

Автор ер.

М 49

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УССР
ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

Аспирант МОРДВИНОВА Светлана Аркадьевна

ИЗУЧЕНИЕ ТЕРМОУСТОЙЧИВОСТИ МИКРООРГАНИЗМОВ
В СВЯЗИ С РАЗРАБОТКОЙ РЕЖИМОВ СТЕРИЛИЗАЦИИ
КОНСЕРВОВ ДЛЯ ПИТАНИЯ ДЕТЕЙ

(Специальность 05.18.13—Технология консервирования
пищевых продуктов)

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертация на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Одесса - 1973

№ 670 реф
М 79

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УССР
ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

Аспирант МОРДВИНОВА Светлана Аркадьевна

ИЗУЧЕНИЕ ТЕРМОУСТОЙЧИВОСТИ МИКРООРГАНИЗМОВ
В СВЯЗИ С РАЗРАБОТКОЙ РЕЖИМОВ СТЕРИЛИЗАЦИИ
КОНСЕРВОВ ДЛЯ ПИТАНИЯ ДЕТЕЙ

(Специальность 05.18.13—Технология консервирования
пищевых продуктов)

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертация на соискание ученой степени кандидата
технических наук

ОНАХТ 13.09.12
Изучение термостойч



v012126

Одесса - 1973

Дереулет 1984

v012126

Одесский технологический институт пищевой промышленности имени М.В. Ломоносова
БИБЛИОТЕКА

Работа выполнена в Украинском научно-исследовательском институте консервной промышленности (г.Одесса) и в Одесском технологическом институте пищевой промышленности имени М.В.Ломоносова.

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

Официальные оппоненты - доктор технических наук
В.И.РОГАЧЕВ

(Всесоюзный научно-исследовательский институт консервной и овощесушильной промышленности);

доктор медицинских наук,
профессор О.А.КИРИЛЕНКО

(Одесский технологический институт пищевой промышленности имени М.В.Ломоносова).

Ведущее предприятие - Одесский опытно-экспериментальный консервный завод имени В.И.Ленина.

Автореферат разослан " 30 " марта 1973г.

Защита диссертации состоится " 11 " мая 1973г.

в " _____ " часов на заседании Совета Одесского технологического института пищевой промышленности им. М.В.Ломоносова.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью учреждения, просим направлять по адресу:

270039, г.Одесса, ул.Свердлова,112,
ученому секретарю.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
кандидат технических наук

Л.ЗАПОРОЖЕЦ

В В Е Д Е Н И Е

Директивами XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства на 1971-1975г.г. предусмотрено развитие опережающими темпами производства продуктов детского и диетического питания.

Консервы для питания детей занимают особое положение в производстве консервированных продуктов. Они имеют существенное значение в организации рационального питания детей и качеству их должно быть уделено особое внимание.

В последние годы широко ведутся научно-исследовательские работы по расширению ассортимента консервов для питания детей с целью повышения питательной ценности этих продуктов, совершенствования технологии и разработки новых типов консервов для различных возрастных групп детей.

Важнейшим технологическим процессом, от которого в значительной мере зависит качество консервов, является стерилизация. От правильного выбора режима стерилизации зависят органолептические показатели и пищевая ценность продуктов, стерильность и надежность их в процессе хранения, безопасность для здоровья людей. Поэтому режимы тепловой обработки должны разрабатываться с учетом количественной оценки термоустойчивости микроорганизмов, вызывающих порчу консервированных пищевых продуктов.

Кинетика отмирания микроорганизмов при нагревании характеризуется константами термоустойчивости D и z , которые лежат в основе математических методов анализа и разработки научно обоснованных режимов стерилизации консервов. Одна из них - D - представ-

ляет собой количественную характеристику процесса отмирания микроорганизмов при какой-либо постоянной температуре стерилизации; другая - γ - характеризует термостойчивость микроорганизмов в зависимости от изменения температуры нагревания.

Между тем, имеющиеся в литературе сведения свидетельствуют о недостаточной изученности процесса отмирания микроорганизмов при нагревании во время стерилизации консервов. Поэтому изыскание констант термостойчивости спор возбудителей ботулизма и спор бактерий - возбудителей специфической порчи в связи с разработкой режимов стерилизации имеет большое практическое значение для консервного производства и представляет значительный теоретический интерес для микробиологии консервирования. Это полностью относится и к консервам для питания детей, ассортимент и выпуск которых неуклонно расширяется. В связи с этим в настоящей работе были поставлены следующие задачи:

1. Изучить кинетику отмирания спор возбудителей ботулизма и спор бактерий - возбудителей специфической порчи консервов в фосфатном буферном растворе с целью выбора наиболее термостойчивых штаммов.

2. Исследовать процесс отмирания спор тест-культур в консервируемых продуктах при различных температурах стерилизации и экспозициях прогрева.

3. Оценить показатели термостойчивости спор возбудителей ботулизма, полученные по экспоненциальной зависимости количества выживших клеток от времени прогрева и по альтернативным данным.

4. Изучить летальность действующих режимов стерилизации детских консервов и внести необходимые коррективы.

5. На основании экспериментально полученных значений констант термостойчивости разработать новые режимы стерилизации, обеспечивающие высокое качество консервов для питания детей.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве тест-культур в работе использованы споры следующих видов бактерий: *Cl. botulinum*, *Cl. sporogenes*, *Bac. stearothermophilus*, *Bac. coagulans*.

Споры анаэробных культур получали на казеиново-грибной среде, термофильных культур - на пшеничном агаре. Концентрацию спорных масс определяли высевом их в трубки Вейона на среду из сухого мясопептонного агара с добавлением 0,3% агар-агара и 0,05% тигликолевой кислоты (*Cl. botulinum*, *Cl. sporogenes*) и в чашки Петри на картофельный агар (*Bac. stearothermophilus*, *Bac. coagulans*).

Для выяснения возможности развития этих бактерий в консервах искусственно инфицировали их спорами. Взвесь спор определенной концентрации вносили в продукт гнездно. Опытные образцы хранили при температурах, оптимальных для развития внесенных бактерий, и периодически анализировали инокулированный продукт по комплексу показателей: внешним признакам, запаху, количеству жизнеспособных клеток, величине pH и наличию токсина (для возбудителей ботулизма).

Прогрев бактерий осуществляли капиллярным методом, предложенным ВНИИКОП [Н.Н.Мазохина, Н.В.Богданова, 1963] в термостате ТС-24 с глицерином. Температуру внутри капилляров измеряли хромель-копелевыми термопарами, показания термопар снимали потенциометром постоянного тока III. Для упрощения эксперимента предварительно было определено время нагрева капилляров разного диаметра до температуры греющей среды. При этом различия во времени прогрева капилляров, заполненных различными средами, обнаружить не удалось.

Прогретый материал высевали на питательные среды в разведениях, соответствующих предполагаемому количеству выживших клеток.

Константы термостойчивости D и γ спор *Cl. botulinum*, *Cl. sporogenes*, *Bac. stearothermophilus* и *Bac. coagulans*

определяли графическим методом по экспоненциальной зависимости количества выживших клеток от времени прогрева, а спор *Cl. botulinum* - также пробит методом.

Величину D (время, требующееся для уничтожения 90% клеток) определяли графическим методом по кривой выживаемости спор бактерий, построенной в полулогарифмической системе координат: ось абсцисс - значения времени прогрева, мин., ось ординат - соответствующие логарифмы количества выживших спор (рис. 1). Положение кривой выжива-

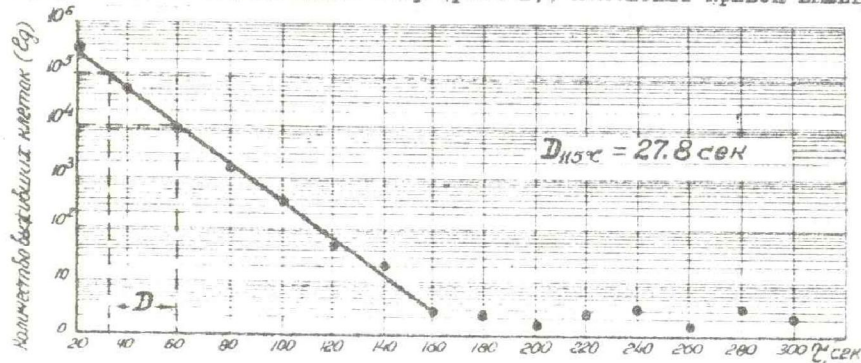


Рис. 1. Кривая выживаемости спор *Cl. botulinum* В-364 в фосфатном буферном растворе при температуре 115°C.

емости находили методом наименьших квадратов по уравнению прямой $y = a + bx$, которое решали с помощью системы уравнений [В.Ю.Урбах, 1963].

Величину z (разность температур за один логарифмический цикл на оси D) определяли по "кривой термического смертельного времени", построенной в полулогарифмической системе координат: ось абсцисс - значения температуры прогрева спор бактерий, ось ординат - логарифмы соответствующих величин D при разных температурах (не менее трех). Величину z находили по кривой аналогично величине D (рис. 2).

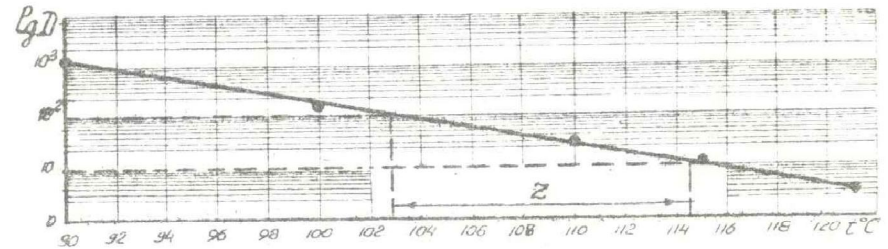


Рис. 2. Кривая "термического смертельного времени" спор *Cl. botulinum* В-364 в консервах "Томаты протертые"

Для определения величины константы D пробит методом использовали данные о наличии и отсутствии жизнеспособных клеток в капиллярах после прогрева при данной температуре в течение определенного времени. Контролем служило количество спор в капиллярах, которое выявляли после нагрева их до заданной температуры опыта. По графику кривой пробит отмирания находили величину LD_{50} - время, необходимое для получения 50% стерильных капилляров: ось абсцисс - время прогрева τ , ось ординат - соответствующие пробиты P . Положение кривой определяли методом наименьших квадратов, решая уравнение прямой $P = a + b\tau$ (рис. 3).

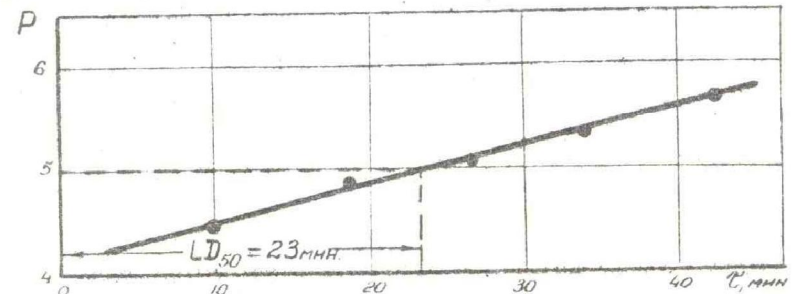


Рис. 3. Кривая пробит отмирания спор *Cl. botulinum* В-364 в фосфатном буферном растворе при температуре 115°C.

Величине LD_{50} соответствует значение времени τ при пробите P , равном 5.

При расчетах учитывали результаты в пределах 16-84% вероятности стерильности капалляра.

Величину z определяли, как описано выше.

Для оценки точности определения показателей термоустойчивости подсчитывали их средние квадратичные отклонения [В.В.Налимов, 1960, В.Д.Урбах, 1963].

Нормативное значение стерилизующего эффекта в отношении спор возбудителей ботулизма рассчитывали по формуле $F_{121,1} = 12 \cdot D_{121,1}$, а спор *C. botulinus* — $F_{121,1} = D_{121,1} \cdot (\lg \frac{B}{b} + x)$,

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

где B — начальное количество спор в одной банке;

b — планируемое конечное количество спор в одной банке (10^{-4});

x — поправка на нелогарифмический порядок отмирания спор.

При расчете эффективности режимов стерилизации, надежных в отношении спор термофильных бактерий, исходя из допущений Стамбо [С.В. Стамбо, 1965] принимали b , равным 10^{-2} или 10^{-1} . Поправку на нелогарифмический порядок отмирания клеток x , принимали равной 1, учитывая отклонение от логарифмического порядка отмирания только в начале прогрева.

При разработке режимов стерилизации исходили из того, что фактическая величина летальности не должна быть ниже нормируемого значения. Для этого строили кривую изменения температуры продукта в банке в процессе стерилизации. Данные для получения кривой определяли с помощью термомпары, введенной в наименее прогреваемую часть продукта. Показания термомпары снимали потенциометром постоянного тока ПП. Температуру измеряли каждые 5 минут. Стерилизующий эффект определяли интегрированием площади, ограниченной кривой летальности, пользуясь приближенным методом по формуле прямоугольников (рис. 4)

$$F = \int_0^b K_F d\tau = \tau_p (K_{F1} + K_{F2} + \dots + K_{Fn}),$$

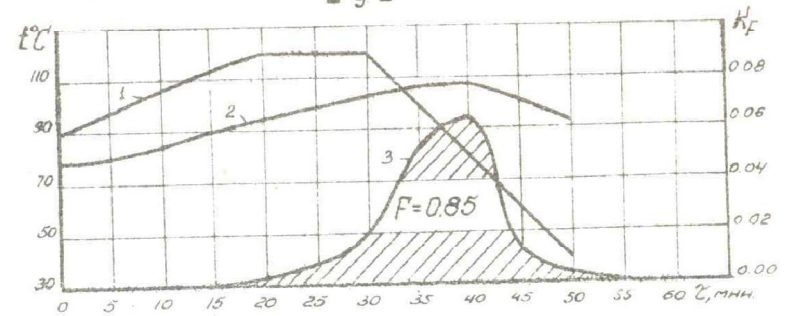


Рис. 4. Характеристика режима стерилизации 20-10-20 консервов "Томаты протертые" в 120°C

банке I-58-200

- 1 — кривая прогрева автоклава;
- 2 — кривая прогрева продукта в банке;
- 3 — кривая F — эффекта.

где τ_p — интервал времени между замерами температуры (обычно 5 мин);

$K_{F1}; K_{F2}; \dots; K_{Fn}$ — переводные коэффициенты для пересчета действия любой данной температуры T_d на действие эталонной температуры T_s .

K_F вычисляют по формуле $K_F = \frac{1}{10^{\frac{T_s - T_d}{z}}}$.

Надежность режимов стерилизации проверяли в лабораторных и производственных условиях.

ТРАДИЦИОННЫЙ МЕТОД НАХОЖДЕНИЯ КОНСТАНТ ТЕРМОУСТОЙЧИВОСТИ СПОР БАКТЕРИЙ ПО ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОЙ ЗАВИСИМОСТИ КОЛИЧЕСТВА ВЫЖИВШИХ КЛЕТОК ОТ ВРЕМЕНИ ПРОГРЕВА И РАЗРАБОТКА РЕЖИМОВ СТЕРИЛИЗАЦИИ КОНСЕРВОВ ДЛЯ ПИТАНИЯ ДЕТЕЙ

Критерием оценки термоустойчивости спор бактерий при выборе штамма служили данные о величинах констант D и z , полученные при прогреве спор в фосфатном буферном растворе (рН 7,0-7,1). Выбранные тест-культуры близки по термоустойчивости штаммам бак-

терий, используемым для аналогичных целей другими авторами (табл. I).

Таблица I

Термоустойчивость спор бактерий в фосфатном буферном растворе

Наименование штамма	Константа D, мин					Константа z, °C
	121°C	118°C	115°C	110°C	100°C	
<i>Cl. botulinum</i> B-364	0,09	0,16	0,46	-	-	8,6
<i>Cl. botulinum</i> B-255	0,046	0,14	0,21	-	-	9,0
<i>Cl. sporogenes</i>	1,53-1,56	2,31-2,38	3,6	-	-	16,1-16,6
<i>Bac. stearothermophilus</i>	4,2-4,4	8,3-9,0	26,1-27,5	-	-	7,7
<i>Bac. coagulans</i>	0,57	-	-	2,04	22,0	13,3

Изучение кинетики отмирания спор *Cl. botulinum* в фосфатном буферном растворе при разных температурах показало, что отмирание основной массы спор характеризуется прямой линией в полулогарифмической системе координат. Вместе с тем обнаружены немногочисленные, особо устойчивые клетки, которые сохраняют жизнеспособность в течение длительного периода, значительно превышающего время гибели основной массы клеток. Такая же закономерность наблюдается и при отмирании спор *Cl. sporogenes*, хотя единичные устойчивые клетки выживали относительно не столь длительное время, как споры *Cl. botulinum*.

Кривые выживаемости спор *Bac. stearothermophilus* и *Bac. coagulans* состоят из трех участков. В начале нагревания наблюдается задержка в отмирании спор, так называемое "плечо", затем - период логарифмического порядка гибели клеток и, наконец, - "хвост", образуемый немногочисленными клетками, выдерживающими нагревание дольше, чем

основная масса (рис. 5).

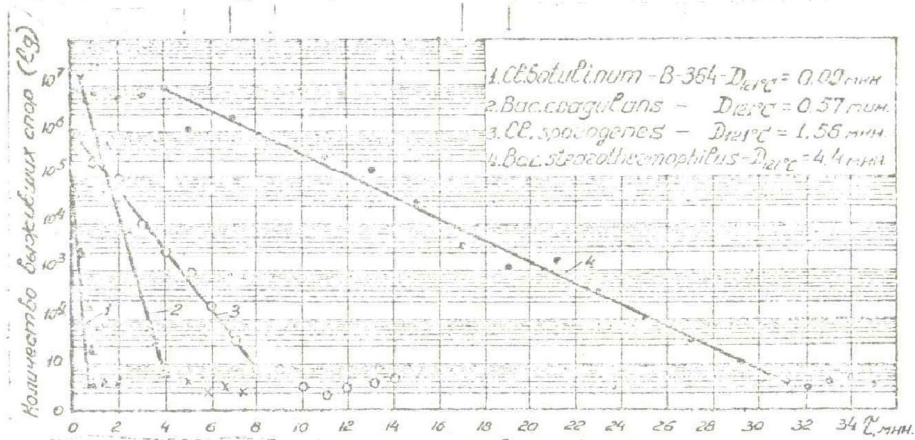


Рис. 5. Кривые выживаемости спор бактерий в фосфатном буферном растворе при температуре 121°C.

Такой же характер отмирания наблюдается при нагревании спор бактерий в пищевых продуктах.

Кинетика отмирания спор бактерий при нагревании изучена нами в группе консервов для питания детей (диапазон pH 3,8-6,0), в которых хорошо развиваются возбудители ботулизма либо в которых возможно их развитие (табл. 2).

Таблица 2

Консервы, в которых изучена термоустойчивость различных видов бактерий

№ пп	Наименование консервов	pH	Виды бактерий
I	2	3	4
1.	Пюре из абрикосов	3,8	<i>Cl. botulinum</i> A-87; B-255;
2.	Томаты протертые	4,4	<i>Cl. botulinum</i> B-364; <i>Bac. coagulans</i> ;
3.	Икра кабачковая диетическая	5,0	<i>Cl. botulinum</i> B-364; <i>Cl. sporogenes</i> ;
4.	Морковный сок	5,2	<i>Cl. botulinum</i> B-364; <i>Cl. sporogenes</i> ; <i>Bac. stearothermophilus</i> ;

1 :	2	:	3 :	4
5. Суп-пюре томатный	5,4			<i>Cl. botulinum</i> B-364; <i>Bac. stearothermophilus</i> ;
6. Суп-пюре овощной	5,8			<i>Cl. botulinum</i> B-364; <i>Bac. stearothermophilus</i> ;
7. Консервы из шпината	6,0			<i>Cl. botulinum</i> B-364; <i>Bac. stearothermophilus</i> ;
8. Консервы из зеленого горошка	6,0			<i>Cl. botulinum</i> B-364; <i>Bac. stearothermophilus</i> ;
9. Консервы из кабачков	6,0			<i>Cl. botulinum</i> B-364; <i>Bac. stearothermophilus</i> .

Для опытов выбирали образцы консервов с наиболее высоким значением pH.

Консервы "Пюре из абрикосов". Опытами по изучению возможности развития возбудителей ботулизма показано, что в "Пюре из абрикосов", несмотря на высокую активную кислотность, при массивном обсеменении продукта и длительном хранении может происходить их развитие и токсинообразование.

При изучении выживаемости спор возбудителей ботулизма в процессе нагревания в "Пюре из абрикосов" в качестве тест-культур использованы штаммы *Cl. botulinum* A-87 и B-255, как наиболее кислото- и термостойчивые в этом продукте.

При каждой температуре прогрева с увеличением экспозиции наблюдалось отмирание спор в соответствии с логарифмическим законом. Однако после достижения определенной, постоянной для каждой температуры экспозиции, жизнеспособные клетки не выявлялись. Так, предельные значения экспозиций для штамма A-87 составляют при 100, 95 и 90°C соответственно 60, 240 и 720 секунд. Возможно это объясняется резким возрастанием угнетающего действия кислоты с увеличением времени прогрева. Полученные величины констант термостойчивости *D* и *z* свидетельствуют о большей устойчивости к нагреванию

спор штамма B-255, поэтому для расчета нормативного значения стерилизующего эффекта использовали данные о спорах *Cl. botulinum* B-255 (табл. 3).

Таблица 3

Термостойчивость спор возбудителей ботулизма в консервах "Пюре из абрикосов"

№ : пп :	Штаммы	Константа <i>D</i> , мин			Констан- та <i>z</i> , °C
		100°C	95°C	90°C	
1.	<i>Cl. botulinum</i> A-87	0,15	1,01	2,2	8,8
2.	<i>Cl. botulinum</i> B-255	0,61	1,95	6,0	10,1

В качестве эталонной принимали температуру 90°C, при этом требуемая летальность (A-эффект) составила 72 усл.мин.

Летальность действующего режима стерилизации с условным обозначением $\frac{10-15-10}{100^\circ\text{C}}$ (где над чертой приведена в минутах продолжи-

тельность отдельных этапов процесса - подогрева, собственно стерилизации и охлаждения, а под чертой - температура стерилизации) при начальной температуре продукта 75°C составляет всего 21-29 усл.мин., а при начальной температуре 70°C - 10 усл.мин. В процессе исследования найдены новые режимы стерилизации $\frac{10-35-10}{100^\circ\text{C}}$ или $\frac{15-15-15}{110^\circ\text{C}}$

для банок I-58-200, которые позволяют получить летальность порядка 72-84 усл.мин при начальной температуре продукта 60°C. Надежность этих режимов стерилизации подтверждена в лабораторных и производственных условиях. Результаты химического анализа образцов "Пюре из абрикосов" свидетельствуют о том, что при переходе на новые режимы стерилизации качество консервов не ухудшается.

Консервы "Томаты протертые". Наиболее термостойчивыми возбудителями порчи консервированного томатного сока являются термофиль-

ные бактерии *Bac. coagulans*. Все штаммы этого микроорганизма разрушают сахара и витамин С. Не исключена возможность развития и токсинообразования в этих консервах возбудителей ботулизма.

Учитывая широкое распространение *Cl. botulinum* и *Bac. coagulans* в окружающей среде, высокую термостойчивость *Bac. coagulans* и опасность возбудителей ботулизма, мы изучили выживаемость спор этих бактерий в консервах "Томаты протертые" при нагревании и проверили надежность действующего режима стерилизации этого продукта.

Термостойчивость спор *Cl. botulinum* В-364 и *Bac. coagulans* определена в диапазоне температур от 90 до 121°C (табл. 4).

Таблица 4

Термостойчивость спор бактерий в консервах
"Томаты протертые"

№ пп	Вид бактерий	D, мин						Z, °C
		121°C	115°C	110°C	100°C	95°C	90°C	
1.	<i>Cl. botulinum</i> В-364	0,033	0,23	0,56	2,74	-	23,8	11,5
2.	<i>Bac. coagulans</i>	0,23	0,4	1,6	18	68	78	11,0

Найденные значения константы $D_{121°C}$ использованы для расчета нормативного значения стерилизующего эффекта. Необходимая летальность в отношении возбудителей ботулизма составляет 0,4 усл. мин, для уничтожения спор *Bac. coagulans* - 0,75 усл. мин. Такое значение эффективности режима стерилизации для спор термостойких бактерий соответствует данным, приводимым в литературе различными авторами.

Проведенная проверка действующего режима стерилизации $\frac{20-30-20}{100°C}$ для банок I-58-200 показала, что летальность его недостаточна, т.к. в зависимости от начальной температуры (50, 60, 70, 80°C) сте-

рилизующий эффект находится в пределах 0,08 - 0,25 усл. мин. Для того же, чтобы достичь при 100°C стерилизующего эффекта порядка 0,75 усл. мин, консервы "Томаты протертые" необходимо стерилизовать не менее 65 мин, при этом начальная температура продукта должна быть не ниже 80°C.

В то же время стерилизующий эффект в нужных пределах гарантирует режим с температурным уровнем 120°C и гораздо меньшим временем собственно стерилизации - 10 мин. Надежность режима стерилизации $\frac{20-10-20}{120°C}$ подтверждена в лабораторных и производственных условиях.

Сравнительный анализ химических показателей консервов, простерилизованных по действующему и по новому режимам, показал, что образцы не отличаются один от другого. Такой режим является вполне приемлемым в производственных условиях.

Консервы "Икра кабачковая диетическая". При инфицировании гнездо этих консервов детоксицированными спорами *Cl. botulinum* типа В в количестве десятков миллионов на банку I-58-200 через 25 дней хранения при 37°C обнаружен бомбаж и токсин (сила токсина 100.000 D_{Lm} для белой мыши). Примерно за такой же срок хранения банки, инфицированные *Cl. sporogenes*, образовали бомбаж.

Исследование выживаемости при нагревании микроорганизмов в консервах "Икра кабачковая диетическая" позволило рассчитать их константы термостойчивости (табл. 5).

Таблица 5

Термостойчивость спор бактерий - возбудителей порчи консервов "Икра кабачковая диетическая"

№ пп	Константы термостойчивости	<i>Cl. botulinum</i> В-364		<i>Cl. sporogenes</i>
		D, мин	Z, °C	
1.	$D_{121°C}$	0,038	23,8	0,88
2.	$D_{118°C}$	0,1	23,8	1,1
3.	$D_{115°C}$	0,21	23,8	2,0
4.	Z	8,2	23,8	16,6

Данные, приведенные в табл. 5 свидетельствуют о том, что споры *Cl. sporogenes* значительно термоустойчивее спор возбудителей ботулизма, и, несмотря на то, что к уничтожению возбудителей ботулизма предъявляются более жесткие требования, чем к спорам *Cl. sporogenes*, необходимый стерилизующий эффект в отношении спор *Cl. botulinum* составляет всего 0,46 усл.мин, а в отношении спор *Cl. sporogenes* - 7,3 усл.мин при начальной обсемененности продукта 10^{-1} спор в 1 мл.

Расшировка действующего режима стерилизации $\frac{25-40-30}{120^{\circ}\text{C}}$ показала, что он содержит большой резерв летальности: 24 усл.мин в отношении спор *Cl. sporogenes* и 12 усл.мин - в отношении спор *Cl. botulinum* В-364. Рассчитан новый режим стерилизации применительно к банке I-58-200 $\frac{25-20-25}{120^{\circ}\text{C}}$, обеспечивающий F-эффект в отношении спор *Cl. sporogenes* 8,8 усл.мин и в отношении спор *Cl. botulinum* В-364 - 2,5 усл.мин при начальной температуре стерилизации 70°C . Новый режим стерилизации экономичнее, эффективность его проверена в лабораторных и производственных условиях и соответствует расчету. Химические показатели консервов, простерилизованных по разным режимам, один от другого отличаются незначительно.

Консервы "Морковный сок". Активная кислотность этих консервов в зависимости от сорта сырья колеблется в довольно больших пределах - от 4,6 до 5,5. Опытами установлено, что в консервах, pH которых 5,2 - 5,5, возбудители ботулизма развиваются с образованием газа, вследствие чего наступает бомбаж, при этом образуется токсин. Однако это происходит незаконсервно и непостоянно: в одних образцах имело место наличие токсина высокой силы без образования бомбажа, в других - ни развития клеток, ни токсинообразования не наблюдалось даже после 9-ти месяцев хранения.

"Морковный сок", величина pH которого составляет 4,6, является

менее благоприятной средой для развития возбудителей ботулизма. Однако образование токсина возможно после длительного хранения, причем без внешних признаков порчи.

Следует отметить, что споры типа В являются более активными. В консервах с величиной pH 4,6 - 5,2 они чаще проявляют свою жизнедеятельность, чем споры типа А.

Споры *Cl. sporogenes* вызывают бомбажную порчу морковного сока (pH 5,0 - 5,2) через одни сутки после искусственного инфицирования.

При массивном обсеменении "Морковного сока" спорами *Bac. stearothermophilus* происходит скисание продукта без образования бомбажа.

На основании изучения кинетики отмирания спор бактерий в "Морковном соке" определены константы термоустойчивости их (табл. 6).

Таблица 6

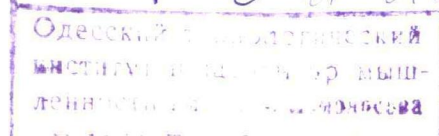
Термоустойчивость спор бактерий в консервах "Морковный сок"

№ п/п	Виды бактерий	Константы термоустойчивости			
		D, мин			z, °C
		121°C	118°C	115°C	
1.	<i>Cl. botulinum</i> В-364	0,043	0,063	0,15	10,8
2.	<i>Cl. sporogenes</i>	0,8	1,5	1,9	15,8
3.	<i>Bac. stearothermophilus</i>	2,0	4,2	15,6	7,1

Нормативный эффект, рассчитанный по термоустойчивости спор *Cl. botulinum* В-364, составляет 0,51 усл.мин, а спор *Cl. sporogenes* - 6,64 усл.мин (при начальном обсеменении продукта 10^{-1} спор в 1 мл), для спор *Bac. stearothermophilus* - 11,5 усл.мин (при начальном обсеменении 3 споры в 1 мл).

Стерилизующий эффект действующего режима $\frac{20-25-25}{120^{\circ}\text{C}}$ для спор

V 80 12 126



Cl. botulinum при начальной температуре продукта 70°C составляет 3,4 усл.мин, для спор *Cl. sporogenes* - 6,59 усл.мин и 1,2 усл.мин для спор *Bac. stearothermophilus*. Следовательно, действующий режим стерилизации не обеспечивает требуемой степени уничтожения спор термофильных бактерий. Это подтверждено экспериментально.

Нами разработан новый режим стерилизации "Морковного сока" в банке I-58-200 $\frac{25-45-25}{120^{\circ}\text{C}}$, обеспечивающий требуемый эффект при начальной температуре продукта 70°C. Новый режим проверен в лабораторных и производственных условиях, подтверждена его надежность. Химические показатели сока, стерилизованного по обоим режимам, примерно одинаковы.

Консервы "Суп-пюре томатный" и "Суп-пюре овощной". Эти консервы являются благоприятной средой для развития возбудителей ботулизма и термофильных бактерий *Bac. stearothermophilus*. Данные о выживаемости при прогреве спор этих бактерий использованы для расчета констант термоустойчивости (табл. 7).

Таблица 7

Термоустойчивость спор бактерий в консервах "Суп-пюре томатный" и "Суп-пюре овощной"

№ пп	Константы термоустойчивости - D мин; z, °C	Суп-пюре томатный		Суп-пюре овощной	
		<i>Cl. botulinum</i> В-364	<i>Bac. stearothermophilus</i>	<i>Cl. botulinum</i> В-364	<i>Bac. stearothermophilus</i>
1.	D _{121°C}	0,044	1,67	0,041	2,0
2.	D _{112°C}	0,086	3,43	0,05	6,2
3.	D _{115°C}	0,21	5,9	0,22	10,2
4.	z	8,6	10,9	8,2	8,5

Устойчивость спор возбудителей ботулизма в обоих продуктах примерно одинакова, споры термофильных бактерий значительно устойчивее в "Супе-пюре овощном". Очевидно, это связано с более низкой

активной кислотностью данного продукта.

Нормативный стерилизующий эффект для спор *Cl. botulinum* "Супе-пюре томатном" должен составить 0,5 усл.мин, для спор *Bac. stearothermophilus* - 10,2 усл.мин, соответственно требуемая летальность применительно к консервам "Суп-пюре овощной" должна составлять 0,49 усл.мин для спор *Cl. botulinum* и 12,6 усл.мин для спор *Bac. stearothermophilus*.

Летальность действующего режима стерилизации этих консервов $\frac{15-40-25}{120^{\circ}\text{C}}$ для банки I-58-200 обеспечивает выпуск консервов безопасных для здоровья людей и стойких в процессе хранения.

Консервы из шпината, зеленого горошка, кабачков. Это новые виды консервов для питания детей (с девятимесячного возраста), разработанные УкрНИИИП (З.А.Марк). Они отличаются от гомогенизированных более крупным помолом компонентов, рецептурным составом и более совершенной технологией. Высокая питательная ценность этих консервов в сочетании с низкой активной кислотностью создает благоприятные условия для развития разнообразной микрофлоры. Они относятся к группе консервов, в которых могут развиваться споры возбудителей ботулизма и термофильных бактерий.

При искусственном инфицировании консервов из шпината, зеленого горошка, кабачков спорами *Cl. botulinum* В-364 гнездно в количестве $5 \cdot 10^5$ клеток на банку I-58-200 развитие их и токсинообразование наблюдалось через 2-14 суток. Споры *Bac. stearothermophilus* вызвали прокисание консервов после 3-4 недель хранения. Величина pH с 6,0 снижалась до 5-4,5.

Значения констант термоустойчивости спор бактерий в этих консервах приведены в табл. 8.

Таблица 8

Термоустойчивость спор бактерий в консервах из шпината, зеленого горошка, кабачков

Наименование консервов	$D_{121^{\circ}\text{C}}$	$D_{118^{\circ}\text{C}}$	$D_{115^{\circ}\text{C}}$	$z, ^{\circ}\text{C}$
	мин	мин	мин	
	<i>Cl. botulinum</i>		B-364	
Консервы из шпината	0,066	0,15	0,36	8,3
Консервы из кабачков	0,058	0,1	0,33	8,5
Консервы из зеленого горошка	0,055	0,146	0,347	7,57
	<i>Bac. stearothermophilus</i>			
Консервы из шпината	2,6	6,6	11,0	9,6
Консервы из кабачков	2,0	5,2	9,2	9,0
Консервы из зеленого горошка	2,6	5,9	13,6	8,3

Выживаемость при прогреве спор возбудителей ботулизма в этих продуктах сходна. Это подтверждается и очень близкими по величине значениями F -эффекта, которые для консервов из шпината, зеленого горошка, кабачков составляют соответственно 0,79; 0,69; 0,66 усл.мин.

Термофильные бактерии отличаются высокой устойчивостью к нагреванию, особенно в консервах из шпината и зеленого горошка. В консервах из кабачков термоустойчивость спор *Bac. stearothermophilus* несколько ниже.

Изменение величины активной кислотности консервов из шпината с 6,0 до 4,9 добавлением винно-каменной кислоты резко снижает выживаемость при прогреве спор *Bac. stearothermophilus*, доводя константу $D_{121^{\circ}\text{C}}$ до значения 1,23 мин.

Таким образом, выяснение путей снижения термоустойчивости спор бактерий-возбудителей порчи заслуживает большого внимания и глубокого

изучения, т.к. позволит значительно смягчить тепловую обработку консервируемых продуктов и повысить их качество.

Режимы стерилизации, обеспечивающие выпуск доброкачественной продукции, должны составлять:

для консервов из шпината	- $\frac{25-50-25}{120^{\circ}\text{C}}$;
для консервов из кабачков	- $\frac{25-45-25}{120^{\circ}\text{C}}$;
для консервов из зеленого горошка	- $\frac{20-45-25}{120^{\circ}\text{C}}$;

Надежность найденных режимов была проверена и подтверждена экспериментально на образцах консервов искусственно инфицированных спорами *Cl. botulinum* и *Bac. stearothermophilus*.

Завершая этот раздел исследования, следует отметить, что важнейшим фактором, влияющим на термоустойчивость спор бактерий, является активная кислотность среды. Для спор возбудителей ботулизма, *Cl. sporozoonis*, *Bac. stearothermophilus*, *Bac. coagulans* в диапазоне pH 7,1 - 4,4 величина константы D уменьшается в 2-3 раза.

Корреляционная зависимость между константами D и z не обнаружена. Величина коэффициента корреляции ($r = -0,000027$) свидетельствует об отсутствии связи между этими показателями. Например, D - термоустойчивость спор *Bac. stearothermophilus* значительно выше, чем других видов изученных бактерий, а величина z - ниже. И наоборот, обе константы D и z , характеризующие споры *Cl. sporozoonis*, выше значений констант возбудителя ботулизма.

Наибольшую термоустойчивость проявляют споры бактерий - возбудителей специфической порчи консервов, особенно *Bac. stearothermophilus*, споры же возбудителей ботулизма менее устойчивы к нагреванию. Нормативный стерилизующий эффект для спор возбудителей ботулизма, оп-

ределенный по величинам D_{42100} , рассчитанным графическим методом по экспоненциальной зависимости количества выживших клеток от времени прогрева, получился ниже мирового стандарта для неокислотных продуктов (3 усл. мин), который принят в качестве критерия надежности режимов стерилизации. Поэтому при разработке режимов стерилизации консервов с величиной рН 4,4 и выше, расчет вели на уничтожение спор бактерий - возбудителей специфической порчи. Естественно, что эффективность их оказалась значительно выше расчетной нормы для уничтожения спор возбудителей ботулизма. Надежность режимов стерилизации подтверждена в лабораторных и производственных условиях.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОБИТ МЕТОДОМ КОНСТАНТ ТЕРМОУСТОЙЧИВОСТИ СПОР ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БОТУЛИЗМА В КОНСЕРВАХ ДЛЯ ПИТАНИЯ ДЕТЕЙ

Учитывая распространившийся в последние годы пробит метод определения термоустойчивости микроорганизмов, мы провели соответствующие исследования также и этим методом.

В качестве тест-культуры использовали споры *Cl. botulinum* В-364, во всех опытах применяя споры одного урожая. В каждый капилляр вводили 10^8 клеток. За исходное число спор в расчетах принимали то количество их, которое оставалось жизнеспособным к моменту достижения в капиллярах заданной температуры. Оно отличалось от внесенного числа клеток примерно в 10-1000 раз в зависимости от температуры прогрева (табл. 9).

Таблица 9

Исходное количество спор *Cl. botulinum* В-364 при нагревании в различных средах

Наименование среды	Температура, °C				
	121	118	115	100	90
Томаты протертые	$1,5 \cdot 10^5$	-	$7 \cdot 10^5$	$5 \cdot 10^5$	$3,5 \cdot 10^7$
"Румяные щечки"	$6,3 \cdot 10^4$	-	$1 \cdot 10^5$	$1,2 \cdot 10^5$	-
Икра кабачковая диетическая	$1,6 \cdot 10^5$	$4,5 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^6$	-	-
Морковный сок	$7 \cdot 10^5$	$1,8 \cdot 10^5$	$9 \cdot 10^5$	-	-
Суп-пюре томатный	$4 \cdot 10^5$	$6 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^6$	-	-
Суп-пюре овощной	$1,6 \cdot 10^5$	$1,3 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^6$	-	-
Консервы из шпината	$3 \cdot 10^5$	$6 \cdot 10^5$	$3 \cdot 10^6$	-	-
Консервы из кабачков	$3,5 \cdot 10^5$	$4,5 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^6$	-	-
Консервы из зеленого горошка	$2,5 \cdot 10^5$	$3,7 \cdot 10^5$	$9,8 \cdot 10^5$	-	-
Фосфатный буферный раствор	$1,5 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^5$	$9 \cdot 10^5$	-	-

Посевы прогретых спор инкубировали в течение трех месяцев. В основном все образцы с выжившими клетками выявились в течение первого месяца инкубации и лишь единичные, перенесшие наиболее длительное нагревание, обнаружались позже, в течение второго месяца инкубации. Полученные данные свидетельствуют о том, что продолжительность нагревания для уничтожения спор возбудителей ботулизма должна исчисляться минутами, а не секундами, как это вытекает из графического метода (табл. 10).

Таблица I0

Время, необходимое для уничтожения спор возбудителей ботулизма при различных температурах

Наименование среды	Продолжительность нагревания в минутах при различных температурах, в течение которой обнаруживались жизнеспособные клетки				
	121°C	118°C	115°C	100°C	90°C
	Томаты протертые	1,0	-	11	370
"Румяные печки"	1,3	-	24	440	-
Икра кабачковая диетическая	1,8	13	30	-	-
Морковный сок	2,1	19	27	-	-
Суп-пюре томатный	2,1	16	27	-	-
Суп-пюре овощной	3,0	18,5	56	-	-
Консервы из шпината	3,3	20	51	-	-
Консервы из зеленого горошка	3,6	20	56	-	-
Консервы из кабачков	3,6	20	56	-	-
Фосфатный буферный раствор	3,5	26	66	-	-

В результате статистической обработки данных о выживаемости были рассчитаны константы термоустойчивости спор в различных продуктах (рис. 6, табл. II).

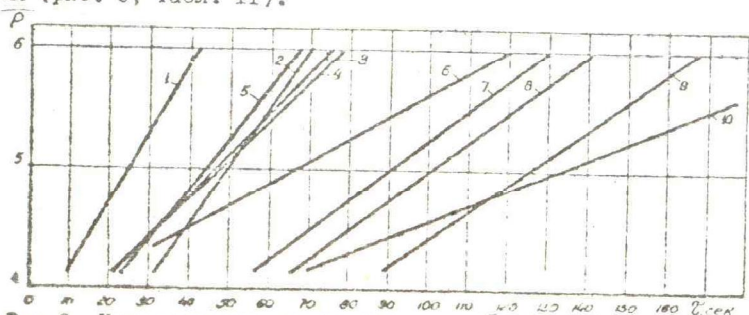


Рис. 6. Кривые пробит отмирания спор *C. botulinum* В-364 при температуре 121°C в различных средах: 1. "Томаты протертые"; 2. "Румяные печки"; 3. "Икра кабачковая диетическая"; 4. "Морковный сок"; 5. "Суп-пюре томатный"; 6. "Суп-пюре овощной"; 7. Консервы из кабачков; 8. Консервы из шпината; 9. Консервы из зеленого горошка; 10. фосфатный буферный раствор.

Таблица II

Определение констант термоустойчивости спор *C. botulinum* В-364 в различных продуктах пробит методом (D - мин; z - °C)

Среда	pH	$D_{121°C}$	$D_{118°C}$	$D_{115°C}$	$D_{100°C}$	$D_{90°C}$	z
Томаты протертые	4,4	0,08	-	1,1	18	68	11,22
"Румяные печки"	4,5	0,16	-	1,53	42,9	-	8,6
Икра кабачковая диетическая	5,0	0,14	1,28	2,32	-	-	4,92
Морковный сок	5,2	0,13	1,32	1,85	-	-	5,2
Суп-пюре томатный	5,4	0,12	1,55	2,53	-	-	4,54
Суп-пюре овощной	5,8	0,2	1,8	3,21	-	-	5,0
Консервы из шпината	6,0	0,29	1,37	3,82	-	-	5,37
Консервы из зеленого горошка	6,0	0,37	1,84	4,18	-	-	5,6
Консервы из кабачков	6,0	0,26	1,45	3,78	-	-	5,18
Фосфатный буферный раствор	7,0-7,1	0,41	1,59	3,86	-	-	6,16

Значения константы D при всех температурах опыта, полученные пробит методом, значительно выше, чем графическим по экспоненциальной зависимости количества выживших клеток от времени прогресса, и больше соответствуют литературным данным. Это подтверждается также и данными о необходимом F -эффекте, рассчитанном на основании величин $D_{121°C}$, найденных пробит методом (табл. I2).

Значение F -эффекта, рассчитанное пробит методом для фосфатного буферного раствора приближается к литературным данным.

Данные пробит метода более четко выражают зависимость между величиной активной кислотности среды и значением F -эффекта. Эта зависимость в пределах значений pH 4,4-7,1 может быть выражена эмпирически найденным линейным уравнением (рис. 7):

$$F_{min} = 1,4pH - 5,4$$

Таблица 12

Данные о требуемой детальности режимов стерилизации в отношении спор *C. botulinum* В-364

Среда	Графический метод		Пробит метод	
	F, усл. мин	Среднее квадратичное отклонение величины F	F, усл. мин	Среднее квадратичное отклонение величины F
Томаты протертые	0,4	0,02	0,96	0,036
"Гуминые шарики"	-	-	1,98	0,012
Икра кабачковая диетическая	0,46	0,05	1,68	0,096
Морковный сок	0,5	0,07	1,56	0,06
Суп-пюре томатный	0,53	0,04	1,44	0,12
Суп-пюре овощной	0,49	0,07	2,4	0,6
Консервы из шпината	0,79	0,047	3,48	0,6
Консервы из зеленого горошка	0,66	0,096	4,44	0,24
Консервы из кабачков	0,69	0,036	3,12	0,36
Фосфатный буферный раствор	1,08	0,096	4,92	0,84

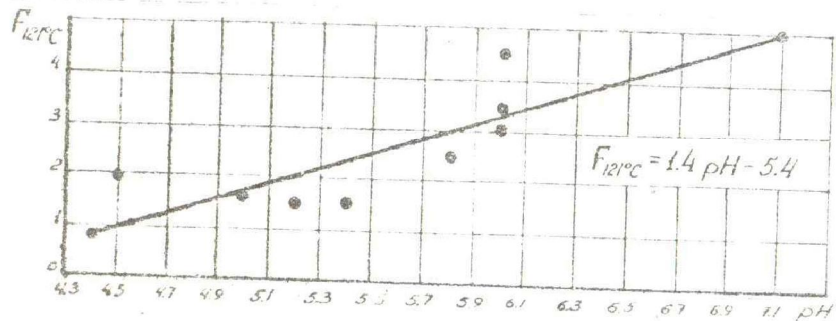


Рис. 7. Зависимость значения F для спор *C. botulinum* В-364 от величины pH среды

Что касается константы Z , то полученные данные свидетельствуют о том, что в неокислотных и среднеокислотных продуктах значения ее мало отличаются одно от другого, в кислотных - значительно. Расположение экспериментальных точек в системе координат pH- Z ука-

зывает на то, что зависимость между этими величинами не может быть удовлетворительно выражена не только линейным уравнением, но и уравнением второй степени. Расположение тех же точек в системе координат $\text{pH} - Z$ позволяет прибегнуть к аппроксимации этой зависимости параболой второго порядка. Вводя новую независимую переменную x ($x = 10^7 \cdot \text{pH}$), получаем следующие исходные ее значения (табл. 13, рис. 8).

Таблица 13

pH	4,4	4,5	5,0	5,2	5,4	5,8	6,0	6,0	6,0	7,1
x	398	316	100	63	40	16	10	10	10	1
Z	11,2	8,64	4,92	5,20	4,54	5,00	5,18	5,18	5,18	6,16

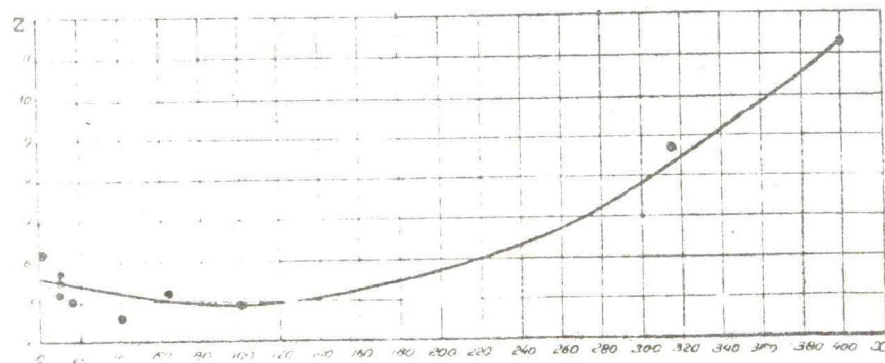


Рис. 8. Зависимость между Z и x .

По этим данным получено уравнение

$$Z = 5,5 - 0,012x + 6,7 \cdot 10^{-5} x^2$$

откуда $Z = 5,5 - 1,2 \cdot 10^5 \text{pH} + 6,7 \cdot 10^9 \cdot 2 \text{pH}$

Величины константы Z , рассчитанные по значениям D и LD_{50} почти не отличаются между собой.

При разработке приведенных в предыдущем разделе новых режимов

стерилизации консервов не были учтены данные о термоустойчивости спор возбудителей ботулизма, полученные пробит методом, однако в основном они не потребовали соответствующей корректировки (небольшое удлинение режима нужно только для консервов "Томаты протертые" и "Икра кабачковая диетическая" (табл. I4). Это объясняется тем, что, как уже было указано, процесс стерилизации консервов для питания детей приходится в основном настраивать по возбудителям специфической порчи, которые значительно более термоустойчивы, чем возбудители ботулизма.

Таким образом, режимы стерилизации, достаточно эффективные в отношении спор *Bac. stearothermophilus*, являются надежными и в отношении спор возбудителей ботулизма, независимо от того, каким методом (графическим по экспоненциальной зависимости количества выживших спор от времени прогрева или пробит) рассчитаны величины константы термоустойчивости для спор *C. botulinum*.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что реакция основной массы спор *C. botulinum*, *C. sporodermes*, *Bac. stearothermophilus*, *Bac. coagulans* на воздействие постоянного температурного уровня определяется константой D , характеризующей логарифмическую зависимость количества выживших клеток от продолжительности стерилизации консервов. При этом в суспензиях присутствуют также клетки, которые не подчиняются логарифмическому порядку отмирания и длительное время сохраняют жизнеспособность. В то же время отмирания спор *Bac. stearothermophilus*, *Bac. coagulans* предшествует период (равный

Таблица I4

Детальность режимов стерилизации консервов по данным о термоустойчивости спор *C. botulinum* В-364, полученным пробит методом

№	Консервы	Норма F_0 эффекта	Режимы стерилизации		Начальная температура продукта	фактический F - эффект	Требуемая корректировка времени собственно стерилизации
			20-10-20 120°C	25-20-25 120°C			
1.	Томаты протертые	0,96	20-10-20 120°C	80°C	0,8	Увеличить на 2 мин	
2.	Икра кабачковая диетическая	1,68	25-20-25 120°C	70°C	0,74	Увеличить на 5 мин	
3.	Морковный сок	1,56	25-45-25 120°C	70°C	8,0	Изменения не требуется	
4.	Суп-пюре томатный	1,44	15-40-25 120°C	65°C	7,0	" "	
5.	Суп-пюре овощной	2,74	15-40-25 120°C	65°C	8,0	" "	
6.	Консервы из шпината	3,48	25-50-25 120°C	65°C	5,0	" "	
7.	Консервы из зеленого горошка	4,44	20-45-25 120°C	70°C	6,2	" "	
8.	Консервы из кабачков	3,12	25-45-25 120°C	70°C	4,0	" "	

приблизительно одному D), в течение которого число спор не уменьшается.

2. Подтверждено, что зависимость времени отмирания спор возбудителей ботулизма и специфических видов порчи от температуры в консервах для питания детей выражается прямой линией в полупологарифмической системе координат и определяется константой z .

3. Корреляционная зависимость между константами термоустойчивости D и z не обнаружена (коэффициент корреляции $r = -0,000027$), например, D - термоустойчивость спор *Bac. stearothermophilus* значительно выше, чем других видов изученных бактерий, а величина z - ниже. И, наоборот, значения обеих констант D и z , характеризующих споры *Cl. sporogenes*, выше значений констант спор возбудителей ботулизма.

4. Термоустойчивость спор термофильных и гнилостных анаэробных бактерий значительно превышает термоустойчивость возбудителей ботулизма. Так, в фосфатном буферном растворе (рН 7,1) $D_{121^{\circ}\text{C}}$ спор *Cl. botulinum* В-364 равно 0,09 мин, а спор *Bac. coagulans* - 0,57 мин. *Cl. sporogenes* - 1,56 мин, *Bac. stearothermophilus* - 4,2 мин.

5. Исследование термоустойчивости спор *Cl. botulinum* В-364 капиллярным методом с последующим графическим определением значений константы D по экспоненциальной зависимости количества выживших клеток от времени прогрева, а также по альтернативным данным о выживаемости при прогреве пробит методом показало, что во втором случае значения константы D получаются больше. Поэтому при расчете параметров процесса стерилизации использование пробит метода повышает резерв летальности режимов.

6. Важнейшим фактором, влияющим на показатель выживаемости D спор бактерий при нагревании, в консервах для питания детей является

ся активная кислотность среды. Для спор возбудителей ботулизма, *Cl. sporogenes*, *Bac. stearothermophilus*, *Bac. coagulans* в диапазоне рН 7,1-4,4 константа D уменьшается в 2-3 раза.

Зависимость летальности спор возбудителей ботулизма при прогреве от рН продукта в диапазоне 7,1-4,4 по пробит данным может быть выражена эмпирическим уравнением

$$F_{121^{\circ}\text{C}} = 1,4\text{pH} - 5,4$$

7. Влияние активной кислотности в интервале 7,1-4,4 на величину константы z спор возбудителей ботулизма по пробит данным описывается уравнением

$$z = 5,5 - 1,2 \cdot 10^{-5}\text{pH} + 6,7 \cdot 10^{-9}\text{pH}$$

Определены значения константы z , необходимые для выяснения летальности и корректировки действующих режимов стерилизации. Так, реакция спор *Cl. botulinum* на изменение температуры при стерилизации консервов "Суп-пюре томатный", "Суп-пюре овощной", консервов из шпината, кабачков и зеленого горошка характеризуется значением z порядка 5,0-8,5 $^{\circ}\text{C}$. Для достижения десятикратного снижения константы D применительно к *Bac. stearothermophilus* требуется повысить температуру стерилизации на 8,5-10,9 $^{\circ}\text{C}$.

8. В соответствии с найденными значениями константы термоустойчивости $D_{121^{\circ}\text{C}}$, рассчитаны нормы летальности для разнообразного ассортимента детских консервов, включающего также наименования, как "Суп-пюре томатный", "Суп-пюре овощной", новые виды консервов из шпината, кабачков и зеленого горошка, "Томаты протертые" и др. Для спор возбудителей ботулизма эти нормы колеблются от 0,4-1,0 ("Томаты протертые"), до 3,1-4,4 усл.мин (новые виды консервов) при 121 $^{\circ}\text{C}$.

Для спор *Bac. stearothermophilus* нормы стерилизующего эффекта находится на уровне 10-12 усл.мин, для *Bac. coagulans*

- 0,7 - 0,8 усл.мин.

9. Определение летальности действующего режима стерилизации $\frac{20-25-25}{120^{\circ}\text{C}}$ консервов "Морковный сок" в банках I-58-200 показывает, что он не гарантирует нужной степени стерильности в отношении спор термофилов. В связи с этим разработан новый режим стерилизации $\frac{25-45-25}{120^{\circ}\text{C}}$, высокая эффективность которого экспериментально подтверждена в лабораторных и производственных условиях. Летальность этого режима в отношении спор термофилов соответствует требуемой норме и с избытком обеспечивает безопасность в отношении возбудителей ботулизма.

10. Действующий режим стерилизации консервов "Икра кабачковая диетическая" $\frac{25-40-30}{120^{\circ}\text{C}}$ для банок I-58-200 характеризуется чрезмерным запасом стерилизующего эффекта и может быть сокращен до $\frac{25-25-25}{120^{\circ}\text{C}}$ при начальной температуре стерилизации продукта 70°C .

11. Установленное для новых видов консервов из шпината, кабачков и зеленого горошка значение стерилизующего эффекта обеспечивает режимы стерилизации, согласно которым продукты в банках I-58-200 стерилизуются в течение 45-50 мин при 120°C .

12. Режимы стерилизации таких кислотных консервов, как "Томаты протертые", следует разрабатывать в расчете на уничтожение спор возбудителей ботулизма. Применительно к этому случаю необходимое значение стерилизующего эффекта составляет 0,4-1,0 усл.мин при 121°C . Такая летальность достигается при стерилизации консервов "Томаты протертые" в банках I-58-200 в течение 10-12 мин при 120°C . Этот же режим достаточен для уничтожения в требуемой степени спор *Bac. coagulans*.

13. Следует учитывать возможность развития *Cl. botulinum* также в некоторых кислотных консервах, величина pH которых находит-

ся значительно ниже "порогового" значения 4,4-4,5. При экспериментальном инфицировании установлено, что в консервах для питания детей "Шуре из абрикосов" (рН 3,8) может происходить развитие и токсинобразование возбудителей ботулизма. Поэтому при разработке режимов стерилизации необходимо ориентироваться на норму, рассчитанную для спор возбудителей ботулизма (72 усл.мин при 90°C). Этой норме соответствует режим $\frac{10-35-10}{100^{\circ}\text{C}}$, который предлагается вместо действующего $\frac{10-15-10}{100^{\circ}\text{C}}$ для банок I-58-200. Требуемая летальность может быть также достигнута стерилизацией этих консервов при 110°C в течение 15 мин.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании экспериментального исследования кинетики отмирания спор *Cl. botulinum*, *Cl. sporogenes*, *Bac. nearothermophilus*, *Bac. coagulans* при стерилизации различных консервов для питания детей, получены значения констант термостойкости D и z , необходимые для разработки режимов стерилизации. Накопленные материалы могут быть использованы применительно к широкому ассортименту продуктов детского питания.

Лабораторная и производственная проверка нескольких режимов стерилизации, разработанных на основе полученных значений констант термостойкости, подтвердила достоверность результатов исследования. Новые режимы стерилизации обеспечивают высокое качество продукции и гарантируют необходимую степень стерильности как в отношении возбудителей ботулизма, так и в отношении спор бактерий-возбудителей специфической порчи консервов для питания детей.

Разработанные режимы стерилизации рекомендованы для практического использования.

По материалам диссертации опубликованы в соавторстве следующие работы:

1. Микроб ботулизма и производство консервов для детей - "Консервная и овощесушильная промышленность", 1969, № 3.
2. Новый режим стерилизации консервов "Пюре из абрикосов" - "Консервная и овощесушильная промышленность", 1970, № 9.
3. Термоустойчивость микроорганизмов - возбудителей порчи морковного сока. "Известия вузов СССР. Пищевая технология", 1971, № 5.
4. Санитарная профилактика ботулизма. Тезисы докладов семинара на тему "Новое в технологии консервирования. Новые методы технологического и микробиологического контроля". Молдавское правление НТО пищевой промышленности, Кишинев, 1971.
5. Профилактика ботулизма в консервной промышленности. Обзор. ЦНИИТЭИпищепром, Москва, 1972.
6. Проблемы консервирования томатного сока в крупной таре. Тезисы докладов УШ научно-технической конференции Кишиневского политехнического института им. С.Лазо. Кишинев, 1972.
7. Расчет режимов стерилизации "Томатов протертых" в зависимости от термоустойчивости спор *Bac. coagulans* - "Консервная и овощесушильная промышленность", 1973, № 2.

Научные конференции и семинары, на которых докладывались основные разделы диссертации:

1. Восстановная межвузовская конференция по термическим методам обработки при консервировании пищевых продуктов, г.Одесса, октябрь, 1969.
2. Конференция молодых ученых УкрНИИКП, Одесса, апрель, 1971.
3. Семинар "Новое в технологии консервирования. Новые методы технологического и микробиологического контроля", Молдавское правление НТО пищевой промышленности, Кишинев, 1971.
4. Научный семинар "Интенсификация и автоматизация тепловой стерилизации консервов", Главконсерв Минпищепрома СССР, УкрНИИКП, Одесса, апрель, 1971.
5. Научная конференция ОТИИП, Одесса, март, 1971.
6. Семинар Главконсерва Минпищепрома СССР "Пути улучшения организации производстве продуктов детского питания", Одесса, февр., 1972.
7. Научная конференция СТИИП, Одесса, ноябрь, 1972.