

с 82

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

На правах рукописи

Аспирант СТОРОЖУК ВАЛЕНТИНА НИКОЛАЕВНА

ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЖИМОВ СТЕРИЛИЗАЦИИ
КОНСЕРВОВ С ЦЕЛЮ ИХ НАУЧНОГО ОБОСНОВАНИЯ И
ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА

Специальность 05.18.13 – технология консервирования
пищевых продуктов

Дереулет 19 87

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесса – 1977

Работа выполнена на кафедре технологии консервирования
Одесского технологического института пищевой промышленности
им. М. В. Ломоносова

Научный руководитель - доктор технических наук профессор
Б. Л. ФЛАУМЕНБАУМ

Официальные оппоненты:

Доктор технических наук В. И. РОГАЧЕВ

Кандидат технических наук
доцент С. И. ДРЧЕНКО

Ведущее предприятие - Херсонское производствен-
ное объединение консерв-
ной промышленности

Автореферат разослан "31" мая 1977 года

Защита диссертации состоится "1" июля 1977 года в 13 час
на заседании специализированного Совета Д 0 68.35.01 Одесского
технологического института пищевой промышленности им. М. В. Ломо-
носова, г. Одесса, ул. Свердлова, 112

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Реферат в двух экземплярах, заверенный печатью

2 ОНАХТ 31.05.1:
Изучение эффективнос



v012968

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Поставленные XXV съездом КПСС задачи добиваться сокращения длительности производственных циклов, применения интенсивных методов производства, широко внедрять прогрессивную технику и технологию, обеспечивающую повышение качества продукции и увеличение фондоотдачи, применительно к консервной промышленности относятся, прежде всего, к процессу стерилизации консервов.

Многие из применяющихся режимов стерилизации характеризуются умеренным температурным уровнем, не превышающим 120°C, и значительной длительностью тепловой обработки. Из-за этого пропускная способность автоклавных отделений является узким местом в технологическом процессе и ограничивает рост мощностей консервных заводов.

С другой стороны, в настоящее время основным критерием эффективности режимов стерилизации консервов принято считать их летальность. Однако еще недавно применялись режимы, стерилизующий эффект которых совершенно не был известен, что не позволяло гарантировать высокое качество продукции и микробиологическую стабильность её при хранении. Кроме того, для некоторых видов консервированных пищевых продуктов не были известны и нормы стерилизующего эффекта, на которые необходимо ориентироваться при изыскании режимов с гарантированной летальностью.

Цели и задачи исследования. Основная цель настоящей диссертации заключалась в нахождении летальности действующих режимов, корректировке их до уровня, гарантирующего микробиологическую стабильность при хранении, и изыскании режимов, интенсифицированных за счет повышения температуры стерилизации до 130°C.

В соответствии с этим в работе было намечено решить следующие задачи:

- изучить термическую инерцию консервируемых пищевых продуктов в различных видах расфасовочной тары, экспериментально определить

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

v012968

соответствующие константы и применить их для расчета продолжительности процесса стерилизации консервов;

- определить летальность действующих режимов стерилизации консервов массового производства - овощных натуральных, овощных закусочных, мясных, томатного сока в жестяной и стеклянной таре;

- путем экспериментального определения требуемой величины стерилизующего эффекта или на основе литературных данных произвести корректировку тех режимов стерилизации, которые характеризуются недостаточным или завышенным значением стерилизующего эффекта;

- изыскать новые режимы стерилизации ряда овощных и мясных консервов, интенсифицированные за счет повышения температурного уровня процесса до 130°C , и проверить их эффективность в лабораторных и производственных условиях.

Научной новизной являются экспериментально полученные характеристики летальности режимов стерилизации широкого ассортимента консервов - овощных, мясных и томатных. Впервые определена теплофизическая и микробиологическая характеристики новых, разработанных автором - в порядке корректировки или интенсификации - "формул" стерилизации.

Впервые также получены характеристики термической инерции ряда реальных консервов. На основе экспериментально полученных данных предложен новый, приближенный расчет режимов стерилизации консервов. С помощью этих же данных разнообразие отечественные пищевые продукты впервые охарактеризованы по признаку преобладания того или иного способа передачи тепла при стерилизации.

Практическая ценность работы заключается в оценке эффективности, корректировке и разработке научно обоснованных режимов стерилизации овощных, томатных и мясных консервов с заданной летальностью, гарантирующих микробиологическую стабильность консервов при хранении. Значительная часть уточненных режимов внедрена в производство.

В результате проведенных исследований разработан ряд новых режимов стерилизации, длительность которых значительно сокращена за счет повышения температурного уровня процесса до 130°C . Новые режимы стерилизации позволяют увеличить выпуск продукции без расширения основных производственных фондов и сохранить высокое качество продукции. Практическое значение работы подтверждается тем, что исследования по изысканию сокращенных режимов стерилизации за счет повышения температурного уровня вошли в Государственный план развития народного хозяйства СССР на 1975-78 г.г. по разделу "Важнейшие научно-исследовательские работы".

Предложены приближенные расчеты общей продолжительности стерилизации консервируемых пищевых продуктов малой и высокой термической инерции, которые могут быть использованы в практике научно-исследовательских организаций, занимающихся изысканием новых режимов стерилизации.

Апробация диссертационной работы. Основные положения диссертационной работы докладывались на 38 отчетной научной конференции Одесского технологического института пищевой и холодильной промышленности (1969 г.), на Всесоюзной межвузовской конференции по термическим методам обработки при консервировании пищевых продуктов (г. Одесса, 1-4 октября 1969 г.), на постоянно действующем семинаре "Интенсификация и автоматизация тепловой стерилизации консервов" (г. Одесса, 1971 г.), на 8 и 10 научно-технических конференциях Кишиневского политехнического института (1972, 1974 г.), на 33 научной конференции Одесского технологического института пищевой промышленности им. Ломоносова (1972 г.), на Всесоюзной научно-технической конференции по вопросам теории и практики стерилизации и пастеризации пищевых продуктов (г. Одесса, 10-12 сентября 1975 г.).

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части (5 глав), выводов и приложений. Работа содержит 149 страниц машинописного текста, 32 рисунка, 41 таблицу и 35 приложений. Библиография включает 306 наименований, из которых 73 иностранных.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В процессе исследований была изучена прогреваемость консервов массового производства: овощных натуральных (Зеленый горошек, Кукуруза сахарная в зернах), мясных (Говядина тушеная, Свинина тушеная, Паштет мясной, Фарш колбасный), овощных закусочных консервов (16 видов) и Сока томатного в жестяной и стеклянной расфасовочной таре.

Консервы готовили в лаборатории по утвержденным технологическим инструкциям. Нестерилизованный сок томатный получали на Одесском консервном комбинате.

Исследование прогреваемости консервов проводили в лабораторных автоклавах АВ-1 с электрообогревом, измеряя температуру медно-константановыми термопарами и полуавтоматическим потенциометром Р 2/1.

Значения термической инерции (f_h) вычисляли на основе кривой изменения температуры продукта во время стерилизации. Кривые термической инерции строили методом среднеквадратичных приближений в полугарифмических координатах, обрабатывая результаты экспериментов на ЭВМ "Раздан-2". Оценку точности и определение погрешности величины f_h осуществляли пользуясь известными положениями математической статистики.

Фактический стерилизующий эффект рассчитывали по утвержденной методике путем математической обработки экспериментальных данных прогреваемости в наименее прогреваемой точке продукта в банке.

Повторные опыты по прогреваемости проводили до получения не менее трех сходящихся (отличающихся не более чем на 10%) значений стерилизующего эффекта. О надежности исследуемых режимов судили по наименьшему значению летальности.

Показатели термоустойчивости спор возбудителей порчи овощных закусочных консервов определяли капиллярным методом по экспоненциальной зависимости количества выживших спор от продолжительности прогрева при 115, 118 и 121°C. Чистые культуры используемых для исследования штаммов характеризовались следующей термоустойчивостью в фосфатном буферном растворе:

Культура	: D, мин	: \bar{z} , °C
<i>Cl. botulinum B-364</i>	0,099	8,6
<i>Cl. sporogenes 25</i>	1,56	16,6

Исследования выполнены в микробиологической лаборатории Украинского НИИ консервной промышленности под руководством С.А.Мордвиновой.

Лабораторная микробиологическая проверка новых режимов стерилизации овощных закусочных консервов проведена (выборочно) инокулированием продукта спорами *Cl. botulinum B-364* и *Cl. sporogenes 25*.

Производственные испытания новых режимов стерилизации выполнены на консервных заводах в гг. Херсоне, Одессе, Измаиле, Петропавловске (КазССР), Урпинске, Симферополе, Тирасполе, Виннице, Хачмаса (АзССР). Объем опытных партий при корректировке режимов составлял 1000 банок, при изыскании интенсифицированных режимов - от 3 до 50 тысяч банок с выполнением всех предусмотренных Методикой микробиологических анализов и дегустаций.

Показатели химического состава консервов определяли следующими методами: сухие вещества - высушиванием и рефрактометрически (томатный сок) по ГОСТ 8756.2-70; рН - электрометрически по ГОСТ 8756.16-70; общую кислотность - титрованием 0,1N щелочью по ГОСТ 8756.15-70; содержание общего и редуцирующего сахаров - методом Бертрана; поваренной соли - титрованием азотнокислым серебром по ГОСТ 8756.20-70; жира - экстракционным методом по ГОСТ 8756.21-70; кислотное число - титрованием 0,1N щелочью; перекисное - титрованием 0,01N раствором тиосульфата; тисбарбитуровое - колориметрически на ФЭК-56; суммарное содержание продуктов окисления, нерастворимых в петролейном эфире - весовым методом по разности весов осадка полиоксикислот и зольных веществ; содержание аскорбинной кислоты - индофенольным титрованием по Тильмансу; суммарное содержание каротиноидов - на спектрофотометре СИ-4А по плотности ацетоновых вытяжек по Вейтштейну;

каротина и ликопина - методом А.Е.Ермакова; витаминов В₁ и В₂ - флуориметрически; аминный азот в томатном соке -методом Т.А.Глаголевой; цветность томатного сока - по плотности водно-спиртовых вытяжек по ГОСТ 8756.8-70; овощных закусочных консервов - на ФЭК-56 по плотности ацетоновых вытяжек; содержание общего азота - методом Кьельдаля; небелкового - методом Кьельдаля в фильтрате после осаждения белков трихлоруксусной кислотой; аминокислотного азота - газометрическим методом в приборе Цуверкалова; аммиак и мочевины - колориметрически по методике Б.А.Рашкована.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

I. Изучение термической инерции пищевых продуктов в связи с их стерилизацией

Согласно отечественной методики при разработке режимов стерилизации консервов используют экспериментальную кривую прогрева продукта при стерилизации. Анализ уравнения этой кривой $T = f_n \lg \frac{t_a - t_x}{t_a - t_k}$ показывает, что преобладающим фактором в уравнении является постоянная f_n , ибо абсолютное значение этого показателя значительно превышает составляющую безразмерной температуры. Исследование прогреваемости широкого ассортимента консервов в процессе их стерилизации в различных видах консервной тары позволило установить количественное влияние на f_n , а следовательно, и на прогреваемость таких факторов, как физические свойства продукта, размеры тары и вращение банок при стерилизации.

При изучении влияния физических свойств продукта на f_n в опытах исключалось воздействие каких-либо других факторов. Для исследования были выбраны различные консервы, в том числе такие, прогресс которых характеризуется преобладанием одного из способов передачи тепла (виноградный сок и томатная паста). Установлено, что термическая инерция конвективно прогреваемых продуктов (сок) примерно в 6 раз меньше, чем у продуктов, прогреваемых в основном путем теплопроводности (паста). Из рис. I видно, что другие консервируемые продукты занимают по показателю f_n промежуточное положение, приближаясь то к одной, то к другой

из полярных групп, что связано с преобладанием того или иного способа передачи тепла в данном пищевом продукте при нагревании.

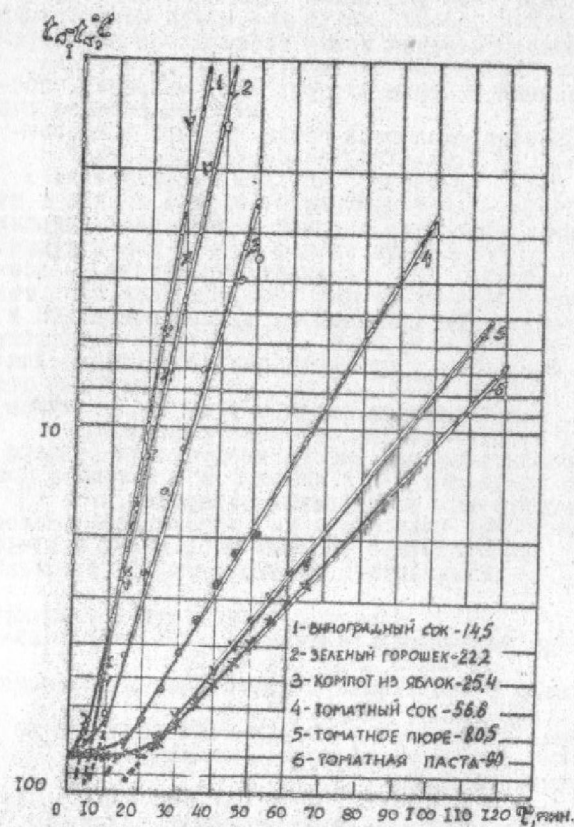


Рис. I

Характеристика термической инерции консервированных пищевых продуктов при стерилизации их в стеклянной полулитровой таре, f_n -мин.

Значительное влияние на f_n оказывает и объем консервной тары: значения f_n применительно к крупной таре в 4-6 раз больше, чем в мелкой. Математическая обработка экспериментальных данных показывает, что зависимость f_n от объема тары описывается уравнением прямой линии:

- для сока виноградного $f_n = 8,9 + 11,5 V$;
- для сока томатного $f_n = 25,8 + 57,3 V$;
- для томатной пасты $f_n = 35,6 + 91,4 V$.

Пользуясь полученной зависимостью, можно рассчитать значения f_n для тары любых объемов включительно до 3 л.

При изучении влияния на f_n физических свойств материала тары установлено, что значение этого фактора не слишком велико (разница

между величиной f_h для жестяной и стеклянной тары находится в пределах 10-20%.

Вращение банок при стерилизации уменьшает термическую инерцию. Наиболее эффективным этот технологический прием оказывается для пореобразных продуктов, расфасованных в крупную тару. Так, например, постоянная f_h яблочного пюре, расфасованного в банки I4, при ротационной стерилизации примерно в 8-10 раз меньше, чем при стерилизации в стационарных условиях. Вращение продуктов высокой термической инерции в мелкой таре (овощная икра в банках I2) уменьшает показатель f_h всего в 1,5 раза. Также невелико влияние вращения на f_h применительно к стерилизации жидких пищевых продуктов, прогреваемых конвективно. Анализируя полученный материал, можно сделать вывод о том, что величина f_h служит важным объективным показателем при выборе продуктов и размера тары для стерилизации в проектируемых ротационных аппаратах.

Почти не влияют на f_h температурные условия расфасовки и стерилизации консервов.

Статистическая обработка полученных величин f_h для разных видов продуктов и тары обнаружила незначительную изменчивость вариационного ряда и хороший показатель их точности: коэффициент вариации не превышал 8,5%, ошибка выборочной средней - 3,5%.

Константа f_h использована нами для характеристики различных консервируемых пищевых продуктов по признаку преобладания того или иного способа передачи тепла при стерилизации и для приближенного расчета продолжительности стерилизации консервов. Заключение о доле одного из способов передачи тепла в общем теплообмене при стерилизации данного пищевого продукта можно сделать на основании полученных экспериментальных данных f_h и графического приема "квадрата" для взвешенных чисел по выведенным уравнениям:

$$\text{доля конвективного фактора } D_k = \frac{f_{hr} - f_{hg}}{f_{hr} - f_{hk}};$$

$$\text{доля фактора теплопроводности } D_r = \frac{f_{hg} - f_{hk}}{f_{hr} - f_{hk}};$$

где f_{hk}, f_{hr} - постоянные термической инерции продуктов стандартной консистенции, принятых за эталон и прогреваемых преимущественно конвективным путем или путем теплопроводности;

f_{hg} - постоянная термической инерции данного продукта, для которого ведется расчет.

Так, например, для томатного сока $D_r = \frac{56-15}{90-15} = 0,54$. Это значит, что в данном случае конвективные и кондуктивные токи примерно равны (кондуктивный фактор все же преобладает). Аналогичный расчет показывает, что яблочное пюре характеризуется подавляющим преобладанием кондуктивного фактора $D_r = 0,84$, а в компотах такая же доля конвективного фактора.

Связав полученные экспериментальные данные о f_h с температурными условиями расфасовки и стерилизации, обеспечивающими требуемый уровень летальности, мы предложили приближенный расчет общей продолжительности стерилизации продуктов малой ($\tau_{ст,к}$) и высокой ($\tau_{ст,r}$) термической инерции по формулам

$$\tau_{ст,к} = 2f_h \lg \frac{t_a - t_H}{t_a - t_K};$$

$$\tau_{ст,r} = (1,3 - 1,6)f_h \lg \frac{t_a - t_H}{t_a - t_K}.$$

Этот прием был использован нами при изыскании новых режимов стерилизации при 130°C.

2. Исследование летальности действующих режимов стерилизации консервов

Требуемая летальность. Научно обоснованным является такой режим стерилизации консервов, фактическая летальность которого отвечает определенным микробиологическим нормам. Применительно к исследуемому ассортименту консервов эти нормы разные и определяются, прежде всего, их активной кислотностью.

При оценке эффективности режимов стерилизаций овощных натуральных и мясных консервов (рН 6,0-6,3) в отношении возбудителей ботулизма мы ориентировались на принятое в мировой практике консервирования значение летальности 3 усл. мин., равнозначные действию температуры

121,1°C в течение 3 минут; в отношении возбудителей специфической порчи-на 4,5 - 8 усл.мин. (И. Овруцкая, Т. Чиркина, М. Айснер, Ф. Нииниваара, Ф. Ольсон и др.). Константа Z в расчетах принята равной 10°C.

Для консервов Сок томатный, режимы стерилизации которого также должны гарантировать степень стерильности в отношении возбудителей ботулизма, приняты следующие величины F (С. Мордвинова):

по *Cl. botulinum* $F_{121}^{125} = 0,4$, по *Bac. coagulans* F_{121}^{115} от 0,8 до 1,03 усл. мин.

Что касается большой и разнообразной группы отечественного ассортимента овощных закусочных консервов, в которых при недостаточной стерилизации возможно развитие и токсинообразование возбудителей ботулизма, то требуемый для этих консервов уровень летальности, в связи с отсутствием необходимых данных в литературе, был определен экспериментально путем изучения термоустойчивости спор *Cl. botulinum* и *Cl. sporogenes* в наиболее массовых видах консервов из трех видов сырья: Икра из кабачков, Икра из баклажанов и Перец резаный с овощным фаршем в томатном соусе.

На основании данных о кинетике отмирания спор обоих возбудителей при стационарном тепловом режиме и в переменном температурном поле определены константы D и Z (табл. I, рис. 2).

Таблица I

Константы термоустойчивости возбудителей порчи овощных закусочных консервов

Культура	Вид продукта	рН	D, мин.			Z, °C
			115°C	118°C	121°C	
<i>Cl. botulinum</i> B-364	Икра из кабачков	4,80	0,216	0,086	0,044	8,5
"	Икра из баклажанов	4,80	0,302	0,130	0,077	9,8
"	Перец резаный с овощным фаршем	5,00	0,300	0,163	0,073	9,8
<i>Cl. sporogenes</i> 25	Икра из кабачков	4,80	1,60	0,92	0,73	17,0
"	Перец резаный с овощным фаршем	5,00	1,73	1,00	0,75	17,0

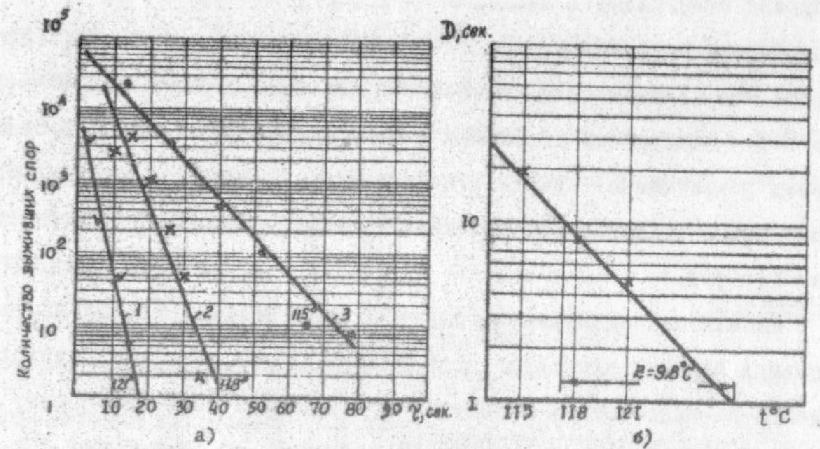


Рис. 2. Кривые выживаемости (а) и термоустойчивости (б) спор *Cl. botulinum* B-364 в консервах Икра баклажанная

Полученные данные показывают, что в реальных средах (рН 4,80 - 5,0) термоустойчивость спор обоих возбудителей по константе D примерно в 2 раза меньше по сравнению с термоустойчивостью в фосфатном буферном растворе. На константе Z изменение рН отразилось мало. Таким образом, необходимый стерилизующий эффект составляет: по возбудителям ботулизма $F = 12 D_{121} = 12 \cdot 0,077 = 0,92$ усл. мин, по возбудителям бомбажа $F = D_{121} \lg \frac{6}{8} = 0,75 \lg \frac{50}{10^{-4}} = 4,3$; расчет выполнен для тары емкостью 0,5 л, принимая V равным 1 споре на 10 г продукта и $\delta = 10^{-4}$ (планируемый брак 0,01%). Константы Z принимаются соответственно 10 и 17°C.

Фактическая летальность. В процессе исследований была определена фактическая летальность 85 действующих режимов стерилизации консервов в жестяной и стеклянной таре. Установлено, что приведенные в технологических инструкциях режимы стерилизации одних и тех же видов консервов в таре одной емкости, но при разных температурах, отличаются по фактической летальности, которая колеблется в довольно больших пределах, иногда в 2-3 раза, и отклоняется от нормы в одну и другую сторону. Колебания же F -эффекта одного и того же режима стерилизации конвективно прогреваемых продуктов (Зеленый горошек, Кукуруза сахарная

в зернах) находились в пределах 10-25%; у консервов, прогреваемых преимущественно путем теплопроводности (овощные закусовые, фарш, паштет) - в пределах 10%. Наиболее значительные колебания F-эффекта - до 50% - обнаружены в режимах стерилизации консервов типа "мясо тушеное", что можно объяснить изменением агрегатного состояния исходного сырья в процессе стерилизации (выделение влаги в процессе коагуляции белков).

Наименьшие значения летальности пяти режимов стерилизации натуральных овощных консервов составили 6-15 усл.мин., что позволило признать их надежными в отношении возбудителей ботулизма. Норме, предъявляемой по термофилам - не менее 17 усл.мин., соответствуют только максимальные значения летальности некоторых режимов.

Из 16 режимов стерилизации мясных консервов 5 "формул" характеризуются недостаточной летальностью (табл.2). Летальность менее 3 усл.мин. прежде всего не гарантирует против возбудителя ботулизма, не говоря уже о более терморезистентной специфической микрофлоре.

Режимы стерилизации мясных консервов с недостаточной летальностью

Таблица 2

Наименование консервов	Тара	Режим стерилизации	F-эффект, усл.мин.
Говядина тушеная	9	20-40-25 - 120°C	3,00
"	12	20-55-25 - 120°C	2,65
Свинина тушеная	9	20-40-25 - 120°C	2,65
"	12	20-55-25 - 120°C	2,85
Фарш свиной колбасный	12	20-100-20 - 114°C	3,20

Чрезвычайно пестроту показал анализ действующих в последние 10 лет режимов стерилизации наиболее распространенных видов консервов группы овощных закусовых. В одних случаях режимы стерилизации дифференцируются в зависимости от вида консервов и материала тары, в иных, почему-то, нет никакого различия. Иногда "формулы" стерилизации однотипных консервов в жестяной и стеклянной таре были совершенно идентичны, а иногда длительность тепловой обработки консервов в

стеклянной таре была на 30 минут больше. Это, естественно, отразилось на летальности режимов. При установленной норме в пределах 1 усл.мин. (по возбудителям ботулизма) фактическая летальность изученных 56 режимов 16 видов консервов отличалась более чем в 10 раз и колебалась в пределах 0,2-2,6 усл.мин. Характеристика летальности действующих в последние годы режимов стерилизации консервов этой группы приведена в табл.3.

Характеристика режимов стерилизации овощных закусовых консервов при 120°C

Таблица 3

Наименование консервов	рН	Т а р а			
		12	Г	СКО 83-1	Г
		Режим стерилизации	Эффект, усл.мин.	Режим стерилизации	Эффект, усл.мин.
Икра овощная	4,80	20-45-20	1,36	25-50-25	1,90
Перец фаршированный овощами	4,70	20-55-20	2,00	25-60-25	2,60
Баклажаны фаршированные овощами	4,65	20-50-25	1,60	25-55-25	2,20
Кабачки кружками без фарша	4,80	20-45-25	1,18	25-50-25	1,59
Баклажаны кружками без фарша	4,75	"	"	"	1,70
Кабачки кружками с фаршем	4,82	"	1,20	"	1,74
Баклажаны кружками с фаршем	4,67	"	"	"	1,50
Перец резанный с овощным фаршем	5,00	"	1,42	20-50-25	1,56
Баклажаны по-болгарски	4,75	20-40-25	1,13	25-50-25	2,00
Баклажаны кружками с луком	4,75	20-40-20	0,67	25-45-25	1,45
Баклажаны со сладким перцем	4,85	20-45-25	1,28	25-50-25	1,80
Баклажаны с болгарским перцем	4,90	15-35-20	0,35	25-50-25	1,66
Баклажаны по-молдавски	4,90	"	"	20-35-20 ^{х)}	0,20
Закуска ржная	4,72	"	"	20-40-25 ^{х)}	0,30
Ассорти закусовые	4,85	"	"	25-50-25	2,00
Томаты резанные с фаршем	4,50	"	"	25-35-25	0,43

х) - температура стерилизации 116°C

Из таблицы видно, что, в целом, при одной емкости режимы стерилизации одноименных консервов в жестяной таре характеризуются меньшей летальностью, чем в стеклянной.

Таким образом, наряду с режимами, имеющими запас летальности, в технологических инструкциях многие годы фигурировали режимы с F-эффектом 0,2-0,6 усл.мин., не дающие необходимых гарантий в отношении степени стерильности.

Изучение прогреваемости Сока томатного показало, что эффективность всех режимов стерилизации при 100°C в отношении возбудителей ботулизма практически равна нулю: ни по одному из режимов даже не достигается температура 96°C, с которой летальная область для этих возбудителей только начинается (рис.3).

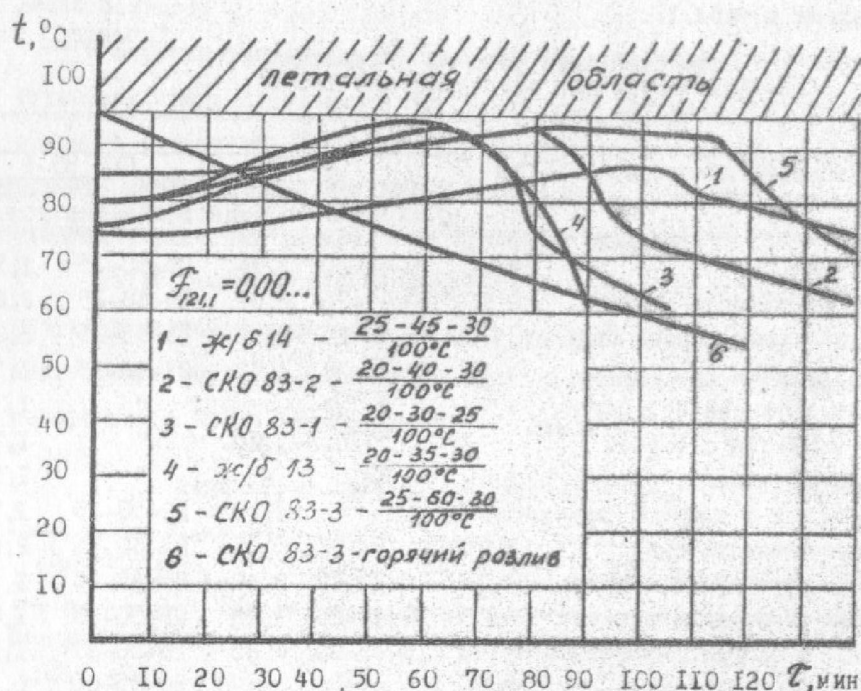


Рис.3. Характеристика летальности действовавших до 1973 года режимов стерилизации томатного сока.
Кривые прогрева в наименее прогреваемой точке банки.

Поэтому все режимы стерилизации Сока томатного, приведенные в технологической инструкции 1969 г., по условиям здравоохранения были признаны недостаточными.

3. Изыскание новых научно обоснованных режимов стерилизации овощных и мясных консервов

Новые режимы стерилизации разрабатывали путем корректировки действующих режимов с недостаточной или завышенной летальностью и путем

интенсификации процесса за счет повышения температурного уровня до 120°C. Режимы стерилизации, полученные путем корректировки, приведены в табл. 4.

Таблица 4

Наименование консервов	Тара	Режим стерилизации	F-эффект усл.мин.
Говядина тушеная	9	20-55-25 - 120°C	8,2
"	12	20-65-20 - 120°C	9,1
Фарш свиной колбасный	12	20-120-20 - 114°C	7,3
"	12	20-75-20 - 120°C	6,8
Баклажаны по-молдавски	83-I	25-45-25 - 120°C	1,40
Закуска овощная	"	"	1,42
Томаты резаные с фаршем	"	20-50-25 - 120°C	1,25
Баклажаны кружками с луком	12	20-45-25 - 120°C	1,13
Перец фаршированный овощами	"	"	1,27
"	83-I	25-45-25 - 120°C	1,35
Баклажаны фаршированные	"	"	1,36
"	12	20-45-25 - 120°C	1,27

При изыскании научно обоснованных режимов стерилизации Сока томатного требуемый эффект был получен за счет повышения температуры стерилизации до 120°C. Было разработано 2 варианта режимов: по возбудителям ботулизма и по возбудителям плоского скисания. Характеристика первых приведена в табл.5.

Таблица 5

Тара	Температура расфасовки			
	85°C		95°C	
	Режим стерилизации	F-эффект усл.мин.	Режим стерилизации	F-эффект усл.мин.
СКО 58-I	20-10-20	0,81	15-5-20	0,40
СКО 83-I	20-20-25	0,46	20-15-25	0,46
СКО 83-2	20-30-25	0,40	20-20-25	0,40
СКО 83-6	-	-	25-20-30	0,41
СКО 83-3	-	-	25-25-30	0,40
9	20-10-20	0,40	-	-
13	20-30-25	0,50	-	-
14	25-60-30	0,42	-	-

Отсутствие некоторых режимов в таблице объясняется тем, что считалось нецелесообразным разрабатывать режимы стерилизации для крупной стеклянной тары при умеренной температуре расфасовки, и, наоборот, для жестяной тары (из-за появления вакуумной деформации) — при высокой.

В процессе исследований за счет фактора повышения температурного уровня до 130°C разработано более двух десятков новых сокращенных режимов стерилизации овощных натуральных, мясных и закусочных консервов. Характеристика некоторых из них указана в табл. 6.

Таблица 6

Новые режимы стерилизации консервов при 130°C

Наименование консервов	Тара	Режим стерилизации	F-эффект : усл. мин.
Зеленый горошек	9	20-5-20	16
Кукуруза сахарная в зернах	9	20-10-20	32
Говядина тушеная	9	25-20-25	4,8
—	12	25-30-30	4,7
—	83-I	25-35-30	13,3
Свинина тушеная	9	25-25-25	8,0
—	12	25-35-30	7,1
Паштет мясной	12	25-40-25	5,7
Фарш свиной колбасный	12	25-55-25	6,0

Изучение прогреваемости исследуемых многокомпонентных овощных закусочных консервов показало, что, несмотря на их разнообразие, все они характеризуются сходством значений постоянной термической инерции (например, для Икры овощной в банках 12 f_{11} составляет $71,4 \pm 1,6$, для СКО 83-I — $80,5 \pm 1,7$ мин.), что позволяет получать равный F-эффект при стерилизации разных консервов по одному режиму. На основании данных о прогреваемости и результатов микробиологических исследований, обобщая полученные данные о фактической летальности действующих и новых режимов, можно сделать вывод о том, что режимы стерилизации овощных закусочных консервов применительно к таре одной емкости не должны, в отличие от существующей практики, отличаться

один от другого. Эквивалентную же летальность режимов стерилизации этих консервов в жестяной и стеклянной полудюймовой таре можно получить при разнице в их длительности порядка 5 мин.

Таковыми для исследуемого ассортимента консервов являются режимы $\frac{25-20-25}{130^{\circ}\text{C}}$ (банки 12) и $\frac{25-25-25}{130^{\circ}\text{C}}$ (СКО 83-I) с летальностью 1,0 — 1,15 усл. мин. Сравнительная характеристика режимов стерилизации закусочных консервов при 120 и 130°C приведена на рис. 4.

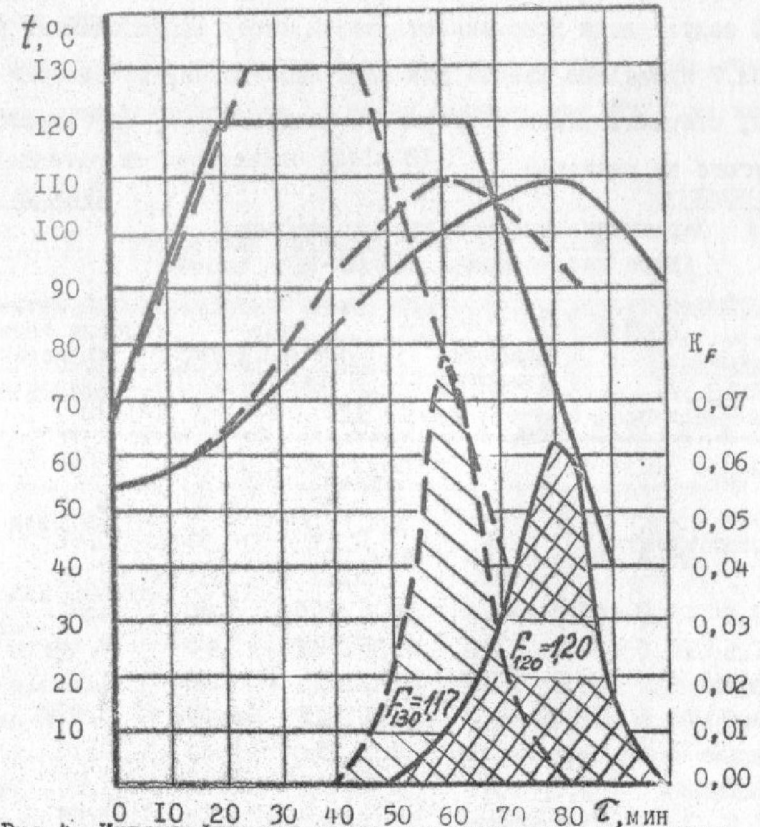


Рис. 4. Интенсификация режима стерилизации консервов Кабачки кружками с фаршем в банках 12 за счет повышения температуры стерилизации до 130°C .

По результатам лабораторных и производственных испытаний все новые режимы стерилизации рекомендованы для внедрения. Уточненные режимы стерилизации закусочных консервов и Сока томатного утверждены в установленном порядке. В-6 12968

4. Характеристика качества консервов, стерилизованных при повышенной температуре

При тепловой стерилизации консервов изменениям в основном подвергаются пищевые вещества и показатели, не регламентируемые стандартом: витамины, качество жира, углеводы, азотистые вещества, цветность продукта.

Исследование этих показателей после стерилизации консервов при 120 и 130°C подтвердило приемлемость новых интенсифицированных режимов. В табл.7 приведены данные для Икры кабачковой, из которых видно, что образцы, стерилизованные при разных температурах, не отличаются один от другого по качеству.

Таблица 7

Характеристика качества консервов
Икра кабачковая в СКО 83-1

Показатели	Единицы измерения	После стерилизации		После годичного хранения	
		Температура стерилизации, °C			
		120	130	120	130
Сухие вещества	%	21,15	21,04	20,85	20,75
pH		4,80	4,80	4,58	4,35
Титруемая кислотность	%	0,34	0,35	0,37	0,39
Сахар общий	%	5,25	5,14	5,06	4,78
NaCl	%	1,60	1,60	1,60	1,60
Ж и р	%	9,20	9,30	9,10	9,20
Кислотное число	мг КОН	1,23	1,18	1,98	1,84
Перекисное число	% I ₂	0,025	0,032	0,098	0,100
Тиобарбитуровое число	ед.опт.плотн.	0,19	0,13	0,10	0,11
Продукты окисления	%	0,485	0,487	1,56	1,49
Витамин С	мг/гг	9,36	9,60	7,85	8,36
Каротин	"	1,17	1,36	0,98	1,35
Ликопин	"	2,35	2,79	1,90	1,98
Цветность	ед.опт.плотн.	0,46	0,43	0,63	0,56

На основании полученных данных можно заключить, что глубина изменений химического состава консервов в процессе хранения от режима тепловой обработки не зависит. Исследование цветности и содержания витаминов в пробах, отобранных из различных слоев продукта в таре,

показало, что несмотря на заметный перегрев периферийного слоя по отношению к центральному (коэффициент крайней неравномерности при 130°C в 2 раза больше, чем при 120°C), качество консервов, стерилизованных при 130°C и 120°C, мало отличается между собой и что не всегда наихудшие данные получены по периферийному слою, как это следовало ожидать, судя по значению летальности у стенок продукта и в центре. Но в ряде случаев, действительно, показатели периферийного слоя уступают данным средней пробы и особенно центральных, наименее прогреваемых слоев.

Исследование показателей химического состава Сока томатного показало, что стерилизация по новым режимам при 120°C на качестве сока отражается незначительно (табл.8).

Таблица 8

Показатели качества томатного сока
после годичного хранения

Показатели	Единицы измерения	Консервные заводы							
		Херсон СКО 83-3		Тирасполь СКО 83-3		Царичаны СКО 83-2		Одесса б.13	
		Температура стерилизации, °C							
		100	120	100	120	100	120	100	120
Сухие вещества	%	5,2	5,2	4,0	4,0	5,2	5,0	6,4	
pH		3,80	3,80	4,22	4,14	4,20	4,10	4,10	
Титруемая кислотность	%	0,55	0,55	0,47	0,54	0,43	0,40	0,58	
Сахар общий	%	2,70	2,70	2,11	2,04	3,01	2,70	4,34	
Азот аминный	%	0,32	0,30	0,10	0,10	0,24	0,18	0,35	
Витамин С	мг/гг	3,20	6,40	1,94	3,20	8,50	7,80	11,20	
Каротин	"	0,7	0,7	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	
Ликопин	"	3,5	2,8	4,0	3,6	3,8	3,2	3,5	
Цветность	мг I ₂	0,23	0,27	0,25	0,27	0,21	0,29	0,27	

Из табл.8 видно также, что вырабатываемая разными заводами продукция не одинакова по химическому составу и в ряде случаев сок опытных партий одного завода лучше контрольных образцов другого.

Исследование содержания различных форм азота в консервах Говядина тушеная и Свинина тушеная, стерилизованных при 120 и 130°C,

дало основание считать действующие и новые режимы равноценными по степени влияния на химический состав продукта.

ВЫВОДЫ

1. Впервые для широкого ассортимента стечественных консервов в различных видах расфасовочной тары экспериментально определены значения постоянной термической инерции f_h . Конвективные прогреваемые продукты (натуральные соки, Зеленый горошек) и продукты, прогреваемые преимущественно путем теплопроводности (томатная паста, паштеты), характеризуются значением f_h в полулитровой таре соответственно 15-25 и 80-90 мин.

2. Влияние на постоянную термической инерции таких факторов, как объем и материал тары, вращение, выражается следующим образом: значение f_h при переходе от полулитровой тары к 3-х литровой изменяется от 90 до 310 мин.; значение f_h для стеклянной тары на 3-10 мин. выше, чем для жестяной. Вращение тары вокруг продольной или внешней оси может снизить значение константы f_h в 8-10 раз (соки с мякотью, пюре в трехлитровой таре) по сравнению со стерилизацией консервов, находящихся в стационарном состоянии.

3. Впервые предложены эмпирические уравнения для приближенного подсчета общей продолжительности процесса стерилизации консервов. Расчет показывает, что суммарное значение всех этапов процесса находится в интервале $I - 3 f_h$.

Полученные величины f_h использованы для расчета доли конвективного и кондуктивного факторов в общем теплособмене при стерилизации различных продуктов.

4. Экспериментально изучена термоустойчивость спор *Cl. botulinum* В-364 и *Cl. sporogenes* 25 в нескольких видах овощных закусочных консервов. Установлено, что требуемая летальность в отношении возбудителей ботулизма должна быть не менее 1 усл. мин. при 121,1°C.

5. Определение фактической летальности действующих режимов стерилизации исследуемого ассортимента консервов показало, что наряду с режимами, обеспечивающими требуемое значение стерилизующего эффекта, имелись формулы с избыточной летальностью или же с недостаточной для обеспечения микробиологической стабильности консервов при хранении. Не удовлетворяли предъявляемым требованиям режимы стерилизации консервов Баклажаны по-молдавски, Закуска овощная в СКО 83-I при 116°C, Говядина тушеная в банках 9 и 12 при 120°C и др.

Характеризуются избытком летальности режимы стерилизации консервов из фаршированных овощей в томатном соусе в банках 12 и СКО 83-I ($F = 1,6 - 2,6$ усл. мин.) и др.

Корректировка этих режимов до требуемого значения F -эффекта проведена за счет удлинения или сокращения на 10-15 мин. периода собственно стерилизации.

6. Применявшаяся до недавнего времени стерилизация консервов Сок томатный при 100°C не обеспечивала микробиологической стабильности продукта против возбудителей ботулизма и возбудителей плоскокислой порчи. Ни один из режимов не позволял набрать необходимое в отношении возбудителей ботулизма значение летальности порядка 0,4 усл. мин. Требуемый эффект был достигнут при стерилизации по разработанным режимам при 120°C.

7. Испытаны в производстве, утверждены МПП СССР и включены в действующие технологические инструкции 12 откорректированных научно обоснованных режимов стерилизации овощных консервов.

8. Путем повышения температурного уровня до 130°C интенсифицировано более 20 режимов стерилизации овощных натуральных, закусочных и мясных консервов в жестяной и стеклянной таре. Новые режимы стерилизации апробированы в производственных условиях.

9. Исследование химического состава консервов группы овощных закусочных, мясных, Сока томатного, стерилизованных при разных температурах, по показателям ГОСТа, показателям качества жира, цветности,

содержанию аскорбиновой кислоты, каротина, ликопина, витаминов В₁ и В₂, азота в различных формах, а также дегустационная оценка показали, что повышение температурного уровня процесса при одновременном сокращении его длительности не вызывает заметных изменений качества консервируемых продуктов.

10. Переход на сокращенные режимы стерилизации дает возможность увеличить на 20-25% выпуск продукции на существующем оборудовании без дополнительных затрат и получить, за счет экономии условно-постоянной части накладных расходов, экономический эффект в размере 1,4 руб. на туб.

Основные положения диссертации опубликованы в соавторстве в следующих работах:

1. Интенсифицированные режимы стерилизации консервов. - "Реферативная информация о законченных научно-исследовательских работах в Вузах УССР" (Пищевая промышленность), Киев, 1966.
2. О надежности действующих режимов стерилизации консервов. - "Реферативная информация о законченных научно-исследовательских работах в Вузах УССР" (Пищевая промышленность), Киев, 1968.
3. Теплофизическая характеристика прогреваемости пищевых продуктов при стерилизации. - "Известия вузов. Пищевая технология", 1969, № 4.
4. Применение микробиологических и теплофизических показателей для оценки режимов стерилизации консервов. Тезисы докладов Всесоюзной межвузовской конференции по термическим методам обработки при консервировании пищевых продуктов. Одесса, 1969.
5. О стерилизации консервов для детей в трехлитровых бутылках. - "Консервная и овощесушильная промышленность", 1970, № 7.
6. Изучение термоустойчивости *A. sporogenes* 25 в овощных закусочных консервах. "Консервная и овощесушильная промышленность", 1971, № 12.

7. Стерилизация фруктовых консервов в крупной жестяной таре. "Консервная и овощесушильная промышленность", 1972, № 8.

8. Запобігання плоско-кислому псуванню томатного соку. "Харчова промисловість", Науково-технічний збірник, № 16, Київ, 1973.

9. Пути интенсификации стерилизации преобразных продуктов в крупной жестяной таре. "Известия Вузов. Пищевая технология", 1974, № 2.

10. Термоустойчивость возбудителей ботулизма при стерилизации овощных закусочных консервов. "Консервная и овощесушильная промышленность", 1974, № 8.

11. Научное обоснование и пути интенсификации процесса стерилизации консервов. Сб. Итоги научных исследований Кишиневского политехнического института им. С. Язо за 1973 г., Кишинев, 1974.

12. Факторы, определяющие постоянную термической инерции при стерилизации консервов в жестяной и стеклянной таре. Тезисы Всесоюзной научно-технической конференции по вопросам теории и практики стерилизации и пастеризации пищевых продуктов. Одесса, 1975.

13. Исследование и корректировка летальности режимов стерилизации овощных закусочных консервов. Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции по вопросам теории и практики стерилизации и пастеризации пищевых продуктов. Одесса, 1975.

БР 04217 Подп. к печати 30.05.77 г. Формат 60x84 1/16

Объем I п.л. Заказ № 1901 Тираж 130 экз.
Гортипография Одесского облипографиздата
Ленина, 49