратны 1,3...1,5 для горизонтальных и бессеточных автоклавов фирмы "Любека" и 1,5...2,1 - традиционных типа АВ и всей группы бессеточных. Проведенные расчеты позволяют составить ориентировочный прогноз будущей формулы стерилизации и облегчить таким образом процедуру экспериментальных исследований по научному обоснованию новых режимов стерилизации.

8. Процесс размягчения позвоночных костей рыб при тепловой стерилизации протекает в соответствии с кинетикой мономолекулярной реакции и характеризуется кинетическими константами D и Z . Кривые размягчения позвоночных костей при тепловой обработке, выпрямленные в полулוגарифмической анаморфозе, имеют тот же характер, что и кривые термической инактивации микроорганизмов, что свидетельствует об идентичности происходящих гидролитических процессов.

9. Время десятикратного снижения показателя твердости позвоночной кости (константа D) зависит от вида консервов и колеблется в пределах 15...17 мин. Наименьшие значения константы D - 15 мин, относятся к рыбным консервам из сырья подсемейства мерлузовых в томатном соусе при 120 °С, а наибольшие - для консервов в масле ($D = 17$ мин). Количество градусов, на которое нужно повысить температуру стерилизации, чтобы константа D уменьшилась в 10 раз (кинетическая константа Z) колеблется в пределах 27...30 °С.

10. Использование полученных кинетических констант дало возможность рассчитать интегральные показатели размягчения позвоночной кости рыб - так называемые требуемую и фактическую "эффективность размягчения". Предложенный математический аппарат позволил впервые объективно сравнить эффективность различных режимов стерилизации рыбных консервов в отношении кулинарной готовности. Требуемая "эффективность размягчения" - (P_n) для консервов из хека в зависимости от типа консервов (в томатном соусе, натуральных, в масле) колеблется от 19 до 25 усл.мин.

11. Фактические значения "эффективности размягчения" новых научно обоснованных, разработанных с использованием объективных реологических показателей, режимов стерилизации консервов из рыбного сырья подсемейства мерлузовых несколько превышают разработан-

ные нормы дохода до 30 усл.мин.

12. Характеристики новых режимов стерилизации консервов из рыб с твердой позвоночной костью должны содержать помимо традиционных теплофизических и микробиологических кривых новый впервые предложенный параметр - кривую "эффективности размягчения".

13. Использование новых научно обоснованных режимов стерилизации применительно к модернизированным автоклавам дало значительный экономический эффект, составивший только по Адлерскому рыбоконсервному заводу до 366 тыс. руб. в год (в зависимости от объема выпускаемой продукции).

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах.

1. Стерилизация рыбных консервов в автоклаве "Любека" /М.Е.Балявская, Л.З.Каушанская, Т.В.Тройго, Л.Б.Добробабина, Т.В.Демиденко// Рыб. хоз-во.- 1978.- № I.- С. 64-66.
2. Исследование температурного поля и прогреваемости консервов в бессеточных автоклавах НПО-ИАВ /В.Н.Сторожук, Т.В.Тройго, Л.Б.Добробабина, Т.В.Демиденко // Рыб. хоз-во.- 1981.- № 3.- С. 67-69.
3. Добробабина Л.Б., Тройго Т.В., Демиденко Т.В. Особенности стерилизации рыбных консервов в различных типах стерилизационных аппаратов // Тезисы докл. Всесоюз. науч.-техн. конф. по вопросам теории и практики стерилизации и пастеризации пищ. продуктов.- Махачкала, 1981.- С. 38.
4. Изучение температурного поля греющей среды некоторых типов стерилизационных аппаратов периодического действия /Л.Б.Добробабина, В.Н.Сторожук, Т.В.Тройго и др. // материалы респ. науч. конф. мол. ученых по пробл. пищ. про-сти II-ой пятилетки, посвящ. 60-летию Сов. Грузии.- Тбилиси, 1981.- С.102.
5. Стерилизация рыбных консервов в алюминиевой таре в паровой среде / Т.В.Демиденко, В.Н.Сторожук, Т.В.Тройго, Л.Б.Добробабина // Рыб. хоз-во.- 1981.- № II.- С. 75-76.
6. Режимы стерилизации рыбных консервов в аппаратах различного типа /В.Л.Флауменбаум, Л.Б.Добробабина, В.Н.Сторожук и др. // Рыб. хоз-во.- 1985.- № 9.- С. 61-63.
7. Добробабина Л.Б., Сторожук В.Н., Пилипенко Л.Н. Влияние температуры стерилизации на качество рыбных консервов в томатном соусе // Тезисы докл. Всесоюз. отрасл. науч.-техн. конф. "Состояние и перспективы работ по улучшению качества и расширению ассортимента рыбных консервов, созданию средств механизации.-

Калининград, 1986.- С. 26-27.

8. Стерилизация рыбных консервов на непрерывнодействующей линии фирмы "Любека" /Б.Л.Флауменбаум, Л.Б.Добробабина, В.Н.Сторожук и др. // Тезисы докл. Республ. науч.-техн. конф. мол. ученых и специалистов по ускорению создания и освоения новой техники, технологии и повышения качества готовой продукции пищ. пром-сти в свете решений XXVII съезда КПСС.- Тбилиси, 1987.- С. 33.
9. Флауменбаум Б.Л., Добробабина Л.Б. Кинетика размягчения позвоночных костей рыб в процессе стерилизации // Известия БУЗов. Пищ. технология.- 1988.- № 4.- С. 54-57.
10. Особенности стерилизации в автоклавах LW2090 / Л.Б.Добробабина, В.Н.Сторожук, Т.В.Тройго и др. // Рыб. хоз-во.- 1988.- № 12.- С. 72-74.

Доброб

№ 16675

Одесский технологический
институт пищевой промыш-
ленности им. М. В. Ломоносова

БИБЛИОТЕКА