

втерреф.
с. 18

Министерство образования Украины

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

На правах рукописи

САНГАРЕ АБУБАКАР



ИЗЫСКАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА СТЕРИЛИЗАЦИИ
РЫБНЫХ КОНСЕРВОВ ИЗ САРДИНЫ ПО МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМ
И РЕОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Специальность 05.18.13 - технология
консервированных пищевых продуктов

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание научной степени
кандидата технических наук



Диссертация является рукописью.

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

Научный руководитель - доктор технических наук,
профессор Флауменбаум Е.Л.

Научный консультант - кандидат технических наук
Добробабина Л.Б.

Официальные оппоненты - доктор технических наук,
Винникова Л.Г.

- кандидат технических наук
Бойдык Н.Н.

ОНАХТ 31.05.12
Изыскание параметров



v017101

Исследовательская организация - Арендное предприятие "Антарктика".

Защита состоится "12" мая 1994 года в 10³⁰ часов на заседании специализированного совета Д 068.35.01 при Одесском технологическом институте пищевой промышленности имени М.В. Ломоносова, 270039, Украина, г. Одесса, ул. Свердлова, 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Одесского технологического института пищевой промышленности им. М.В. Ломоносова.

Автореферат разослан "8" апреля 1994 года.

Ученый секретарь
специализированного совета
д.т.н., профессор

Б.В. Егоров

v 017101

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

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Решение задач обеспечения продовольственными товарами населения уже многие годы остается актуальным для целого ряда развивающихся стран, а том числе африканских.

Экономическая структура Республики Гвинея (Конакри) такова, что темпы роста населения несколько опережают объемы выпуска необходимого продовольствия. Как и во всем мире, в этой стране ощущается дефицит белка. В настоящее время потребление рыбных продуктов значительно ниже мировых норм, которые составляют 30 кг. в год на одного человека.

В связи с этим весьма актуальной является проблема увеличения производства консервированных продуктов из сырья океанического и морского лова.

Благодаря географическому положению и богатству рыбных запасов Республика Гвинея имеет возможность значительно увеличить валовую переработку рыбного сырья. Основной удельный вес в объеме добываемого сырья приходится на рыб семейства сельдевых (*Clupeidae*), отличающихся высокой питательной ценностью.

Цель и задачи исследований. Целью работы является изыскание параметров стерилизации рыбных консервов семейства сельдевых на основе микробиологических и реологических характеристик.

В связи с этим предусматривалось решить следующие задачи:
по имеющимся константам термоустойчивости микроорганизмов рассчитать требуемую летальность применительно к разрабатываемым режимам стерилизации рыбных консервов;

исследовать кинетику теплового гидролиза костной ткани рыб семейства сельдевых и определить соответствующие кинетические константы;

изучить биохимические особенности размягчения позвоночной кости костистых рыб и обосновать химизм происходящего процесса с учетом микроструктуры костной ткани рыб;

Разработать научно обоснованные режимы стерилизации консервов из трех видов рыб семейства сельдевых с учетом полученных реологических показателей.

Научная новизна. Изучение процесса размягчения позвоночных костей различных семейств рыб и установление кинетических констант процесса их теплового гидролиза позволило определить соответствующую

шие показатели размягчения конкретно для тех или иных видов рыб. Полученная математическая модель процесса размягчения костной ткани дала возможность объективно, на научной основе, изыскивать различные формулы стерилизации между собой, оценивать их реологическую эффективность.

Проведенное впервые микроскопирование срезов костной ткани рыб позволило воссоздать структуру этой ткани и обосновать химизм процесса ее теплового гидролиза, происходящего при стерилизации консервов.

Практическая ценность. Разработана: новый реологический параметр режимов стерилизации консервов из рыб — эффективность размягчения кости.

Апробация работы. Материалы исследований были доложены на 52-й научной конференции, посвященной 90-летию ОТИП им. М.В. Ломоносова (Одесса, 1992) и 53-й научной конференции ОТИП им. М.В. Ломоносова (Одесса, 1993), международной научно-технической конференции "Разработка и внедрения новых технологий и обладания у харчову та переробки галузі АПК (Киев, 1993).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 5 научных работ.

Структура и объем. Диссертация состоит из введения, 6 глав, выводов и приложения, перечня литературных источников (164 наименований, из них 37 на иностранных языках). Работа изложена на 157 страницах машинописного текста, содержит 58 рисунков, 19 таблиц.

На защиту выносятся результаты изучения кинетики процесса размягчения костных тканей костистых рыб; особенности строения и химического состава костных тканей; научно обоснованные с микробиологических и реологических позиций параметры тепловой обработки консервов из костистых рыб семейства сельдевых.

Во введении обоснована актуальность темы и сформулирована цель настоящей работы.

В первой главе проведен анализ факторов, влияющих на развариваемость костной ткани рыб в процессе стерилизации консервов. Рассмотрены работы по тепловой стерилизации как основного способа обработки консервов из костистых рыб, освещено влияние на параметры процесса стерилизации реологических свойств рыбы. Особое внимание уделено вопросам изменения химического состава костных тканей, структуре и микроскопированию костных объектов.

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

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1. Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования использовали позвоночные кости рыб семейства сельдевых (*Clupeidae*), а также консервы, изготовленные из этих рыб. Исследования проводили с тремя видами этого семейства: сардиной марокканской (*Sardina pilchardus*); сардиной тихоокеанской (дальневосточной) иваси (*Sardinops sagus melanosticta*); сардинеллой круглой Эба (*Sardinella aurita*).

Кинетику размягчения позвоночных костей рыб изучали методом, основанным на определении критического напряжения, необходимого для разрушения структуры позвонка.

Усилие разрушения костных тканей рыб исследовали в динамике по следующей схеме — сырая кость и термически обработанная в различных средах при четырех температурных уровнях: 112, 120, 130, 140 °C. Прогрев костей проводили в специальных латунных тест-цилиндрах, которые герметично укупоривались. В различных опытах кости помещали в тест-цилиндры, заполненные той или иной модельной средой (водой, маслом или томатной заливкой), которая имитировала разные группы консервов. Прогрев проводили в глицериновой бане ультратермостата до тех пор, пока удельное усилие разрушения кости не превышало 1,5–2,0 кг/см².

Экспоненциальный характер полученных кривых процесса размягчения костных тканей позволил провести их выпрямление в полулогарифмической системе координат и впоследствии найти кинетические константы D и Z , которые использовали для определения требуемой и фактической эффективности размягчения костной ткани.

С целью вскрытия химизма процесса размягчения костных тканей рыб при их тепловом гидролизе были изучены химический и аминокислотный состав белков костных тканей общепринятыми методами. Аминокислоты в бульоне-экстракте костных тканей исследовали методом ультрафиолетовой спектрометрии. Содержание отдельных макро- и микроэлементов определяли методом пламенной фотометрии и адсорбционным методом на атомно-адсорбционном спектрофотометре А53-3.

Выделение препарата гиалуроновой кислоты из костной ткани и ее идентификацию проводили водно-спиртовой экстракцией с последующим хроматографированием на бумаге распределительным методом.

Для определения микроструктуры костных тканей позвонка исследуемых видов рыб делали продольные и поперечные срезы кости. Полученные фрагменты изучали на растровом электронном микроскопе РЭМ-200.

Прогреваемость консервов при стерилизации из различных видов рыб определяли с помощью хромель-копелевых термпар, входящих в термоизмерительный комплект Н26-ИЛГ, и в качестве потенциометра, прибора комбинированного цифрового марки Ш-300. Стерилизацию консервов проводили в лабораторных условиях на универсальном стенде с программным управлением процесса, позволяющим воссоздавать условия стерилизации в автоклавах типа АВ и фирмы "Любека" модели 2002.

Работы по корректировке действующих режимов стерилизации и научному обоснованию новых выполняли в полном соответствии с "Инструкцией по проверке действующих и разработке новых режимов стерилизации консервов из рыб, морских беспозвоночных и водорослей" и РД Ю.03.02-88.

2.2. Результаты исследования

2.2.1. Изучение кинетики процесса размягчения костной ткани рыб семейства сельдевых

Выбор режимов стерилизации по кулинарной готовности кости до сих пор проводился методом экспериментального подбора, т.е. не существовало объективного критерия оценки реологической эффективности режимов стерилизации. Это потребовало основательно изучить влияние на процесс гидролиза костной ткани как времени теплового воздействия, так и его температурного уровня. Исследования проводили с костной тканью трех видов рыб семейства сельдевых: сардиной марокканской, сельдью-иваси, сардинеллой Эба. Все полученные кривые кинетики размягчения костных тканей носили экспоненциальный характер, аналогично кривым, приведенным на рис. 1.

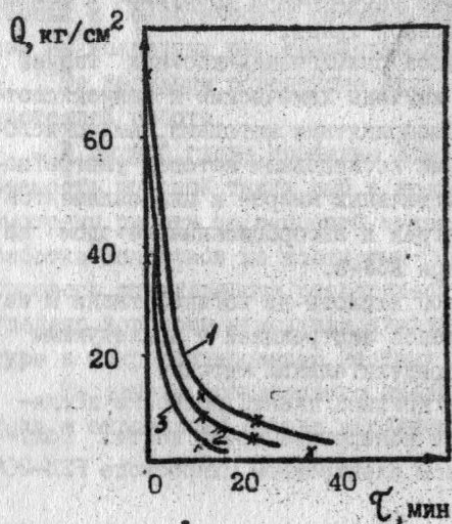


Рис. 1. "Натуральные" кривые размягчения позвоночных костей рыб семейства сельдевых в воде при 120 °С.

- 1 - кривая размягчения сардинеллы Эба;
- 2 - кривая размягчения сельди-иваси;
- 3 - кривая размягчения сардины марокканской.

Очевидно, что в основе процесса размягчения костных тканей рыб лежат те же процессы теплового гидролиза, что и при гибели микроорганизмов и деструкции питательных веществ. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что кулинарная готовность костных тканей различных рыб достигается не за одно и то же время. Долше необходимо обрабатывать кости сардинеллы Эба, затем сельди-иваси и менее всего сардины марокканской. Определяющими факторами при этом являются морфологические особенности изучаемого сырья, а именно размеры и объемы позвоночных костей.

Установлено, что процесс размягчения костных тканей наиболее интенсивно протекает в среде томатного соуса, затем в воде, а в масляной среде он протекает наиболее медленно.

В результате проведенного преобразования кривых в полулогарифмической анаморфозе была получена серия выпрямленных кривых, которые позволили найти кинетические константы протекающего процесса.

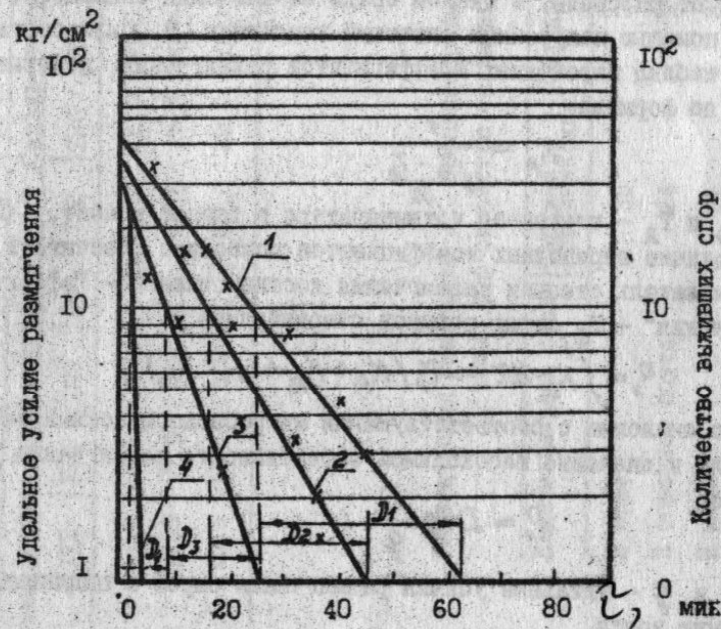


Рис. 2. Кривые размягчения позвоночных костей рыб семейства сельдевых в сопоставлении с кривой выживаемости *S. typhimurium* в консервах в масле при 120 °С.

- 1 - кривая размягчения костей сардинеллы Эба ($D_1 = 37$ мин)
- 2 - кривая размягчения костей сельди-иваси ($D_2 = 29$ мин)
- 3 - кривая размягчения костей сардины марокканской ($D_3 = 17$ мин)
- 4 - кривая выживаемости *S. typhimurium* в бутылках консервов "Сардина бланшированная в масле" ($D_4 = 0,62$ мин)

Константа D характеризует время десятикратного снижения усилия размягчения кости при постоянной температуре. Ее значения для трех видов рыб приведены в табл. 1.

Данные табл. 1 и рис. 2 свидетельствуют о том, что гибель микроорганизмов *C. Sporogenes* при тепловом воздействии наступает значительно быстрее, чем гидролиз компонентов химического состава, ответственных за твердость костной ткани.

Нахождение другой кинетической константы Z — числа градусов, на которые нужно повысить температуру стерилизации, чтобы уменьшить значения D в 10 раз (табл. 2), позволило создать математическую модель оценки эффективности теплового воздействия на костные ткани.

Характерно, что для костей, обрабатываемых в среде томатного соуса, обе константы значительно меньше, чем для костей, обработанных в воде и, особенно, в масле. Термостойкость костных тканей зависит от pH среды, в кислой среде ее значения снижаются.

С помощью полученных значений константы Z были составлены девять таблиц переводных коэффициентов размягчения, которые рассчитывали по формуле

$$K_p = \frac{1}{10^{\frac{T_0 - T_2}{Z}}} \quad (1)$$

где T_0 и T_2 — эталонная и температура в данный момент, °C.

Наличие переводных коэффициентов позволило рассчитать интегральный показатель степени размягчения костных тканей — "эффективность размягчения" — P_{Σ} любых режимов стерилизации

$$P_{\Sigma} = \int_a^b K_p \cdot dt = \sum_p (K_{p_1} + K_{p_2} + \dots + K_{p_n}) \quad (2)$$

По аналогии с соответствующими микробиологическими расчетами находили и значение необходимой эффективности размягчения P_H по формуле

$$P_H = D \lg \frac{Q}{q} \quad (3)$$

где Q и q — удельные усилия размягчения сырой и поддающейся разжевыванию кости,

В соответствии с формулой были рассчитаны P_H для режимов стерилизации консервов из всех трех видов рыб семейства сельдевых (табл. 3).

Таблица 1
Кинетическая константа D процесса размягчения костной
ткани рыб семейства сельдевых

Вид модельной среды	Сардина марокканская			Сельдь-иваси			Сардинелла Эба					
	112	120	130	140	112	120	130	140	112	120	130	140
В воде	21,5	12,5	7,5	3,50	34,5	23,0	10,0	6,0	50,0	26,0	16,0	7,0
В томатном соусе	13,5	8,9	5,0	2,2	27,0	17,0	10,0	3,0	44,0	25,0	12,0	3,5
В масле	43,5	16,5	9,0	6,0	52,0	29,0	20,0	9,0	63,0	37,0	26,0	16,0

Таблица 2
Кинетическая константа Z процесса размягчения костной
ткани рыб семейства сельдевых

Виды модельной среды	Сардина марокканская		Сельдь-иваси		Сардинелла Эба	
	112	120	130	140	112	120
В воде	35	36	36	36	36	36
В томатном соусе	24	27	27	27	28	28
В масле	36	37	37	37	50	50

Таблица 3
Значения нормативной "эффективности размягчения" режимов стерилизации консервов из рыб семейства сельдевых

Вид сырья	Значения R_H , усл. мин		
	для консервов в томатном соусе	для натуральных консервов	для консервов в масле
Сардина марокканская	10,4	15,6	21,1
Сельдь-иваси	19,9	28,9	44,9
Сардинелла Эба	35,0	40,0	58,5

2.2.2. Биохимический состав и микроструктура костной ткани изучаемых видов рыб

С целью раскрытия сути происходящих при тепловом гидролизе изменений костной ткани были изучены изменения ее основных химических компонентов.

Исследования элементарного химического состава показали, что костные ткани сельдевых достаточно обводнены (до 50%). В результате стерилизации содержание воды увеличивается на 25-36%. Содержание других химических составляющих, протеина и липидов в результате тепловой обработки уменьшается почти в 2 раза. Эти компоненты переходят в заливку.

Установлена также зависимость между содержанием в костных тканях влаги и липидов и их твердостью. Чем меньше содержание воды и выше содержание жира, тем тверже костная ткань. Кости сардинеллы Эба в 2-3 раза тверже костей сардины марокканской и сельди-иваси.

Липиды играют роль своеобразного буфера, препятствующего процессу гидролиза костных тканей. Молекулы жира, являясь гидрофобами, обволакивают ткани костей и препятствуют их гидролизу, отталкивая молекулы воды.

Значительное содержание белков в костных тканях потребовало изучить их аминокислотный состав. Они имеют богатый набор аминокислот, до 20 наименований, включая незаменимые. Велико содержание в нативной костной ткани пролина, глицина, глутаминовой кислоты, мало тирозина, гистидина, метионина, триптофана, отсутствуют цистин и норлейцин, что характерно для коллагеновых белков. Пролин, глицин и глутаминовая кислота являются основой полипептидных цепочек белков, поскольку они подвергаются наибольшему превращению при стерилизации тканей. Изменение содержания аминокислот в костной ткани, происходящее при стерилизации, объясняется их переходом в заливку и бульон.

Проведенное спектрометрическое исследование заливки в ультрафиолетовой области спектра на приборе *Specord M-40* позволило подтвердить это положение. Анализ полученных спектрограмм показал, что полосы высокой интенсивности соответствуют спектрам поглощения триптофана, а именно он в наибольших количествах переходит в бульон-экстракт. Методом Гудвина и Мортонна было рассчитано также число молей триптофана на 1 моль белка.

$$M_{\text{трип}} = 10^{-3} (0,263E_{220} - 0,170E_{294,4}) = 110,3 \cdot 10^{-3}$$

т.е. на один моль белка приходится не более одного моля триптофана.

Было установлено, что содержание золы в костных тканях пропорционально содержанию липидов. Больше золы содержится в тканях сардинеллы Эба, меньше - в тканях сардины марокканской. Анализ содержания минеральных веществ в костной ткани показал богатый спектр этих элементов, что характерно для всех гидробионтов, поскольку их ткани наиболее минерализованы. Можно сказать, что кости рыб являются депо таких элементов как Ca и P. Количество Ca в нативной ткани составляет 72-76% к общему количеству элементов, а P - 21-25%. Из микроэлементов присутствуют Fe, Cu, Pb, Zn, Ni, Sn, Al, Mg. На их долю приходится не более 1,5%. В процессе стерилизации происходит выщелачивание всех элементов. Особенно это характерно для Ca - до 81%.

Переход минеральных веществ из костных тканей в бульон или заливку консервов был подтвержден проведенным балансом Ca и P. Эти элементы переходят из костной ткани в экстракт-заливку в адекватных количествах и находятся в виде растворимых солей.

Было изучено влияние на процесс размягчения костных тканей рыб такого гликозамингликана как гиалуроновая кислота. Препарат гиалуроновой кислоты был выделен из хряща черноморской акулы (ноготницы) *Squalus acanthias* по оригинальной методике. Было установлено, что этот мукополисахарид не оказывает влияния на твердость костных тканей.

Проведенное впервые исследование микроструктуры нативных костных тканей на растровом электронном микроскопе РЭМ-200 позволило получить ряд снимков продольных и поперечных срезов позвоночных костей трех видов рыб семейства сельдевых. Полученные снимки показали, что продольные срезы кости отличаются от поперечных. Для первых характерна глубоковолокнистая структура, а для вторых - зернистая. Это дает основание утверждать, что костная ткань исследуемых видов рыб неоднородна и состоит, по крайней мере, из двух компонентов - клеток и межклеточного вещества. Последнее представлено органическим матрикосом и солями Ca, которые имеют вид сферических включений. На про-

дольных срезах четко выражены коллагеновые волокна, составляющие органический материал промежуточного межклеточного вещества - оссеина. Соли Са являются каркасом костной ткани, скрепляющим коллагеновые фибриллы в межклеточном веществе. При тепловом гидролизе кости происходит ее деминерализация, что подтверждено балансом Са, разрушение такого каркаса и размягчение кости. При приложении усилия коллагеновые волокна легко сминаются и кость крошится, происходит технологическая деструкция кости.

2.2.3. Научное обоснование режимов стерилизации рыбных консервов по микробиологическим и реологическим показателям

Введение нового реологического критерия "эффективности размягчения" костных тканей позволило сократить процедуру разработки таких режимов стерилизации за счет использования созданной математической модели процесса гидролиза кости. До сих пор кулинарная готовность консервов из костистых рыб, стерилизованных по тем или иным режимам, определяли методом подбора.

В результате проведенных на универсальном стенде исследований по научному обоснованию были откорректированы уже имеющиеся "формулы" стерилизации и разработаны новые с наперед заданными показателями летальности и "эффективности размягчения" костных тканей. При этом прежде всего учитывалась необходимость обеспечения доброкачественности консервов и их микробиологической стабильности при хранении, то есть выполнение условия $F_p \geq F_n$, а затем уже второго условия $R_p \geq R_n$

В табл. 4 приведены действующие и новые научно обоснованные режимы стерилизации консервов из рыб семейства сельдевых.

Проведенные исследования позволили сократить часть используемых в промышленности режимов на 5-20 мин, как, например, для консервов "Сардины океанические "аппетитные" (рис. 3). При этом высокое качество простерилизованных по новым научно обоснованным сокращенным "формулам" стерилизации было подтверждено на дегустационном совещании АО "Антарктика".

Таблица 4
Характеристика действующих и научно обоснованных режимов стерилизации консервов из рыб семейства сельдевых

№ п/п	Наименование консервов	Режимы стерилизации, мин/°С. МПа		Летальность режимов стерилизации, усл. мин. чения кости, усл. мин		Эффективность размягчения кости, усл. мин			
		действующий	новый	F _n	F _{факт.} действ. новый	R _n	R _{факт.} действ. новый		
1.	Сардина океаническая "аппетитная" в б. I массой нетто 100 г (из сардины марокканской)	5-15-40-20 120°С (инструкция)	5-15-20-20 120°С 0,20	5,7	22,5	8,7	15,6	43,5	24,1
2.	Сардина натуральная с добавлением масла в б. 3 массой нетто 250 г (из сельдевых)	5-15-40-20 120°С (Клайпедский р/к завод)	—	5,9	12,0	28,8	28,9	—	—
3.	Сардина атлантийская в масле в б. 19 массой нетто 230 г (из сардины марокканской)	4-40-20 120°С (Мурманский р/к комбинат)	4-35-20 120°С 0,20	5,5	10,6	7,5	21,1	26,4	21,7
4.	Уха "азовская" в б. 3 массой нетто 250 г (из сардинеллы 30а)	4-50-20 120°С (Клайпедский р/к завод)	4-65-20 120°С 0,20	5,0	11,7	21,8	40,0	29,7	44,1
5.	Сардина бланшированная в масле в б. 3 массой нетто 250 г (из сардинеллы 30а)	5-15-75-20 120°С	5-15-65-20 120°С 0,20	5,5	32,7	25,8	58,6	68,4	59,7

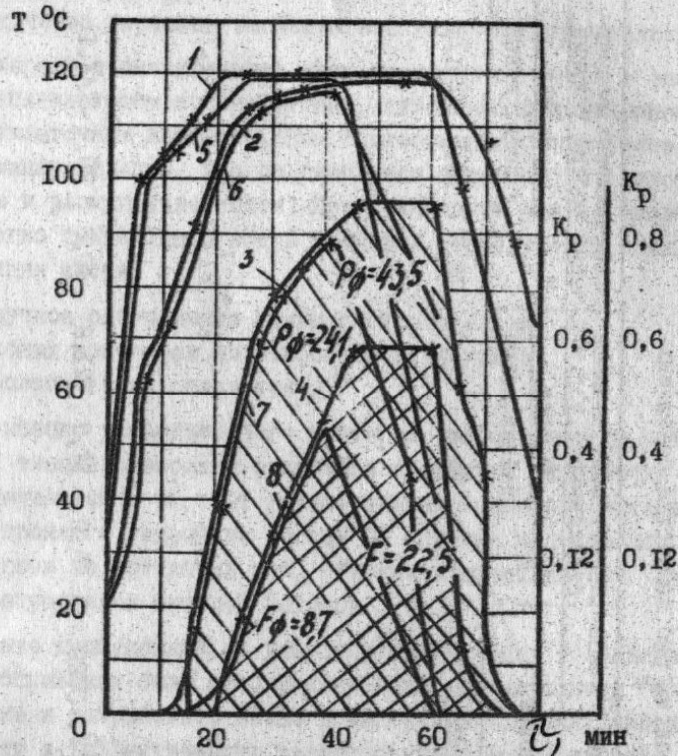


Рис. 3. Сравнительная прогреваемость, летальность и "эффективность размягчения" костных тканей консервов "Сардины океанические "аппетитные" в банке I, массой нетто 100 г, стерилизованных по режимам:

$$\frac{5-15-40-20}{120^{\circ}\text{C}} \cdot 0,20 \text{ МПа} \quad \text{и} \quad \frac{5-15-20-20}{120^{\circ}\text{C}} \cdot 0,20 \text{ МПа}$$

I, 5—температурный режим автоклава; 2, 6—кривые прогрева центра банки; 4, 8—кривые летальности; 3, 7—кривые "эффективности размягчения" кости.

ВЫВОДЫ

1. Размягчение костных тканей различных рыб семейства сельдевых при тепловом воздействии достигается не за одно и то же время. Долше размягчаются кости сардинеллы Эба, затем сельди-иваси, и менее всего сардины марокканской. Это связано с морфологическими особенностями того или иного вида рыб, а именно размерами ее позвоночных костей.

2. Процесс размягчения костных тканей всех трех видов рыб при тепловой стерилизации протекает в соответствии с кинетикой мономоле-

кулярной реакции и может быть охарактеризован соответствующими кинетическими константами D и z . Кривые размягчения кости носят экспоненциальный характер, напоминающий кривые отмирания микроорганизмов, что позволило выпрямить их в полупологарифмической системе координат.

3. Константа D процесса размягчения кости, характеризующая время десятикратного снижения ее твердости при постоянной температуре, зависит от вида сырья, а также группы консервов и их pH и колеблется от 2,2 до 63,0 мин. Наименьшее значение D характеризуют твердость костных тканей сардины марокканской в среде томатного соуса (pH=5,0) а наибольшее для костных тканей сардинеллы Эба в масле (pH=7,0).

4. Константа z процесса размягчения кости, характеризующая термоустойчивость кости в зависимости от температурного уровня и представляющая собой количество градусов, на которые нужно повысить температуру обработки, чтобы константа уменьшилась в 10 раз, колеблется от 24 до 50 °C и также зависит от вида сырья. Математико-статистическая обработка констант термоустойчивости подтвердила достаточную степень достоверности полученных данных и возможность их дальнейшего использования для создания математической модели процесса размягчения костных тканей.

5. Наличие кинетической константы z позволило рассчитать переводные коэффициенты K_p и затем интегральные показатели процесса размягчения позвоночных костей рыб — фактическую "эффективность размягчения" (F_{ϕ}) и сравнивать различные режимы стерилизации по степени их воздействия на процесс размягчения кости.

6. Константа D необходима для определения "нормативной эффективности размягчения" (P_H) режимов стерилизации, которая составила от 10,1 до 58,5 усл.мин в зависимости от вида рыбного сырья и группы консервов.

7. Исследования элементарного химического состава костных тканей рыб семейства сельдевых в динамике показали, что существует зависимость между содержанием в них влаги и липидов и их твердостью. Чем меньше содержание воды и выше содержание жира, тем тверже костная ткань. Кости сардинеллы Эба в 2-3 раза тверже костей сельди-иваси и сардины марокканской.

8. Белки костных тканей представлены неполноценным в пищевом отношении белком оссеином, но имеют богатый набор аминокислот (до 20 наименований). Основой полипептидной пепочки этого белка являются пролин, глицин и глутаминовая кислота, что характерно для коллагеновых белков.

9. Содержание минеральных веществ в кости всех исследуемых рыб пропорционально содержанию в них липидов. Анализ спектра минеральных

веществ показал, что он чрезвычайно богат и насчитывает до 12 макро- и микроэлементов. Костные ткани являются депо Са и Р, количество их достигает соответственно 4000 и 1500 мг на 100 г продукта. Наличие в костных тканях незаменимых элементов, играющих важную роль в развитии организма человека, свидетельствует о нежелательности филетирования сырья при производстве рыбных консервов, что привело бы к значительному снижению их пищевой ценности.

10. Проведенное впервые изучение микроструктуру костных тканей рыб семейства сельдевых показало идентичность строения позвоночных костей всех рыб. Установлено, что костные ткани, как и все соединительные ткани, состоят из двух компонентов: клеток и межклеточного вещества, состоящего из строго ориентированных к оси позвонка коллагеновых фибрилл, скрепленных солями С и Г.

11. В результате комплекса проведенных реологических и биохимических исследований, а также микроскопирования на растровом электронном микроскопе расширен процесс размягчения костных тканей, который представляет собой тепловой гидролиз соединительной ткани, сопровождающийся деминерализацией каркаса кости, состоящего из солей Са и Р и переходом их и части органического матрикса в бульон или заливку консервов. Этот процесс подтвержден соответственно проведенным балансом Са и Р и ультрафиолетовой спектроскопией.

12. Откорректированы действующие и разработаны новые научно обоснованные режимы стерилизации рыбных консервов из рыб семейства сельдевых, которые содержат, помимо традиционных теплофизических и микробиологических характеристик, и новый параметр — кривую "эффективности размягчения".

Основные положения диссертации опубликованы в работах:

1. Флауменбаум Б.Л., Сангаре Абубакар, Добробабина Л.Б. Кинетические константы размягчения костной ткани рыб семейства сельдевых // Тез. докл. 52-й науч. конф., посвящ. 90-летию ОТИШ, Одесса, 1992. — С. 58.

2. Добробабина Л.Б., Абубакар Сангаре. Изучение микроструктуры костных тканей рыб семейства сельдевых // Тез. докл. 53-й науч. конф. ОТИШ им. М.В. Ломоносова, Одесса, 1993. — С. 58.

3. Флауменбаум Б.Л., Сангаре Абубакар, Добробабина Л.Б. Минеральный склад костной ткани рыб // Тезисы допов. міжнародної науково-технічної конференції, Київ, 1993. — С. 428.

4. Флауменбаум Б.Л., Сангаре Абубакар, Добробабина Л.Б. Зміна азотмісних компонентів кісткових тканин риби при тепловому гідролізі // Тезисы допов. міжнародної науково-технічної конф. — Київ, 1993. — С. 429.

5. Флауменбаум Б.Л., Абубакар Сангаре, Добробабина Л.Б. Размягчение позвоночных костей рыб при тепловой обработке // Пищевая промышленность. — М.: 1993, № 5, — С. 24.