

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

В. В. Соклаков, С. А. Артюхова

**ПРОИЗВОДСТВО ПРОДУКЦИИ ИЗ ВОДНЫХ
БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ.
ТЕХНОЛОГИЯ ТЕПЛООВОГО КОНСЕРВИРОВАНИЯ**

Утверждено в качестве учебно-методического пособия
по практическим занятиям для студентов высших учебных заведений,
обучающихся в магистратуре по направлению подготовки
19.04.03 Продукты питания животного происхождения

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2022

Рецензент:

доц., канд. техн. наук, профессор кафедры технологии продуктов питания
ФГБОУ ВО «КГТУ» И. А. Бессмертная

Соклаков В. В., Артюхова С. А. Производство продукции из водных биологических ресурсов. Технология теплового консервирования: учеб.-метод. пособие по практическим занятиям для студ. высших учебных заведений, обучающихся в магистратуре по напр. подгот. 19.04.03 Продукты питания животного происхождения. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 20 с.

Учебно-методическое пособие является руководством по проведению серии практических занятий по технологии теплового консервирования водных биологических ресурсов студентами, обучающимися по направлению подготовки 19.04.03 Продукты питания животного происхождения. Практические занятия предназначены для закрепления теоретического материала о принципах, лежащих в основе обоснования режимов стерилизации консервов, а также для освоения навыков корректировки и интенсификации таких режимов с использованием доступных программных средств.

Рис. 6, прил. 3, список лит. – 7 наименований

Учебно-методическое пособие рассмотрено и одобрено кафедрой технологии продуктов питания ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 13 апреля 2022 г., протокол № 10

Учебно-методическое пособие рассмотрено и одобрено методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 5 мая 2022 г., протокол № 5

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2022 г.
© Соклаков В. В., Артюхова С. А.
2022 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА СТЕРИЛИЗАЦИИ КОНСЕРВОВ ИЗ ГИДРОБИОНТОВ.....	5
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2. ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ РЕЖИМОВ СТЕРИЛИЗАЦИИ.....	11
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	15
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	16

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение безопасности выпускаемой продукции является безусловным требованием, регламентируемым государством. Несмотря на то, что критерии безопасности закреплены в наднациональном законодательстве, а их выполнение возложено в первую очередь на производителя, часть методических инструментов для этого попали под регуляторную гильотину без какой-либо замены. В конечном итоге такая ситуация может привести к утрате методологий, доказавших свою результативность на протяжении предыдущих десятилетий.

Общей целью практических занятий по дисциплине «Производство продукции из водных биологических ресурсов» в части технологии теплового консервирования является формирование теоретических и практических знаний в области расчётов режимов стерилизации, обеспечивающих промышленную стерильность консервов из гидробионтов и оптимальный уровень интенсивности работы автоклавного парка.

В результате освоения практикума у обучающихся происходит поэтапное формирование профессиональных компетенций, таких как управление производством продукции из сырья животного происхождения с учётом сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты, в части знания основ регулирования технологии из ВБР и формирования качества продукции из ВБР, умения использовать современные способы контроля производства и качества продукции из ВБР, владения навыками разработки и организации технологического процесса обработки водных биологических ресурсов, в которых используются современные инструментальные средства и технологии проектирования и программирования.

Для успешного прохождения практикума в настоящем учебно-методическом пособии изложен необходимый теоретический материал, сформулированы условия для формирования конкретных заданий, приведены контрольные вопросы для оценки понимания теории процесса теплового консервирования.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1 АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА СТЕРИЛИЗАЦИИ КОНСЕРВОВ ИЗ ГИДРОБИОНТОВ

Цель занятия: приобретение практических навыков в области расчётов режимов стерилизации, обеспечивающих промышленную стерильность консервов из гидробионтов.

Задание. Для выбранного преподавателем варианта прогреваемости консервов (приложение А), конкретной ассортиментной группы (приложение Б) и типоразмера тары (приложение В) следует, используя программный пакет Microsoft Excel или его аналоги и изложенный ниже теоретический материал:

- рассчитать нормативную летальность F_t^Z (1);
- рассчитать фактическую летальность L_t^Z (3) с использованием формы приложения А;
- графически отобразить кривые температур в автоклаве и продукта для случая наихудшей прогреваемости;
- с учётом выполнения условия приемлемости режима стерилизации (4) определить необходимость увеличения или возможность сокращения его продолжительности, исходя из положения, что такое время увеличения или сокращения должно быть кратно 5 мин;
- графически отобразить откорректированную кривую температуры продукта (рис. 4) и представить итоговую формулу стерилизации (5).

Теоретическая часть и методические указания по выполнению задания

Стерилизация – специальный процесс теплового консервирования, вносящий основной вклад в обеспечение безопасности и сохранение качества в течение срока годности консервов. Поскольку для достижения полной стерильности стерилизацию продукта необходимо проводить при температуре не ниже 150 °С в течение длительного времени, то такая тепловая нагрузка приведёт к необратимому снижению показателей пищевой ценности продукта. Консенсусом является производство так называемых промышленно стерильных консервов, в которых отсутствуют микроорганизмы, способные развиваться при температуре хранения, установленной для конкретного вида продукции, а также микроорганизмы и микробиальные токсины, опасные для здоровья человека.

Рыбные стерилизованные консервы относятся к группе А, для которой должна быть обеспечена гибель всей нетермостойкой неспорообразующей микрофлоры, патогенной спорообразующей микрофлоры и снижение количества термостойкой непатогенной спорообразующей микрофлоры до заданного уровня, достаточного для предотвращения порчи продукта.

Трудность задачи обоснования параметров процесса стерилизации с точки зрения достаточности тепловой нагрузки для получения промышленно стерильного продукта заключается в том, что продукт прогревается не одновременно, и, как следствие, в процессе термической обработки на микрофлору

воздействуют различные температуры, обладающие неодинаковой степенью летального воздействия. Соответственно, при расчёте режима стерилизации необходимо учесть воздействие всех летальных температур на наименее прогреваемую точку продукта. В рыбной промышленности традиционно в отношении спорных мезофильных аэробов такой учёт ведут для температур не ниже 96 °С (рис. 1). При этом общее количество микроорганизмов, на которые было оказано летальное воздействие в ходе стерилизации, можно выразить через величину площади, ограниченной кривой скорости отмирания.

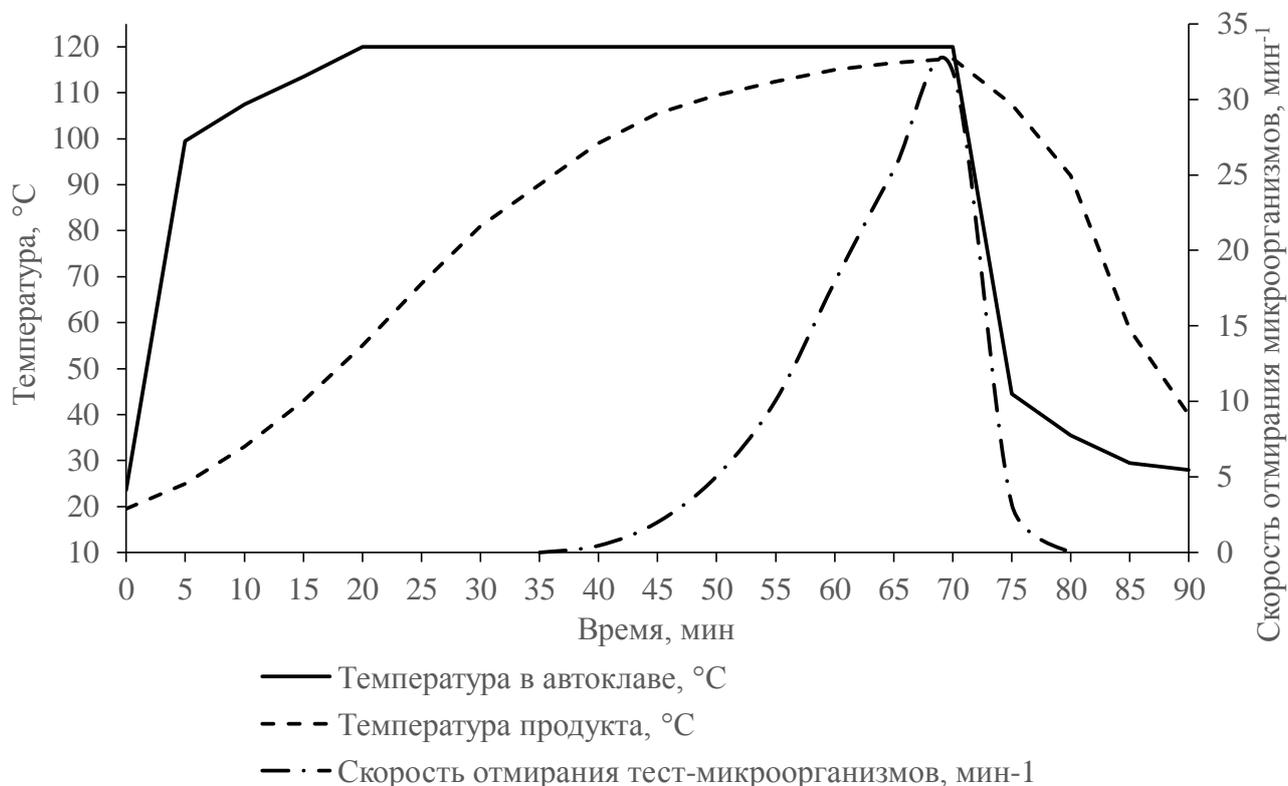


Рисунок 1 – Зависимость скорости отмирания микроорганизмов при стерилизации от температуры продукта

В качестве тест-микроорганизма для консервов из рыбы и морепродуктов выбран наиболее устойчивый штамм *Clostridium sporogenes*-25, гнилостный облигатный анаэроб, способный вызывать порчу консервов из морепродуктов с низкой и средней кислотностью и менее чувствительный к воздействию температуры по сравнению с патогенным *Clostridium botulinum*.

Скорость отмирания тест-микроорганизма при конкретной температуре определяется экспериментально. Зависимость количества погибших микроорганизмов от времени воздействия может быть представлена кинетикой первого порядка (по крайней мере, для большей части кривой отмирания), и её количественно характеризуют при помощи константы выживаемости D_t , выражаемой временем в минутах, необходимым для снижения количества микроорганизмов в 10 раз при постоянной температуре в конкретном продукте (рис. 2).

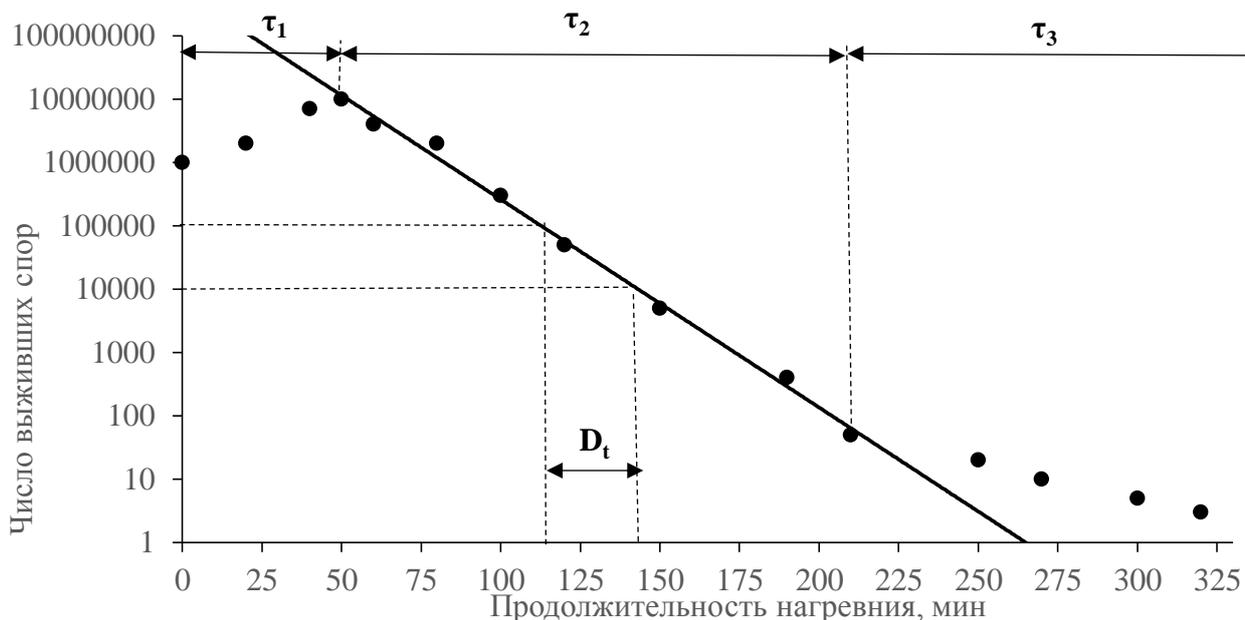


Рисунок 2 – Кривая выживаемости споровых микроорганизмов при воздействии постоянной температуры: τ_1 – период термоактивации; τ_2 – период экспоненциальной гибели; τ_3 – период замедленной гибели («хвост»); D_t – константа выживаемости

Зависимость констант выживаемости от температуры также носит характер кинетики первого порядка и может быть количественно охарактеризована с помощью константы термостойкости z , выражаемой в градусах Цельсия и отражающей разницу температур, приводящую к десятикратному изменению значений D_t (рис. 3). В практике для расчёта величины z используют не менее трёх экспериментально полученных величин D_t .

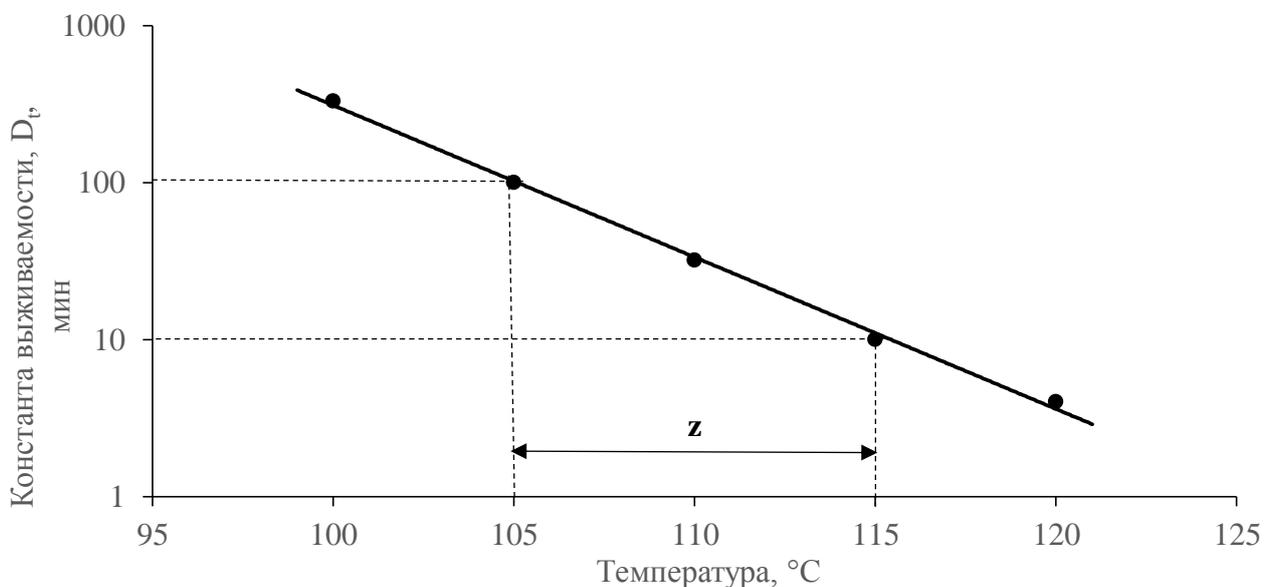


Рисунок 3 – Кривая времени термической гибели спор *C. botulinum* по Эсти и Мейеру: z – константа термостойкости

Величины констант выживания и термостойкости тест-микроорганизма в

конкретном продукте позволяют рассчитать стерилизующий эффект, который будет получен продуктом при конкретных параметрах процесса стерилизации – т. е. определить величину летальности.

В рыбной промышленности традиционно в качестве методического инструмента используется «Инструкция по разработке режимов стерилизации консервов из рыбы и морепродуктов», утверждённая Комитетом РФ по рыболовству 27.12.95.

При разработке нового или корректировке имеющегося режима стерилизации первоначально необходимо определить его требуемую (нормативную) летальность F_t^z в условных минутах, рассчитываемую как

$$F_t^z = D_t \left(\lg \frac{100 \cdot C_0 \cdot V}{S} + x \right), \quad (1)$$

где D_t – константа выживаемости при базисной температуре 121,1 °С; C_0 – количество споровых мезофильных анаэробных микроорганизмов (МАНМ) в 1 г продукта до стерилизации. На основании обобщённого Гипрорыбфлотом экспериментального материала можно принимать следующие значения данной величины:

- для консервов, подвергнутых предварительной тепловой обработке, – 0,1 споры/г,

- для консервов, не подвергнутых предварительной тепловой обработке, всех консервов с добавлением овощей и круп, для фаршевых консервов и консервов из неразделанной рыбы – 1 спора/г; V – объём продукта, см³; S – допустимый микробиологический брак по тест-микроорганизму, величина которого составляет 0,01 %; x – поправка, учитывающая отклонение числа выживших после нагревания спор от логарифмического порядка отмирания ($x=2$ для *C. sporogenes*-25).

Вторым шагом является установление фактической летальности (так называемого F-эффекта) L_t^z в условных минутах, характеризующей реальный используемый режим стерилизации. Её определяют с помощью замеров температур в наименее прогреваемой точке тары, помещаемой в наименее прогреваемую зону температурного поля автоклава. Математически фактическая летальность представляет собой эквивалент нестационарного режима, выраженный в условных минутах воздействия эталонной, или базисной, температуры (121,1 °С), позволяющий количественно охарактеризовать микробиологическую эффективность любого режима стерилизации. Для того чтобы перевести летальное воздействие на микроорганизмы текущей температуры в момент замера на воздействие эталонной, используются коэффициенты летальности K_F :

$$K_F = \frac{1}{10^{\frac{121,1 - T_d}{z}}}, \quad (2)$$

где T_d – температура в наименее прогреваемой точке банки в момент замера, °С; z – константа термоустойчивости, определяемая экспериментально либо принимаемая равной 10 °С (так называемое базисное значение).

Соответственно, фактическая летальность рассчитывается как:

$$L_t^z = \int_0^{\tau} K_F d\tau \approx \tau_p \sum_i K_{Fi} , \quad (3)$$

где τ_p – равновеликий интервал времени между замерами температур в центре банки (не превышающий 5 мин).

Условие приемлемости разработанного режима стерилизации:

$$L_t^z \geq F_t^z . \quad (4)$$

По подобранному режиму проводят не менее пяти варок с не менее чем тремя контрольными банками в каждом. Для расчётов из каждой автоклавоварки выбирают наименьшее значение фактической летальности, при этом результаты считаются достоверными, если величины летальности каждого опыта отличаются от среднего значения летальности пяти опытов не более, чем на ± 1 усл. мин. Параметры давления в автоклаве устанавливают, исходя из сохранности герметичности и нормального вида тары.

Разработанный режим стерилизации для автоклавов периодического действия представляют в виде:

$$(a) \frac{A - B - C}{T} P . \quad (5)$$

Данная схема, именуемая формулой стерилизации, не показывает какой-либо математической зависимости, а переменные означают:

a – продолжительность продувки автоклава паром для улучшения теплообмена, мин (при паровой стерилизации);

A – продолжительность подъёма температуры греющей среды от начального уровня до температуры стерилизации, мин;

B – продолжительность собственно стерилизации при постоянной температуре греющей среды, мин;

C – продолжительность охлаждения, мин;

T – температура стерилизации, °С;

P – максимальное избыточное давление в автоклаве, кПа.

В случае необходимости корректировки режима стерилизации по полученным экспериментальным данным строят графики изменения температуры автоклава и прогреваемости консервов во времени, а также кривую летальности в координатах «время – коэффициент летальности». Затем внутри кривой прогреваемости продукта (при сокращении продолжительности стерилизации) или снаружи её (при увеличении продолжительности стерилизации) строят новую кривую окончания процесса так, чтобы обеспечить необходимую минимальную летальность. Характер изменения новой кривой (скорость подъёма и снижения температуры) должен быть аналогичен характеру исходной.

На рис. 4 представлен пример корректировки режима стерилизации $5 \frac{15-45-20}{120}$, недостаточного для получения требуемого стерилизующего эффекта для натуральных рыбных консервов в жестебанке № 8, до $5 \frac{15-50-20}{120}$, обеспечивающего промышленную стерильность.



Рисунок 4 – Корректировка режима стерилизации консервов

Отчёт о проделанной работе должен содержать:

- цель работы;
- решение задания.

Контрольные вопросы

1. Каково практическое значение константы выживаемости микроорганизмов?
2. Каково практическое значение константы термостойкости микроорганизмов?
3. Какая величина при расчётах будет определять разницу значений нормативной летальности для консервов одной и той же ассортиментной группы?
4. Что обозначают переменные, входящие в формулу стерилизации?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2 ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ РЕЖИМОВ СТЕРИЛИЗАЦИИ

Цель занятия: приобретение практических навыков в области расчётов режимов стерилизации, обеспечивающих наряду с промышленной стерильностью консервов из гидробактерий оптимальный уровень интенсивности работы автоклавного парка.

Задание. Для скорректированного в рамках практического занятия № 1 режима стерилизации следует, используя программный пакет Microsoft Excel или его аналоги и изложенный ниже теоретический материал:

- рассчитать константу термической инерции f_h (6);
- с учётом выполнения условия приемлемости режима стерилизации (4) предложить ступенчатый режим стерилизации с температурой первой ступени 125 или 130 °С;
- графически отобразить график ступенчатой стерилизации (кривые температур автоклава и продукта) и представить итоговую формулу стерилизации (7).

При расчётах температур продукта при переходе с первой на вторую ступень стерилизации в качестве начальной температуры продукта T_H следует использовать температуру продукта, прогнозируемую при завершении первой ступени, а время достижения продуктом наивысшей температуры τ для второй ступени отсчитывать с момента окончания первой ступени.

Теоретический материал и методические указания по выполнению задания

Интенсивность прогреваемости консервов в автоклавах периодического действия характеризуют при помощи константы термической инерции f_h (мин), определяемой при аналитическом анализе восходящей части кривой прогреваемости конкретного продукта. Уравнение термической инерции представляется в виде:

$$\tau = f_h \lg \frac{T_A - T_H}{T_A - T_K}, \quad (6)$$

где τ – время достижения продуктом наивысшей температуры, мин; T_A – температура автоклава, °С; T_H – начальная температура продукта, °С; T_K – наивысшая температура продукта, °С.

Зависимость логарифма отношений разниц температур в выражении (6) от времени с достаточной для инженерных расчётов достоверностью носит экспоненциальный характер, при этом T_A и T_K представляют собой соответствующие температуры в данный момент времени (рис. 5).

Фактически константа термической инерции характеризует угол наклона кривой термической инерции и может быть определена как время, необходимое для десятикратного сокращения разницы между температурой автоклава и продукта. Константа f_h специфична для системы «автоклав – продукт – тара» и мо-

жет быть использована при прогностических расчётах изменяемых режимов стерилизации.

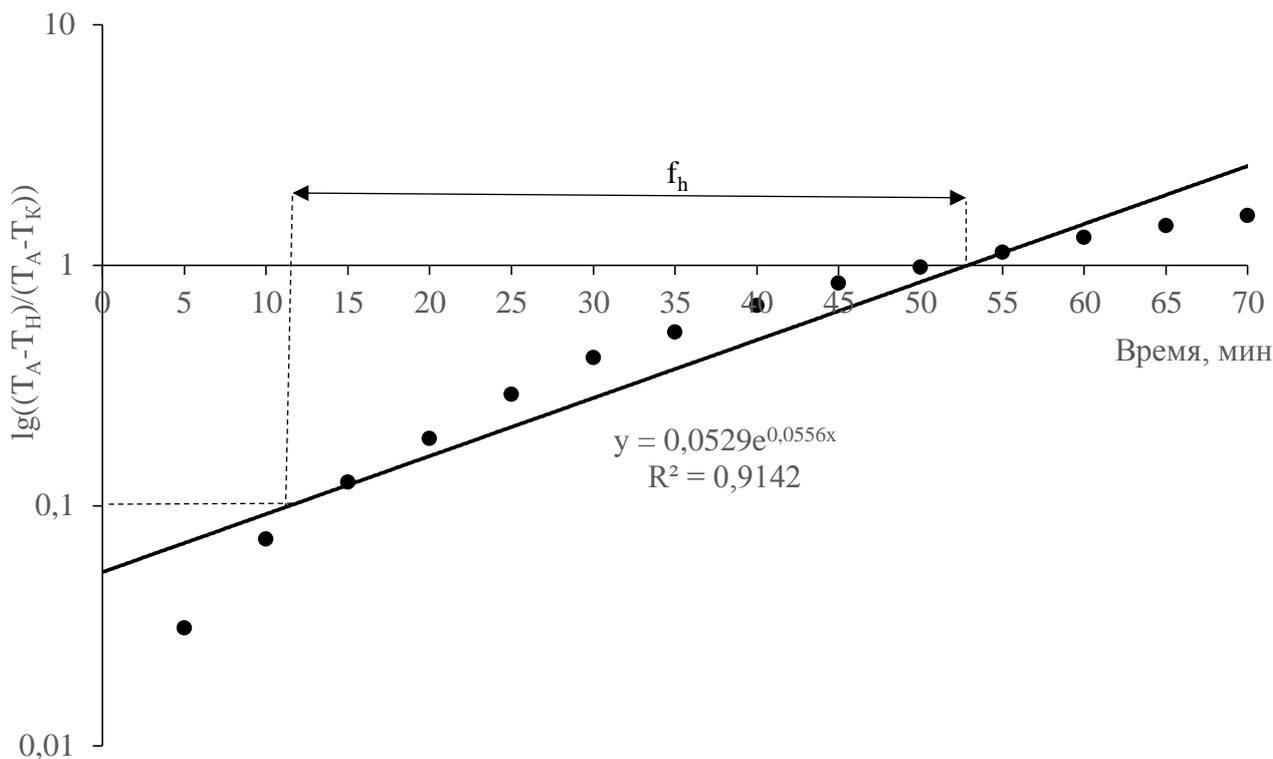


Рисунок 5 – Теоретическая кривая термической инерции

Из уравнения термической инерции очевидно, что значимым фактором, влияющим на скорость прогревания продукта, является температура автоклава. Соответственно, повышая скорость прогревания, возможно сократить общую продолжительность стерилизации, интенсифицируя процесс и повышая производительность автоклавного парка. При этом следует учитывать изменение тепловой нагрузки на нутриенты консервов и возможное ухудшение органолептических характеристик продукта, прогреваемого преимущественно за счёт теплопередачи, вследствие перегревания его внешних слоёв.

Консенсусным решением является метод ступенчатой стерилизации, предложенный Д. Шамисом и заключающийся в повышении температуры автоклава по сравнению с традиционным режимом стерилизации только в начале процесса. Это приводит к интенсификации прогрева продукта, когда же он почти достигает максимальной для традиционного режима температуры, то температуру автоклава также понижают до использовавшейся в обычных условиях, реализуя, в итоге, двухступенчатый режим стерилизации:

$$(a) - A \frac{B}{T_1} C \frac{D}{T_2} E, P, \quad (7)$$

где a – продолжительность продувки автоклава паром для улучшения теплообмена, мин (при паровой стерилизации); A – продолжительность подъёма температуры греющей среды от начального уровня до повышенной температуры стерилизации, мин; B – продолжительность собственно стерилизации при температуре греющей среды на первой ступени (повышенной), мин; C – продолжи-

тельность понижения температуры греющей среды, мин; D – продолжительность собственно стерилизации при температуре греющей среды на второй ступени (пониженной), мин; E – продолжительность охлаждения, мин; T₁ – температура стерилизации первой ступени (повышенная), °C; T₂ – температура стерилизации второй ступени (пониженная), °C; P – максимальное избыточное давление в автоклаве, кПа.

Использование константы термической инерции, полученной исходя из прогреваемости продукта при традиционном режиме, позволит рассчитать интенсифицированный двухступенчатый режим стерилизации, который впоследствии потребует общепринятой валидации как в теплофизической, так и в микробиологической части. Так, константа термической инерции, представленная на рис. 5 и характеризующая интенсивность прогрева натуральных рыбных консервов в жестебанке № 8, стерилизуемых по ранее скорректированному режиму $5 \frac{15-50-20}{120}$, позволяет рассчитать двухступенчатый режим $5 - 15 \frac{15}{130} 5 \frac{10}{120} 20$, обеспечивающий промышленную стерильность согласно условию (4) и имеющий меньшую на 20 мин (22 %) продолжительность (рис. 6).

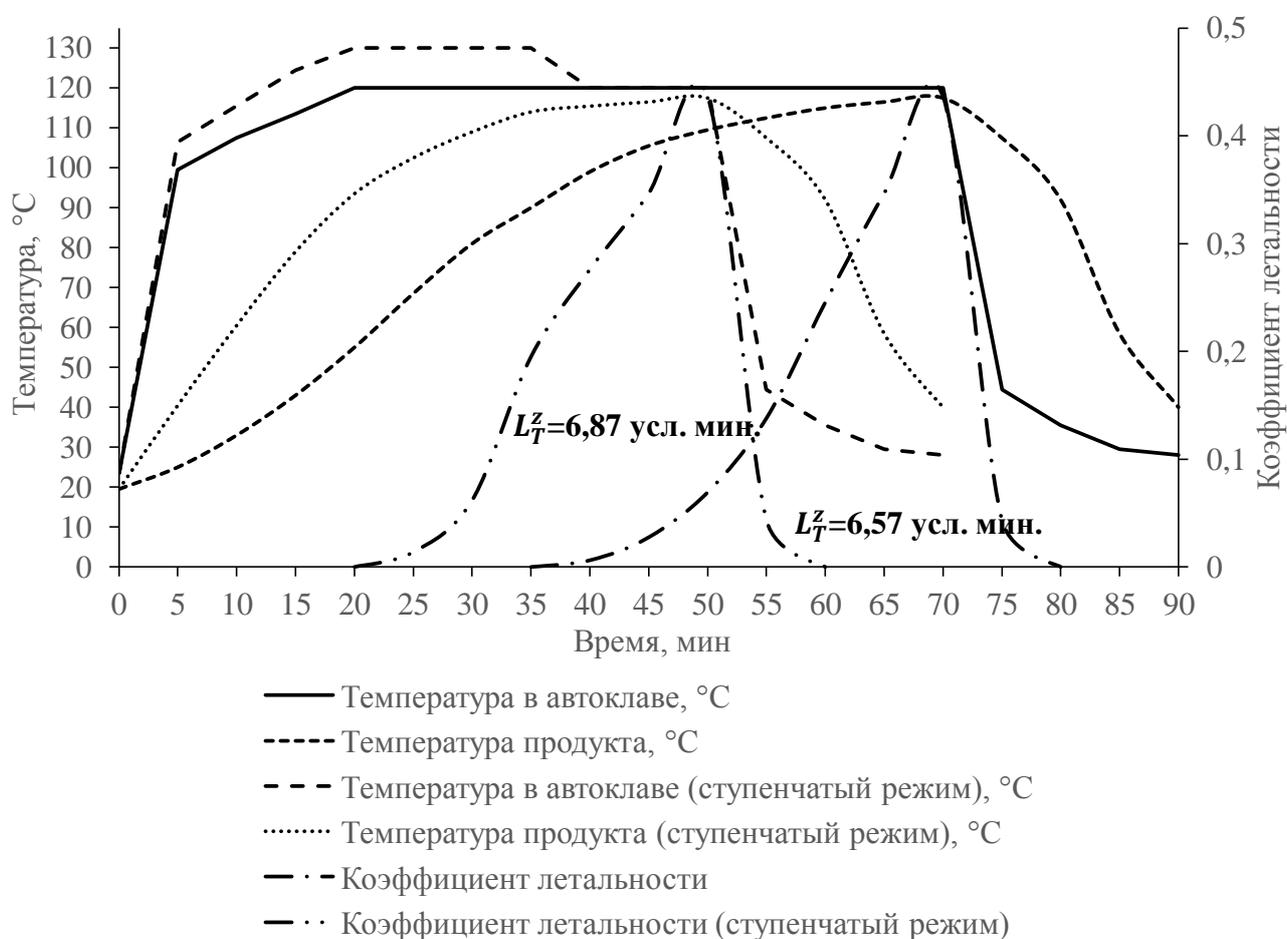


Рисунок 6 – Графики обычной и ступенчатой стерилизации

Отчёт о проделанной работе должен содержать:

- цель работы;
- решение задания.

Контрольные вопросы

1. Что характеризует константа термической инерции продукта?
2. Каким фактором, помимо температуры автоклава, можно управлять с целью интенсификации режима стерилизации?
3. Какие факторы могут повлиять на выбор конкретной температуры стерилизации продукта?
4. Для какой ассортиментной группы консервов и вида разделки сырья наиболее предпочтителен переход на высокотемпературные режимы стерилизации?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Артюхова, С. А. Технология стерилизованных консервов: Метод. указания по выполнению лабораторной работы № 5 «Тепловая стерилизация консервов» для студентов вузов напр. 552400 «Технология продуктов питания» / С. А. Артюхова. – Калининград: КГТУ, 1995. – 26 с.
2. ГОСТ 5981-2011 Банки и крышки к ним металлические для консервов. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 23 с.
3. ГОСТ 30425-97 Консервы. Метод определения промышленной стерильности. – Москва: Стандартинформ, 2011. – 15 с.
4. Инструкция по разработке режимов стерилизации консервов из рыбы и морепродуктов: Утв. Комитетом Российской Федерации по рыболовству 27.12.95. – Санкт-Петербург: Гипрорыбфлот, 1996. – 42 с.
5. О безопасности пищевой продукции: Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 (утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 880, ред. от 08.08.2019) // Техэксперт : [сайт]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902320560> (дата обращения: 03.05.2022).
6. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 18.10.2016 № 162 «О техническом регламенте Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции»» / URL: https://docs.eaeunion.org/docs/ru-ru/01417575/cncd_20032017 (дата обращения: 03.05.2022).
7. Флауменбаум, Б. Л. Основы консервирования пищевых продуктов / Б. Л. Флауменбаум. – Москва: Лёгкая промышленность, 1982. – 272 с.

Формы для расчётов фактической летальности режимов стерилизации

Вариант 1

Время, мин	T _c , °C	T ₁ , °C	K _F	T ₂ , °C	K _F	T ₃ , °C	K _F	T ₄ , °C	K _F	T ₅ , °C	K _F
0	26,0	33,5		34,5		33,5		33,0		35,0	
5	97,0	35,0		36,5		35,0		35,5		38,5	
10	103,0	40,5		38,0		38,5		57,5		38,0	
15	109,5	57,0		52,5		45,5		71,0		70,5	
20	119,5	74,0		71,0		68,0		80,0		86,0	
25	120,5	87,0		81,5		83,0		87,0		95,0	
30	120,5	97,5		94,5		96,0		96,0		105,5	
35	120,0	105,0		104,0		106,5		107,5		110,5	
40	120,0	110,5		108,5		110,0		109,0		114,5	
45	120,5	112,5		111,5		112,0		111,0		115,5	
50	120,5	114,0		114,5		114,0		114,0		115,0	
55	120,5	116,0		116,5		116,5		117,0		117,0	
60	96,5	117,5		116,5		110,5		113,5		111,0	
65	48,0	108,5		103,5		90,5		105,5		90,0	
70	36,5	89,5		87,5		74,5		89,5		76,5	
75	29,5	63,5		71,0		62,5		53,5		82,0	
		L ₁ =		L ₂ =		L ₃ =		L ₄ =		L ₅ =	

Вариант 2

Время, мин	$T_c, ^\circ\text{C}$	$T_1, ^\circ\text{C}$	K_F	$T_2, ^\circ\text{C}$	K_F	$T_3, ^\circ\text{C}$	K_F	$T_4, ^\circ\text{C}$	K_F	$T_5, ^\circ\text{C}$	K_F
0	19,0	23,0		23,5		23,0		23,5		23,5	
5	118,5	28,5		30,0		28,0		28,5		36,5	
10	120,0	33,0		40,5		35,5		35,0		50,5	
15	120,5	53,5		53,5		59,5		53,5		63,5	
20	120,0	67,0		69,0		77,0		77,0		77,0	
25	121,5	84,0		84,0		90,5		90,0		84,5	
30	121,0	97,5		97,0		103,0		103,5		97,5	
35	121,5	105,0		105,0		109,5		109,5		105,5	
40	120,0	110,5		110,5		114,5		114,5		110,5	
45	120,5	114,5		114,0		115,0		115,0		114,5	
50	72,5	113,5		112,5		113,0		113,0		108,5	
55	42,5	107,5		101,0		100,5		100,5		85,5	
60	23,5	85,5		76,5		71,5		71,5		64,0	
65	15,0	67,0		50,0		54,5		58,0		50,0	
70	9,5	49,5		42,5		35,0		35,5		35,5	
75	6,0	33,5		29,0		23,5		27,0		25,5	
		$L_1=$		$L_2=$		$L_3=$		$L_4=$		$L_5=$	

Вариант 3

Время, мин	$T_c, ^\circ\text{C}$	$T_1, ^\circ\text{C}$	K_F	$T_2, ^\circ\text{C}$	K_F	$T_3, ^\circ\text{C}$	K_F	$T_4, ^\circ\text{C}$	K_F	$T_5, ^\circ\text{C}$	K_F
0	54,0	34,0		36,5		36,0		34,0		34,0	
5	78,5	57,5		51,0		51,0		46,0		51,0	
10	90,5	85,5		78,0		73,5		69,5		80,0	
15	110,5	96,5		88,5		85,0		81,0		90,5	
20	120,0	106,0		102,0		97,5		92,5		103,0	
25	120,0	113,5		107,5		106,0		102,0		109,5	
30	120,0	117,0		112,5		112,0		108,5		112,0	
35	120,0	117,5		115,5		114,5		113,0		115,5	
40	120,0	119,5		117,0		116,0		116,0		117,0	
45	120,5	120,0		117,5		117,0		116,5		118,0	
50	120,0	120,5		118,0		118,0		118,0		119,0	
55	120,5	120,5		118,0		118,5		118,5		120,0	
60	96,5	86,0		110,5		97,5		109,0		94,0	
65	59,5	62,5		82,5		74,0		85,5		62,0	
70	45,5	59,0		73,0		60,5		75,0		58,0	
75	30,0	52,0		65,5		55,5		61,0		51,0	
		$L_1=$		$L_2=$		$L_3=$		$L_4=$		$L_5=$	

Приложение Б

Константы выживаемости спор *Clostridium sporogenes*-25 для основных ассортиментных групп консервов из гидробионтов по [4]

Ассортиментная группа консервов	Константа выживаемости $D_{121,1}$, мин
Натуральные	0,60
Натуральные с добавлением масла	0,70
В масле	0,75

Ассортиментная группа консервов	Константа выживаемости $D_{121,1}$, мин
В томатном соусе	0,55
Паштеты и икра	0,65
Из водорослей	0,49
Из криля	0,63

Приложение В

Вместимость металлических банок для консервов по ГОСТ 5981

Обозначение банки	Номинальная вместимость, см ³
1	110
2	175
3	250
4	260
5	240

Обозначение банки	Номинальная вместимость, см ³
6	270
8	353
17	160
38	210
61	200

Учебное издание

Соклаков Владимир Владимирович,
Артюхова Светлана Алексеевна

**ПРОИЗВОДСТВО ПРОДУКЦИИ ИЗ ВОДНЫХ
БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ.
ТЕХНОЛОГИЯ ТЕПЛООВОГО КОНСЕРВИРОВАНИЯ**

Подписано в печать 16.05.2022 г. Формат 60 × 90 1/16. Уч.-изд. л. 1,25.
Печ. л. 1,25. Тираж 25 экз. Заказ № 25

Редактор Г.А. Смирнова

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1