

2. Сборник технологических инструкций по производству консервов. Т-2, М., 1977г.
3. Демирова А.Ф. Ступенчатая стерилизация консервов./ А.Ф. Демирова // Продукты длительного хранения –2007. –№2.–С.7-8
4. Демирова, М.Э. Ахмедов, Т.А. Исмаилов Стерилизация компотов в стеклянной таре СКО 1-82-1000 со ступенчатым нагревом и охлаждением в статическом состоянии / // Известия вузов. Пищевая технология. – 2010. – № 4 – С.88 – 90.
5. А.Ф. Демирова, Т.А. Исмаилов, М.Э. Ахмедов /Оптимизация режимов стерилизации консервов «Огурцы маринованные» с использованием ступенчатого нагрева // Известия вузов. Пищевая технология. – 2011. – № 1. – С.73 – 75.
6. А.Ф. Демирова, Т.А. Исмаилов, М.Э. Ахмедов. Эффективность ступенчатой тепловой стерилизации консервов в стеклянной таре // Вестник Дагестанский государственный технический университет. Технические науки. – 2010. – Вып. №1 (16) – С. 152 – 156.
7. А.Ф. Демирова, М.Э. Ахмедов. Интенсификация процесса стерилизации консервов с использованием ступенчатой тепловой обработки в статическом состоянии тары // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2011. – №1. – С. 22 – 24.
8. А.Ф. Демирова, Т.А. Исмаилов, М.Э. Ахмедов. Аппарат для ротационной стерилизации консервов с использованием ступенчатого нагрева и воздушно-водоиспарительного охлаждения // Известия вузов. Пищевая технология. – 2011. – № 1. – С.82 – 84.

УДК 664.8036:62

Ахмедова М.М.

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ СТЕРИЛИЗАЦИЯ КОНСЕРВИРОВАННОГО КОМПОТА ИЗ ГРУШ В ПОТОКЕ НАГРЕТОГО ВОЗДУХА С ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ НАГРЕВОМ ПЛОДОВ В ЭМП СВЧ

Akhmedova M.M.

HIGH-TEMPERATURE STERILIZATION OF TINNED COMPOTE FROM PEARS IN THE STREAM OF HEATED AIR WITH PRELIMINARY HEATING OF FRUITS IN EMP OF THE MICROWAVE OVEN

В работе представлены результаты исследований по совершенствованию технологического процесса производства консервированного компота из груш с использованием ЭМП СВЧ и высокотемпературной стерилизации.

На основании проведенных экспериментальных исследований и с использованием математического планирования получено уравнение аппроксимации для определения начальной температуры продукта в банке перед стерилизацией ($T, ^\circ\text{C}$), в зависимости от трёх факторов: объёма тары ($V, \text{л}$), мощности СВЧ-нагрева ($P, \text{кВт}$) и продолжительности обработки ($t, \text{с}$):

Разработаны и предложены новые режимы высокотемпературной стерилизации компота из груш в различной таре.

Ключевые слова: *компот, режим стерилизации, высокотемпературная стерилизация, математическая модель, инновационная технология, продолжительность.*

In work results of researches on improvement of technological process of production of tinned compote from pears with use of EMP microwave oven and high-temperature sterilization are presented.

On the basis of the conducted pilot researches and with use of mathematical planning the approximation equation for determination of reference temperature of a product in bank before sterilization ($T, ^\circ\text{C}$), depending on three factors is received: container volume (V, k), microwave heating capacities (P, kW) and processing durations (t, c):

New modes of high-temperature sterilization of compote from pears in various container are developed and offered.

Key words: *compote, sterilization mode, high-temperature sterilization, mathematical model, innovative technology, duration.*

Разработка и внедрение новых энергосберегающих технологий и создание высокоэффективных непрерывных процессов и аппаратов являются одними из основных задач, стоящих перед пищевой промышленностью.

Выполнение этих задач требует изыскания новых способов интенсификации процесса тепловой стерилизации консервов, как одного из энергоёмких и наиболее продолжительных процессов при производстве консервируемых продуктов.

Стерилизация консервов в настоящее время в основном осуществляется в автоклавах [1], которые обладают рядом существенных недостатков, основными из которых являются:

- большая продолжительность процесса тепловой обработки продукта;
- неравномерность тепловой обработки продукта в банках;
- большой расход тепловой энергии и воды.

Одним из эффективных и инновационных решений совершенствования технологий производства консервируемых продуктов является повышение начальной температуры продукта перед стерилизацией [2], которое отражается положительно не только на теплофизической стороне процесса стерилизации, но и на микробиологической, ибо чем выше температура продукта к началу стерилизации, тем меньше микроорганизмов в нем будет и, следовательно, возрастет эффект стерилизации.

Хотя стерилизующее воздействие на продукт оказывают как температура, так и продолжительность процесса, но вплоть до 70°C оно практически равно нулю, и этот период нагрева целесообразнее по возможности ускорить.

К тому же, можно отметить, что предварительный нагрев плодов в банках перед заливкой сиропа обеспечивает повышение температуры заливаемого в банки сиропа и тем самым способствует существенной экономии тепловой энергии, теряемой в окружающую среду в процессе охлаждения сиропа от температуры варки (100°C) до температуры заливки в банки (80°C), что составляет порядка 19300 кДж на 1 туб выпускаемой продукции.

С учетом вышесказанного, нами была исследована возможность увеличения начальной температуры продукта при производстве компота из груши, используя ЭМП СВЧ, обладающее объемным нагревом.

Пищевые продукты по своим электрическим свойствам считаются неидеальными диэлектриками, в которых при воздействии внешнего электрического поля возникают токи проводимости и смещения. Токи проводимости создаются свободными электрическими зарядами, движущимися по всему объему продукта. Токи смещения создаются связанными зарядами, способными перемещаться лишь на незначительные расстояния.

Наличие в плодах и овощах свободной воды, являющейся типичным примером полярной молекулы, является фактором, определяющим интенсивность нагрева продукта в СВЧ поле.

При воздействии СВЧ поля дипольные моменты молекул, имеющие в отсутствие поля произвольные направления, стремятся ориентироваться по направлению поля, что встречает сопротивление со стороны окружающих молекул. Работа, расходуемая на преодоление этого сопротивления, в конечном итоге превращается в теплоту, что и вызывает нагревание продукта.

Воздействие СВЧ- поля на плоды и овощи сопровождается возникновением полей температуры, влажности, механических деформаций разрушения клеток, химических реакций и т.д.

Мощность рассеивания P (кВт) в плодах и овощах, помещенных в СВЧ - камеру, можно определить из уравнения:

$$P = 2nfc \cdot u^2 \cdot \operatorname{tg} \delta, \quad (1)$$

Эту формулу можно преобразовать и получить уравнение, характеризующее удельную мощность $P_{уд}$ (кВт/м²), рассеиваемую в объекте:

$$P_{уд} = 0,56 \cdot E^2 \cdot f \cdot \varepsilon \cdot \operatorname{tg} \delta \cdot 10^{-9} \quad (2)$$

где: E – градиент напряжения, кВ/см;

f - частота тока, Гц;

ε - диэлектрическая проницаемость плодов и овощей;

$\operatorname{tg} \delta$ - тангенс угла диэлектрических потерь, показывающих уровень поглощаемой дозы в объекте

Из уравнения (1) следует, что мощность рассеивания в плодах и овощах прямо пропорциональна квадрату градиента напряжения, частоте ЭМП, произведению ε на $\operatorname{tg} \delta$.

СВЧ энергия обладает тем преимуществом перед традиционными способами нагрева, что тепло передается сразу и одновременно всему продукту, как находящемуся в центре, так и продукту, расположенному у стенок банки, если банки расположены соответствующим образом в СВЧ – поле. Поэтому нагрев содержимого банки до необходимой температуры происходит за считанные секунды, в десятки раз быстрее, чем при обычных способах нагрева.

В этой связи, для увеличения начальной среднеобъемной температуры консервов перед стерилизацией, был предложен и исследован способ обработки плодов залитых сиропом в банках перед их герметизацией, СВЧ энергией [3].

Консервируемые продукты обрабатывали в СВЧ устройстве [4], где с помощью магнетрона возбуждается электромагнитное поле частотой 2400 ± 50 МГц. Устройство снабжено реле времени, обеспечивающим заданный режим, и СВЧ камерой (резонатором), куда помещали исследуемые банки с продуктом. После воздействия СВЧ энергии, в банки заливали сироп, после чего банки герметизировали и выдерживали в течение времени, допускаемого между укупоркой и стерилизацией, предусмотренной технологической инструкцией. Были замерены температуры в наименее прогреваемых точках продуктов в контрольных и экспериментальных образцах.

Результаты экспериментов по прогреваемости некоторых консервов представлены в таблице 1.

Для практической реализации данного способа разработана конструкция СВЧ -устройства для нагрева и пастеризации консервов [4].

Полученные экспериментальные данные достаточно убедительно показывают, что использование предварительного нагрева плодов в СВЧ-поле обеспечивает повышение начальной температуры продукта на $20-23^{\circ}\text{C}$ по сравнению с традиционной технологией.

Таблица 1 - Результаты прогреваемости плодов груши в СВЧ-поле

Наименование консервов	Наименование тары	Продолжительность обработки, с	Начальная температура продукта в банке перед стерилизацией, °С	
			с предварительным нагревом в СВЧ-поле	по действующей технологической инструкции
Компот груш	1-82-350	60	70	48
	1-82-500	90	70	50
	1-82-1000	120	75	52

На основании проведенных экспериментальных исследований и с использованием математического планирования получено уравнение аппроксимации для определения начальной температуры продукта в банке перед стерилизацией ($T, ^\circ\text{C}$), в зависимости от трёх факторов: объёма тары ($V, \text{л}$), мощности СВЧ-нагрева ($P, \text{кВт}$) и продолжительности обработки ($t, \text{с}$):

$$T = 57,2 - 11,29V - 10,29P - 0,06t + 28,85VP + 0,55Vt + 0,08Pt \quad (4)$$

Среднее квадратичное отклонение теоретических значений температуры от экспериментальных составляет 1,68.

Для практической реализации этого способа разработана конструкция устройства для предварительного подогрева плодов и овощей в банках в СВЧ-поле.

Для сравнительной оценки эффективности предлагаемой технологии производства нами предварительно были проведены экспериментальные исследования консервов по режиму традиционной технологии, которые подтвердили ее общеизвестные недостатки, в первую очередь большая продолжительность тепловой обработки, которая составляет 80 мин и неравномерность тепловой обработки отдельных слоев продукта, вследствие которой, часть продукта, расположенная в периферийной зоне получает излишнее, в несколько раз тепловое воздействие.

На рисунке 1 представлены кривые прогреваемости (1,2) и фактической летальности (3,4) в наиболее и наименее прогреваемых точках банки объемом 1,0 л при высокотемпературной тепловой стерилизации с вращением банки консервов «Компот из груш» с предварительным нагревом плодов используя ЭМП СВЧ по режиму:

$$80 \cdot \frac{8}{150(8,0)} \cdot \frac{7}{100} \cdot \frac{15}{20(8,0)} \cdot 0,16$$

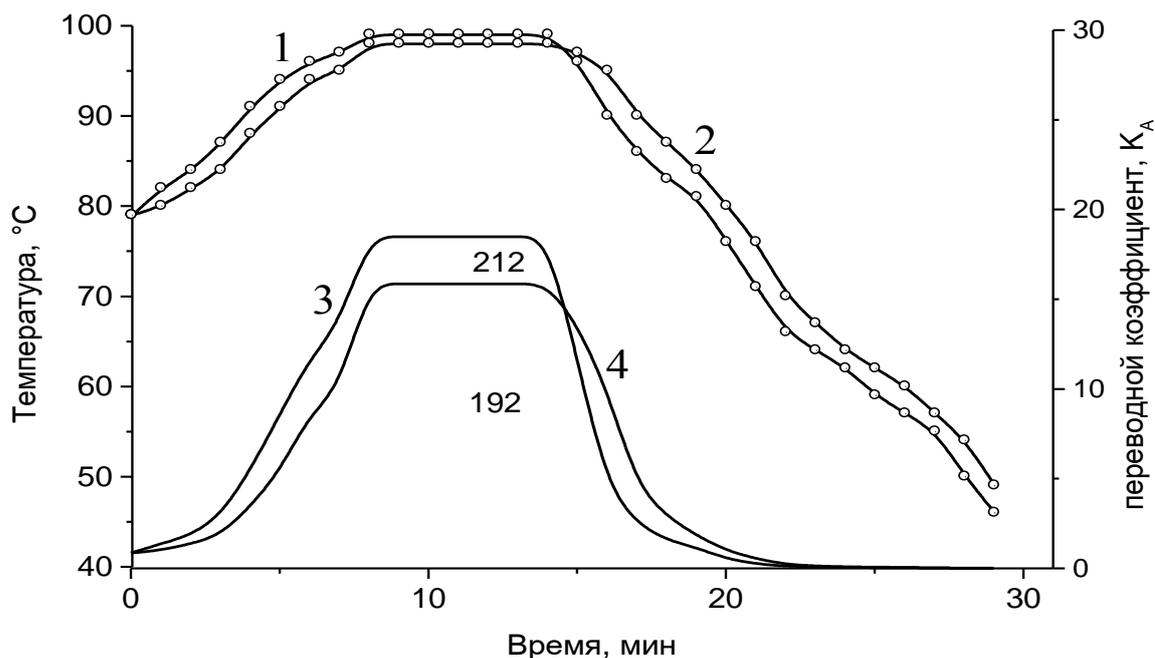


Рисунок 1 – Кривые прогреваемости и фактической летальности в наиболее (1,3) и наименее (2,4) прогреваемых точках банки объемом 1,0 л при ступенчатой ротационной стерилизации ($n=16$ об/мин) консервов «Компот из груш» с предварительным нагревом плодов в ЭМП СВЧ

Анализ кривых фактической летальности микроорганизмов (3,4), представленных на рисунке 1 показывает, что режим обеспечивает требуемый уровень промышленной летальности, так как величины стерилизующих эффектов превышает требуемое значение, равное 150-200 усл. мин[2]. Начальная температура консервов «Компот из груш» после обработки плодов ЭМП СВЧ мощностью 700 Вт и продолжительностью - 120 сек в банках 1-82-1000 достигает 79°C , а по действующей технологии 50°C . Процесс тепловой обработки сокращается по сравнению режимом с традиционной технологии на 50 минут.

На рисунке 2 представлены кривые прогреваемости (1,2) и фактической летальности (3,4) в наиболее и наименее прогреваемых точках банки объемом 0,5 л при высокотемпературной тепловой стерилизации в потоке нагретого воздуха с вращением банки консервов «Компот из груш» с предварительным нагревом плодов в ЭМП СВЧ (мощность 700Вт, продолжительность – 120 сек) по режиму:

$$94 \cdot \frac{3}{150(8,0)} \cdot \frac{7}{100} \cdot \frac{12}{20(8,0)} \cdot 0,13$$

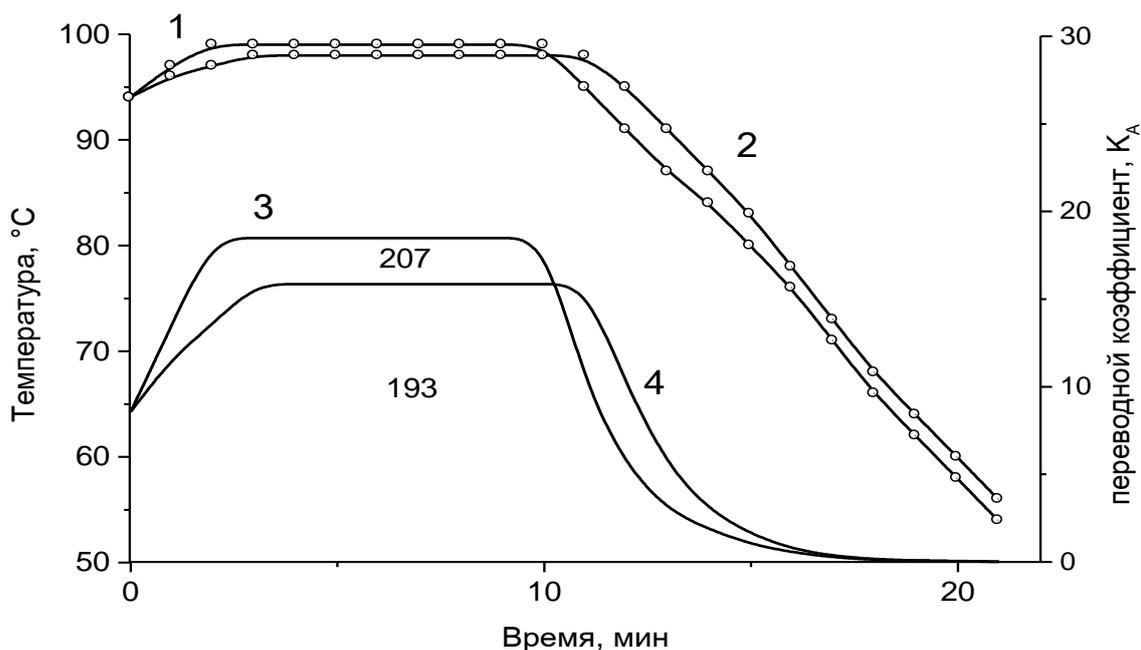


Рисунок 2 – Кривые прогреваемости (1,2) и фактической летальности (3,4) в наиболее (1,3) и наименее (2,4) прогреваемых точках банки объемом 0,5 л при ступенчатой стерилизации консервов «Компот из груш» с предварительным подогревом плодов в ЭМП СВЧ

Как видно из рисунка, начальная температура консервов «Компот из груш» в банках объемом 0,5 л после обработки плодов в ЭМП СВЧ мощностью 700 Вт в течение 120 с достигает 94⁰С, а по действующей технологии 50⁰С. За 3 минуты температура в центре банки при начальной температуре 94⁰С достигается 99⁰С.

Продолжительность процесса тепловой обработки по сравнению с режимом традиционной технологии сокращается на 38 минут, а величины стерилизующих эффектов центральной и периферийной точек свидетельствуют о том, что режим обеспечивает выпуск качественной продукции, удовлетворяющей требованиям промышленной стерильности и микробиологической безопасности.

На рисунке 3 показаны кривые прогреваемости и фактической летальности в наиболее и наименее прогреваемых точках банки объемом 0,65 л при высокотемпературной тепловой стерилизации с вращением банки консервов «Компот из груш» с предварительным нагревом плодов и овощей используя ЭМП СВЧ по режиму:

$$90 \cdot \frac{5}{150(8,0)} \cdot \frac{7}{100} \cdot \frac{15}{20(8,0)} \cdot 0,15 \cdot$$

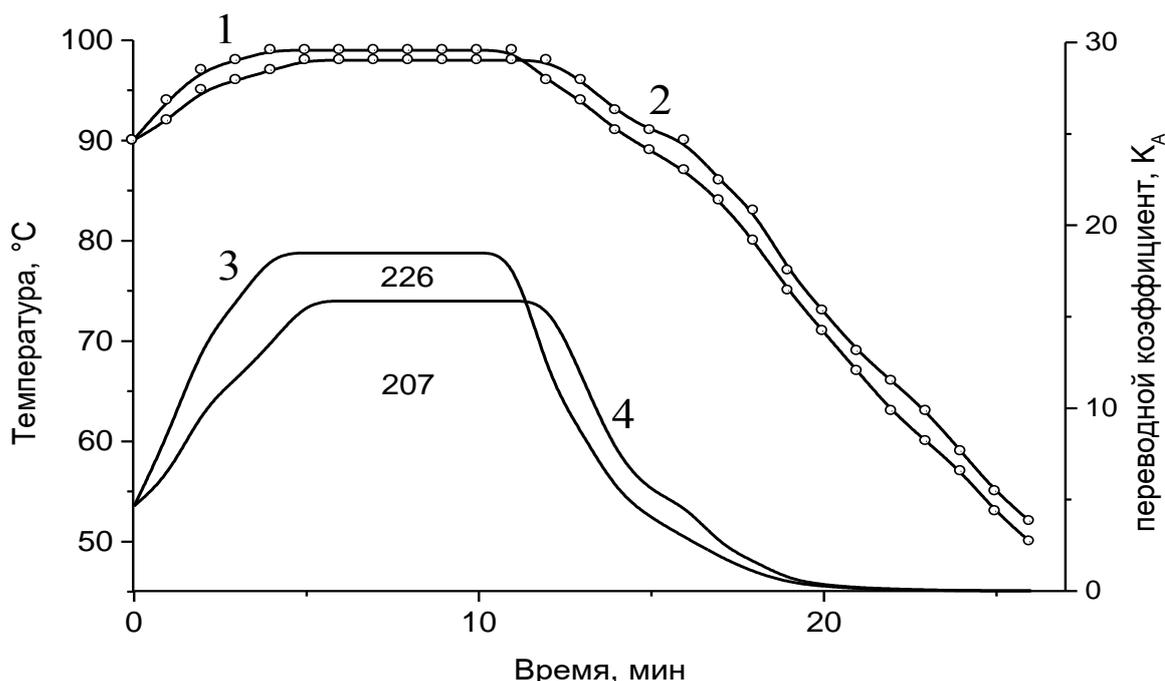


Рисунок 3 – Кривые прогреваемости и фактической летальности в наиболее и наименее прогреваемых точках банки объемом 0,65 л при ротационной ступенчатой стерилизации консервов «Компот из груш» с предварительным нагревом плодов в ЭМП СВЧ

Как видно из анализа кривых прогреваемости и фактической летальности, представленных на рисунке 3, режим обеспечивает требуемую летальность, обеспечивающую промышленную стерильность готовой продукции. За счет повышения начальной температуры продукта до 90⁰С, а по действующей технологии 50⁰С, режим стерилизации сокращается на 33 минут по сравнению с режимом стерилизации по традиционной технологии.

На рисунке 4 представлена технологическая схема производства консервов «Компот из груш» в банке объемом 0,65 л с использованием предварительного нагрева плодов в банках в ЭМП СВЧ и высокотемпературной ротационной стерилизацией в потоке нагретого воздуха по режиму:

$$90 \cdot \frac{5}{150(8,0)} \cdot \frac{7}{100} \cdot \frac{15}{20(8,0)} \cdot 0,15.$$

Источником СВЧ-энергии служила СВЧ-печь малой мощности типа CE277/CE2774TR/.

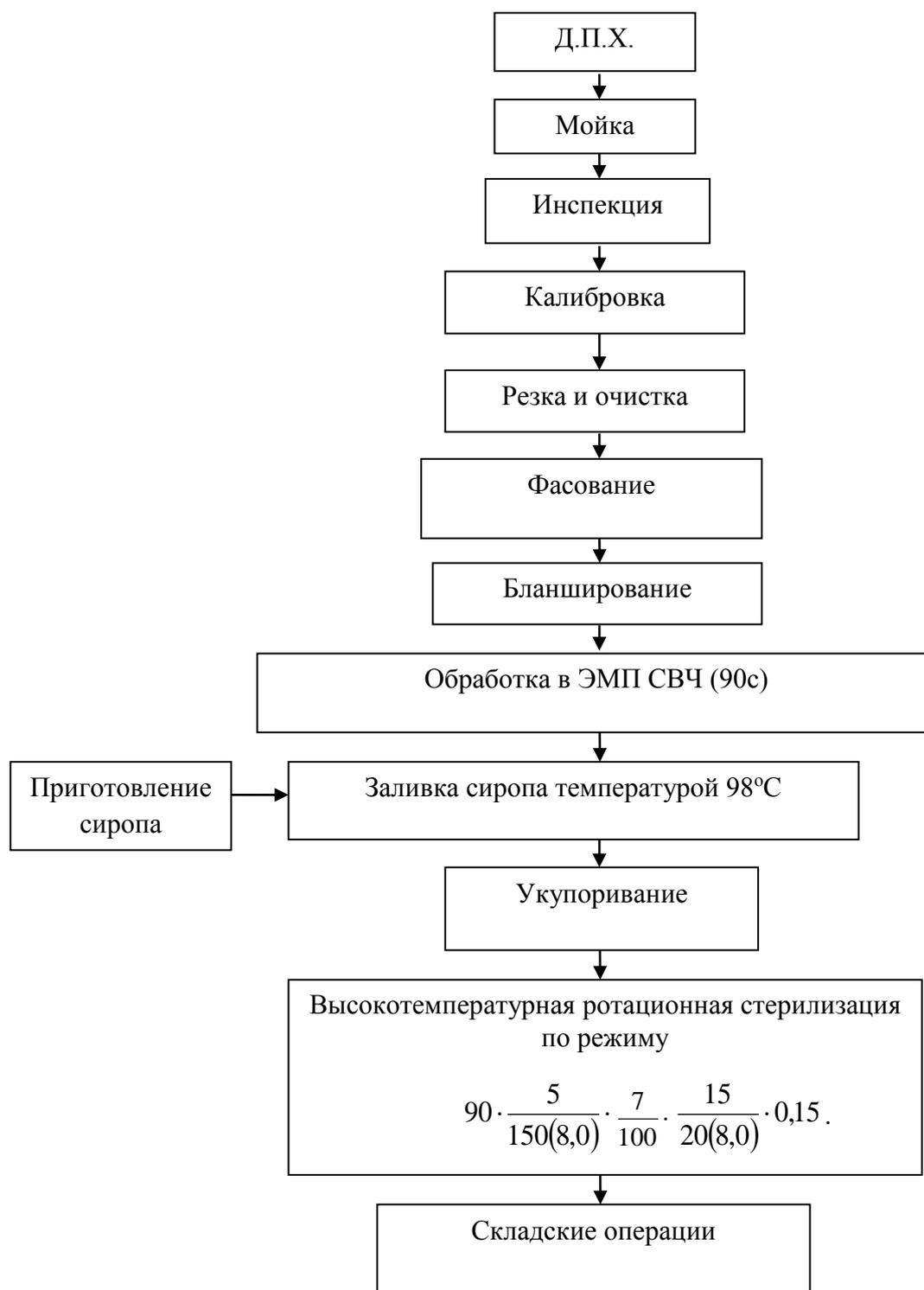


Рисунок 4 – Инновационная технологическая схема производства консервов «Компот из груш» в банке объемом 0,65 л с использованием предварительного нагрева плодов в банках в ЭМП СВЧ и высокотемпературной ротационной стерилизации в потоке нагретого воздуха

Таким образом, анализируя результаты проведенных исследований, можно сделать вывод, что повышение начальной температуры продукта перед стерилизацией, как прием совершенствования технологии производ-

ства консервируемых продуктов, целесообразен, так как режимы тепловой стерилизации, разработанные на их основе, обеспечивают требуемые летальности и сокращение времени тепловой стерилизации, что приводит также к общему улучшению качественных показателей готовой продукции.

Библиографический список:

1. Сборник технологических инструкций по производству консервов, Т.2, М. Пищевая промышленность. 1977.
2. Флауменбаум Б.Л. Основы консервирования пищевых продуктов. М. Легкая и пищевая промышленность. 1982.
3. Патент РФ №2318389. Способ консервирования компота из яблок. /Ахмедов М.Э., Исмаилов Т.А., 2008. Б.И. №7
4. Патент РФ 2344729 .Устройство для подогрева плодов и овощей в банках: пат. Рос. Федерация: МПК А 23 L 3/04 / Ахмедов М.Э., Исмаилов Т.А.; опубл.27.01.09, Бюл.№3;

УДК 547.789.9

Абакаров Г.М.

МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСЫ ТЕЛЛУРСОДЕРЖАЩИХ АМИНОВ И АЗОМЕТИНОВ

Abakarov G.M.

METALCOMPLEXES OF TELLURIUM-CONTAINING AMINES AND AZOMETINES

В данной статье рассмотрены методы синтеза и реакционная способность металлокомплексов теллурсодержащих аминов, азометинов, проблемы конкурентной координации с использованием принципа «мягких» и «жестких» кислот и оснований(Р.Пирсон).

Ключевые слова: *молекулярные комплексы, внутрикомплексные соединения, «мягкие» и «жесткие» кислоты, комплексы бис (аминофенил) дителлурида и комплексы азометинов бис(аминофенил)дителлурида.*