

УДК 664.8.036.62

Оценка эффективности ступенчатого ротационного охлаждения консервов в стеклянной таре

Д-р техн. наук Т. А. ИСМАИЛОВ, канд. техн. наук А. Ф. ДЕМИРОВА,
д-р техн. наук М. Э. АХМЕДОВ, М. М. АХМЕДОВА
Дагестанский государственный технический университет
367015, г. Махачкала, пр. И. Шамиля, 70

Results of researches of various ways of cooling of canned food after thermal sterilization are presented. The main shortcomings of ways of cooling of canned food used in the industry after thermal sterilization are revealed. Pilot studies confirmed efficiency of a way of step cooling of canned food in water with in steps changing temperature and at container rotation with «a bottom on a cover». It is revealed that the way provides reduction of duration of process and uniformity of thermal treatment of canned food.

Keywords: cooling, duration, uniformity, step cooling, container rotation, temperature, curve coolings, thermal stability.

Ключевые слова: охлаждение, продолжительность, равномерность, ступенчатое охлаждение, ротация тары, температура, кривые охлаждения, термостойкость.

Все пищевые продукты, консервируемые с использованием метода тепловой стерилизации, по окончании процесса нагрева подвергаются охлаждению.

Целью процесса охлаждения консервов после теплового воздействия является прекращение теплового воздействия на консервируемый продукт, для предотвращения ухудшения его структурно-механических свойств, более полное сохранение биологически активных компонентов исходного сырья, обладающих большой термолабильностью и обеспечение возможности проведения дальнейших технологических операций.

Необходимо учесть и то обстоятельство, что и в процессе охлаждения консервов имеет место стерилизующее воздействие температуры на консервируемый продукт, которое наблюдается при температурных уровнях вплоть до 70 °С, т.к. при температурах ниже этой температуры стерилизующее воздействие температуры практически незначительно. Кроме того, надо заметить, что эффективным может считаться процесс охлаждения, который наряду с наименьшей продолжительностью будет обеспечивать и равномерность тепловой обработки по всему объему банки.

При разработке новых способов тепловой стерилизации вне поля внимания остается немаловажная проблема излишней тепловой обработки наиболее прогреваемых слоев продукта в таре, которые получают многократные величины стерилизующих эффектов, которые в конечном итоге приводят к ухудшению качества готовой продукции, в то время как одним из немаловажных параметров разработки режимов стерилизации являются данные по изменению органолептических свойств и пищевой ценности консервируемых продуктов в процессе термического консервирования. И эта проблема проявляется в большей степени, когда применяют высокие температуры теплоносителя, так как с увеличением температурного уровня процесса степень неравномерности тепловой обработки увеличивается. В связи с этим необходимо иметь сведения об эффективности тех или иных способов охлаждения консервов, как обязательной составляющей процесса тепловой стерилизации консервов.

Для оценки эффективности процесса охлаждения консервов традиционными способами, нами проведены экспериментальные исследования по охлаждению консервов в автоклавах по режимам действующей технологической инструкции, а также в потоке атмосферного воздуха и орошением водой, используемых в аппаратах непрерывного действия.

На рис. 1 показаны кривые охлаждения (1, 2) и фактической летальности (3, 4) периферийного (1, 3) и центрального (2, 4) слоев периода охлаждения консервов «Компот из черешни» в банке СКО 1–82–1000 при стерилизации в автоклаве по режиму действующей технологической инструкции $\frac{25-30-25}{100} \cdot 118$ кПа [1].

В начальный момент периода охлаждения температура в центральной точке банки составляет 89 °С, а в периферийной точке она равна 97 °С. В процессе охлаждения продукт в центральной точке в течение первых трех-четырёх минут еще продолжает нагре-

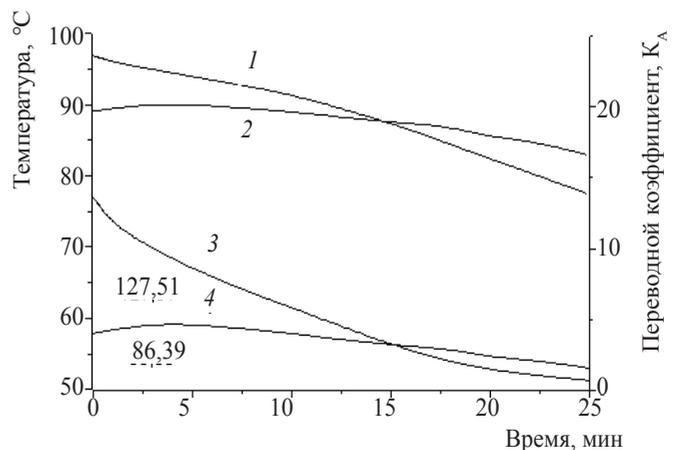


Рис. 1. Кривые охлаждения (1, 2) и фактической летальности (3, 4) периферийной (1, 3) и центральной (2, 4) точек при охлаждении консервов «Компот из черешни» в банке СКО 1–82–1000 в автоклаве

«Компот из черешни» в банке СКО 1–82–1000 в автоклаве

ваться, потом охлаждается и температура в центральной точке снижается до 82 °С, а в периферийной точке до 76 °С.

Таким образом, в период охлаждения центральные слои продукта получают стерилизующий эффект 86,39 усл. мин, а периферийные слои — 127,51 усл. мин. Коэффициент крайней неравномерности [2] периода охлаждения составляет порядка $K_{к.н.} = 1,5$. Соответственно, при охлаждении по режимам действующей технологической инструкции в автоклаве, консервы имеют не только относительно высокую температурную неравномерность, но они также не обеспечивают охлаждение продукта до требуемой конечной температуры, обеспечивающей прекращение расщепления биологически активных веществ, содержащихся в консервируемых продуктах, обладающих большой термолабильностью. Кроме того высокая температура, остающаяся и после завершения процесса охлаждения, существенно ухудшает и структурно-механические свойства готового продукта. Средняя скорость охлаждения консервов составляет 0,3 °С/мин (центральный слой) и 0,84 °С/мин (периферийный слой).

Для сравнения было экспериментально исследовано охлаждение консервов в статическом состоянии в потоке атмосферного воздуха, которое широко используется в аппаратах непрерывного действия конвейерного типа.

На рис. 2 показаны кривые охлаждения (1, 2) и фактической летальности (3, 4) периферийных (1, 3) и центральных слоев консервов «Компот из абрикосов» банке СКО 1-82-500 при охлаждении в потоке атмосферного воздуха температурой 32 °С при статическом состоянии банки.

При охлаждении в течение 20 мин от начальной температуры 100 °С периферийная точка охлаждается до 56 °С, а центральная точка до 66 °С, при этом величина стерилизующего эффекта периода охлаждения для периферийного слоя составляет 61,26 усл. мин, а центрального 110,77 усл. мин, и коэффициент крайней неравномерности составляет

$$K_{к.н.} = 110,77/61,26 = 1,9.$$

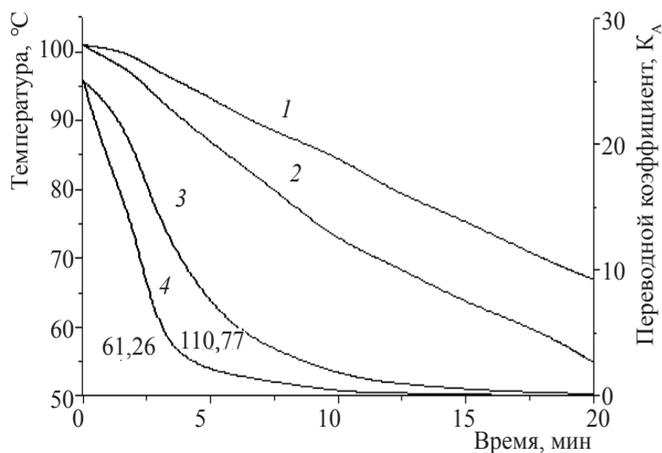


Рис. 2. Кривые охлаждения (1, 2) и фактической летальности (3, 4) периферийной (1, 3) и центральной (2, 4) точек при охлаждении «Компота из абрикосов» в банке СКО 1-82-500 в потоке атмосферного воздуха температурой 32–35 °С при статическом состоянии банки

Можно отметить, что известные и используемые на практике способы охлаждения консервов после тепловой стерилизации имеют существенные недостатки и изыскание новых способов, обеспечивающих сокращение продолжительности при одновременном обеспечении равномерности конечной температуры, является проблемной задачей, стоящей перед исследователями новых эффективных методов тепловой обработки пищевых продуктов.

Нами проведены исследования по ступенчатому охлаждению консервов в воде с переменными температурами. При этом интервал перепада температур ступеней охлаждения был выбран с учетом термостойкости стеклянной тары, которая выдерживает температурный перепад между наружной и внутренней стенками в пределах 25–29 °С [3].

Сущность способа заключается в том, что банки охлаждают, последовательно перенося из одной ванны в последующую, с перепадом температур 20 °С, т. е. банки охлаждаются в ванне с температурой воды 80 °С в течение определенного времени, далее переносятся в ванну с водой температурой 60 °С и далее в ванну с водой температурой 40 °С на определенное время. При этом в течение всего процесса тепловой обработки банки, вращаются с «донышка на крышку» с оптимальной частотой вращения.

На рис. 3 представлены кривые ступенчатого охлаждения консервов «Компот из черешни» в банке СКО1-82-500 с вращением тары с донышка на крышку по режиму:

$$\left(\frac{4}{80\text{ °С}} \cdot \frac{4}{60\text{ °С}} \cdot \frac{4}{40\text{ °С}} \right) 0,16,$$

где 4 — продолжительности периодов охлаждения, мин; 80, 60 и 40 — температуры охлаждаемой воды, °С.

Как видно из рис. 3, режим обеспечивает равномерное охлаждение консервов по всему объему при одновременном сокращении продолжительности процесса охлаждения, при этом, по сравнению с используемыми в промышленности способами охлаждения, он также обеспечивает относительно низкий температурный

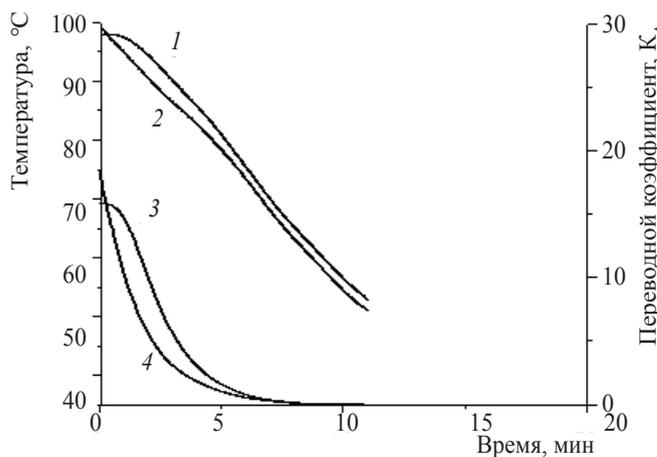


Рис. 3. Кривые охлаждения (1, 2) и фактической летальности (3, 4) в наиболее (2, 4) и наименее (1, 3) охлаждаемых точках банки СКО 1-82-500 при ротационном ступенчатом охлаждении консервов «Компот из черешни»

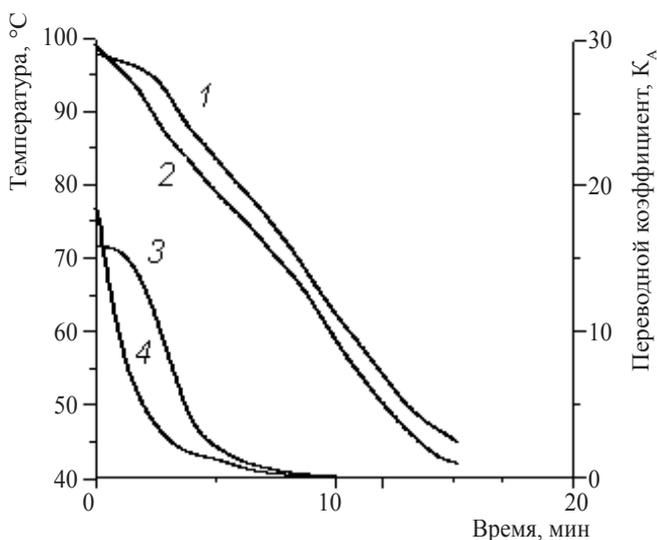


Рис. 4. Кривые охлаждения и фактической летальности в наиболее (2, 4) и наименее (1, 3) охлаждаемых точках банки СКО 1-82-1000 при ступенчатом ротационном охлаждении ($n = 16$ об./мин) консервов «Компот из яблок»

уровень процесса; в течение 12 мин температура продукта снижается от 100 до 51–52 °С. Средняя скорость процесса охлаждения составляет 4,0 °С/мин.

На рис. 4 представлены кривые охлаждения консервов «Компот из яблок» в банке СКО1-82-1000 с вращением тары с донышка на крышку по режиму:

$$\left(\frac{5}{80^\circ\text{C}} \cdot \frac{5}{60^\circ\text{C}} \cdot \frac{5}{40^\circ\text{C}} \right) 0,2.$$

Как видно из рисунка, режим обеспечивает равномерное охлаждение консервов по всему объему при одновременном сокращении продолжительности процесса охлаждения, при этом по сравнению с используемыми в промышленности способами охлаждения он также обеспечивает относительно низкий температурный уровень процесса; в течение 15 мин температура продукта снижается от 100 до 45 °С. Средняя скорость процесса охлаждения составляет 3,53 °С/мин.

На рис. 5 представлены кривые охлаждения консервов «Компот из черешни» в банке СКО1-82-3000 с вращением тары с донышка на крышку по режиму:

$$\left(\frac{8}{80^\circ\text{C}} \cdot \frac{8}{60^\circ\text{C}} \cdot \frac{8}{40^\circ\text{C}} \right) 0,26.$$

Как видно из рисунка, режим обеспечивает равномерное охлаждение консервов по всему объему при одновременном сокращении продолжительности процесса

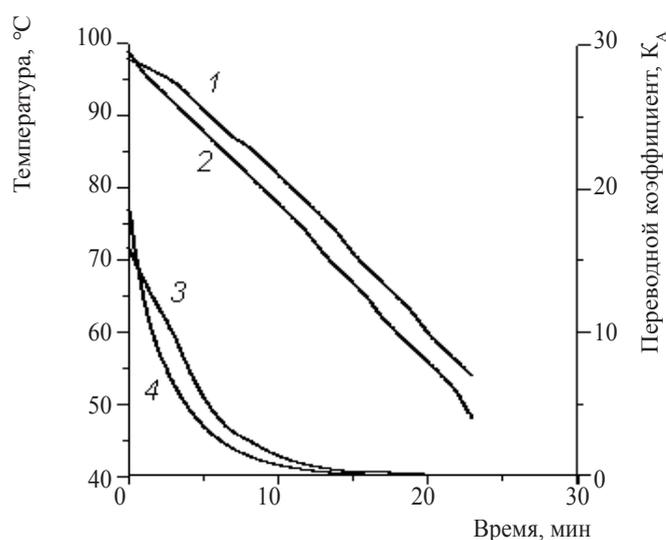


Рис. 5. Кривые охлаждения и фактической летальности в наиболее (2, 4) и наименее (1, 3) охлаждаемых точках банки СКО 1-82-3000 при охлаждении консервов «Компот из черешни» путем ступенчатого орошения с ротацией тары

охлаждения, при этом по сравнению с используемыми в промышленности способами охлаждения он также обеспечивает относительно низкий температурный уровень процесса; в течение 24 мин температура продукта снижается от 100 до 50–52 °С. Средняя скорость процесса охлаждения составляет 2,04 °С/мин.

Таким образом, можно сделать вывод об эффективности способа ступенчатого охлаждения консервов после тепловой стерилизации в воде или ступенчатым водяным охлаждением, по сравнению с используемыми в промышленности способами охлаждения, и рекомендовать их для использования при проектировании аппаратов непрерывного действия для тепловой стерилизации консервов.

Список литературы

1. Сборник технологических инструкций по производству консервов, Т. 2, — М. Пищевая промышленность. 1977.
2. Мурадов М. С. Автореферат дисс. канд. техн. наук, Одесса, 1977.
3. Флауменбаум Б. Л. Основы консервирования пищевых продуктов. — М.: Легкая и пищевая промышленность. 1982.
4. Патент РФ № 2318389. Способ консервирования компота из яблок./Ахмедов М. Э., Исмаилов Т. А. 2008. Б. И. № 7.