

РАЗРАБОТКА РЕЖИМОВ СТЕРИЛИЗАЦИИ РАСТИТЕЛЬНО-МЯСНЫХ КОНСЕРВИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ГЕРОДИЕТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ

Ю.А. Арбекова, В.Н. Тимофеева

Исследованы режимы стерилизации новых видов растительно-мясных консервированных продуктов для геродиетического питания, в состав которых входят овощные, мясные компоненты (печень говяжья и куриное мясо), а также сухое цельное молоко. Рассчитано значение требуемой летальности термической обработки изучаемых консервированных продуктов (требуемого стерилизующего эффекта) в отношении термоустойчивых спорообразующих анаэробных бактерий *Clostridium sporogenes*, способных развиваться в рассматриваемых консервах и вызывать их гнилостную порчу. Построены кривые прогреваемости греющей среды и исследуемых консервов. Определены значения фактической летальности термической обработки (фактического стерилизующего эффекта) консервов. Проведен предварительный подбор режимов стерилизации и представлены формулы режима стерилизации, обеспечивающие безопасность новых растительно-мясных геродиетических консервов по микробиологическим показателям.

Введение

Первостепенной задачей пищевой промышленности является выпуск качественной продукции, соответствующей всем критериям безопасности, в том числе и по микробиологическим показателям. Поэтому создание новых видов геродиетических консервов невозможно без соблюдения всех этих требований. Как известно, сроки годности консервированной продукции могут составлять от одного года до трех лет, в связи с чем консервированные продукты представляют собой продукты длительного хранения, что создает высокую опасность развития микрофлоры, вызывающей порчу консервов и заболевания потребителей. Разрабатываемые режимы стерилизации новых консервов должны обеспечивать гибель нетермостойких вегетативных клеток микроорганизмов, а также снижение количества спор микроорганизмов до уровня, обеспечивающего безопасность консервов на протяжении всего срока их хранения в условиях умеренного климата (15,1 °С – 30 °С) [1]. Помимо этого, при разработке режимов стерилизации необходимо учитывать так называемый «запас прочности», направленный на корректировку возможных нарушений технологического процесса, а также погрешностей, возникающих при установлении теплофизических свойств и фактической летальности термической обработки консервов и связанных с классом точности терморегистрирующих приборов [1,2].

Целью работы является обоснование и разработка режимов стерилизации, обеспечивающих безопасность новых видов консервированных продуктов для геродиетического питания по микробиологическим показателям.

Результаты исследований и их обсуждение

В качестве объекта исследований использовались образцы готовых растительно-мясных консервированных продуктов для геродиетического питания следующих наименований: консервы мясосодержущие паштетные с мясом куриным и консервы мясосодержущие паштетные с печенью говяжьей, фасованные в стеклянные банки типа III–82–450.

Подбор режимов стерилизации производился с учетом следующих параметров:

- компонентного состава консервов и, как следствие, видового состава микрофлоры сырья, используемого при производстве геродиетических консервов;
- химического состава готового продукта;
- значения величины активной кислотности (рН) готового продукта.

Для различных пищевых продуктов нормируются различные микробиологические показатели. Исследуемые геродиетические консервы содержат в своем составе куриное мясо,

печень говяжью, сухое цельное молоко, овощное сырье, что обеспечивает pH готового продукта в пределах 6,0. В соответствии с требованиями промышленной стерильности консервы, обладающие такими характеристиками, относят к группе «А».

В ходе проведенных испытаний были определены предварительные режимы стерилизации, установление которых осуществляли в несколько этапов:

1 этап – подбор тест-микробактерий (тест-культуры) и расчет требуемой летальности термической обработки консервов;

2 этап – установление теплофизических характеристик процесса стерилизации;

3 этап – подбор режимов стерилизации.

На первом этапе исследования руководствовались правилом, согласно которому, в качестве тест-микробактерий (тест-культуры) должны использоваться микроорганизмы способные в случае нарушения процесса стерилизации вызывать порчу консервов [1]. Поэтому для исследуемых консервированных продуктов, в соответствии с [1], в качестве тест-микробактерии был использован *Clostridium sporogenes*. Данный микроорганизм представляет собой довольно крупную бактериальную клетку в форме палочки размером $3-7 \times 0,6-0,9$ мкм и обладает способностью к споруляции при возникновении неблагоприятных условий окружающей среды. Палочки *Cl.sporogenes* по своим культуральным признакам относятся к анаэробным бактериям, которые, в свою очередь, по физиолого-биохимическим признакам характеризуются высокой протеолитической активностью и вызывают гнилостный распад белков. В большинстве случаев *Cl.sporogenes* является причиной возникновения бомбажа в консервах, обладающих пониженной кислотностью. Кроме того, известно, что споры *Cl.sporogenes* способны сохранять свою жизнеспособность после 20 минут выдерживания в автоклаве при температуре 120 °С [3].

Расчет требуемой летальности термической обработки консервов (требуемого стерилизующего эффекта) для *Cl.sporogenes* производили по формуле согласно [1]:

$$F_{121}^z = (1,04 \cdot pH - 4,0) \lg \frac{100 \cdot C_0 V}{S}, \quad (1)$$

где C_0 – обсемененность продукта до стерилизации, КОЕ/см³;

V – объем продукта в упаковочной единице, см³;

S – допустимый бактериологический брак, %;

z – температурный параметр термоустойчивости тест-микробактерий, который отражает чувствительность микроорганизмов к переменному температурному полю (зависит от температуры стерилизации, состава продукта, кислотности продукта), °С.

Величину z также определяют как число градусов, на которое нужно повысить температуру стерилизации, чтобы смертельное время уменьшилось в 10 раз [2].

Величина z для изучаемых новых видов растительно-мясных геродиетических консервов в отношении спор *Cl.sporogenes* составляет 10 °С при значении pH консервов равное 6,0.

Важным показателем, существенно влияющим на качество готовых консервированных продуктов и выбор режима стерилизации, является микробактериальная обсемененность сырья и полуфабрикатов, используемых для производства консервов. Руководствуясь данными литературных источников [1,2] и проведенными испытаниями, было определено, что количество микроорганизмов, обсеменяющих продукт до стерилизации, составляет не более 1 споры в 1 см³ полуфабриката консервов, т.е. $C_0 = 1$ КОЕ/см³.

Процент допустимого бактериологического брака устанавливали исходя из требований [1], которые предполагают, что процесс стерилизации партии консервов неэффективен в случае бактериологического брака консервов свыше 1 %, и вполне достаточен, если бактериологический брак составляет 0,01 %. В связи с этим процент допустимого бактериологического брака (S) принимали равным 0,01 %.

Учитывая, что продукт фасован в стеклянные банки типа ПИ-82-450 вместимостью 0,45 дм³, требуемая летальность термической обработки консервов в отношении спор

C.l.sporogenes в соответствии с формулой (1) составила:

$$F_{121}^{10} = (1,04 \cdot 6,0 - 4,0) \lg \frac{100 \cdot 1 \cdot 450}{0,01} = 14,9 \text{ усл. мин.}$$

Вместе с тем, показатель требуемой летальности термической обработки консервов не дает полного представления о режиме стерилизации и, следовательно, не обеспечивает заданную промышленную стерильность консервов, поскольку не учитывает теплофизические характеристики процесса стерилизации. В связи с этим, на втором этапе подбора предварительных режимов стерилизации определяли теплофизические характеристики процесса стерилизации.

Основными параметрами, характеризующими гибель микроорганизмов в процессе стерилизации, являются температура и время (продолжительность стерилизации). Поскольку эти два параметра определяют гибель микроорганизмов, их называют еще и микробиологическими. Время, необходимое для уничтожения микроорганизмов при данной температуре, называют смертельным или летальным. Смертельное время зависит от следующих факторов: температуры стерилизации, химического состава консервов, вида микроорганизмов и их количества. Вместе с тем, в процессе стерилизации необходимо осуществить прогрев центра банки до заданной температуры с целью обеспечения гибели микроорганизмов во всем продукте, так как в центральных слоях консервов в случае плохой их прогреваемости могут сохраняться микроорганизмы. Поэтому необходимо учитывать и теплофизические составляющие процесса стерилизации, а именно факторы, влияющие на проникновение теплоты глубину продукта. К ним относятся: физические свойства продукта; физические свойства материала тары, толщина стенки банки и ее геометрические размеры; начальная и конечная температуры продукта; температура стерилизации; состояние покоя или движения банки во время стерилизации. В связи с этим, в процессе стерилизации требуется дополнительное время для прогрева центральной части банки до заданной температуры. Поэтому, говоря о смертельном времени, имеют в виду смертельное время, необходимое для гибели микробных клеток, находящихся в центральной части банки [2].

Определение теплофизических характеристик исследуемых консервов проводили в соответствии с [1] с помощью лабораторной установки, состоящей из водяного автоклава, снабженного термопарами типа ХК.

В процессе исследований контролировали изменение температуры и давления в автоклаве, а также изменение температуры и давления в наименее прогреваемой части банки (в центре банки). По полученным в ходе исследований данным строили график режима стерилизации консервов, который представляет кривую зависимости температуры греющей среды и продукта (t , °C) от продолжительности нагрева (τ , мин).

Графики зависимости температуры греющей среды и продукта от продолжительности нагрева (кривые прогреваемости греющей среды и консервов) представлены на рисунках 1 и 2.

Как видно из рисунков 1 и 2, прогреваемость исследуемых консервов отстает от прогреваемости греющей среды. При этом температура в центре продукта не достигает заданного значения высшей температуры, в результате чего температура в центре банки составляет меньшее значение, чем температура греющей среды. Полученные в ходе испытаний результаты соответствуют данным литературных источников по прогреваемости консервированных продуктов [1,2] и зависят от теплофизических характеристик тары и продукта. Для учета летального действия на микроорганизмы всех температур, которые были зафиксированы в исследуемом продукте при стерилизации, был произведен расчет фактической летальности режима стерилизации [1]. После этого по табличным данным коэффициентов летальности для базисной температуры согласно [1] рассчитали фактическую летальность режимов стерилизации исследуемых консервов по формуле 2:

$$L_{t,0}^z = k_{t,0}^z C_1 \times t_{t,0}^z C_1 \times k_{t,0}^z C_2 \times t_{t,0}^z C_2 + \dots + k_{t,0}^z C_n \times t_{t,0}^z C_n, \quad (2)$$

где $k^{z_{t_1, \text{°C}1}}, k^{z_{t_1, \text{°C}2}}, k^{z_{t_1, \text{°C}n}}$ – коэффициенты пересчета летального действия температур t_1, t_2, \dots, t_n на эквивалентное значение летального действия базисной температуры; $t^{z_{T, \text{°C}1}}, t^{z_{T, \text{°C}2}}, t^{z_{T, \text{°C}n}}$ – продолжительность действия температур t_1, t_2, \dots, t_n .

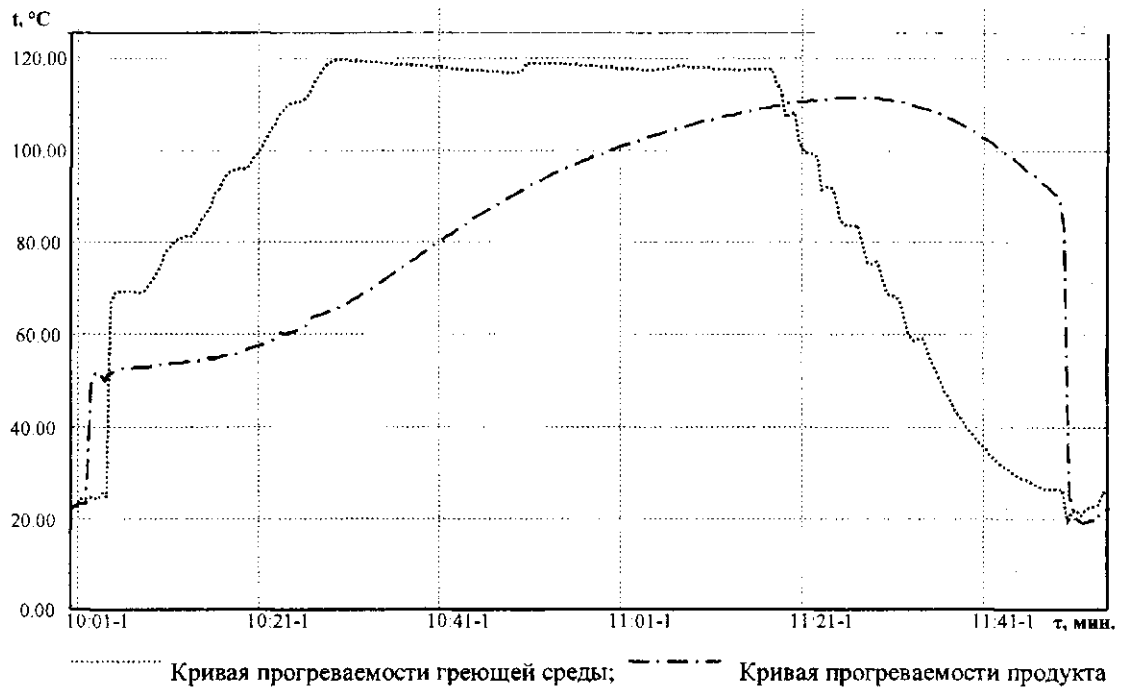


Рисунок 1 – Кривые прогреваемости греющей среды и продукта для консервов мясодержащих паштетных с мясом куриным для геродиетического питания



Рисунок 2 – Кривые прогреваемости греющей среды и продукта для консервов мясодержащих паштетных с печенью говяжьей для геродиетического питания

Для расчета фактической летальности режимов стерилизации использовали компьютерную программу Microsoft Excel. Таким образом, фактические стерилизующие эффекты тер-

мической обработки изучаемых консервов составили: для консервов мясодержащих паштетных с куриным мясом в банке III-82-450 – $L_{121}^{10} = 18,1$ усл.мин; для консервов мясодержащих паштетных с печенью говяжьей в банке III-82-450 – $L_{121}^{10} = 17,8$ усл.мин.

Результаты проведенных исследований по установлению предварительных режимов стерилизации консервов мясодержащих паштетных с печенью говяжьей и куриным мясом для геродистического питания представлены в таблице 1.

Таблица – 1 Предварительные режимы стерилизации консервированных продуктов для геродистического питания

Наименование продукта	Вид тары	рН, не более	Температура фасовки, °С	Режим стерилизации	Стерилизующий эффект, усл.мин.	
					Требуемый F	Фактический L
Консервы паштетные мясодержащие с куриным мясом	III-82-450	6,0	80	$\frac{25 - 60 - 30}{120 \text{ } ^\circ\text{C}}$	14,9	18,1
Консервы паштетные мясодержащие с печенью говяжьей	III-82-450	6,0	80	$\frac{25 - 70 - 30}{120 \text{ } ^\circ\text{C}}$	14,9	17,8

Как следует из таблицы 1, полученные в ходе проведенных исследований значения фактического стерилизующего эффекта (фактической летальности термической обработки консервов) выше значений требуемого стерилизующего эффекта (требуемой летальности термической обработки консервов), что свидетельствует о существенном влиянии теплофизических характеристик тары и продукта на ход процесса стерилизации. Вместе с тем, значение фактического стерилизующего эффекта консервов паштетных мясодержащих с куриным мясом превышает значение фактического стерилизующего эффекта консервов паштетных мясодержащих с печенью говяжьей. Некоторые различия имеются и в формуле стерилизации. Так, для консервов с куриным мясом продолжительность выдерживания в автоклаве при температуре стерилизации 120 °С составляет 60 минут, а для консервов с печенью говяжьей – 70 минут.

Заключение

Обоснованы и предложены режимы стерилизации новых видов консервированных продуктов для геродистического питания с учетом специфики химического состава и состава микрофлоры рассматриваемых консервированных продуктов. Показано, что полученные кривые прогреваемости новых видов консервированных продуктов для геродистического питания могут быть использованы в производственных условиях после их предварительной проверки на опытной партии консервов.

Литература

- 1 Бабарин, В.П. Стерилизация консервов: справочник / В.П. Бабарин. – СПб. : ГИОРД, 2006. – 312 с.
- 2 Флауменбаум, Б.Л. Основы консервирования пищевых продуктов / Б.Л. Флауменбаум, С.С. Танчев, М.А. Гришин. – М. : Агропромиздат, 1986. – 494 с.
- 3 Долганова, Н.В. Микробиология рыбы и рыбных продуктов / Н.В. Долганова, Е.В. Першина, З.К. Хасанова. - М. : Мир, 2005. – 224 с.

Поступила в редакцию 15.11.2012