

значения чисел Био составляют порядка 1, это означает, что влагоотдача с поверхности батона и диффузия влаги внутри батона идут с соизмеримыми скоростями;

коэффициенты диффузии влаги во всех 4 видах колбасы близки и составляют порядка $(2,5–3,6) \cdot 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$.

Проведенный анализ свидетельствует, что оборудование, применяемое на фирме «Пит–Продукт», настроено в оптимальном режиме, так как ни одна форма передачи влаги не является лимитирующей. Например, когда лимитирующей стадией процесса является вла-

гопроводность из внутренних слоев, внешний слой батона будет пересушенным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рыжов С.А., Горбунова Н.А., Афанасов Э.Э. Кинетика сушки и созревания сырокопченых колбас // Мясная индустрия. – 2006. – № 10. – С. 35–36.

2. Фролов С.В., Мереминский Г.И., Поляков К.Ю. Расчет времени охлаждения пищевых объектов методом квазидномерного приближения // Вестн. МАХ. – 2004. – Вып. 3. – С. 42–44.

Поступила 29.09.11 г.

KINETICS OF THE DRYING PROCESS IN RAW SAUSAGES

V.E. KUTSAKOVA, S.V. FROLOV, G.D. STURUA

Saint-Petersburg State University of Low-Temperature and Food Technologies,

9, Lomonosova st., Saint-Petersburg, 191002; ph./fax: (812) 571-80-16, e-mail: georgii.sturua@atriarussia.ru

The kinetic relations are presented which allow to calculating the required time of the drying process of raw sausages. The estimated equation has been given. The diffusion coefficient and the Bi criterion were derived. It is shown, that the drying process of raw sausages in Sorgo maturing chamber gives us Bi criterion quite close to 1, so it can be stated that the moisture movement from the center to the surface in the sausage stick equals the moisture flow from the surface to the environment. Therefore, the humidity value in every point on cross section of the raw sausage stick must be similar.

Key words: raw sausage, drying, moisture content, diffusion coefficient, Bi criterion.

664.8.036.62

ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА КОНСЕРВОВ

А.Ф. ДЕМИРОВА

Дагестанский государственный технический университет,

367015, г. Махачкала, пр-т И. Шамиля, 70; тел.: (8722) 62-37-61, факс: (8722) 62-37-97, электронная почта: dstu@dstu.ru

Рассмотрены возможности повышения эффективности и энергосбережения в процессах стерилизации консервов. Исследованы параметры различных режимов стерилизации консервов «Перец сладкий»: по традиционной технологии в автоклаве, при ступенчатой стерилизации и с предварительным подогревом плодов в банках.

Ключевые слова: стерилизация консервов, режим стерилизации, кривые прогреваемости, предварительный прогрев плодов.

Современный подход к решению вопросов стерилизации консервов заключается в изыскании таких способов и режимов стерилизации, которые обеспечивали бы наряду с необходимой инактивацией микрофлоры сохранение пищевой ценности продукта.

Разработка режима стерилизации консервов включает аналитический расчет режима, позволяющего выработать промышленно стерильные консервы высокого качества, лабораторные испытания подобранного режима и его производственную проверку.

Нами была исследована прогреваемость и разработаны оптимальные режимы стерилизации консервов «Перец сладкий» с применением ступенчатого нагрева в горячей воде и последующим ступенчатым водяным охлаждением.

Предварительно экспериментально исследовано температурное поле консервов «Перец сладкий» при

их стерилизации в автоклавах по режимам действующей технологической инструкции.

На рис. 1 представлены кривые прогреваемости (1, 2) и фактической летальности (3, 4) центрального и пе-

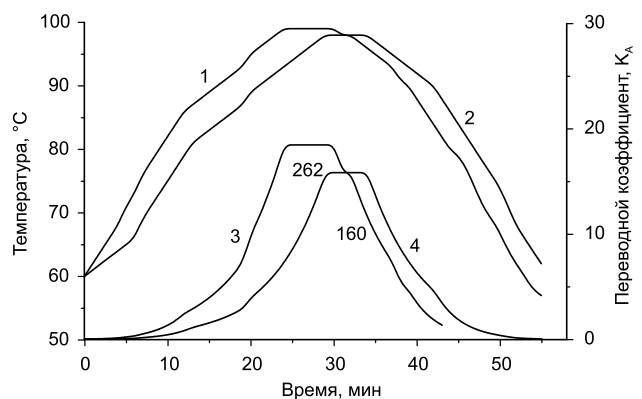


Рис. 1

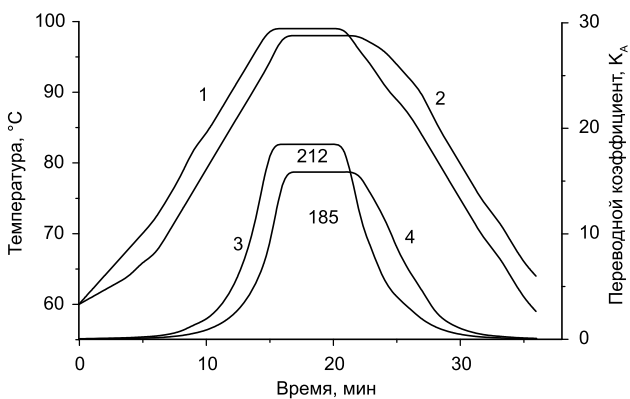


Рис. 2

риферийного слоев консервов «Перец сладкий» в стеклянной таре 1-82-1000 при стерилизации в автоклаве по режиму $\frac{20-10-25}{100} \cdot 118$.

Графики показывают, что центральный слой прогревается медленнее, чем периферийный, а температурная разница между ними достигает 7–10°C. Поэтому фактические летальности этих слоев имеют разные значения. Фактическая летальность центрального слоя 160 усл. мин, а периферийного 262 усл. мин, что свидетельствует о перегреве продукта, находящегося у стенки банки (периферийная точка).

На рис. 2 представлены аналогичные кривые при ступенчатой стерилизации консервов «Перец сладкий» по режиму

$$\left(\frac{4}{75^\circ\text{C}} \cdot \frac{4}{90^\circ\text{C}} \cdot \frac{14}{100^\circ\text{C}} \right) \left(\frac{5}{80^\circ\text{C}} \cdot \frac{5}{60^\circ\text{C}} \cdot \frac{5}{40^\circ\text{C}} \right)$$

В результате продолжительность процесса стерилизации сократилась на 18 мин. При этом данный режим обеспечивает требуемую летальность, так как фактическая летальность периферийного слоя 212 усл. мин, а центрального слоя – 185 усл. мин.

Одним из эффективных способов интенсификации процесса тепловой стерилизации является повышение начальной среднеобъемной температуры продукта перед стерилизацией, существенно влияющее на продолжительность и равномерность тепловой обработки консервов.

Нами проведены исследования по интенсификации процесса тепловой стерилизации консервов путем увеличения начальной среднеобъемной температуры продукта предварительным нагревом плодов и овощей в банках посредством их заливки на 2–3 мин горячей водой или другими растворами температурой 40, 60–65 и 80–85°C с последующей заменой ее на сироп или другие растворы, предусмотренные технологической инструкцией, температурой соответственно 60, 80–85 и более 90°C.

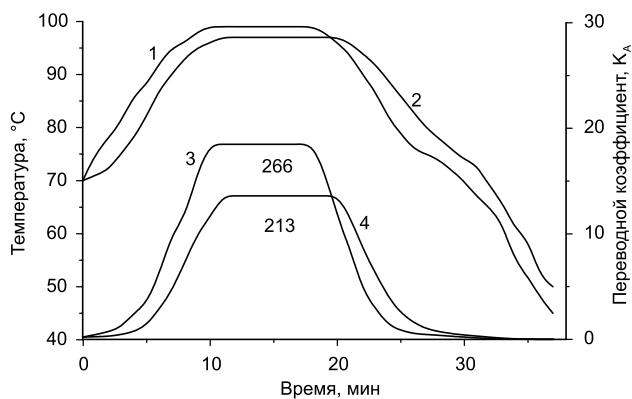


Рис. 3

Предварительный нагрев плодов и овощей позволяет повысить начальную среднеобъемную температуру консервов перед стерилизацией на 10–15°C, что обеспечивает сокращение продолжительности стерилизации, снижение неравномерности тепловой обработки и экономию тепловой энергии.

На рис. 3 представлены кривые прогреваемости (1, 2) и фактической летальности (3, 4) в наиболее и наименее прогреваемых точках банки СКО 1-82-1000 при ступенчатой стерилизации консервов «Перец сладкий» в статическом состоянии по режиму с предварительным подогревом перца (заливка с температурой 80°C, замена заливки на 95°C) по режиму

$$\left(\frac{5}{85^\circ\text{C}} \cdot \frac{13}{100^\circ\text{C}} \right) \left(\frac{7}{80^\circ\text{C}} \cdot \frac{7}{60^\circ\text{C}} \cdot \frac{7}{40^\circ\text{C}} \right)$$

Режим обеспечивает промышленную стерильность консервов, так как величины фактической летальности в наименее и наиболее прогреваемых точках удовлетворяют значениям, обеспечивающим промышленную стерильность готовой продукции [1], и составляют для данного режима соответственно 266 и 213 усл. мин.

Анализируя исследования по прогреваемости консервов при ступенчатой ротационной стерилизации с предварительным подогревом плодов, можно сделать вывод о целесообразности предварительного подогрева, так как режимы обеспечивают требуемые летальности и сокращение времени стерилизации, что улучшает качество готового продукта. Сокращение времени имеет существенное значение для уменьшения размеров стерилизатора непрерывного действия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Демирова А.Ф. Изыскание параметров непрерывной ротационной стерилизации консервов в стеклянной таре: Дис. ... канд. техн. наук. – Махачкала, 2000.

Поступила 02.02.11 г.

CREATION PRINCIPLES OF HIGHLY EFFECTIVE ENERGY-EFFICIENT TECHNOLOGICAL PROCESSES OF CANNED FOOD MANUFACTURE

A.F. DEMIROVA

Daghestan State Technical University,

70, Imam Shamil prosp., Mahachkala, 367015; ph.: (8722) 62-37-61, fax: (8722) 62-37-97, e-mail: dstu@dstu.ru

Possibilities of efficiency increase and energy efficiency in processes of canned food sterilization are considered. Parameters of various modes of sterilization of canned food «Pepper sweet» are investigated: on traditional technology, in an autoclave, at step sterilization and with preliminary heating of fruits in banks.

Key words: canned food sterilization, sterilization mode, curve of heating, preliminary heating of fruits.

664.002.05

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ НЕЛИНЕЙНОЙ НАПОРОПРОВОДНОСТИ ПРИ ОТЖИМЕ

З.А. МЕРЕТУКОВ¹, В.С. КОСАЧЕВ², Е.П. КОШЕВОЙ²

¹ *Майкопский государственный технологический университет, 352700, г. Майкоп, ул. Первомайская, 19*

² *Кубанский государственный технологический университет, 350072, г. Краснодар, ул. Московская, 2; электронная почта: koshevoi@kubstu.ru*

Разработано новое решение задачи нелинейной напоропроводности широко распространенного в пищевой технологии процесса отжима, которое позволит уточнить механизм процесса, найти пути его совершенствования и уточнить методику расчета оборудования.

Ключевые слова: отжим, напоропроводность, решение нелинейной задачи.

В процессах прессования, характерных для отжима жидкой фазы из растительных материалов в пищевой технологии, поле давления претерпевает значительные изменения [1]. Описание явлений переноса при отжиме связано с необходимостью учета зависимости коэффициентов напоропроводности от давления. В этом случае для поля давления необходимо решать нелинейное нестационарное уравнение напоропроводности

$$\frac{\partial P}{\partial \tau} = \operatorname{div}[K(P)\operatorname{grad}(P)], \quad (1)$$

где P – давление в зоне прессования, Па; $K(P) = K_0 K_p [P(x, \tau)]$ – коэффициент напоропроводности м²/с; K_0 – коэффициент пропорциональности, м²/с; $K_p [P(x, \tau)]$ – относительный коэффициент проницаемости, зависящий от давления; $P(x, \tau)$ – одномерное относительное поле давления в рабочей зоне пресса, нормированное на интервале от 0 до 1; x – текущая координата одномерного поля давления, м.

Рассмотрим нелинейную нестационарную одномерную модель поля давления, создаваемого прессом при изменяющихся физико-механических свойствах материала, полученную из уравнения (1):

$$\frac{\partial P(x, \tau)}{\partial \tau} = K_0 \frac{\partial}{\partial x} \left\{ K_p [P(x, \tau)] \frac{\partial P(x, \tau)}{\partial x} \right\}. \quad (2)$$

Фактически краевая задача (2) в данной постановке даже при известных краевых условиях для пластины не имеет аналитического решения. Рассмотрим процесс идентификации, основанный на динамике процесса сжатия при прессовании. С учетом постановки краевой задачи вариация давлений носит относительный характер, нормированный на интервале [0...1]. В

то же время реальный процесс прессования масличных материалов находится в интервале давлений от «точки масла», которая определяется как минимальное давление, необходимое для появления свободного масла на поверхности масличного материала, до максимального давления в прессе. Эти граничные величины соответствуют границам нормированного интервала.

Одним из возможных вариантов решения является квазилинеаризация этой задачи при известной зависимости коэффициента напоропроводности от давления. Рассмотрим более подробно этот метод для коэффициента напоропроводности, задаваемого заранее известной аналитической функцией.

С учетом представлений о механизме процесса отжима наиболее подходящей функцией является логистическая кривая, быстро меняющаяся на достаточно узком интервале давлений. Использование такой аппроксимации позволит выделить участок быстро меняющегося от давления коэффициента напоропроводности. Пусть коэффициент K_p представляет собой логистическую функцию (сигмоидальная S-образная кривая), определяемую функциональной зависимостью

$$K_p(P, a, b) = \frac{1}{1 + \exp\{-[aP - b]\}}. \quad (3)$$

Зависимость (3) может быть использована для частичной линеаризации задачи (2) путем введения новой функции Gk , определяемой формулой