

Покудина Г.П., с.н.с., Волкова Р.А., в.н.с.

ВНИИТеК – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
(Россия, г. Видное)

МЕТОДИКА РАСЧЁТА РЕЖИМОВ ПАСТЕРИЗАЦИИ КОНСЕРВОВ

Аннотация. Консервная отрасль являясь потребителем разнородных видов энергоносителей, требует всестороннего исследования наиболее энергоемких, а также и оказывающих наиболее существенное влияние на стабилизацию качественных показателей готовой продукции технологических процессов, с целью их совершенствования. Анализ консервного производства в плодоперерабатывающей отрасли пищевой промышленности и технологических схем производства консервов позволяет сделать выводы о необходимости изучения энергосберегающих возможностей стерилизационного и пастеризационного оборудования, осуществляющего основную и обязательную операцию для всех технологических схем производства — заключительную тепловую обработку готовой продукции. Этот процесс является наиболее важным и наиболее сложным завершающим этапом консервного производства, при котором уничтожаются возбудители порчи, и обеспечивается стабильность высокого качества консервов. Значимость выполнения данной работы подтверждает, например, тот факт, что стоимость энергоносителей возрастает из-за дня в день и существенно влияет на себестоимость готовой продукции. В статье приведены новые принципы подхода к решению аспектов разработки методики расчёта режимов пастеризации фруктовых консервов.

Ключевые слова: режимы пастеризации, соки, требуемая и фактическая летальность, термоустойчивость микроорганизмов.

G.P. Pokudina, Senior Researcher, R.A. Volkova, Leading Researcher

All-Russian Scientific Research Institute of Preservation Technology – Branch of the V.M. Gorbatov Federal Research Center of Food Systems of RAS, Vidnoe, Russia

CALCULATION METHOD OF PRESERVATION PASTERIZATION REGIMES

Annotation. The preservation industry, being a consumer of diverse types of energy carriers, requires a comprehensive study of the most energy-intensive, as well as those that have the most significant impact on the stabilization of finished products quality indicators of technological processes, with a view to improving them. Analysis of canning production in the fruit processing industry of the food industry and technological schemes for the production of canned food makes it possible to draw conclusions about the need to study the energy-saving capabilities of sterilization and pasteurization equipment that performs the basic and mandatory operation for all technological production schemes—the final heat treatment of the finished product. This process is the most important and most complex final stage of canning production, in which the causative agents are destroyed, and the stability of high quality canned food is ensured. The importance of this work is confirmed, for example, by the fact that the cost of energy carriers increases due to the day to day and significantly effects on the cost of finished products. In the article resulted new principles of the approach to the decision of development aspects of a calculation technique regimes of pasteurization of fruit canned food.

Key words: pasteurization regimes, juices, required and actual lethality, thermal stability of microorganisms.

В статье представлен метод лабораторной проверки уточнения режимов пастеризации фруктовых консервов без использования термопар для замера температуры в наименее прогреваемой точке продукта, укупоренного в тару. Этот метод позволяет установить режим пастеризации, обеспечивающий выпуск промышленно-стерильных консервов.

В основу метода положено понятие о суммарной летальности режима пастеризации - $\sum A_T$, которая количественно отражает гибель тест-культуры, равномерно распределённой по всей массе продукта в единице упаковки. $\sum A_T$ подсчитывают для каждой единицы упаковки консервов по формуле:

$$\sum A_T = D_T(\lg N_{нач} - \lg N_{кон}), \text{ где}$$

- $N_{нач}$ и $N_{кон}$ – количество спор тест-культуры в одной единице упаковки, соответственно перед и после пастеризации.

- D_T – время необходимое для снижения количества микроорганизмов в 10 раз. Определено путём прогрева продукта, заражённого спорами *Aspergillus fischeri*, капиллярным методом.

Заражённый продукт помещают в стеклянные капилляры диаметром до 3 мм и прогревают при температуре T °С в течение разного времени, время зависит от термоустойчивости тест-микроорганизма. Время, в течение которого заражённый продукт в капилляре нагревается до температуры T °С, равно 8 с.

Среднюю величину $\sum A_T$ устанавливают по экспериментально определённым величинам $\sum A_T$ для каждой из 6 – 10 упаковок консервов, пастеризованных по одному режиму.

Для сравнения суммарной летальности по новой методике $\sum A_T$ была также определена фактическая летальность L_T^Z .

L_T^Z – фактическая летальность режима пастеризации, которая вычисляется с использованием коэффициентов летальности для учёта влияния на микроорганизмы всех температур, фиксируемых в продукте в процессе пастеризации с помощью термопар.

Данные для сравнения $\sum A_T$ и L_T^Z продуктов, пастеризованных в таре 1-58-250 по режиму $\frac{15-10-20}{95}$, представлены в табл. 1.

Таблица 1 - Сравнительные данные по термоустойчивости тест-культуры во фруктовых консервах

Наименование продукта	D_{80} , мин	Нормативное значение требуемой летальности A_{80}	$L_{80}^{Z=5}$	Количество конидиоспор <i>A. fischeri</i>			$\sum A_{80}$	$\sum A_{80}/L_{80}^{Z=5}$
				перед пастеризацией	после пастеризации	выживших, %		
Яблочное пюре	36,1	222,3	40,7	$1,1 \cdot 10^4$	$1,1 \cdot 10^3$	10,0	36,1	0,88
Сок с мякотью и с сахаром								
- абрикосовый	15,0	136,7	65,0	$1,3 \cdot 10^6$	$7,2 \cdot 10^4$	5,5	19,0	0,29
- яблочный	25,52	162	73,5	$1,2 \cdot 10^6$	$1,1 \cdot 10^5$	9,1	26,5	0,36
- сливовый	32,7	234	87,0	$1,0 \cdot 10^6$	$1,0 \cdot 10^5$	1,5	59,5	0,68
Сок яблочный осветлённый	30	129,3	1400	$1,0 \cdot 10^4$	нет роста	<0,1	-	-

При режиме $\frac{15-10-20}{95}$, достигается гибель конидиоспор плесеней в осветлённом яблочном соке, а в продуктах, содержащих фруктовую мякоть, нет.

Числитель формулы режима пастеризации содержит:

первая цифра – продолжительность подъёма температуры греющей среды до температуры пастеризации, мин;

вторая цифра – продолжительность собственной пастеризации при постоянной температуре, мин;

третья цифра – продолжительность снижения температуры греющей среды в автоклаве до 35 – 40 °С.

В знаменателе формулы указана температура греющей среды при пастеризации, °С.

Сравнение требуемой летальности с суммарной летальностью показывает, что в 4-х случаях из 5-ти пастеризация по указанному режиму приведёт к недостерилизации фруктовых консервов с мякотью. Чтобы избежать этого, целесообразно подбирать и уточнять режимы пастеризации фруктовых консервов, содержащих мякоть, по уравнению $\sum A_{80} = A_{80}$ (суммарная летальность равна требуемой).

Для установления продолжительности пастеризации, обеспечивающей равенство $\sum A_{80}$ и A_{80} , определяют $\sum A_{80}$ не менее чем по трём режимам, отличающихся по продолжительности собственной пастеризации. По результатам расчёта строят график, из которого находят продолжительность собственной пастеризации режима, позволяющую вырабатывать промышленно-стерильные консервы, максимально сохраняющие органолептические свойства.

В банках 1-58-250 прогревали яблочный сок с мякотью, контаминированной конидиеспорами *A. fischeri*, по трём режимам. Рассчитанные по экспериментальным данным суммарные летальности $\sum A_{80}$, характеризующие режимы (указанные в табл. 2), составляют соответственно 26,3 мин, 31,62 мин и 100 мин. Для определения режима, при котором $\sum A_{80} = A_{80} = 162$, в полулогарифмической системе координат строили кривую летальности режима.

Данные пастеризации сока яблочного с мякотью и сахаром по трём режимам представлены в табл. 2.

Таблица 2 - Данные пастеризации сока яблочного с мякотью и сахаром по трём режимам

№ п/п	Режим пастеризации	A_{80}	Количество спор <i>A. fischeri</i> до пастеризации	Количество спор <i>A. fischeri</i> после пастеризации	$\sum A_{80}$	$\lg \sum A_{80}$
1.	$\frac{15-10-20}{95}$	162	$1,2 \cdot 10^6$	$1,2 \cdot 10^5$	26,5	1,42
2.	$\frac{15-15-20}{95}$	162	$1,2 \cdot 10^6$	$6,92 \cdot 10^4$	31,62	1,50
3.	$\frac{15-20-20}{95}$	162	$1,2 \cdot 10^6$	$1,45 \cdot 10^2$	100	2,0

Для построения графика (рис. 1) зависимости $\lg \sum A_T$ от времени собственной пастеризации по оси абсцисс откладывали время собственной пастеризации каждого из 3-х режимов $\frac{15-10-20}{95}$, $\frac{15-15-20}{95}$ и $\frac{15-20-20}{95}$, а по оси ординат $\lg \sum A_{80}$, соответствующий каждому времени собственной пастеризации.

Чтобы построить график прямо пропорциональной зависимости $\lg \sum A_T$ от времени собственной пастеризации необходимо решить систему уравнений:

$$\begin{cases} \sum y' = an + b\sum x \\ \sum xy'' = a\sum x + b\sum x^2 \end{cases}$$

В систему уравнений подставляем значения из табл. 3, составленной на основе данных табл. 2.

$$\begin{cases} 4,92 = 3a + 45b \\ 76,7 = 45a + 725b \end{cases}$$

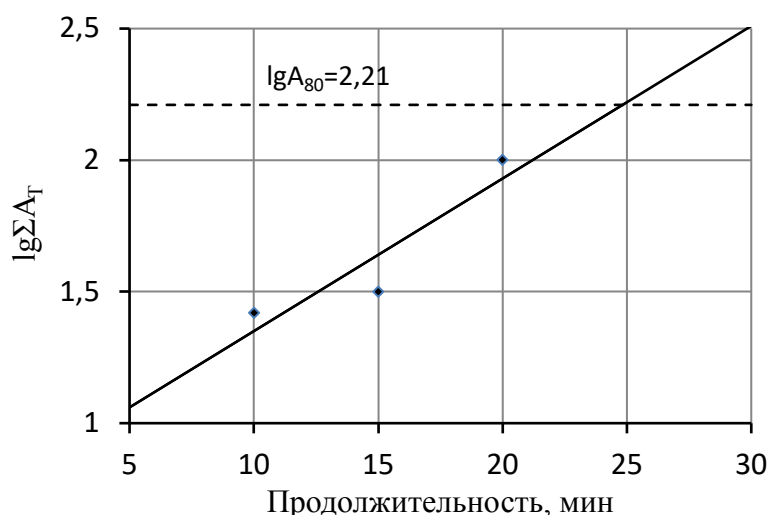


Рис. 1 Кривая суммарной летальности сока яблочного с мякотью и сахаром в банке I-58-250

Решаем систему уравнений и находим значения коэффициентов «a» и «b» ($a = 0,77$, $b = 0,058$).

Таблица 3 - Данные для решения системы уравнений

Время, мин (x)	$\lg \sum A_T (y')$	x^2	xy'	y''
10	1,42	100	14,2	$y_{нач} = 1,35$
15	1,50	225	22,5	
20	2,0	400	40	$y_{кон} = 1,93$
$\sum x = 45$	$\sum y' = 4,92$	$\sum x^2 = 725$	$\sum xy' = 76,7$	

Используя уравнение $y = a + bx$, находим $y_{нач}$ и $y_{кон}$.

$$y_{нач} = 0,77 + 0,058 x_{нач} + 0,77 + 0,58 = 1,35.$$

Так же находим значение $y_{кон}$.

Откладываем эти значения на графике (рис. 1) и через них проводим прямую зависимости $\lg \sum A_T$ от времени собственной пастеризации.

Прямая, проведённая через точки, полученные при решении системы уравнений $y_{нач}$ и $y_{кон}$ является графиком летальности режима пастеризации.

На оси ординат находим точку, равную $\lg A_{80} = \lg 162 = 2,21$. Из этой точки проводим прямую линию параллельную оси абсцисс до пересечения с графиком летальности режима. Из точки пересечения с графиком проводим перпендикуляр на ось абсцисс. Находим необходимое время собственной пастеризации, гарантирующее выработку доброкачественного яблочного сока с мякотью в банках 1-58-250. Оно составляет исходя из графика 25 мин. Режим пастеризации $\frac{15-25-20}{95}$, рассчитанный по кривой летальности, рекомендуется для производственной проверки. Предлагаемая методика позволяет сократить срок разработки режимов, повысить точность параметров пастеризации и гарантирует выработку высококачественных консервов.

Список литературы

1. Бабарин В.П., Мазохина-Поршнякова Н.Н., Справочник по стерилизации консервов.— М.:Агропромиздат,1987.—272с¹
2. Рогачев В.И., Мазохина-Поршнякова Н.Н., Богданова Н.В., Термоустойчивость микроорганизмов и разработка режимов стерилизации консервов. – ЦИНТИпищепром, Москва, 1968 г.

3. Мазохина-Поршнякова Н.Н., Найдёнова Л.П., Николаева С.А. [и др.] Анализ и оценка качества консервов по микробиологическим показателям. – М. Пищевая пром-сть 1977 – 471 с.
 4. Руководство по разработке режимов стерилизации и пастеризации консервируемой продукции, утв. 28 апреля 2011 г. ГНУ ВНИИКОП – М., 2011 г.
-