

# ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ГИДРОБИОНТОВ

УДК 664.871.335.5

*Е. И. Верболоз, Г. В. Алексеев*

## ВЛИЯНИЕ ВЫНУЖДЕННОЙ КОНВЕКЦИИ ЖИДКОСТИ ВНУТРИ БАНКИ НА ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ПРОЦЕССА СТЕРИЛИЗАЦИИ ПРИ КОНСЕРВИРОВАНИИ РЫБНЫХ ПРОДУКТОВ

Возможность активного перемещения жидкой фазы в банке позволяет проводить высокотемпературную стерилизацию, т. е. стерилизацию при температуре теплоносителя до 150–160 °С. Установлено, что для интенсификации тепловых процессов при стерилизации рыбных консервов с жидкой заливкой, расфасованных в металлическую тару, предпочтительной является высокотемпературная стерилизация с вращением банок с доньшка на крышку. Показано, что это позволяет увеличить движущую силу процесса и значительно сократить время прогрева. Кроме того, высокотемпературная стерилизация, реализованная по экспериментально выявленным режимам в совокупности с рассчитанным числом оборотов вращения банок, не только сокращает время процесса, но и повышает качество продукции, т. к. при таких условиях перегрева периферийных слоев практически не происходит и весь продукт прогревается равномерно. Результаты исследования будут способствовать совершенствованию оборудования, обеспечивающего наиболее полную сохраняемость полезных пищевых веществ консервируемых рыб.

**Ключевые слова:** консервирование, рыбные продукты, вынужденная конвекция, высокотемпературная стерилизация.

### Введение

При стерилизации основной задачей является повышение температуры продукта до требуемого значения и его выдержка при этом значении в течении определенного времени для уничтожения различных форм микроорганизмов и инактивации ферментов. Полное время тепловой обработки продукта в таре  $\tau$  складывается из времени загрузки  $\tau_3$  банок в аппарат, времени нагрева  $\tau_n$ , времени выдержки при температуре стерилизации  $\tau_{ст}$ , времени охлаждения  $\tau_{охл}$  и времени разгрузки  $\tau_p$ , т. е.

$$\tau = \tau_3 + \tau_n + \tau_{ст} + \tau_{охл} + \tau_p.$$

В современных стерилизаторах непрерывного действия время загрузки и выгрузки практически равно нулю, а в стерилизаторах периодического действия, снабженных механизированными системами загрузки и выгрузки банок из аппарата, эти величины несоизмеримо малы по отношению ко времени собственно процесса стерилизации и охлаждения. Таким образом, полное время, которое необходимо затратить на тепловую обработку консервов в банках, можно записать в виде

$$\tau = \tau_n + \tau_{ст} + \tau_{охл}.$$

При определенной для данного вида консервов температуре время выдержки ограничено значением летального времени  $\tau_l$  и строго регламентировано временем, которое требуется для уничтожения микроорганизмов в наиболее удаленных точках продукта.

В работе [1] достаточно полно рассмотрены факторы, определяющие летальное время для каждого продукта. Анализ влияния этих факторов, особенно температуры, на  $\tau_l$  указывает, что сокращение  $\tau_{ст}$  возможно при проведении высокотемпературной стерилизации, которая, как отмечается в [2], не может быть реализована в обычных стерилизаторах, а требует нового

аппаратурного оформления. Из такого вывода следует необходимость изменения конструкции стерилизаторов путем сокращения общего времени стерилизации, что возможно лишь за счет сокращения времени нагрева и охлаждения продукта в таре.

Количество тепла, передаваемого от теплоносителя к нагреваемому объекту или от охлаждаемого объекта к хладоносителю, описывается, как известно, уравнением

$$Q = k \cdot F \cdot \Delta t \cdot \tau,$$

где  $\Delta t = t_r - t_n$  – движущая сила процесса, °С;  $t_r, t_n$  – температура теплоносителя (хладоносителя) и продукта, °С.

По мере нагрева банки с продуктом движущая сила процесса уменьшается и, соответственно, скорость повышения температуры продукта снижается. Если, как обычно, температура стерилизации консервов задана, скорость прогресса (или охлаждения) будет определяться в основном величиной коэффициента теплопередачи  $k$ .

Известно, что значение  $k$  определяет гидродинамическая обстановка, а также теплофизические свойства носителя тепла и самого обрабатываемого продукта. Стерилизация продуктов при неподвижности банок предполагает перенос тепла от теплоносителя к продукту за счет теплопроводности, при этом сопротивление тепловому потоку описывается уравнением

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{dl} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{\delta_{п}}{\lambda_{п}},$$

где  $\delta_{ст}$  – толщина стенки банки;  $\delta_{п}$  – толщина пристенного потока;  $\lambda_{ст}$  – теплопроводность стенки банки;  $\lambda_{п}$  – теплопроводность потока.

### Постановка исследований

Предположим, что стерилизуемый продукт представляет собой неподвижную гомогенную среду, например рыбные паштеты. В этом случае сопротивление теплопередаче сосредоточено в отношении  $\delta_{п}/\lambda_{п}$ , которое и определяет основное время нагрева (охлаждения). На практике большинство видов рыбных консервов – это отдельные тушки рыбок, находящихся в жидкой заливке, масляной или томатной. Такой вид консервов представляет собой негетерогенную структуру, и сопротивление тепловому потоку, если банки неподвижны, можно представить в виде

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{dl} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{\delta_{п}}{\lambda_{п}} + \frac{E\delta_{ж.з}}{\lambda_{ст}} + \frac{E\delta_{т.ф}}{\lambda_{т.ф}}. \quad (1)$$

Если каким-то образом жидкую заливку заставить перемещаться внутри банки, то уравнение (1) можно представить в виде

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{dl} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{1}{d_2} + \frac{\delta_{т.ф}}{\lambda_{т.ф}}.$$

В этом случае задача о потоке тепла от стенки банки к наиболее удаленным точкам продукта заменяется задачей конвективного переноса тепла жидкой заливкой к отдельным тушкам рыбок (рис. 1).

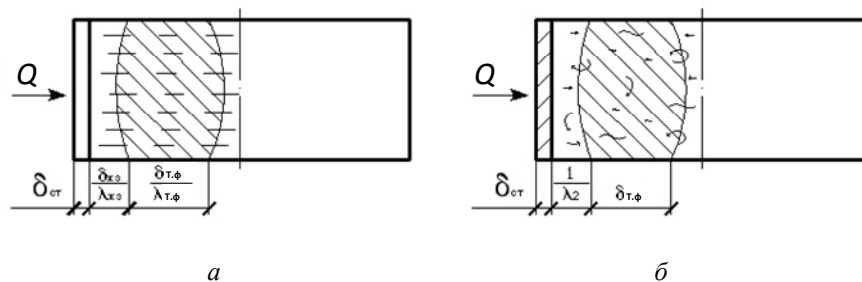


Рис. 1. Схема теплопередачи в случае:  
 а – неподвижной жидкой заливки; б – подвижной жидкой заливки

Появление конвективного переноса приводит к резкому увеличению коэффициента теплопередачи и, как следствие, к уменьшению времени нагрева (охлаждения)  $\tau_n(\tau_{охл})$ . Оценим влияние конвекции жидкой заливки на коэффициент теплопередачи на примере консервов «Шпроты в масле». Предположим, что условия снаружи банки в обоих случаях одинаковы, при этом коэффициент  $\alpha$ , при прогреве продукта насыщенным водяным паром, будет  $500 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , термическое сопротивление стенки жестяной банки при толщине стенки  $\delta_{ст} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ м}$  и теплопроводности жести  $50 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$  будет равно  $\delta_{ст}/\lambda_{ст} = 6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 \text{ град}/\text{Вт}$ .

Пусть тушки рыбы уложены в один слой по высоте банки и схему термических сопротивлений можно записать в следующем виде: теплоноситель – стенка банки – жидкая заливка ( $\delta_{ж.з} = 5 \text{ мм}$ ) – тушка рыбы ( $\delta_p = 7,5 \text{ мм}$ ).

Тогда величины, определяющие процесс в неподвижных условиях, могут быть представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Определение коэффициента теплопередачи в стационарных условиях**

| $1/\alpha_1$      | $\delta_{ст}/\lambda_{ст}$ | $\delta_{ж.з}/\lambda_{ж.з}$ | $\delta_{т.ф}/\lambda_{т.ф}$ | $k$   |
|-------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|-------|
| $2 \cdot 10^{-4}$ | $6 \cdot 10^{-6}$          | $2,77 \cdot 10^{-2}$         | $1,5 \cdot 10^{-2}$          | 23,31 |

Поскольку при вынужденной конвекции жидкой заливки в условиях ламинарного режима  $\alpha_2 = 400 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , то значения табл. 1 изменятся и станут равными записанным в табл. 2.

Таблица 2

**Определение коэффициента теплопередачи в динамических условиях**

| $1/\alpha_1$      | $\delta_{ст}/\lambda_{ст}$ | $1/\alpha_2$        | $\delta_{т.ф}/\lambda_{т.ф}$ | $k$   |
|-------------------|----------------------------|---------------------|------------------------------|-------|
| $2 \cdot 10^{-4}$ | $6 \cdot 10^{-6}$          | $2,5 \cdot 10^{-3}$ | $1,5 \cdot 10^{-2}$          | 56,47 |

Сравнение данных, приведенных в табл. 1, 2, говорит о том, что для принятых условий скорость нагрева увеличивается почти в 2,5 раза. В работах [3, 4], на примерах стерилизации консервов, показано влияние вынужденной конвекции на продолжительность стерилизации.

Данные этих публикаций свидетельствуют о том, что стерилизация при вынужденной конвекции жидкости внутри банки позволила существенно сократить время процесса тепловой обработки содержимого банок.

Чтобы организовать движение жидкой фазы продукта внутри банки, на последнюю можно оказать механическое воздействие в виде вибрации, качения или вращения [5]. Влияние низкочастотных колебаний на скорость прогрева пищевых жидкостей в таре рассмотрено в работе [6]. На примере стерилизации сгущенного молока в банках (диаметр – 73 мм, высота – 80 мм) при постоянной температуре пара и максимальной скорости вибрации ( $v = 44 \text{ см}/\text{с}$ ) было показано, что время прогрева консервов до заданной температуры сокращалось в 3–4 раза. Однако в этой же работе отмечается, что для всех вязких консервов, прогрев которых исследовался, вибрация банки с частотами  $n = 11 \text{ с}^{-1}$  и ниже нецелесообразна ввиду незначительного увеличения  $\alpha_1$ . Для расчета времени прогрева в работе предложена зависимость

$$\tau = 2,72Pr^{0,33} \left( 2,12 - \lg \bar{U} \right) \text{ при } 10 \leq Pr \leq 70 \text{ и } 5 \cdot 10 \text{ м}/\text{с} \leq U \leq 45 \cdot 10^{-2} \text{ м}/\text{с},$$

где  $U = \pi \cdot 2 \cdot a \frac{f}{\sqrt{2}}$  – среднеквадратичная скорость вибрации;  $2a$  – двойная амплитуда колебаний;  $f$  – частота колебаний.

Следует отметить, что значение  $\alpha_2$  в вышеупомянутом эксперименте достигало порядка  $3200 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ .

Применение вибрации для интенсификации процесса теплообмена, несмотря на очевидный эффект, возможно лишь в условиях периодической стерилизации, т. к. в случае движения банок через аппарат непрерывного действия неизбежно возникнут трудности технического характера при совмещении транспортировки с вибрацией банок.

Кроме того, интенсивная вибрация банок при таком способе стерилизации рыбных консервов вызывает разрушение твердой фазы продукта (рыбок), что приводит к снижению качества консервов.

Вынужденная конвекция содержимого банки путем ее вращения может осуществляться двумя способами (рис. 2): вращением банки вокруг ее оси и вращением банки с доньшка на крышку, причем последний вариант также может быть осуществлен двумя способами – вокруг горизонтальной оси банки или вокруг оси вращения носителя банок.

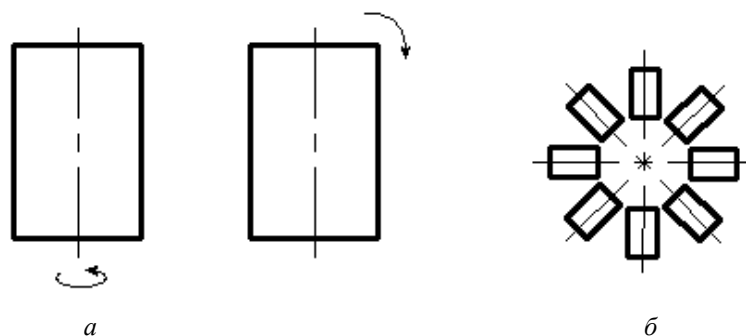


Рис. 2. Схемы организации внутренней конвекции содержимого банки:  
а – при повороте относительно вертикальной оси; б – при повороте с дна на крышку

Вращение банок вокруг своей оси, как правило, малоэффективно из-за того, что перемещения жидкости внутри банки почти не происходит. Этот случай можно сравнить с относительным равновесием жидкости при вращении цилиндра относительно продольной оси с постоянной угловой скоростью. Иное дело, когда банка вращается вокруг своей горизонтальной оси (рис. 3).

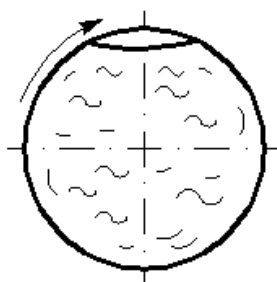


Рис. 3. Схема перемещения воздушного пузырька

В этом случае имеющийся паровоздушный пузырек при вращении банки как бы омывает только внутреннюю поверхность банки, турбулизуя жидкость у стенки, жидкость при этом стремится занять место уходящего пузырька.

Недостатком такого способа интенсификации процесса теплообмена является то, что конвекция охватывает лишь часть пристенной области, по которой движется пузырек, не вызывая перемешивания внутренней части объема банки. Случай, приведенный на рис. 3, соответствует случаю, когда силы тяжести преобладают над центробежными силами, что соответствует незначительному числу оборотов. С увеличением числа оборотов центробежные силы начинают преобладать, выталкивая жидкость к периферии, и это приводит к смещению пузырька в центр банки и снижению эффекта перемешивания, что аналогично первому случаю вращения банки (см. рис. 2).

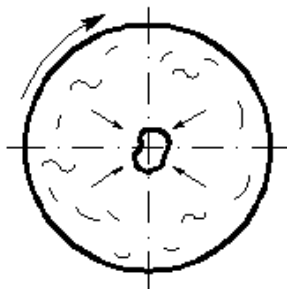


Рис. 4. Вариант схемы перемещения воздушного пузырька

Сравнение эффективности нагрева при осевом вращении и вращении банки с доньшка на крышку при прочих равных условиях (тара, продукт, начальная и конечная температура), проведенное в работе [6], показало, последний способ значительно эффективнее. В работе [7] показано, что скорость нагрева или охлаждения банок зависит от числа оборотов вращения банки, а также от объема воздушного пространства в банке, а в работе [8] приведены данные о скорости охлаждения апельсинового сока в банках в зависимости от величины свободного пространства, а также числа оборотов  $n$ . На графике на рис. 5 видно, что с увеличением числа оборотов скорость охлаждения возрастает, но не бесконечно. При достижении определенного (оптимального) значения скорость охлаждения начинает вновь уменьшаться при дальнейшем увеличении  $n$ .

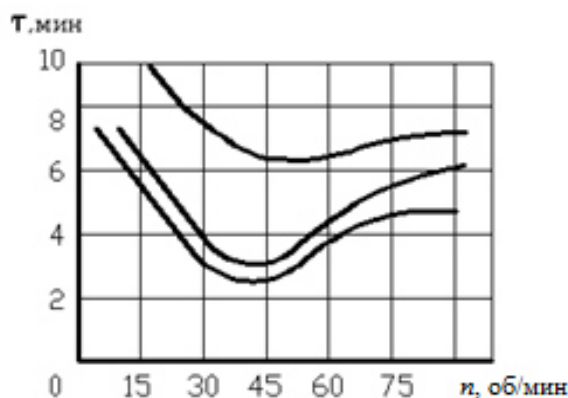


Рис. 5. Скорость охлаждения апельсинового сока (температура воды  $t = 21$  °С) в зависимости от величины свободного пространства в банках:  
1 – 6,4 мм; 2 – 3,2 мм; 3 – 9,5 мм [8]

В работах [9, 10] описаны исследования влияния числа оборотов вращения банки на скорость прогрева продукта. Там же приведено сравнение времени прогрева измельченного шпината при неподвижном состоянии банки и при вращении с различным числом оборотов. Отмечается уменьшение времени прогрева в 2–2,5 раза.

Исследование влияния числа оборотов вращения банки с доньшка на крышку показывает, что для определенного вида тары и продукта существует оптимальное число оборотов. Исходя из равенства силы тяжести и центробежной силы [10], приведем уравнение для расчета оптимального значения  $n$ :

$$n = \frac{\sqrt{\rho}}{R}^3, \quad (2)$$

где  $R$  – радиус окружности, описываемой банкой в процессе стерилизации, м;  $\rho$  – ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup>.

### Обсуждение результатов исследований

Следует отметить, что уравнение (2) не учитывает вязкость продукта и поэтому пригодно лишь для приближенной оценки  $n$  банок с маловязкими жидкостями. Наличие твердой фазы продукта еще больше увеличит отклонение реальных оптимальных значений  $n$  от рассчитанных по уравнению.

Действительно, продукты с относительно малой вязкостью будут прогреваться быстрее в случае равенства сил тяжести и центробежной (рис. 6, в).

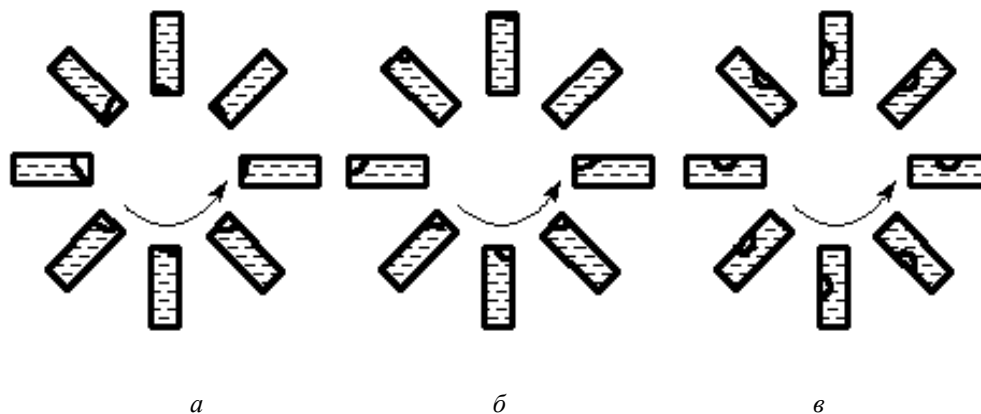


Рис. 6. Схемы «запирания» пузырька в банке

В случае суммарного действия этих сил, равного нулю, пузырек перемещается по всему объему банки, перемешивая жидкую фазу. Преобладающее влияние одной из сил приводит к «запиранию» пузырька либо в верхней (рис. 6, а), либо в нижней (рис. 6, б) части банки.

В работе [11] изучалась прогреваемость мясных консервов «Гуляш говяжий» при трех вариантах состояния банки: неподвижном, вращении с доньшка на крышку и качении. Отмечалось, что два последних случая значительно интенсифицировали теплообмен, причем время достижения необходимой температуры сократилось в 11–13 раз, однако качение банок не дало никаких преимуществ перед их вращением.

Влияние соотношения твердой и жидкой фаз на эффективность ротационной стерилизации рассматривалось в работе [12]. Было установлено, что наиболее существенное влияние вращения на скорость прогрева консервов наблюдалось в банках с 20 %-ным содержанием жидкой фазы. Этот факт примечателен тем, что большинство рыбных консервов с жидкой заливкой имеют именно такое соотношение твердой и жидкой фаз. В этой связи данные [12] указывают на целесообразность применения такого способа интенсификации процесса теплообмена для рыбных консервов в металлической таре.

### Выводы

Возможность активного перемешивания жидкой фазы в банке позволяет проводить высокотемпературную стерилизацию, т. е. стерилизацию при повышенных значениях температурах теплоносителя (до 150–160 °С). Исследования показали, что это позволяет увеличить движущую силу процесса и еще более сократить время прогрева. Высокотемпературная стерилизация, реализованная по экспериментально выявленным режимам в совокупности с рассчитанным числом оборотов вращения банок, не только сокращает время процесса, но и повышает качество продукции, т. к. при таких условиях перегрева периферийных слоев практически не происходит и весь продукт прогревается равномерно.

Результаты исследований свидетельствуют также о том, что для интенсификации тепловых процессов при стерилизации консервов с жидкой заливкой, расфасованных в металлическую тару, наиболее предпочтительна высокотемпературная стерилизация с вращением банок с доньшка на крышку.

Результаты исследования будут способствовать совершенствованию оборудования, обеспечивающего наиболее полную сохраняемость полезных пищевых веществ консервируемых рыб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hale M. B., Brown T. Fatty acids and lipid classes of three underutilized species and changes due to canning // Mar. Fish. Rev. 1983. Vol. 45. No. 4–6. P. 45–48.
2. Ohshima T., Wada S. Нихон суйсан гаккайси // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 1986. Vol. 52, no. 6. P. 1095–1102.
3. Leonard S. J., Merson R. L., Marsh G. L., Heil L. R. Estimating Thermal Degradation in Processing of Foods // J. Agric. Food Chem. 1986. Vol. 34. P. 392–396.
4. Nodkarni M. M., Hatton T. A. Optimal Nutrient Retention during the Thermal Processing of Conduction-Heated Canned Foods: Application of the Distributes Minimum Principle // Journal of Food Science. 1985. Vol. 50. P. 1312–1321.
5. Adams H. W. Class processing in agitated cookers // Canner Pecker. 1972. No. 6.
6. Mouchet M. Evolution de sterilisation // J. Hydrolock. Ind. Alim. Et Agric. 1967. No. 84.
7. Ball C. O., Olsen F. C. W. Sterilization food technology. MeQraw Hill, New York, 1957. 654 p.
8. Lemlich P. Effect of Vibration on Natural Convection Heat Transfer // Industrial and Engineering Chemistry. 1965. No. 1. P. 27–33.
9. Биденко М. С., Артюхова С. А. Перспективы развития технологии консервов из объектов океанического промысла. Калининград: АтлантНИРО, 1987. С. 4–10.
10. Блинов Ю. Г. Изменение коллагена при тепловой обработке мышечной ткани мороженой ставриды. Владивосток: ТИНРО, 1987. 6 с. Деп. в ЦНИИТЭИРХ 26.05.87, № 844-рх87.
11. Алексеев Г. В., Аксенова О. И. Использование математического моделирования для ресурсосберегающих пищевых производств // Науч. журнал НИУ ИТМО. Сер.: Процессы и аппараты пищевых производств. 2014. № 3. С. 1–10.
12. Saguy I., Karel M. Modeling of Quality Deterioration During Food Processing and Storage // Food Technology. 1980. Vol. 34, no. 2. P. 78–85.

Статья поступила в редакцию 10.10.2016

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Верболов Елена Игоревна** – Россия, 197101, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики; г-р техн. наук, профессор; зав. кафедрой технологических машин и оборудования; gva2003@mail.ru.

**Алексеев Геннадий Валентинович** – Россия, 197101, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики; г-р техн. наук, профессор; зав. кафедрой процессов и аппаратов пищевых производств; gva2003@mail.ru.



*E. I. Verboloz, G. V. Alexeev*

**INFLUENCE OF FORCED CONVECTION  
IN LIQUID INSIDE THE TIN  
ON DURATION OF STERILIZATION  
IN THE COURSE OF FISH PROCESSING**

**Abstract.** The article focuses on the process of intensive mixing of liquid phase in the tin during high-temperature sterilization, i.e. sterilization when temperature of the heat carrier reaches

150–160°C. It has been stated that for intensification of the thermal process during sterilization of tinned fish with liquid filling it is preferable to turn a tin from bottom to top. This operation helps to increase the driving power of the process and to shorten warming time. Besides, high-temperature sterilization carried out according to experimental modes, where the number of tin turnovers is calculated, greatly shortens processing time and improves quality of the product. In this case there is no superheating, all tins are evenly heated. The study results will contribute to equipment modernization and to preserving valuable food qualities.

**Key words:** preserving, fish products, forced convection, high-temperature sterilization.

#### REFERENCES

1. Hale M. V., Brown T. Fatty acids and lipid classes of three underutilized species and changes due to canning. *Mar. Fish. Rev.*, 1983, vol. 45, no. 4–6, pp. 45–48.
2. Ohshima T., Wada S. Nihon suisan gakkaisi. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 1986, vol. 52, no. 6, pp. 1095–1102.
3. Leonard S. J., Merson R. L., Marsh G. L., Heil L. R. Estimating Thermal Degradation in Processing of Foods. *J. Agric. Food Chem.*, 1986, vol. 34, pp. 392–396.
4. Nodkarni M. M., Hatton T. A. Optimal Nutrient Retention during the Thermal Processing of Conduction-Heated Canned Foods: Application of the Distributes Minimum Principle. *Journal of Food Science*, 1985, vol. 50, pp. 1312–1321.
5. Adams H. W. *Class processing in agitated cookers*. Canner Pecker, 1972, no. 6.
6. Mouchet M. Evolution de sterilisation. *J hydrolock. Jnd. Alim. Etagric.*, 1967, no. 84.
7. Ball S. O., Olsen F. C. W. *Sterilization food technology*. McQraw Hill, New York, 1957. 654 p.
8. Lemlich P. Effect of Vibration on Natural Convection Heat Transfer. *Industrial and Engineering Chemistry*, 1965, no. 1, pp. 27–33.
9. Bidenko M. S., Artiukhova S. A. *Perspektivy razvitiia tekhnologii konservov iz ob"ektov okeanicheskogo promysla* [Possibilities of fish canning technologies using sea fishing objects]. Kaliningrad, AtlantNIRO, 1987. P. 4–10.
10. Blinov Iu. G. *Izmenenie kollagena pri teplovoi obrabotke myshechnoi tkani morozhenoi stavridy* [Changes of collagen in muscle tissue of frozen mackerel during thermal processing]. Vladivostok, TINRO, 1987. 6 p. Deponirovano v TsNIITEIRKh 26.05.87, № 844-rkh87.
11. Alekseev G. V., Aksenova O. I. Ispol'zovanie matematicheskogo modelirovaniia dlia resursoberegaiushchikh pishchevykh proizvodstv [Mathematical modeling in resource-efficient food manufacturing]. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya: Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv*, 2014, no. 3, pp. 1–10.
12. Saguy I., Karel M. Modeling of Quality Deterioration During Food Processing and Storage. *Food Technology*, 1980, vol. 34, no. 2, pp. 78–85.

The article submitted to the editors 10.10.2016

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Verboloz Elena Igorevna** – Russia, 197101, Saint-Petersburg; St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics; Doctor of Technical Sciences, Professor; Head of the Department of Technological Machines and Equipment; gva2003@mail.ru.

**Alexeev Gennadiy Valentinovich** – Russia, 197101, Saint-Petersburg; St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics; Doctor of Technical Sciences, Professor; Head of the Department of Processes and Machines for Food Manufacturing; gva2003@mail.ru.

