

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение**  
**«Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан»**

**М.Э. Ахмедов, Г.Д. Догеев, М.М. Рахманова,**  
**А.Ф. Демирова, М.-Р.А. Назиев**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ**  
**КОНСЕРВИРОВАННЫХ КОМПОТОВ**  
**С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО**  
**НАГРЕВА ПЛОДОВ В БАНКАХ**  
**НАСЫЩЕННЫМ ПАРОМ И УСКОРЕННЫХ**  
**РЕЖИМОВ СТЕРИЛИЗАЦИИ**



Махачкала  
2021

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан»

**М.Э. Ахмедов, Г.Д. Догеев, М.М. Рахманова,  
А.Ф. Демирова, М.-Р.А. Казиев**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ КОНСЕРВИРОВАННЫХ  
КОМПОТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО  
НАГРЕВА ПЛОДОВ В БАНКАХ НАСЫЩЕННЫМ ПАРОМ  
И УСКОРЕННЫХ РЕЖИМОВ СТЕРИЛИЗАЦИИ**

Махачкала – 2021

УДК 664.8036.62  
ББК 36.81-5  
А 97

Авторы: М.Э. Ахмедов, Г.Д. Догеев, М.М. Рахманова, А.Ф. Демирова, М.-Р.А. Казиев

Составитель: М.Э. Ахмедов

**Совершенствование технологий консервированных компотов с использованием предварительного нагрева плодов в банках насыщенным паром и ускоренных режимов стерилизации / М.Э. Ахмедов и др.; сост. М.Э. Ахмедов; М-во науки и ВО РФ; ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан».** – Махачкала: 2021. – 134 с.

ISBN 978-5-6042560-5-3

DOI:10.25691/improvement.of.canned.compote.technologies. 978-5-6042560-5-3

*В монографии изложены результаты многолетних исследований по совершенствованию технологий производства консервированных пищевых продуктов с использованием новых технических и технологических решений при подготовке плодов. Рассмотрены новые методы и способы тепловой обработки. Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований по тепловой стерилизации консервов с использованием предварительного нагрева плодов в банках насыщенным водяным паром. Приведены новые конструкции аппаратов для тепловой обработки консервируемых продуктов.*

*Монография рассчитана для специалистов перерабатывающих предприятий страны и научных сотрудников, работающих в области переработки сельхозсырья в консервированные пищевые продукты. Может быть полезной для аспирантов и студентов вузов.*

Рецензенты:

профессор кафедры товароведения, технологии продуктов и общественного питания ФГБОУ ВО «ДагГАУ», д-р с.-х.н. Исригова Т.А.  
профессор кафедры технологии продуктов животного происхождения ФГБОУ ВО КубГТУ, д.т.н. Касьянов Г.И.

ISBN978-5-6042560-5-3

Рекомендовано к публикации Ученым Советом Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан» (Протокол № 3 от 25 марта 2021 года.)

УДК 664.8036.62  
ББК 36.81-5

© ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан», 2021

## ВВЕДЕНИЕ

Консервированные пищевые продукты играют важную роль в обеспечении продовольственной безопасности страны, и в настоящее время важнейшим направлением в пищеперерабатывающих предприятиях является применение таких технологий, которые обеспечивают высокую стабильность в процессе хранения и при этом способствующих максимальному содержанию в готовом продукте нативных биологически активных веществ исходного сырья.

В связи с этим, повышение качества консервируемой плодоовощной продукции, прежде всего, направлено на обеспечение потребителей биологически полноценными продуктами питания, которые богаты белками, углеводами, витаминами, органическими кислотами, минеральными и другими полезными веществами, которые служат основой для нормальной жизнедеятельности человека.

Производство консервированных компотов высокого качества требует применения инновационных технологических решений и совершенствования наиболее важных технологических процессов, оказывающих влияние как на качество готовой продукции, так и на материальные и энергетические затраты на выработку продукции и тем самым на конкурентоспособность готовой продукции.

Наиболее важным, обязательным и одновременно самым энергоемким и продолжительным процессом в технологическом цикле производства консервированных компотов является стерилизация. Она является обязательным завершающим этапом производства всех консервируемых продуктов в герметической таре и направлена на достижение сохранности консервированных продуктов, посредством уничтожения микрофлоры способствующих порче продукта или подавления их активности, одновременно инактивируя ферментативные комплексы, вызывающих снижение качества и вкусовых параметров продуктов при хранении.

Всесторонняя оценка и поиск путей решения этих проблем и реализация их в практическую деятельность можно обеспечить только при широком применении результатов современных исследований науки,

основанных на принципах интенсификации ресурсо- и энергосбережения, взамен традиционных методов обработки сырья, которые не обеспечивают как требуемое улучшенное качество готовой продукции, так и решение вопросов ресурсо- и энергосбережения.

## **ГЛАВА 1 ОБЗОР НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

Производство консервированных компотов по технологиям, применяемым в настоящее время в консервной промышленности [119,121,124], выявляет множество существенных недостатков, которые естественно сказываются как на качестве выпускаемой продукции, так и на их конкурентоспособности.

В Республике Дагестан, наряду с другими регионами Северного Кавказа, важное внимание уделяют развитию сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности.

В экономике республики АПК является основным звеном. Основу АПК РД, вместе с рядом других отраслей, составляет и консервная промышленность.

Однако недостаточное внимание, уделяемое развитию сельскохозяйственного производства, в том числе и технологическая отсталость консервных предприятий, приводит к снижению эффективности данного сектора экономики.

В связи с этим важным и приоритетным направлением для эффективного функционирования предприятий консервной промышленности является внедрение инновационных технологических решений [29,30,31,40,41] по совершенствованию существующих и разработке новых технологий производства, обеспечивающих повышение качества и снижение себестоимости продукции.

### **1.1. Химико-технологическая характеристика плодового и ягодного сырья для производства компотов**

При проведении исследований по совершенствованию технологий производства консервированных компотов использовалось плодовое и ягодное сырье, выращенное в условиях Республики Дагестан. В качестве сырья для производства компотов были рассмотрены следующие виды плодов и ягод: яблоки, айва, груши, черешня, вишня, слива, алыча, персики, абрикосы и виноград.

Семечковые плоды являются наиболее распространенной группой плодово-ягодных культур, которые занимают более 50% от общей площади плодово-ягодных насаждений. Характерной особенностью семечковых плодов является то, что они обладают высокой пищевой ценностью благодаря содержанию сахаров (до 12%), витаминов (С, В, В<sub>2</sub>, РР) и минеральных веществ, прекрасными вкусом и ароматом ввиду наличия органических кислот, эфирных масел и дубильных веществ[70].

Содержание пектиновых веществ в них достигает до 2% [70], что дает также возможность использования их для кондитерского производства.

### **1.1.1. Химико-технологическая характеристика семечковых плодов**

Из семечкового сырья для производства плодово-ягодных компотов применяются яблоки, груши и айву [70].

Из всего многообразия сортов яблок, к рекомендованным для производства компотов относятся следующие[119]: Анис московский, Анис полосатый, Антоновка, Пепин шафранный, Пепин Лондонский, Ренет бумажный, Ренет Баумана, Ренет орлеанский, Ренет Семиренко, Розмарин, Славянка, Пармен зимний золотой и др.

Яблоки являются самой распространенной культурой из семечковых плодов. Наибольшая распространенность яблок объясняется не столько благоприятным почвенно-климатическими условиями выращивания, но в основном и высокими вкусовыми достоинствами, химическим составом, в том числе и хорошей сохраняемостью и транспортабельностью.

Яблоки в среднем содержат воды в пределах 83-88%, сахаров – 8,2-12,8%. Причем из сахаров преобладает фруктоза, меньше в них содержится сахарозы. Незрелые плоды яблок содержат крахмал, который в процессе созревания расщепляется с образованием сахаров[70].

Органические кислоты в яблоках представлены яблочной и лимонной, общее содержание которых составляет порядка 0,4–1,2%, обнаружены также хинной, кофейной, салициловой, борной, валериановой и уксусной кислоты. По содержанию витамина С яблоки

не считаются богатым источником, содержание его в яблоках южной зоны составляет порядка 10–20 мг%, содержатся также витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, каротин. Важно отметить, что яблоки богаты пектиновыми веществами (0,7–1,2%).

Из фенольных соединений яблоки содержат кверцетин, эпикатехин, галлокатехин и другие катехины, хлорогеновые кислоты, лейкоантоцианы, а в интенсивно окрашенных плодах также антоцианы – цианидин, мекоцианин, пеларгонидин [70].

В яблоках также выявлено наличие более 30 микроэлементов, в том числе такие важные для человека, как марганец, молибден, медь, кобальт, цинк, и другие, из макроэлементов яблоки богаты солями калия.

Для производства компотов рекомендуются следующие сорта груш [119]: Сен-Жермен, Бере Гарди, Бере Жифар, Лесная Красавица, Вильямс, Гимринская, Кюре, Панка и др.

Груши, по сравнению с яблоками намного нежнее, они также отличаются трудностями для сохранения и транспортирования.

По химическому составу они близки к яблокам, но содержат меньше кислот и витамина С; груши обладают более сладким вкусом, чем яблоки [70].

Сахаров в грушах содержится 6,5–14%; кислот 0,1 – 0,4%, поэтому сахаро-кислотный индекс их значительно ниже, чем у яблок. Сахара у груш представлены в основном глюкозой, фруктозой и сахарозой. Кислоты представлены яблочной, меньше содержится лимонной и в небольших количествах найдены хинная, кофейная, борная, и другие кислоты. Витамин С в грушах мало, бедны груши каротином, в небольших количествах содержатся витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, никотиновая кислота. Груши представляют ценность как источник фолиевой кислоты. Из микроэлементов груши богаты фтором, йодом, цинком, медью, никелем и кобальтом [119].

Айву в основном выращивают в южных регионах нашей страны. По форме она сходна с яблоками и грушами, имеет гладкую или бугристую поверхность. Плоды айвы очень ароматны, имеют грубую, плотную, мелкозернистую мякоть и терпкий вяжущий вкус. По времени созревания айву делят на осенние и зимние сорта.



Рекомендуемые сорта для производства компотов[70]: Анжерская, Ахмеджум, Ахтубинская, Благодатная, Буйнакская, Волгоградская, Голотлинская, Ктюн-жум, Маленка, Любимая, Персидская, Скороспелка и др.

Плоды айвы отличаются особым сильным ароматом благодаря содержанию большого количества сложных эфиров (в айве преобладают энатовоэтиловый и пеларгоноэтиловый эфиры).

Большое количество ароматических веществ содержится в кожице и в подкожном слое мякоти, в связи с чем при очистке кожицу не выбрасывают, а используют вместе с отходами сердцевины для приготовления желе, повидла и т.д.

Из сахаров плоды айвы содержат фруктозу (6,27%), глюкозу (3,31%) и сахарозу (2,58%). Богаты плоды и органическими кислотами, содержание которых в зависимости от сорта плодов и времени их сбора составляет от 0,47 до 2,52%, в числе которых яблочная до 0,48 – 0,58%, лимонная до 0,28 – 0,34%, винная до 0,06%, фумаровая до 0,08 – 0,12%, хлорогеновая до 0,07% а также следы неохлорогеновой, хинной, кумариновой и кофейной кислот[70].

В плодах айвы содержатся также витамин С (3,2 – 25,9 мг%), витамин В1 (до 0,024 мг%), витамин В2 (до 0,074 мг%), катехины (до 0,36%) и другие биологически активные компоненты[70].

Плоды содержат значительное количество калия (0,17 – 0,20%).

В айве также обнаружено наличие 17 микроэлементов, в том числе кобальт (2,9 – 3,6 мкг%), железо (1,2 – 1,9мг%), бор, никель, титан, медь, алюминий, (0,12 – 0,70 мг/кг), марганец (0,12 – 0,75 мг/кг).

Средний химический состав семечковых плодов представлен в таблице 1.1.

Таблица 1.1. Средний химический состав семечковых плодов

Виды косточковых плодов	Содержание, % на сырую массу					
	вода	сахара	органические кислоты	пектиновые веществ	дубильные веществ, %	витамин С, мг %
Яблоки	79,5-88,5	7,1-17,0	0,3-1,1	0,2-0,5	62-115	6-15
Груша	75,7-87,5	7,0-15,4	0,8-2,0	0,2-0,3	50-600	6-24
Яблоки	75,6-86,6	7,3-15,0	0,5-2,2	0,2-1,1	10-580	1-16

## 1.1.2 Химико-технологическая характеристика косточковых плодов.

К самым распространенным косточковым культурам в России относится вишня и черешня. Содержание сухих веществ в плодах вишни и черешни составляет в среднем 15%, а витамина С достигает до 15–25 мг/100 г сырой массы [70].

В плодах вишни содержатся много фенольных веществ и органических кислот, в связи с чем имеют более выраженный по сравнению с черешней кисло – сладкий вкус.

Клетчатки и пектиновых веществ в мякоти вишни и черешни мало – в среднем 0,8%. Азотистых веществ также немного: в черешне – 1,1%; вишне – 0,8%.

Средний химический состав косточковых плодов представлен в таблице 1.2.

Таблица 1.2. Средний химический состав косточковых плодов

Косточковые плоды	Содержание, % на сырую массу					
	Вода, %	Сахара, %	Кислоты, %	Пектиновые вещества, %	Дубильные вещества,	Витамин С, мг %
Черешня	79,5-88,5	7,1-17,0	0,3-1,1	0,2-0,5	62-115	6-15
Вишня	75,7-87,5	7,0-15,4	0,8-2,0	0,2-0,3	50-600	6-24
Слива	74,9-87,0	7,3-15,0	0,5-2,2	0,2-1,1	10-580	1-16
Алыча	85,8-89,0	6,3-9,0	1,3-2,3	0,6-1,0	14-200	3-18
Абрикосы	71,3-89,2	7,2-18,1	0,3-2,0	0,6-1,6	20-75	8-13
Персики	80,0-88,4	7,5-13,0	0,2-0,9	0,6-1,1	29-284	2-21

Содержание сахаров в косточковых несколько выше, чем в семечковых, а также выше содержание органических кислот, дубильных и красящих веществ. Это влияет на вкус многих видов: кисло-сладкий с более или менее отчетливо выраженной терпкостью, а также более интенсивную окраску кожицы и мякоти.

Сравнительно высоким содержанием пектиновых веществ отличаются абрикосы, низким – вишня, черешня.

## **1.2. Основы традиционных технологий производства консервированных компотов**

Компот – это традиционный напиток народов Восточной Европы и России, подающийся на десерт и изготавливаемый из различных плодово-ягодных культур. Само слово пришло из французского лексикона.

Польза консервированного компота для организма человека трудно переоценить, так как при его изготовлении сохраняется гораздо больше полезных биологически активных веществ, содержащихся в исходном сырье.

Те активные компоненты и микроэлементы, которые содержатся в компоте, благоприятно воздействуют на физическое состояние человека в целом, способны активизировать процессы очищения и восстановления организма, а также тонизировать и повышать умственную работоспособность [73,74,75,78,82]. Правильно подобранный компот легко может улучшить настроение, укрепить иммунитет и помочь в борьбе с хроническими заболеваниями.

Если использовать для приготовления напитка продукты, богатые калием и кальцием, компот легко может стать профилактическим средством в борьбе с вымыванием полезного калия из организма и, как следствие, ослаблением сердца.

Некоторые виды десерта помогут в укреплении костной ткани и регулировании работы мочеполовой системы, в частности, компоты из брусники с яблоком, а также с добавлением имбиря.

На пищевую ценность компотов существенное влияние оказывают технологии изготовления и способ обработки плодов и ягод [13,14,15,16,17,19,22,24]. Энергетическая ценность компотов составляет 40 – 80 ккал/100г. Компоты – это экологически чистый продукт без красителей, консервантов и дополнительной химии, предназначенной для усиления вкуса, является вкусным и полезным напитком для всех слоев населения.

Компоты с большим содержанием сахарозы, глюкозы и витаминов одинаково полезны и взрослым, и детям [2,3,4,5,6]. Этот напиток в меньшей степени вызывает аллергические реакции, недорог в производстве и доступен в широком ассортименте. В жаркое время

он прекрасно утоляет жажду, поднимает силы и очищает организм от шлаков, наполняя клетки и эпителии омолаживающей фруктозой.

На рисунке 1.1 приведена технология производства консервированных компотов из семечковых плодов по существующей технологической инструкции[119].



Рисунок 1.1. – Технология производства консервированных компотов из семечковых плодов по существующей технологической инструкции

На рисунке 1.2 приведена технология производства консервированных компотов из косточковых плодов по существующей технологической инструкции.

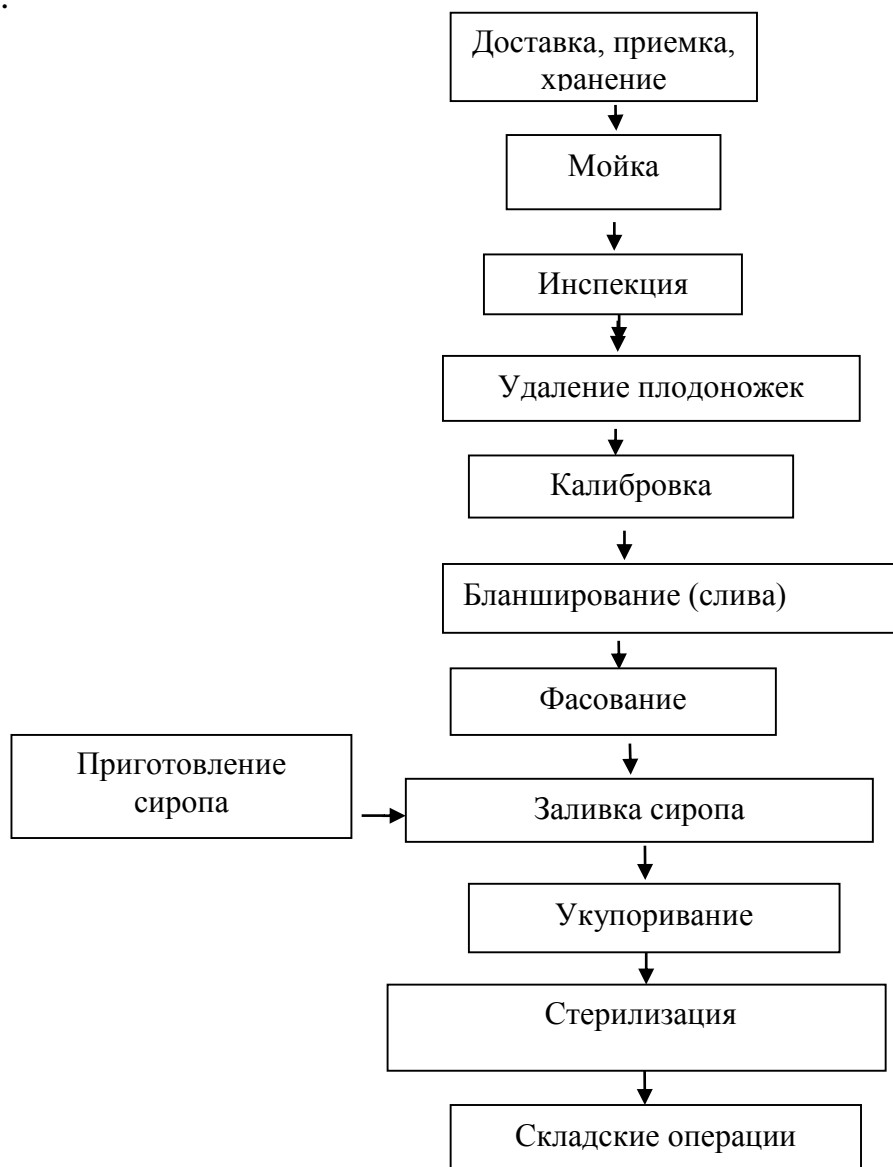


Рисунок 1.2. – Технология производства консервированных компотов из косточковых плодов по традиционной технологии

Традиционные технологии производства консервированных компотов имеют ряд существенных недостатков [119,124], которые в конечном итоге оказывают существенное влияние на их качество и конкурентоспособность.

На наш взгляд, в качестве основных недостатков можно перечислить следующие: большая продолжительность тепловой стерилизации, которая в зависимости от объема тары составляет от 60 (для банки СКО 1-82-500) до 110 мин (для банки СКО 1-82-3000), что

существенно снижает пищевую ценность готовой продукции за счет разложения биологически активных компонентов исходного сырья; неравномерность тепловой обработки различных слоев продукта в банках, вследствие чего различные слои продукта получают различное тепловое воздействие, при этом периферийные слои получают излишнее 2-х – 3х-кратно превышающее требуемого значения тепловое воздействие.

Еще одним недостатком традиционной технологии является относительно низкая температура сиропа при заливке, которая составляет: 40<sup>0</sup>С (для винограда), 60<sup>0</sup>С (для черешни, вишни, сливы, кизила и алычи и 80-85<sup>0</sup>С для остальных плодов [119], обусловленная технологическими особенностями сырья и термостойкостью стеклянной тары.

Учитывая те обстоятельства, что сироп варят при 100<sup>0</sup>С и перед заливкой его охлаждают до соответствующей требуемой по технологической инструкции для каждого вида компота температуры, (40,60 и 80-85<sup>0</sup>С), то неэффективные потери тепловой энергии на выработку 1 туб консервированных компотов составляют от 12000 до 36000 КДж.

Все отмеченные недостатки показывают на необходимость проведения исследований в этом направлении для изыскания новых технических и технологических решений, которые могут обеспечить их устранение, или смягчение их влияния на конкурентоспособность и качество выпускаемой продукции.

### **1.3. Основы тепловой стерилизации консервов**

Обязательным, одновременно важным и завершающим и самым энергоемким этапом производства консервированных пищевых продуктов в герметически укупоренной таре, является стерилизация [11,12,13,14,124,126,127].

Целью процесса тепловой стерилизации является подавление жизнедеятельности микроорганизмов, а также и их спор, опасных для здоровья человека, и которые способны вызвать порчу продуктов в процессе их хранения [126].

Одновременно в процессе стерилизации осуществляется и инактивация ферментов, сохранившихся в продукте к началу стерилизации, которые способны вызвать нежелательные изменения качества консервируемых продуктов [119, 126]. Немаловажной стороной процесса стерилизации является необходимость в максимальной степени обеспечивать сохранение в готовом продукте биологически активных компонентов, содержащихся в исходном сырье, а также питательную ценность и микробиологическую стабильность консервированных продуктов [119].

Существует множество способов обработки консервируемых продуктов с целью достижения их промышленной стерильности [119]. При этом основным и имеющим наиболее широкое промышленное применение является тепловая стерилизация, которая обеспечивает полную гибель нетермостойкой и неспорообразующей микрофлоры с одновременным снижением количества спорообразующих микроорганизмов, при котором предотвращается микробиологическая порча продукта [124, 126].

Сущность процесса тепловой стерилизации заключается в том, что высокие температуры приводят к деструкции микробных клеток, в результате чего происходят необратимые изменения в протоплазме при коагуляции ее белков, и за счет разрыва цитоплазменной оболочки происходит гибель клетки [55, 84].

Одновременно при тепловой стерилизации происходит инактивирование ферментов, в первую очередь, комплекса фенолазы [126].

Под понятием «тепловая стерилизация» понимается обработка продуктов при различных температурах, обеспечивающая уничтожение микроорганизмов – возбудителей порчи консервов и инактивация ферментов.

Тепловая стерилизация включает в себя целый ряд способов тепловой обработки консервируемых продуктов.

При этом, регулируя температурно-временные параметры, определяют оптимальные условия, при которых эффективное влияние нагрева на микрофлору сочетается с минимальными потерями качества готового продукта [1, 25].

Стерилизацию консервируемых продуктов в герметически укупоренной таре осуществляют в автоклавах различных конструкций [126] или в стерилизационных аппаратах непрерывного действия [2, 85].

Аппараты непрерывного действия для стерилизации консервируемых продуктов обладают рядом существенных преимуществ по сравнению с периодически действующими аппаратами (автоклавами). В частности они обеспечивают более высокое качество консервируемой продукции, вследствие снижения продолжительности тепловой обработки и обеспечения более равномерного температурного поля в стерилизаторе [124].

Стерилизация консервов в ротационных автоклавах является более прогрессивным технологическим процессом в отличие от стерилизации в обычных автоклавах, так как она обеспечивает экономию тепловой и электрической энергии, способствует интенсификации теплообмена и, в результате, уменьшению периода тепловой обработки продукта [124, 126].

В зависимости от конструкции ротационных аппаратов, банки вращаются при стерилизации либо вокруг своей продольной оси, либо с доньшка на крышку вокруг оси, перпендикулярной оси банки.

Интенсификация теплообмена при этом объясняется тем, что при перемешивании продукта перемещающимся в банке воздушным пузырем происходит вынужденная конвекция, что снижает термическую инерцию пищевых продуктов и длительность стерилизации в автоклаве. При этом, важное значение имеет выбор оптимальной частоты вращения банок, обеспечивающий максимальный эффект вращения, при котором имеет место минимальная разница температур между наиболее и наименее нагреваемыми точками консервной банки.

Однако в настоящее время в консервной промышленности в целом, а также и на консервных предприятиях Республики Дагестан, еще широкое применение находят автоклавы периодического действия. Этот аспект также наталкивает на мысль по совершенствованию эксплуатационных характеристик работы автоклавов.



## **1.4. Характеристика основных способов консервирования пищевых продуктов с использованием тепловой стерилизации**

### **1.4.1. Асептическое консервирование**

Асептическое консервирование[81] является одним из принципиально новых способов тепловой стерилизации пищевых продуктов гомогенной консистенции. Разработка нового метода асептического консервирования, обеспечила возможность не только интенсифицировать сам процесс тепловой обработки консервируемого продукта, но и существенно снизить вредное влияние тепловой обработки на качество консервируемой продукции [119].

Применение этого метода консервирования открывает большие возможности для производства высококачественных консервированных пюреобразных продуктов для детского питания, плодовых соусов, консервированных протертых супов, соков и других пюреобразных и жидких пищевых продуктов.

Сущность асептического метода консервирования пищевых продуктов: продукт подвергают тепловой обработке в потоке, охлаждают и в стерильных условиях разливают в подготовленную тару. Этот метод консервирования используется также при консервировании жидких и пюреобразных продуктов [119].

Метод имеет широкие возможности, обеспечивающие ускорение теплообменных процессов при консервировании продуктов, повышает качество готовой продукции.

Технологическую основу реализации способа обеспечивает созданная фирмой «APV International Ltd» (Великобритания).

Метод асептической тепловой обработки можно осуществить и на установке разработанной фирмой «Альфа Лаваль Инк.» (США), предназначенной для асептического консервирования плодовых соков, пюре и гетерогенных продуктов.

Аналогичную систему, предназначенную для пастеризация плодового пюре до фасования, разработала и компания «Actini» (Франция).

Работа системы основана на новом способе нагрева, предусматривающая создание низкого давления в самом продуктопроводе.

#### **1.4.2. Новые технологии тепловой стерилизации жидких продуктов с твердыми включениями**

По новой технологии тепловой обработки жидких продуктов с твердыми включениями, разработанной в Нидерландах, продукт, подлежащий стерилизации или пастеризации, прокачивают соответственно через зоны нагрева, выдерживания и охлаждения. При этом, твердые частицы удерживаются в зоне выдерживания более длительное время, и тем самым получают больше теплового воздействия, чем жидкая фаза. Для оптимизации интенсивности тепловой обработки каждого компонента с учетом размеров кусочков устанавливается индивидуальное время выдерживания.

Новый способ изготовления стерилизованных напитков на основе концентратов фруктовых соков и теплочувствительных ингредиентов (концентратов ароматических веществ и добавок), обеспечивающий улучшение качества готового продукта разработан в Германии [119]. Сущность способа заключается в том, что он предусматривает проведение кратковременной высокотемпературной стерилизации разбавленного концентрата фруктового сока и его охлаждение перед добавлением в него стерильных теплочувствительных ингредиентов с последующим перемешиванием компонентов напитка.

В США разработаны технологии тепловой стерилизации (пастеризации) жидких продуктов, в частности фруктовых и овощных соков и текучих продуктов с твердыми включениями (например томатной пасты, сахарных сиропов и водных эмульсий) [119], сущность которых заключается в том, что жидкий продукт пропускают через мембрану для его разделения на сыворотку и остаток. Сыворотку делят на две части и значение pH первой части увеличивают, а pH второй части уменьшают. Вторую часть сыворотки соединяют с остатком, выдерживают при повышенной температуре с целью уменьшения количества микробных клеток и затем соединяют ее с первой частью сыворотки для восстановления продукта, отличающегося уменьшенной концентрацией жизнеспособных микроорганизмов.

В Италии разработана технология кратковременной высокотемпературной тепловой обработки пищевых продуктов с последующим асептическим розливом [119]. При этом, для обработки плодовых соков, нектаров и томатопродуктов используют пластинчатый теплообменник, где поддерживаются температуры в пределах 98-112°C.

Для стерилизации пищевых продуктов в непрерывном потоке при ультравысоких температурах применяют методы непрямого нагрева (посредством пластинчатых, трубчатых теплообменников и теплообменников с очищаемой поверхностью) и прямого нагрева (путем инъекции пара, пропитывания паром, электрическим и микроволновым нагревом), например в таких системах, как *Viscotherm* и *Steritube* [119].

Системы эти были разработаны для вязких продуктов и продуктов с частицами или мякотью, включая супы, соусы, приправы, десерты и продукты детского питания.

Другим, не менее эффективным способом ультравысокотемпературной тепловой стерилизации гетерогенных продуктов является процесс, осуществляемый в системе *Twintherm*. Эта система позволяет проводить нагрев жидкой фракции отдельно от фракции частиц (непрерывная и периодическая стерилизация, соответственно) и обеспечивает более высокое качество конечного продукта.

Немаловажное значение для длительного хранения пищевых продуктов имеет инактивирование термостойких ферментов в таких продуктах, как молоко, сливки, плодовые соки и др. В Великобритании была разработана и запатентована технология, предусматривающая стерилизацию продукта при ультравысокой температуре, с последующим охлаждением его до температуры 45-95°C и выдерживанием при этой температуре в течение 0,5-10 минут. Было установлено, что получаемый в результате стерильный продукт с инактивированными ферментами отличается длительной сохраняемостью [119].

### **1.4.3. Пароконтактная тепловая стерилизация консервов**

В Дагестанском государственном техническом университете разработана технология и устройство для тепловой пастеризации консервируемых продуктов с использованием подачи водяного пара в банку с продуктом барботерами, вводимыми в банку до расфасовки в них плодов, с последующей расфасовкой плодов, и тепловой обработкой паром, подаваемым через барботеры, вводимыми в банку на расстоянии 10–15 мм от дна банки [44].

Известна также технология стерилизации концентратов плодовых и овощных соков путем ввода пара в закрытую систему, разработанная в США [119]. Данная технология обеспечивает сохранение ароматических соединений соков и не вызывает потемнения или образования постороннего аромата. Стерилизацию сока проводят при температуре 135°C и времени выдерживания 2,6 секунд. Стерилизованный сок выходит из теплообменника при температуре, равной 13,9°C. Количество микроорганизмов в конечном продукте составляет не более 10 на 1 г пробы.

Эффективность тепловой обработки пищевых продуктов при контактном теплообмене греющего пара с текучим стерилизуемым продуктом объясняется теми обстоятельствами, что интенсификация процесса теплопередачи достигается за счет создания пленочного режима течения продукта в поле центробежных сил и барботирования пара через пленку в направлении к оси вращения поля центробежных сил [119]. По литературным данным, такой способ теплообмена является наиболее интенсивным из известных, так как при значении чисел Рейнольдса в интервале до  $10^3$ , значения числа Нуссельта достигают до 32 [126], которые в настоящее время недостижимы для других способов проведения теплообменных процессов.

### **1.4.4. Тепловая стерилизация методом горячего розлива**

Данный способ нашел применение при производстве некоторых консервов, имеющих гомогенную консистенцию и в крупной таре.

При выработке консервов с высокой кислотностью возможно проведение стерилизации текучего продукта (томатного пюре или томатной пасты, яблочного сока, плодового пюре и т.п.) методом горячего розлива [119, 126]. При такой термической обработке

происходит гибель дрожжей, плесневых грибов, вегетативных форм бактерий и ограничивается развитие споровых бактерий в продукте и в упаковке за счет высокой температуры фасуемого в нее продукта. При горячем розливе сок, движущийся тонким слоем, нагревается в непрерывно действующих теплообменниках до 97–98°C и при такой температуре фасуется в подготовленную горячую тару (60°C) с немедленным укупориванием последней. Укупоренные банки с соком выдерживают в горячем состоянии около 20 минут и затем охлаждают. Этот способ стерилизации более экономичен, чем стерилизация в автоклавах, так как он снижает расход теплоты на подогревание тары и автоклава. Однако при медленном остывании сок длительное время подвергается воздействию тепла, что приводит к изменению качества продукта, одним из показателей которого является накопление оксиметилфурфузола, отражающее изменение цвета.

Способ очень прост в осуществлении, однако обладает существенным недостатком. Для жестяной тары высокая температура фасовки продукта приводит к возникновению после охлаждения вакуумной деформации корпуса банки и браку продукции. Для стеклянной тары высокая температура фасовки продукта грозит термическим боем банок.

Несмотря на то, что различные способы тепловой стерилизации обладают определенными достоинствами, воздействие тепла на качество готовой продукции может быть в большей или меньшей степени отрицательным. Установлено, что в зависимости от рН консервируемой продукции, температуры и времени обработки происходит то или иное необратимое изменение химического состава пищевых продуктов, в частности термодеструкция питательных и биологически активных веществ [136, 137, 138, 139, 140], потеря ароматических веществ [143], накопление проканцерогенного 5-оксиметилфурфузола [132, 133, 134, 135], а также изменения физической структуры продуктов и их физико-химических свойств [141]. Кроме того, наличие остаточной микрофлоры после тепловой обработки в ряде случаев может явиться причиной порчи продукции [47, 142].

## **1.5. Микробиологические основы тепловой стерилизации консервов**

Для обеспечения микробиологической стерильности, продукты подвергаемые консервированию, укладывают в герметически закрываемую тару, и подвергают воздействию тепла определенный промежуток времени[47,126]. При этом выбор продолжительности температурного воздействия на продукт зависит от различных величин, определяющих установление того или иного режима обработки.

### **1.5.1. Параметры, определяющие выбор температурного уровня термообработки**

Все консервируемые пищевые продукты, являются хорошей питательной средой для развития тех или иных микроорганизмов. И каждая консервная банка к моменту поступления ее на термообработку в определенной степени обсеменена микроорганизмами[44,47,126]. Однако не в каждой среде микроорганизмы имеют возможность развиваться. Микробы очень чувствительны к кислотной активности среды, при этом многие плохо переносят уровень кислотности, в отличие от малоокислотных продуктов. Некоторые же, наоборот, могут приживаться именно в средах с высокой кислотностью. Поэтому порча разных продуктов вызывается лишь теми микроорганизмами, хорошо развивающимися при данной кислотности, и, следовательно, тип микробной порчи зависит от химической природы продукта.

Кроме того, следует учесть, что в кислой среде микроорганизмы не только плохо развиваются, но и плохо переносят действие высоких температур, быстро погибая при нагревании. И наоборот, в малоокислотных продуктах микроорганизмы являются термоустойчивыми, часто переносят многочасовое кипение.

Отсюда можно сделать вывод, что малоокислотные, с высокой термоустойчивостью микробов, подвергают тепловой обработке при температурных уровнях имеющих высокие значения [34, 39, 55, 58, 60], а для кислотных консервов ограничиваются низкими температурными уровнями.

Анализ литературных данных выявляет, что по принятым в химии критериям [49] пищевые продукты следует отнести к кислым средам, так как водородный показатель их всегда (за редким исключением) ниже 7.

Поэтому микробиологи установили свой критерий для оценки степени кислотности пищевых продуктов, основанный на реакции на активную кислотность самого опасного, с позицией здравоохранения, возбудителя порчи *Cl. botulinum*.

Бактерии-возбудители ботулизма являются токсичными спороносными анаэробами и поэтому находят для себя вполне подходящие условия в консервах, герметично укупоренных, из которых большая часть воздуха удалено перед закаткой. Известно 6 типов возбудителей ботулизма – А, В, С, Д, Е, F. При этом, наиболее опасны для консервной промышленности возбудители типа А и В, так как они отличаются высокой термоустойчивостью. Споры этих возбудителей не погибают даже при многочасовом кипении при 100 °С [44, 47].

В консервах могут развиваться не только возбудители ботулизма, но и другие гнилостные анаэробы, еще более термоустойчивые, чем *Cl. botulinum*, но не столь опасные. К ним относятся например, *Cl. sporogenes*, *Cl. perfringens*, *Cl. putrificum*, часто являющиеся причиной порчи мясных и рыбных консервов. Однако продукты жизнедеятельности этих клостридий, во первых, не слишком токсичны; во-вторых, степень порчи продуктов настолько явно выражена, что служит надежной гарантией против употребления их в пищу.

Поэтому уничтожение спор, именно возбудителей ботулизма, при стерилизации консервов во всем мире считается совершенно обязательным, и классификация пищевых продуктов по степени их активной кислотности также исходит из отношения возбудителей ботулизма к этому фактору.

Итак, следует сказать, что по кислотной активности, консервируемые пищевые продукты делятся на две группы: малоокислотные (рН более 4,2) и кислотные (рН 4,2 и менее).

Первую группу подвергают термообработке при высоких температурных уровнях, равных 112–120<sup>0</sup>С, хотя иногда пользуются и большими температурными уровнями (125–130<sup>0</sup>С).

Кислотные продукты подвергают термообработке при относительно низких температурных уровнях, а именно менее 100<sup>0</sup>С, вплоть до 75<sup>0</sup>С. Эти продукты – практически все плодово-ягодные, а также варенье, джемы, соки.

Однако имеется ряд исключений из этой классификации.

Во-первых, томатный сок, который относится по величине рН к кислотным консервам (рН = 4,0 ÷ 4,5) оказался средой, в которой при определенных условиях развивается и дает токсинообразование *Сl. botulinum*.

Не слишком строгую избирательность возбудителей ботулизма к фактору активной кислотности имеют место и консервируемые продукты, получаемые из абрикос, и поэтому консервы из абрикосов рекомендуют подвергать тепловой обработке, при высоких температурных уровнях [31,34], т.е., выше 100<sup>0</sup>С.

Однако, концентрированные томатопродукты, рН которых значительно выше 4,2 и которые следовало отнести к первой группе, принято стерилизовать всего лишь при 100<sup>0</sup>С, ибо возбудители ботулизма и другие анаэробы в этих продуктах не развиваются.

Наконец, более жесткий подход, чем этого можно было ожидать, исходя из значений активной кислотности, практикуется при стерилизации салатов из свежих овощей, рН которых с помощью уксусной кислоты отрегулирован в диапазоне 3,7–4,2.

С учетом отмеченных исключений, консервируемые пищевые продукты по показанию рН можно разделить на две группы: стерилизуемые при температуре до 100<sup>0</sup>С и выше 100<sup>0</sup>С.

### **1.5.2. Параметры, влияющие на продолжительность термообработки**

Подавление жизнедеятельности микроорганизмов при термообработке наступает не сразу. Для подавления жизнедеятельности микробных клеток при имеющемся температурном уровне, требуется определенное время, которое называют смертельным для микробов [119, 126].



Заметим, что смертельное, или летальное время, в общем, обуславливает собой некоторое условное время, и используется в частности для более глубокого понятия и утверждения наших представлений в целом о гибели микроорганизмов. Как бы долго не стерилизовали консервы, уничтожить все споры микроорганизмов в среде, имеющей определенную влажность, к которым относятся практически все продукты, невозможно; некоторая доля их будет оставаться живыми, хотя общее их количество будет становиться все меньше и меньше.

Кроме того, необходимо учесть тот факт, что при термообработке консервов, температура при которой продукты обрабатываются, наступает во всем объеме банки в разное время, в зависимости как от объема самой банки, так и теплофизических характеристик продукта. Причем, тепло поступает к продукту от стенок и постепенно перемещается к ее центру. Таким образом, центральная часть консервной банки, которая считается обсемененной микробами в такой же мере, как и другие участки, подвергается термообработке при установленной температуре относительно позже, чем крайние слои. Следовательно, именно эта часть продукта относится к наиболее неблагоприятной в смысле подавления жизнедеятельности микроорганизмов. Поэтому, при рассмотрении вопроса летального времени, в первую очередь нужно рассматривать клетки, находящиеся в центре банки, а следовательно, отсчет этого времени нужно вести именно только после нагрева продукта в этой точке до установленной температуры.

Можно отметить, что в целом время термообработки –  $\tau_{\text{общ}}$  будет состоять из двух составляющих, а именно времени, в течение которого тепло проникает в центр банки –  $\tau_{\text{пр}}$  и времени для подавления жизнедеятельности микроорганизмов – летального времени –  $\tau_{\text{л}}$ , т.е. времени, которое требуется для уничтожения микроорганизмов, находящихся в центре банки, начиная с того момента, когда там достигнута заданная температура:

$$\tau_{\text{общ}} = \tau_{\text{пр}} + \tau_{\text{л}}. \quad (1.1)$$

Хотя такой подсчет времени термообработки не совсем обоснован, так как микроорганизмы, находящиеся в центре банки, начинают погибать не в тот момент, когда в центре достигнута

заданная температура стерилизации, а несколько раньше, когда он прогрет до температурного уровня смертельного для микробов. Поэтому  $\tau_{\text{общ}}$  не равна сумме  $\tau_{\text{пр}}$  и  $\tau_{\text{л}}$ , а несколько меньше нее. Точнее будет сказать, что общее время стерилизации является функцией от времени прогрева и летального времени [126], т.е.

$$\tau_{\text{общ}} = f(\tau_{\text{пр}}; \tau_{\text{л}}). \quad (1.2)$$

Следовательно, чтобы уяснить параметры, влияющие на общее время термообработки, нужно учесть их каждый отдельно, влияющие на летальное время (микробиологическая составляющая) и на время распространения тепла в центр банки (теплофизическая составляющая).

### **1.5.3. Параметры, определяющие летальное время**

Летальное время находится в зависимости от таких параметров, как температурный уровень термообработки, химический состав самых консервов, а также в не меньшей степени и вид самых микробов, находящихся в продукте, в том числе их количество [126].

Анализ взаимосвязи летального времени и температурного уровня термообработки показывает, что летальное время и уровень термообработки находятся в обратной зависимости друг от друга, т.е. нельзя без учета температурного уровня стерилизации осуществлять выбор времени и равно наоборот [126].

То есть, не существует строго определенного температурного уровня термообработки, которая явилась бы смертельной для определенных микроорганизмов. Они уничтожаются при различных температурных уровнях, при начальном значении 60<sup>0</sup>C. Задача состоит в установлении температурных параметров, требующихся для подавления микроорганизмов. То есть, летальные условия для подавления микроорганизмов будут определяться в сочетании времени и температуры.

Причем для подавления микроорганизмов время термообработки и температурный уровень находятся в обратной зависимости, а именно при увеличении температурного уровня время термообработки уменьшается. По литературным исследованиям [126], они находятся в следующей зависимости:

Температура, °С	Время, мин
100	330
105	100
110	32
115	10
120	4

Из приведённых результатов можно сделать вывод, что даже незначительное увеличение температурного уровня обеспечивает существенное уменьшение времени. А именно, что при незначительном увеличении температурного уровня, само смертельное время уменьшается в несколько раз, или, что одно и то же, если температуру стерилизации увеличивать в арифметической прогрессии, то смертельное время будет сокращаться в геометрической прогрессии.

Отсюда вытекает, что термообработку практически можно осуществлять при различных температурных уровнях, но при этом будет изменяться время термообработки. В связи с выявленным, появляется возможность выбора различных методов термообработки, которые позволяют осуществлять между ними выбор, заключающийся в том, что либо дольше стерилизовать при низких температурных уровнях либо при высоких температурных уровнях, но меньшее время. Для ответа на этот вопрос необходимо обратить внимание на влияние этих параметров на качество готовой продукции. Хотя многие исследователи отдают предпочтение кратковременным высокотемпературным режимам с точки зрения более полного сохранения качества готовой продукции. Однако при этом необходимо учесть тот факт, что возможна ситуация при которой уничтожение микробов при данном режиме будет обеспечено, а ферменты же из-за сильного снижения времени тепловой обработки останутся не инактивированными и, несмотря на стерильность, такие консервы не будут стойкими при хранении и могут подвергнуться ферментативной порче.

#### **1.5.4. Зависимость смертельного времени от химического состава**

Смертельное время даже при определенной температуре не является одинаковым для микробов, находящихся в разных продуктах [126]. Оценка смертельной времени при определенном температурном уровне можно осуществлять только с учетом среды, которая окружает микробы. При этом из всех факторов влияющих на термоустойчивость микробов, к самым важным относится концентрация водородных ионов.

По данным Баумгартера, максимальная термоустойчивость спорообразующих бактерий проявляется в нейтральной области – при рН 6–7; по обе стороны этой области термоустойчивость быстро снижается. Эсти и Мейер обнаружили, что максимальная термоустойчивость *Cl. Batulinum* отмечается при рН 6,3–6,9.

Вильямс заметил, что споры *B. subtilis* наиболее устойчивы между рН 6,8 и рН 7,6. Дрожжи, которые изучались Бимером и Таккером, при рН 6,8 были более устойчивыми, чем при рН 3,8. По данным А.И. Рогачевой, на термоустойчивость влияет не только активная кислотность среды, но и вид кислоты. Самое обеспоживающее действием при равных значениях рН имеет молочная, после нее, яблочная кислота. К другим элементам состава консервов, оказывающим наибольшее влияние на смертельное время относятся фитонциды. Экспериментами А.И. Рогачевой с сотрудниками выявлено, что продолжительность термообработки, снижается при применении богатых фитонцидами продуктов [118].

Существенно влияет на продолжительность смертельного времени содержание жиров, которые не снижают, а наоборот увеличивают термоустойчивость микроорганизмов. Их защитное влияние находится в зависимости от их физико-химических превращений, при котором образующаяся коагуляционная пленка, изолирует эти фазы друг от друга, что в свою очередь предотвращает поступление влаги к клетке, что обеспечивает условия термической обработки, напоминающее воздействие «сухого жара», и микроорганизмы более устойчивы к такой термообработке, чем при «влажном». Нужно также отметить, что на смертельное время влияют как сахар, так и его сиропы. Причем, сахар также имеет защитное

влияние на микробы при нагревании, объясняемое осмотическим отсасыванием влаги из микробных клеток, приводящее к устойчивости при нагревании.

Также защитным действием отличаются незначительные концентрации соли, и одновременно, значительное содержание ее обеспечивает их уничтожение.

## **ГЛАВА 2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Для обеспечения возможных направлений решения рассматриваемых задач по теоретическому обоснованию и разработке инновационных технологий производства различного ассортимента компотов, имеющих высокое качество, с применением нового технического решения - предварительного увеличения температурных параметров консервируемых продуктов и применения новых ускоренных режимов пастеризации, нами разработаны и созданы соответствующие экспериментальные установки и измерительная аппаратура, схемы которых приведены схемы ниже.

Экспериментальные установки и общая оценка методов, используемых при решении задач исследований, позволяют сделать вывод о возможности получения достоверных результатов исследований на основе изучения объектов и осуществления применяемых методов исследований.

### **2.1. Экспериментальные установки для проведения исследований**

#### **2.1.1. Схема экспериментальной установки для изучения процесса нагрева плодов в банках водяным паром**

Для изучения теплообменных процессов, и в частности процесса увеличения температуры продукта в банке, перед заливкой в банки сиропа с использованием конденсируемого водяного пара, разработана и изготовлена экспериментальная установка (рисунок 2.1).

Основным элементом экспериментальной установки является парообразователь 1, установленный на постаменте, от которого по паропроводу 2 подается водяной пар в изготовленную из нержавеющей стали теплоизолированную паровую камеру 5. К паровой камере приварен патрубок 7 с пробковым краном 6 и парораспределяющей

головкой 8, предназначенной для непосредственной подачи теплоносителя.

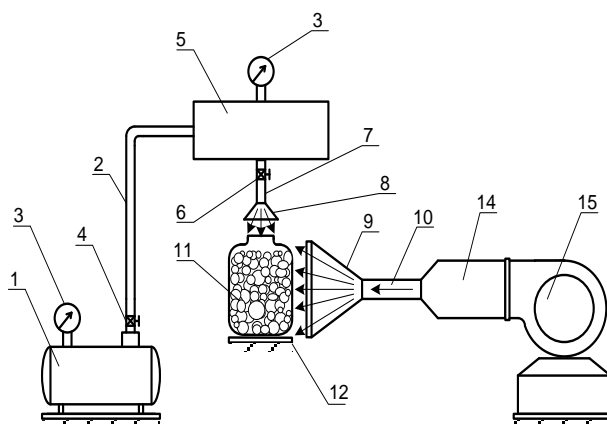


Рисунок 2.1. – Схема опытной установки: 1 – устройство для генерирования пара; 2 – трубопровод для подачи пара в паровую камеру; 3 – прибор для измерения давления пара (манометр); 4 – паровой кран; 5 – камера для пара; 6 – паровой кран; 7 – патрубок для подачи пара; 8 – парораспределительная головка; 9 – распределительная камера; 10 – воздухоподвод; 11 – банка с исследуемыми плодами; 12 – столик; 13 – шибер для регулирования скорости воздуха; 14 – электрический калорифер; 15 – центробежный вентилятор

Генератор пара и камера для пара, для обеспечения возможности



Рисунок 2.2. – Общий вид экспериментальной установки

контроля параметров водяного пара, оборудованы измерительными приборами.

Банку с плодами помещают на приемный столик 12. При этом, для обеспечения термической целостности банки, на ее наружную поверхность центробежным вентилятором 15 подается воздух, нагреваемый в калорифере 10 до температуры 105–110<sup>0</sup>С. Прерывистую подачу пара в процессе выполнения экспериментов осуществляется пробковым краном 6, находящимся на трубопроводе для подачи пара 7.

На рисунке 2.2 представлен общий вид экспериментальной установки для нагрева плодов в банках водяным паром.

### 2.1.2. Схема экспериментальной установки для изучения процесса нагрева плодово-ягодных компотов

Для исследования процесса пастеризации плодово-ягодных компотов по традиционной и усовершенствованной технологиям разработана и изготовлена экспериментальная установка (рисунок 2.3).

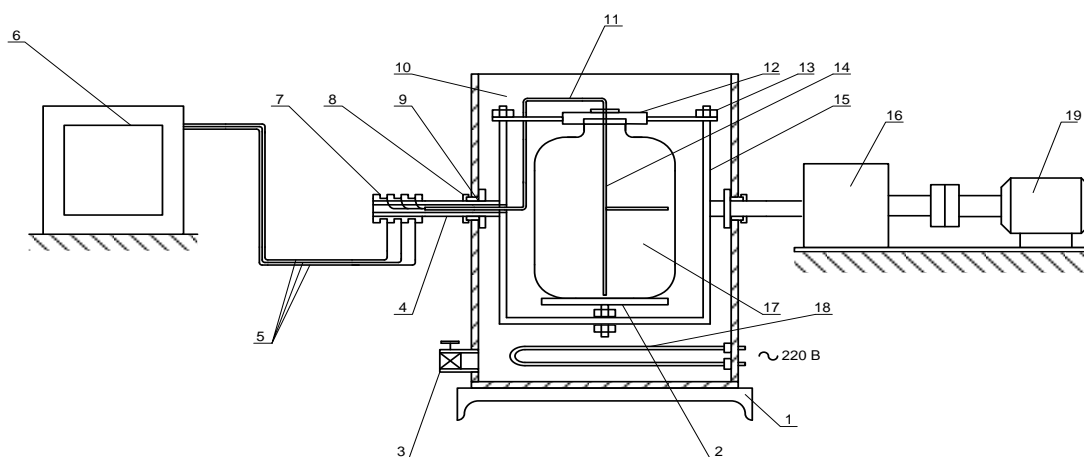


Рисунок 2.3. – Схема установки для изучения процесса тепловой обработки: 1 – станина; 2 – зажим для банки; 3 – патрубок для слива воды; 4 – приводной вал; 5 – термопарные провода; 6 – потенциометр; 7 – съемник электрических сигналов; 8 – подшипники качения; 9 – термопара; 10 – ванна с исследуемой банкой; 11 – токоотводящие провода; 12 – прижимная головка; 13 – устройство для закрепления банок; 14 – термопары; 15 – крепежные болты; 16 – редуктор; 17 – банка с продуктом; 18 – нагреватель электрический; 19 – двигатель постоянного тока

### 2.2 Методика определения температурных параметров

Для оценки изменения температурных параметров в различных точках исследуемой банки с продуктом при тепловой обработке, в нее устанавливали хром-копелевые термопары. Термопары были изготовлены из проволоки диаметром 0,15 мм, которые были подключены к электронному самопишущему потенциометру КСП-4 и обеспечивают передачу термоэлектродвижущей силы, возникающей в термопаре в процессе термообработки.

При этом, все термопары изолированы эпоксидным клеем и установлены в специальные кварцевые трубочки, закрепляемые



внутри банки в соответствующих точках, позволяющих оценить температурное поле продукта в банке, далее концы термопар выводятся из банки и подключаются к потенциометру.

Термопары в исследуемой банке установлены в двух точках, которые соответствуют наименее и наиболее прогреваемым слоям продукта: 1-я точка находится от дна банки на расстоянии 7-16 мм, 2-я точка выбрана на расстоянии равном 1/3 высоты банки, 3-я точка соответствует геометрическому центру, 4-я – точка выбрана в слое продукта у горловины банки и 5-я точка по центральной оси банки у самой стенки.

Термоэлектродвижущую силу, возникающую в термопарах посредством соединительных проводов через полый вал и съемник электрических сигналов передают к потенциометру.

Токосъемник, обеспечивающий возможность принятия и подачи сигналов от банки, совершающей вращательное движение, изготовлен из электроизоляционного материала (текстолита), который выполнен в виде полого вала с пятью парами токосъемных колец, изолированные между собой кольцами, изготовленными из электроизоляционного материала. Термопары через полый вал подводятся к токосъемным кольцам, от которых сигнал передается к потенциометру.

Электрический сигнал от термопар (ЭДС) поступает на самопишущий потенциометр типа КСП-4, который позволяет регистрировать температуру продукта одновременно в пяти точках исследуемой банки.

### **2.3. Методика определения стерилизующего эффекта**

Установление новых режимов стерилизации консервов основано на использовании принципа математического расчета режимов, на основе формулы приближенного интегрирования, с использованием метода прямоугольников [126].

Для выявления уровня летальности микроорганизмов новых режимов стерилизации кислотных консервов, была использована формула:

$$A = \int K_A * dt = \tau_p (K_{A1} + K_{A2} + \dots + K_{An}),$$

где  $K = 1/10^{(T_э - T_d) / z}$ , и рассчитывались для значений  $T_d$  не ниже  $60^\circ\text{C}$ .

Для исследуемых кислотных консервов, к которым относятся консервированные компоты, эти параметры соответственно равны:  $T_э = 80^\circ\text{C}$ ,  $Z = 10^\circ\text{C}$

Расчетную летальность устанавливаемых режимов стерилизации оценивали в сравнении с требуемыми значениями. При этом также были учтены и следующие основные и характерные для разработки режимов стерилизации особенности:

1. Действительную летальность конкретного, устанавливаемого режима.
2. Оценка влияния процесса нагрева на органолептические свойства и пищевую ценность самих консервов.
3. Устойчивость микроорганизмов к температурным влияниям, способствующих порче данного продукта.
4. Основы рецептурных особенностей консервируемого продукта.
5. Основы технологии, а также гигиенические условия производства консервов.

Для достижения значений, позволяющих обеспечить промышленную стерильность продукции, при установлении режимов стерилизации были учтены те обстоятельства, что действительная летальность режима стерилизации должна обеспечить значения действительной летальности, удовлетворяющей соотношению:

$$A_{ф} > A_{тр} \quad (2.1)$$

Для компотов, значение требуемой летальности должен составлять в пределах 150-200 усл. мин/ /

При этом, в процессе установления режимов тепловой стерилизации, в качестве показателей, определяющих теплофизические свойства продукта были приняты коэффициенты крайней и средней неравномерности тепловой обработки.

## 2.4. Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследований использовалось плодово-ягодное сырье и консервированные компоты из них в стеклянной таре, изготовленные по традиционным и разработанным технологиям (виноград; яблоки; айва; абрикосы; персики).

В работе были использованы общеизвестные стандартные физические, химические, микробиологические и органолептические методы анализа готовых продуктов. Большинство исследований и новых разработок проводились в Дагестанском государственном аграрном университете им. М.М. Дамбулатова. Некоторые исследования по изучению прогреваемости консервов проводились в Дагестанском государственном техническом университете, а определение качественных показателей готовой продукции и микробиологические исследования проводились с участием автора в лабораториях ООО «Консервплодоовощ». Используются следующие методики исследования состава продуктов: содержание сухих веществ (ГОСТ 28562-90), витамина С – МОУ 47-2007; макроэлементов (калий, магний, кальций, натрий) – ПНДФ 14.1:2:4.167-00; лимонной и яблочной кислот – МОУ 47-2007 (ГОСТ 8856.23-70).

Исследования проводились с использованием метода капиллярного электрофореза на приборе «Капель-105 М» и газожидкостной хроматографии. Микробиологические анализы проводились согласно НД на методы исследования: ГОСТ 10444.11-89, ГОСТ 10444.12-88, ГОСТ 10444.15-94, ГОСТ 29185-89, ГОСТ 10444.8-88, ГОСТ Р 50474-93, ГОСТ 30425-97, ГОСТ 30519-97.

Используются методики измерения температурных параметров продукта для исследуемых режимов в аппаратах периодического действия в статическом состоянии и при вращении банок.

Оценка результатов исследований, а также статистическая достоверность полученных результатов, осуществлено с использованием программы расчета стерилизующего эффекта по экспериментальным данным и расчета фактической летальности на языке PASCAL. Результаты экспериментальных исследований обрабатывались на основе применения метода регрессионного анализа с использованием MS Office Excel 2007.

## **2.5. Определение микробиологической обсемененности**

Важным элементом оценки промышленной безопасности разрабатываемых режимов является оценка промышленной стерильности готовой продукции. Для этого были выполнены необходимые микробиологические исследования, основанные на определении обсемененности готового продукта и тары с использованием метода смыва образцов консервов и тары [47, 70]. При этом оценка основывалась, как на осмотре внешнего вида и герметичности готовой продукции, также и определением наличия в продукте жизнеспособных микроорганизмов. В случае необходимости, определяли их количество, и сравнивали с предусмотренными нормативными документами значениями на конкретный вид консервов.

Промышленную стерильность определяли по общепринятым методам: ГОСТ 10444.7 – 86, Мезофильные сульфитредуцирующие клостридии по ГОСТ 10444.15-94, *Cl.botulinum* по ГОСТ 10444.15-94, КМАФАнМ по ГОСТ 10444.15-94, Мезофильные аэробные и факультативные анаэробные м/о по ГОСТ 30425-97, Патогенные, в т.ч сальмонеллы по ГОСТ 30519-97, БГКП колиформы по ГОСТ Р 50474-93, Иерсинии по ГОСТ 30519-97, *V.polymyxa* по ГОСТ 10444.15-94, *S.aureus* по ГОСТ 10444.2-94.

## **2.6. Разработка математической модели**

Получение математической модели была основана на определении картины изменения температурных параметров в различных слоях продукта в статическом состоянии и при ее вращении с «доньшка на крышку» [96].

Данные экспериментальных результатов обрабатывались с учетом возможности оценить параметры процесса как в статическом состоянии, так и с учетом интенсифицирующего влияния ротации банок при тепловой обработке в аппаратах периодического действия.

При этом учитывалась также возможность обеспечения получения значений параметров, входящих в предполагаемую математическую модель, и одновременно учитывалась возможность предположительного изменения температуры продукта в банке при исследовании любого предполагаемого режима в пределах исследованного диапазона изменения параметров.

Матмодель обеспечивает возможность выбора наиболее оптимального режима тепловой обработки консервируемого продукта как в статическом состоянии, так и при ротационной обработке.

Для этого был использован метод планирования эксперимента позволяющий определить математическую модель изучаемого процесса [1, 7, 94], который основан на способе формирования исходной матрицы системы оптимальных уравнений [7], основанный на использовании комплекса этапов, включающих: составление плана эксперимента, далее исходного вектора, составление транспонированной матрицы, нахождение обратной матрицы и вычисление коэффициентов регрессионной модели, с последующим построением математической модели и вычислением расчетных значений полученных моделей.

## **ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **3.1. Оценка технологических факторов производства консервированных компотов с использованием тепловой стерилизации в аппаратах периодического действия**

Определение способа предварительной подготовки сырья в процессе его переработки для производства консервированной продукции, во многом зависит от исходных свойств сырья, более полное сохранение которых в готовом продукте имеет существенное значение.

При этом целесообразно изыскать все возможные технические и технологические решения, обеспечивающие такую подготовку сырья, с использованием различных тепловых, механических или физических воздействий [37, 38, 39, 43, 44, 47, 48, 50, 58, 59, 62, 71, 77, 85], которые в конечном итоге обеспечат выход высококачественной, безопасной и конкурентоспособной продукции.

Способы предварительной обработки может определяться как физическими и биологическими свойствами, так и во многом особенностями химического состава сырья [64, 68, 76, 83, 84].

Производство консервированных компотов по традиционной технологии [119, 121], с использованием пастеризации, заключается в том, что подготовленные и уложенные в банки плоды, заливают сахарным сиропом определенной температуры (40, 60, 80-85<sup>0</sup>С), в зависимости от вида сырья, герметически укупоривают консервную банку и далее подвергается в течение определенного времени тепловой обработке по разработанным для каждого вида продукта режимам пастеризации.

Основным критерием, характеризующим режимы пастеризации, является формула стерилизации [126]. Этот критерий в принципе имеет только практическое значение, так как в нем приводятся временные и температурные параметры, характеризующие процесс стерилизации. При этом формула стерилизации не описывает характер температурных изменений внутри самой банки, и к тому же не

оценивает эффективность конкретных параметров, оценивающих степень подавления микробной флоры, способствующих порче консервируемых продуктов.

Необходимо отметить, что большинство используемых режимов пастеризации, при производстве компотов, имеют временные параметры, превышающие требуемые значения, и в тоже время некоторые, наоборот умеренны по тепловому воздействию [126].

Естественно, что увеличение продолжительности процесса стерилизации усиливает процессы распада биологически активных компонентов исходного сырья и т.д. [127].

И как результат, имеет место ухудшение как консистенции плодов в готовом продукте, так и органолептических свойств и пищевой ценности консервированных продуктов [126].

И выход из создавшегося положения видится в необходимости совершенствования традиционных технологий. При этом в основе этих совершенствований должны быть заложены разработки научно обоснованных, инновационных технологий производства консервированных компотов, основанных на проведении необходимого комплекса как микробиологических, так и теплофизических исследований [126]. Все эти исследования являются основой для установления временных параметров тепловой обработки при различных температурных уровнях, которые в целом могли способствовать обеспечению необходимой стерильности и требуемую микробиологическую стабильность, при одновременном максимальном сохранении качественных показателей исходного сырья.

Необходимо также учесть, чтобы новые параметры тепловой стерилизации при производстве консервированных компотов, способствовали наряду с интенсификацией непосредственно самых технологий, одновременно и обеспечению энергетических и материальных затрат и как результат, повышению конкурентоспособности готовой продукции.

Кроме того, разрабатываемые новые режимы тепловой обработки должны обеспечивать гарантированное отсутствие в продукте

жизнеспособных бактерий, которые могут вызывать отрицательное влияние на потребителей [126].

В процессе тепловой обработки в консервируемых компотах протекает целый ряд изменений, которые вызывают ухудшение их качества, и причем глубина этих изменений определяется комплексом параметров, определяемых температурным уровнем и временем обработки [126, 127]. Важно заметить, что преимущественным влиянием обладает временной фактор, который является решающим.

Многообразие исходного сырья и к тому же различные методы предварительной подготовки его, не дают возможность предварительно оценивать показатели, оценивающие качество продукции после тепловой стерилизации. Для этого необходимо исследовать все стороны теплообменных процессов производства консервированных компотов и на основе определения показателей качества и безопасности выбрать из множества вариантов наиболее оптимальные.

### **3.2. Состояние производства и переработки плодово-ягодной продукции в Республике Дагестан**

В Республике Дагестан пищевая и перерабатывающая промышленность являются важными отраслями экономики Дагестана, где создаётся более 3,5% внутреннего валового продукта [123].

Пищевая и перерабатывающая промышленности республики сосредоточены более чем на 60 крупных и средних предприятиях, из которых 34 – консервные заводы. При этом, преимущественно преобладающей формой для более чем 95% из является частная.

Деятельность этих предприятий направлена на решение задач по обеспечению потребностей населения республики в продуктах питания, а также на обеспечение устойчивой тенденции непрерывного и постепенного роста производства и повышения инвестиционной привлекательности предприятий для комплексного технического и технологического перевооружения предприятий с переориентацией на выпуск конкурентоспособной качественной продукции.



Начиная с реформ 90-х годов, в перерабатывающих отраслях промышленности республики наблюдался резкий спад производства практически всех основных продуктов питания, который в целом привел как к значительному сокращению ассортимента вырабатываемой продукции, так и существенному снижению качества и конкурентоспособности, одним из составляющих элементов которого является старение основных производственных фондов.

Начиная с 2000 г наблюдается некоторый рост производственных показателей, и если дать оценку индексу производства пищевых продуктов в 2016 г по сравнению с 1990 г, то он составляет – 20,0%.

Углубление технической и технологической отсталости отраслей по сравнению с уровнем развитых регионов России, является основой нынешнего состояния пищевой и перерабатывающей промышленности республики.

В настоящее время, производственные мощности практически всех, за редким исключением, действующих предприятий и особенно важно отметить их технический уровень, не могут не только повысить выработку основных видов питания, но к тому же, в большинстве случаев приводит к значительным потерям перерабатываемого сырья. Сказывается также и отсталость технологической составляющей, что в итоге влияет на приток инвестиций и существенно снижает конкурентоспособность продукции агропромышленного комплекса республики.

В целом можно отметить, что потенциальные мощности пищевой и перерабатывающей промышленности используются не более чем на 15%.

Что касается конкретно консервной промышленности, то ее возможности могут обеспечить выпуск до 300 муб консервов.

Остро стоит вопрос о создании местной конкурентоспособной сырьевой базы для пищевой и перерабатывающей промышленности.

Важно также отметить, что производство продуктов питания, на основе переработки местного сырья, в республике существенно отстает от реальных потребностей даже местного населения, и при этом дефицит продуктов, покрывается за счет импортного

продовольствия, не всегда качественного, и кроме того имеет место рост цен.

Экономический кризис и спад производства, начавшийся в консервной промышленности в 90-е годы, привел к существенному уменьшению производства консервов в республике. В настоящее время мощности большинства предприятий практически не задействованы, физический и моральный износ основных фондов составляет более 70%.

Консервная промышленность Дагестана, включающая около 34 предприятий по переработке плодов и овощей, в настоящее время вырабатывает около 60 миллион условных банок консервов, в то время как, в 90-х годах производство консервов в год составляло более 350 миллион условных банок.

Из-за недостаточного уровня, а то и полного отсутствия оборотных средств, большинство предприятий не в состоянии провести модернизацию технологического оборудования и техническое перевооружение технологических линий производства консервов. На сегодняшний день всего лишь не более 1% валового сбора плодов используется для промышленной переработки.

Данные Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Дагестан за 2013–2017 годы по площадям и валовому сбору плодов и винограда и их структура приводятся в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1. Площади садов и виноградников в РД

Наименование	Годы, тыс. га				
	2013	2014	2015	2016	2017
Сады,	48,9	52,6	48,6	57,7	60,4
из них плодоносящие	21,6	20,6	20,6	21,4	20,8
Виноградники,	21,1	20,0	21,2	23,1	23,9
из них плодоносящие	16,5	16,0	15,8	17,0	17,8

Таблица 3.2. Валовый сбор плодов в Республике Дагестан

Наименование	Годы, тыс. тон				
	2013	2014	2015	2016	2017
Плоды	120,5	108,1	108,1	128,0	150,2

Несмотря на те обстоятельства, что природно-климатические условия республики обеспечивают достаточно благоприятные возможности для выращивания широкого ассортимента плодов и ягод, существенно отстает их переработка, и главной причиной такой картины является отсутствие замкнутой цепи: производство – переработка – реализация.

К началу 90-х годов общий объем производимой плодоовощной продукции составлял более 300 муб, при этом мощности консервных предприятий были загружены на 73,6% и перерабатывалось более 110,0 тыс. тонн плодов и овощей.

В период экономических реформ, и вплоть до 2006 г, производство как сырья, так и продуктов их переработки по сравнению с 90-ми годами снизилось более чем в 15,7 раз.

Положительные изменения стали намечаться после 2006 г., что связано как с ростом производственных объёмов плодов и овощей, так и частичной модернизацией перерабатывающих предприятий.

Объемы выработки плодоовощных консервов в РД за последние пять лет представлены в таблице 3.3.

Рисунок 3.3. Производство плодоовощных консервов в Республике Дагестан (муб)

Наименование	Годы, муб				
	2013	2014	2015	2016	2017
Плодоовощные консервы	57,9	68,3	24,8	31,9	40,3

Как видно из таблицы, в 2015 г имеет место снижение объема выработки, которое было связано со снижением уровня кредитования консервных заводов.

Однако в большинстве консервных предприятиях, на сегодняшний день, уровень оснащенности современным технологическим оборудованием остается очень низким.

Основной проблемой практически для всех консервных заводов является отсутствие качественного сырья, поскольку практически весь

объем плодов республики производится в частном секторе и сложно организовать их регулярные поставки для переработки.

В последнее время, тем не менее, проведены реконструкции ряда консервных предприятий: ООО «Кикунинский консервный завод», ООО «Чиркатынский консервный завод», СПК «Возрождение», СПОК «Восток» и т.д.

Агропромышленный комплекс (АПК) Республики Дагестан является важным сектором экономики, основой развития которого, прежде всего, являются благоприятные агроклиматические ресурсы; он обеспечивает 16% выпуска продукции.

Для обеспечения развития пищевой и перерабатывающей промышленности Республики Дагестан за 2011-2020 гг., постановлением правительства РД была утверждена целевая программа №376 от 31 октября 2011 г, основными целями и задачами которой являются:

- поэтапное развитие пищевой и перерабатывающей промышленности Дагестана;
- увеличение производства пищевой продукции, роста объема переработки сельскохозяйственной продукции;
- повышение объемов производства пищевой продукции с последовательным повышением их качественных показателей;
- организация и развитие производств по первичной переработке сельскохозяйственного сырья, вырабатываемого сельскохозяйственными производителями;
- осуществление мер по введению на предприятиях малоотходных ресурсосберегающих и энергосберегающих технологических приемов.

Согласно целевой программы и показателям программы по производству плодовых консервов, развитие данной отрасли должно совершаться в два этапа с доведением выпуска консервной продукции к 2020 году до 300 муб.

Перед предприятиями пищевой и перерабатывающей промышленности республики стоят непростые задачи обеспечения качества, а также увеличения объемов производства.

Результаты анализа целей и задач, поставленных в данной работе, позволяют отметить, что внедрение новых технологий производства консервированных компотов на консервных предприятиях Дагестана с использованием местной экологически чистой продукции, позволит значительно расширить ассортимент выпускаемой продукции, повысить ее эффективность и конкурентоспособность.

При этом нужно отметить, что важная составляющая для такого развития, достаточная сырьевая база в республике имеется (табл.3.1 и 3.2) и кроме того с учетом того, что 2015г в республике был объявлен годом садоводства и результаты этого масштабного проекта в ближайшем будущем будут способствовать существенному увеличению валовых сборов сырья.

Вся сложившаяся ситуация создает предпосылки для развития производства пищевой продукции, улучшения ее качества и конкурентоспособности.

### **3.3. Исследование химических и технологических показателей плодового сырья для производства консервированных компотов**

Задачами исследований были изучение химических и технологических характеристик сырья, используемого при производстве компотов, и их изменения в процессе переработки.

Для исследования были выбраны сорта плодово-ягодных культур, выращиваемых в южном регионе РД. Биохимический состав плодово-ягодного сырья по сортам представлен в таблице 3.4.

Таблица 3.4. Биохимический состав плодово-ягодного сырья по сортам

№	Культура	Сорт	Содержание			
			Сухие вещества, %	Сахара, %	Кислотность, %	Витамин С, мг/%
1	2	3	4	5	6	7
1.	Черешня	Дрогана желтая	14,6	9,56	0,65	5,6
		Наполеон черная	19,0	13,10	1,21	8,80
		Дагестанская ранняя	10,3	8,73	0,43	4,40
		Дагестанка	11,9	7,26	0,67	7,67

2.	Яблоня	Пармен зимний золотой	17,1	12,1	0,66	12,44
		Айдоред	15,8	12,85	0,48	8,83
		Ренет Шампанский	14,73	10,50	0,75	10,26
		Дагестанское зимнее	15,0	11,4	0,52,	12,10
		Ренет Симиренко	15,6	11,46	0,52	14,43
3.	Абрикос	Дженгутаевский	13,85	9,61	1,75	9,9
		Тамаша	15,05	9,26	0,93	15,06
		Эсделик	15,35	9,72	1,73	11,89
		Унцукульский поздний	14,52	9,45	1,76	13,3
4.	Персик	Ирганайский поздний	12,75	9,01	0,69	9,24
		Дагестанский золотой	11,0	9,58	0,75	12,1
		Джаминат	10,31	7,49	0,72	11,48

Результаты исследований, приведенные в таблице показывают, что различные сорта плодов существенно отличаются по биохимическому составу, и предпочтение для переработки нужно отдавать сортам с более высоким содержанием биологически активных компонентов.

### **3.4. Изучение и анализ параметров технологии производства компотов по традиционной технологии**

Задачей исследований на первом этапе являлось выявление характерных недостатков традиционных технологий и выбор оригинальных технических и технологических ращений, которые могут способствовать оптимизации параметров технологических процессов, и обеспечат выпуск высококачественной продукции.

Эксперименты осуществлялись для большого ассортимента компотов в различной стеклянной таре: СКО 1-82-350; СКО 1-82-500; СКО 1-82-1000 и СКО 1-82-3000.

Консервированные компоты относятся к консервам с большой активной кислотностью ( $pH < 4,2$ ). Исследованиями Рогачевой А.И. выявлено [118], что в зависимости от  $pH$  среды, микроорганизмы ведут себя по разному, а именно, в среде с  $pH$  ниже 4,2 устойчивые к

температуре бактерии не могут развиваться, и при этом, устойчивость к температурному воздействию попавших случайно – снижается.

При этом, бактерии, которые развиваются в кислой среде, не устойчивы к температуре.

Компоты относятся к продуктам гетерогенной консистенции и содержат около 35–45% сиропа. В связи с этим, т.е., наличия жидкой части, перенос тепла в них осуществляется конвекцией, в связи с чем, компоты прогреваются быстрее, чем другие консервы, для которых характерным является другой вид передачи тепла – теплопроводностью. Необходимо также заметить, что по своей биологической природе здоровый плод внутри стерилен, и задача прогрева плодов при стерилизации заключается в достижении эффекта инактивации ферментов, которые в противном случае могут способствовать протеканию различных химических реакций, приводящих к порче продуктов и подавлению жизнедеятельности микроорганизмов.

Все вышесказанное служит основой, подтверждающей необходимость и целесообразность использования более умеренных тепловых режимов, которые в конечном итоге могут обеспечить высокое качество готовой продукции.

Основную роль при консервировании пищевых продуктов с применением тепловой стерилизации играет температура продукта.

В связи с этим, одной из основных задач в исследовании процесса тепловой стерилизации консервируемых компотов является установление законов изменения температуры слоя продукта, который получает наименьшее температурное воздействие.

Важным параметром, имеющим место при производстве консервированных компотов с использованием тепловой стерилизации в аппаратах периодического действия является то обстоятельство, связанное с неравномерным тепловым воздействием на продукт находящийся в разных точках банки.

Для установления параметров характеризующих температурную неравномерность важно изучить прогреваемость консервов с последующим расчетом значений коэффициентов крайней неравномерности тепловой обработки продукта [7].

Задача сводится к расчету значений стерилизующих эффектов различных слоев и изысканию соответствующих технических решений, способствующих их устранению, или снижению их последствий. При выполнении этих исследований ориентировались на традиционную технологию изготовления консервированных компотов, которые подвергались тепловой обработке в лабораторном автоклаве.

Температуру продукта определяли в двух характерных точках, имеющих наибольшие и наименьшие значения.

Графики нагрева и величин летальности микроорганизмов в центре и периферии компота яблочного в банке объемом 0,5 л при стерилизации в автоклаве по режиму:  $\frac{20-25-20}{100} \cdot 118 \text{кПа}$  показаны на рисунке 3.1.

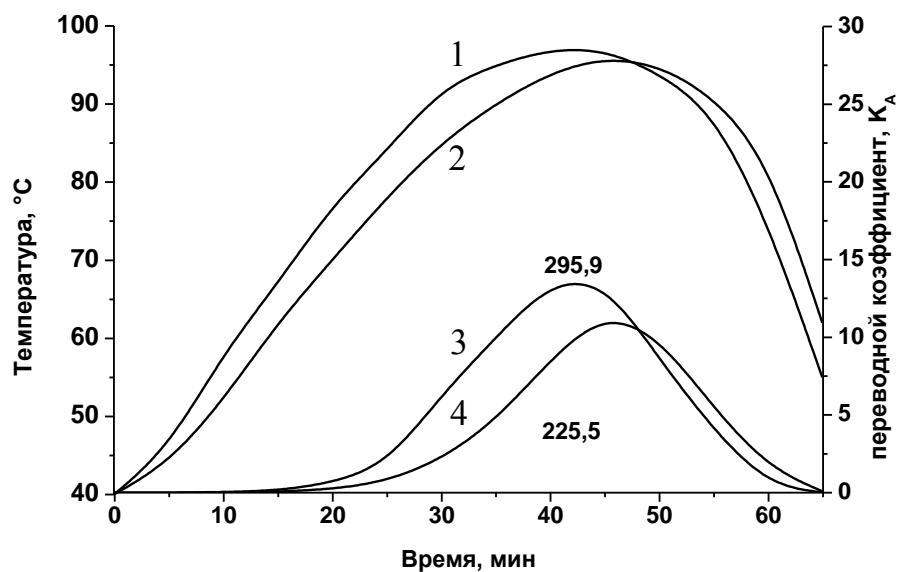


Рисунок 3.1. — Графики нагрева (1,2) и величин летальности микроорганизмов (3,4) в пристеночной части (1,3) и центре (2,4) банки СКО 1-82-500 при пастеризации компота яблочного в автоклаве

Анализируя результаты, представленные на рисунке, можно убедиться, что слои продукта, находящиеся в центре нагреваются значительно медленнее, чем периферийные слои, причем температурная разница между слоями достигает до 6–7°С. Соответственно и значения летальностей микроорганизмов,



получаемые продуктом в этих слоях отличаются друг от друга: в центре фактическая летальность равна 225,5 усл. мин, а периферийной части – 295,9 усл. мин.

И соответственно коэффициент, учитывающий тепловую неравномерность обработки [107], для данного случая равен:  $K_{к.н.} = 295,9 / 225,5 = 1,4$ .

В более явно выраженной степени неравномерность тепловой обработки консервов вырисовывается при изучении режимов пастеризации компотов в банках, имеющих большой объем (3,0 л).

Графики нагрева и величин летальности микроорганизмов центра и периферии черешневого компота в крупной таре (объемом 3,0 л), при стерилизации в автоклаве по режиму:  $\frac{30-50-30}{100} \cdot 118 \text{кПа}$  показаны на рисунке 3.2.

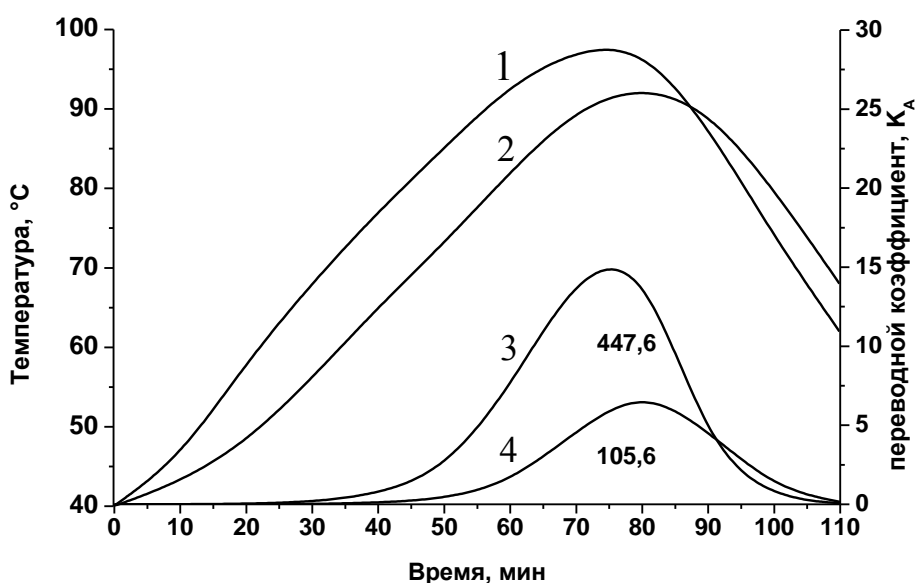


Рисунок 3.2. – Графики нагрева (1,2) и летальности (3,4) в периферийной точке (1,3) и центре (2,4) тары объемом 3 л при пастеризации черешневого компота по традиционной технологии

Анализируя результаты, представленные на рисунке, можно убедиться, что компот в различных точках банки нагревается неравномерно. Наименее всего нагреваются слои продукта в точке, находящейся на 16-ти миллиметровом отдалении от дна по высоте

банки. Температурный перепад между периферийным слоем и медленно нагреваемым слоем продукта составляет 12-15<sup>0</sup>С, и как результат способствует ухудшению качества продукта.

Сравнение полученных результатов стерилизующих эффектов, величины которых достигают соответственно 447,6 и 105,6 усл. мин, показывает, что периферийные (наиболее прогреваемые) и центральные (наименее прогреваемые) слои продукта получают почти 4-хкратно излишнюю теплообработку. В итоге, в комплексе со значительным временем теплообработки значительно ухудшается качество продукта. Значение коэффициента, учитывающего неравномерность теплообработки составляет  $K_{к.н.} = 447,6 / 105,6 = 4,2$ , что также показывает существенный перегрев продукта, находящегося в разных точках банки.

Аналогичные результаты получаются и при стерилизации консервируемых компотов в жестяной таре.

На рисунке 3.3 приведены кривые прогрева и летальности в периферии и центре черешневого компота в жестяной банке №13 (объемом 0,8 л), при пастеризации в автоклаве по режиму:  $\frac{15-20-15}{100} \cdot 118 \text{кПа}$

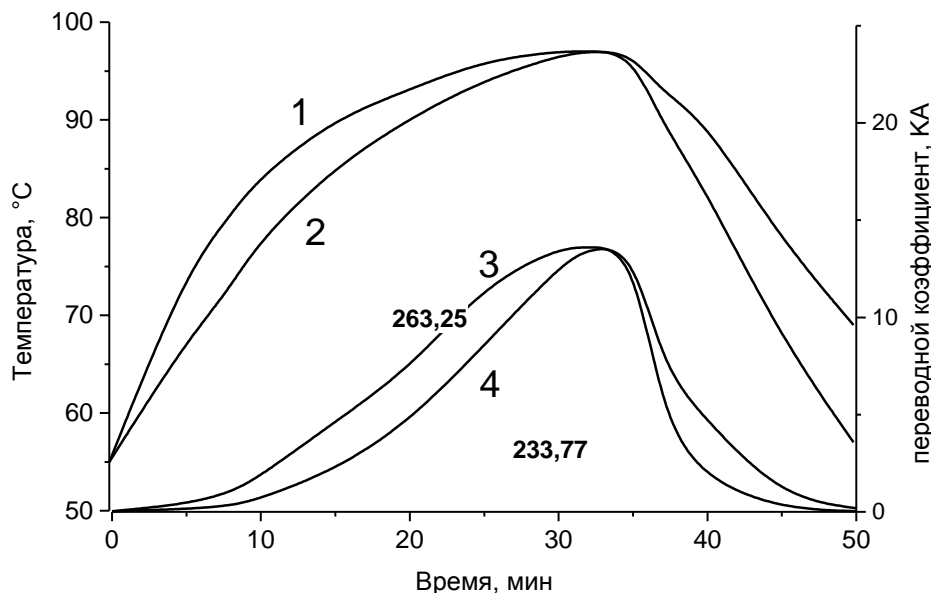


Рисунок 3.3. – Кривые нагрева (1,2) и летальности (3,4) в периферии (1,3) и центре (2,4) при стерилизации компота из черешни в жестяной банке №13

Оценка результатов, представленных на графике 3.3 показывает, что компот в различных точках банки нагревается неравномерно. Наименее всего нагреваются слои продукта, находящегося на отдалении 16 мм от дна. Температурный перепад в этих точках составляет 8-10<sup>0</sup>С, и естественно способствует ухудшению качества.

Сравнение полученных результатов стерилизующих эффектов, величины которых достигают соответственно 263,25 и 233,77 усл. мин, показывает, что периферийные (наиболее прогреваемые) и центральные (наименее прогреваемые) слои продукта получают излишнюю теплообработку. В итоге, в комплексе со значительным временем теплообработки значительно ухудшается качество продукта. Значение коэффициента, учитывающего неравномерность теплообработки составляет  $K_{к.н.} = 263,25/233,77 = 1,2$ , что также показывает существенный перегрев продукта, находящегося в разных точках банки.

Изучение кривых нагрева и летальности показывает, что компот в различных точках банки получает неодинаковое тепловое воздействие. Температурная разница между наиболее и наименее прогреваемыми точками достигает до 10-12<sup>0</sup>С, которая естественно приводит к снижению пищевой ценности готового продукта.

Сравнение полученных результатов стерилизующих эффектов, величины которых достигают соответственно 284,08 и 188,04 усл. мин, показывает, что периферийные (наиболее прогреваемые) и центральные (наименее прогреваемые) слои продукта получают излишнюю теплообработку. В итоге, в комплексе со значительным временем теплообработки значительно ухудшается качество продукта. Значение коэффициента, учитывающего неравномерность теплообработки составляет  $K_{к.н.} = K_{к.н.} = 284,04/188,04 = 1,5$ , что также показывает существенный перегрев продукта, находящегося в разных точках банки.

Результаты проведенных исследований подтверждают наличие неравномерности тепловой обработки отдельных слоев продукта в банках и большой продолжительности традиционных режимов тепловой стерилизации консервируемых компотов [121] и целесообразности проведения исследований, направленных на

разработку новых технических и технологических решений для их устранения.

### **3.5. Разработка инновационных ресурсосберегающих технологий плодово-ягодных компотов с пастеризацией в автоклавах**

Одним из направлений повышения эффективности технологий плодово-ягодных компотов является применение элементов ресурсосбережения, способствующих наряду с выпуском безопасных продуктов, обеспечивать их высокое качество и низкую себестоимость.

Как показывает анализ научно-технической литературы, более значительную роль для выпуска качественной продукции, играет время теплообработки продуктов [126].

Совершенство процесса тепловой стерилизации, являющимся обязательным и наиболее продолжительным и энергоемким в технологическом цикле производства [124], существенно влияет на качественные показатели продукции и одновременно на материальные и энергетические расходы.

Количественная оценка режимов пастеризации компотов по существующим способам со стерилизацией в автоклавах показывает, что для них характерным является большая продолжительность периодов нагрева и охлаждения, а также значительные потери тепла, энергии и воды [121].

Вышеизложенное твердо наталкивает на мысль о необходимости отыскания таких способов, которые наряду с ресурсосбережением, также способствовали бы и обеспечению более мягких временных параметров теплообработки.

#### **3.5.1. Совершенствование технологий производства консервированных компотов с использованием увеличения начальных температурных параметров продукции с использованием насыщенного пара**

Анализ уравнения термической инерции [126] показывает, что при увеличении температурного уровня продукта до герметизации банки, значение логарифмической характеристики снижается и, как

результат, сокращается суммарная продолжительность термообработки.

Установлено также, что более существенное влияние увеличение температурного уровня на уменьшение продолжительности играет для продуктов густого состава, характеризующимся высокой термической инерцией.

Нужно отметить, что повышение начальной температуры консервируемых продуктов положительно сказывается комплексно на теплофизическую и на микробиологическую стороны [126]. Объясняется это теми обстоятельствами, что высокая температура продукта к началу стерилизации, уже способствует снижению начальной микробиологической обсемененности продукта и, следовательно, возрастет эффект стерилизации.

Данное заключение наталкивает на мысль о том, что использование в технологических схемах производства консервированных компотов нового технологического приема для повышения начальной температуры продукта, а именно процесса увеличения температуры плодов перед герметизацией банки, является эффективным методом интенсификации процесса тепловой стерилизации [126].

Вместе с тем, увеличение температурного уровня продукта перед герметизацией также обеспечивает и удаление части воздуха из плодов и банки, что естественно также будет способствовать снижению окислительных процессов биологически активных компонентов, содержащихся в исходном сырье с одновременным снижением и величины давления в банках в процессе тепловой обработки [126].

По традиционной технологии производства консервированных компотов, банка с уложенными в нее плодами заполняют сиропом определенной температуры: для винограда 40°C; для вишни, слив, кизила и черешни 60°C и для других 80°C [119, 121].

Варка сиропа осуществляется при 100°C, а наполнение банок осуществляется при 40, 60 и 80°C, имеются потери тепловой энергии, имеющие место в процессе снижения ее температуры до уровня требуемой при заливке.

С учетом отмеченных обстоятельств, для обеспечения возможности снижения, как тепловых потерь, так и уменьшения общей продолжительности режимов стерилизации консервированных продуктов, существенную роль играет увеличение температурного уровня консервируемого продукта до герметизации банок перед пастеризацией [126].

В связи с этим, с целью усовершенствования технологий плодово-ягодных компотов, были осуществлены опытные исследования по применению для повышения температурных параметров продукта перед пастеризацией насыщенного пара [52, 53, 54].

Способ осуществляется следующим образом.

Подготовленное сырье укладывают в банки. Далее плоды в банках подвергаются нагреву посредством импульсной подачи в банки водяного пара. При этом подачу пара осуществляют с интервалом 10 с: 10 с подача пара, далее 10 с выдержка.

Продолжительность импульсного нагрева плодов в банках насыщенным паром устанавливается в зависимости от объема банок, и составляет соответственно от 80 с, для банки объемом 0,35 л, до 100 с для банки объемом 0,5 л и 120 с для банки объемом 1,0 л.

В процессе подачи пара в банки, на поверхность банки подается воздух с температурой 110-120<sup>0</sup>С; это обеспечивает термическую стойкость стеклянной тары, подвергаемой, за счет подачи во внутрь пара, температурным нагрузкам. Далее банки заполняют сиропом, температурой равной до 98<sup>0</sup>С, герметизируют с применением подготовленных крышек и подают на пастеризацию по ускоренным режимам.

Выбор импульсного способа подачи пара обоснован с учетом того, чтобы предотвратить перегрев поверхностных слоев плодов и одновременно обеспечить в промежуточные моменты, предшествующие подаче пара, чтобы тепло посредством теплопроводности проникал и в глубинные слои плодов.

### 3.5.2. Прогреваемость слоя плодов в банках насыщенным водяным паром

При исследовании прогреваемости слоя плодов уложенных в банки в качестве термоприемников использовался комплект хромель-копелевых термопар и шеститочечный самопишущий потенциометр КСП-4. Термопары вводились в банку через отверстия в боковой поверхности, что позволяло измерять температуру по всему объему тары.

Экспериментальные данные изменения среднеобъемной температуры слоя плодов черешни, абрикосов и вишни в стеклянной банке СКО 1-82-1000 приведены на рисунке 3.5. При этом в тару укладывалась заданная по традиционной технологии масса плодов, которые составляют соответственно: для компота из абрикосов – 0,675кг; для черешни – 0,715 кг и для вишни – 0,695кг. Параметры греющего пара: температура 105-110<sup>0</sup>С при давлении 0,1 МПа; расход пара –0,001кг/с

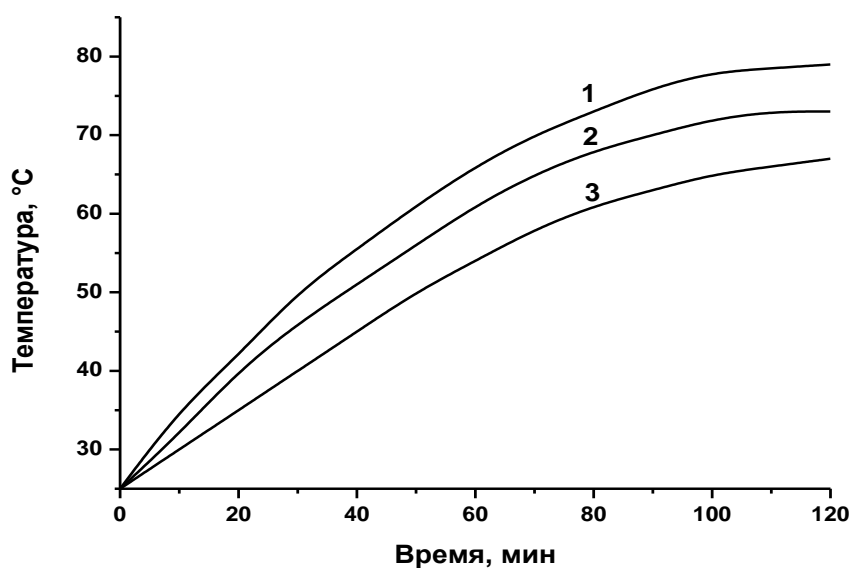


Рисунок 3.5. Кривые прогреваемости слоя плодов в банке СКО 1-82-1000 насыщенным водяным паром: 1 – вишня; 2 – черешня; 3 – абрикосы

Как видно из рисунка, температура слоя продукта достигает соответственно: для вишни – 79<sup>0</sup>С; для черешни – 73<sup>0</sup>С и для абрикосов

– 66<sup>0</sup>С. При заливке прогретых насыщенным водяным паром плодов сиропом температурой 98<sup>0</sup>С, температура продукта в банке до стерилизации с использованием нагрева плодов насыщенным паром, составляет 80–85<sup>0</sup>С, а по существующей технологии соответственно: 40–42 (для косточковых плодов) и 45–48<sup>0</sup>С (для семечковых плодов).

Результаты экспериментальных данных по установлению начальной температуры компотов с применением данного способа показаны в таблице 3.5.

Таблица 3.5. Результаты экспериментальных данных по установлению начальной температуры компотов

Ассортимент продукции	Температура сиропа при заливке, °С		Начальная температура продукта до пастеризации, °С	
	существующий способ	предлагаемый способ	существующий способ	предлагаемый способ
Компот из винограда	40 <sup>0</sup> С	85	32	70
Компот из черешни	60 <sup>0</sup> С	98	41	82
Компот из яблок	80 <sup>0</sup> С	98	45	85
Компот из слив	80 <sup>0</sup> С	98	40	79
Компот из вишни	60	98	41	82

Результаты, приведенные в таблице 3.5 показывают, что использование нового способа подготовки плодового сырья перед герметизацией банок, обеспечивает увеличение температуры продукта перед пастеризацией на 38–40<sup>0</sup>С, по сравнению с традиционной технологией [53, 54, 56, 63, 64, 65]. По предлагаемому способу температура продукта при пастеризации будет изменяться с уровня 70–85, а не 32–45<sup>0</sup>С. В то же время, использование нового способа подготовки сырья приводит и к экономии тепловых и энергетических затрат путем уменьшения их потерь. Использование данного способа позволяет температуру заливаемого в банку сиропа снижать от температуры варки сиропа, которая составляет 100<sup>0</sup>С, на незначительную уровень, а именно, до 70<sup>0</sup>С (для винограда) и – 98<sup>0</sup>С для остальных плодов, т.е. практически сироп можно заливать в банки при температуре варки.

Однако при применении данного способа увеличения начального среднеобъемного температурного уровня продукта с использованием



насыщенного водяного пара сталкиваются с проблемой, возникающей при конденсации пара в банке с образованием некоторого количества конденсата, который попадает в готовый продукт и естественно имеет место некоторое разжижение продукта.

Поэтому нами, с целью обеспечения соблюдения требований ГОСТа по концентрации сиропа в готовой продукции, рекомендуется несколько изменить концентрацию и количество сиропа, расфасовываемого в банку, с учетом массы образующегося конденсата.

Требуемую концентрацию сиропа определяем по формуле:

$$x = \frac{m \cdot n}{m - m_1}, \quad (3.1)$$

где  $x$  – требуемая концентрация сиропа, заливаемого в банку при импульсном нагреве паром, %;  $n$  – концентрация сиропа по традиционной технологии, %;  $m$  – количество сиропа, необходимого заливать в банку по рецептуре традиционного способа, г;  $m_1$  – общая масса конденсата в банке с продуктом при импульсном нагреве паром.

Количество конденсата, образующего в банке при импульсном нагреве паром определяется на основе теплового расчета или экспериментальными исследованиями.

Пароконтактный нагрев плодов, вдуваемым в банки насыщенным паром, создает еще одну проблему, связанную с обеспечением предотвращения термостойкого боя стеклянной банки, так как нагрев сырья импульсной подачей пара не исключает возможность появления температурного перепада между внутренней и наружной стенками банки, за счет перегрева внутренней поверхности банок, что может привести к термическому бою.

В литературе имеются сведения [123, 126], характеризующие величину максимально возможного перепада в стенке стеклянной тары, которая равна  $27 \pm 2^\circ\text{C}$ .

С целью выявления возможных перепадов температуры в стенке стеклянной банки при нагреве плодов уложенных в банку паром, нами была проведена серия опытов. Для проведения эксперимента была специально подготовлена банка, на характерных участках стенки снаружи и внутри были установлены три пары термодатчиков.

Точки для закрепления термопар на наружной и внутренней поверхностях банки осуществлен с учетом нахождения их в неодинаковых температурных значениях. А именно, точки 1 и 2, 5 и 6 установлены в местах, уже подверженных напряженному состоянию при изготовлении самой банки, различные напряжения в которых обусловлены наличием определенной радиальной кривизны и неравномерной толщины самой стенки. Точки 3 и 4, выбраны в сечении, в котором отсутствуют начальные напряжения.

Схема установки термопар на экспериментальной банке показано на рисунке 3.6.

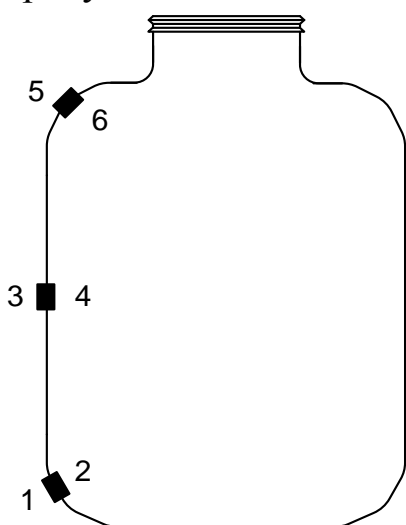


Рисунок 3.6 –  
Расположение термопар  
на экспериментальной  
банке

Проведенные экспериментальные исследования подтвердили, что при нагреве плодов в банке вдуванием пара с омыванием снаружи банки воздушным потоком нагретым до  $110-120^{\circ}\text{C}$ , обеспечивается возможность предотвратить перегрев внутренних слоев стенки банки и обеспечить относительное выравнивание температурных напряжений в стенке банки.

Температурный перепад при таком подходе к осуществлению процесса тепловой обработки в стенке банки даже не приближается к максимально допустимому значению  $25^{\circ}\text{C}$ , а составляет порядка  $8-10^{\circ}\text{C}$ . Объясняется наличие, хотя незначительного, температурного перепада, несмотря на то, что мы обдуваем наружную поверхность банок нагретым воздухом тем обстоятельством, что коэффициент теплоотдачи от пара к стенке банки несколько десятков раз выше, чем от нагретого воздуха.

Важным элементом в осуществлении способа с использованием импульсного нагрева является то, что кроме того, как обеспечение равномерного нагрева плодов, которые характеризуются относительно большим внутренним тепловым сопротивлением, вызывающим перегрев поверхностных слоев, и с учетом целесообразности

обеспечения непрерывности, импульсная подача пара позволяет осуществлять в периодах прекращения подачи пара, продолжение процесса нагрева центральных слоев плодов за счет передачи тепла теплопроводностью.

Аналогичные исследования проведены и для других банок объемом 0,5, 0,35 и 3,0 л. При этом было выявлено, что для тары СКО 1-82-3000 (объемом 3,0 л) из-за большого объема эффект воздействия проявляется менее выраженный, чем для другой тары.

### **3.5.3. Разработка инновационных режимов пастеризации компотов с использованием нагрева плодов насыщенным паром**

Сущность и основное назначение консервирования пищевых продуктов на основе применения тепловой стерилизации заключается в подавлении жизнедеятельности микроорганизмов и обеспечение промышленной стерильности выпускаемой продукции, при одновременном максимальном сохранении качества готовой продукции.

В связи с чем, для оценки эффективности, а также обоснования наиболее эффективного направления совершенствования технологий производства консервируемых продуктов с применением нового способа подготовки плодов и пастеризацией в периодически работающих аппаратах, нами с целью оценки, сравнения и обобщения результатов теплового воздействия на консервируемые продукты, экспериментально изучены температурные параметры существующих режимов пастеризации.

Результаты, полученные на основе анализа полученных данных, лишний раз подтверждают, что характерной особенностью для всех режимов традиционной технологии является явно выраженная неравномерность тепловой обработки одновременно с большой продолжительностью.

Еще более существенным недостатком, применяемых на практике технологий консервирования с использованием тепловой стерилизации, который параллельно в большей степени затрагивает и конкурентоспособность готовой продукции, является большие потери

тепловой энергии и охлаждающей воды, обусловленные тем, что в технологическом цикле работы автоклава, для каждой новой партии консервов, воду в автоклаве повторно нагревают до требуемой температуры пастеризации, и как результат, теплота тратится как на нагрев самого продукта, так и на многократный нагрев воды, по окончании процесса, которая выбрасывается.

Важным моментом в процессе разработки и обоснования новых режимов тепловой стерилизации консервированных компотов является, выработка решения, как лучше изобразить формулу стерилизации для новых режимов стерилизации.

При тепловой стерилизации компотов по предлагаемой технологии в автоклавах в формуле стерилизации указаны характеризующие этот процесс параметры: начальная температура продукта перед стерилизацией  $T_0$ ; начальная температура воды в автоклаве –  $T_1$ ; температура стерилизации  $T_2$ ; конечная температура воды в автоклаве  $T_3$  и продолжительности тепловой обработки консервов: продолжительность нагрева воды в автоклаве до температуры стерилизации –  $\tau_1$ , продолжительность периода собственной стерилизации –  $\tau_2$  и  $\tau_3$  – продолжительность периода охлаждения.

Для разработанного способа пастеризации формулу стерилизации с учетом всех характеристик нужно выразить в следующем виде: соответственно для аппаратов без вращения банок (3.3) и с вращением банок (3.4)

$$T_0 \cdot \frac{\tau_1 - \tau_2 - \tau_3}{T_1 - T_2 - T_3} \cdot P \quad (3.3)$$

$$T_0 \cdot \frac{\tau_1 - \tau_2 - \tau_3}{T_1 - T_2 - T_3} \cdot P \cdot n \quad (3.4)$$

где  $\tau_1, \tau_2, \tau_3$  продолжительности периода нагрева воды в автоклаве до температуры стерилизации, собственной стерилизации и охлаждения;

$T_1, T_2, T_3$  – соответственно температуры воды: начальная, температура стерилизации и конечная температура воды в автоклаве;

$P$  – величина противодавления в аппарате;  $n$  – частота вращения тары.

Для оценки эффективности влияния на продолжительность режимов пастеризации консервированных компотов нового метода подготовки сырья, нами проведена серия экспериментов с различной продолжительностью предварительной тепловой обработки плодов паром и при различных начальных температурах продукта.

При этом также исследовали зависимость величины давления в банках при пастеризации по новым режимам от начальной температуры продукта.

Эти исследования были также направлены для определения величины противодействия в автоклаве для вновь разрабатываемых режимов стерилизации, чтобы обеспечить соответствие давлений, возникающим в банках в процессе тепловой стерилизации и противодействия в аппарате.

Экспериментальные исследования проводились при оптимальной степени наполнения банок, согласно традиционной технологии.

В результате проведенных исследований были получены следующие результаты (табл. 3.6).

Таблица 3.6. Результаты исследований влияния нагрева плодов в банке насыщенным паром на величину давления в банке

Ассортимент	Давление возникающее в банках с продуктом, и величины противодействия в аппарате, кПа			
	по существующему способу	противодействие в аппарате	по предлагаемому способу	противодействие в аппарате
Компот виноградный	105	118	72	88
Компот черешневый	115	118	65	88
Компот яблочный	98	118	75	88
Компот сливовый	110	118	80	88
Компот вишневый	92	118	70	88

С учетом полученных значений противодействия были выбраны значения противодействий при разработке ускоренных режимов

тепловой стерилизации компотов, которые обеспечивали бы предотвращение крышек в процессе тепловой обработки.

Графики нагрева (1,2) и величин летальности микроорганизмов (3,4) при пастеризации компота из черешни в банке СКО 1-82-500 с предварительным нагревом плодов в банках водяным паром при начальной температуре продукта равном  $50^{\circ}\text{C}$  по ускоренному режиму  $50 \cdot \frac{15-25-20}{65-100-40} \cdot 88\text{кПа}$  приведены на рисунке 3.7.

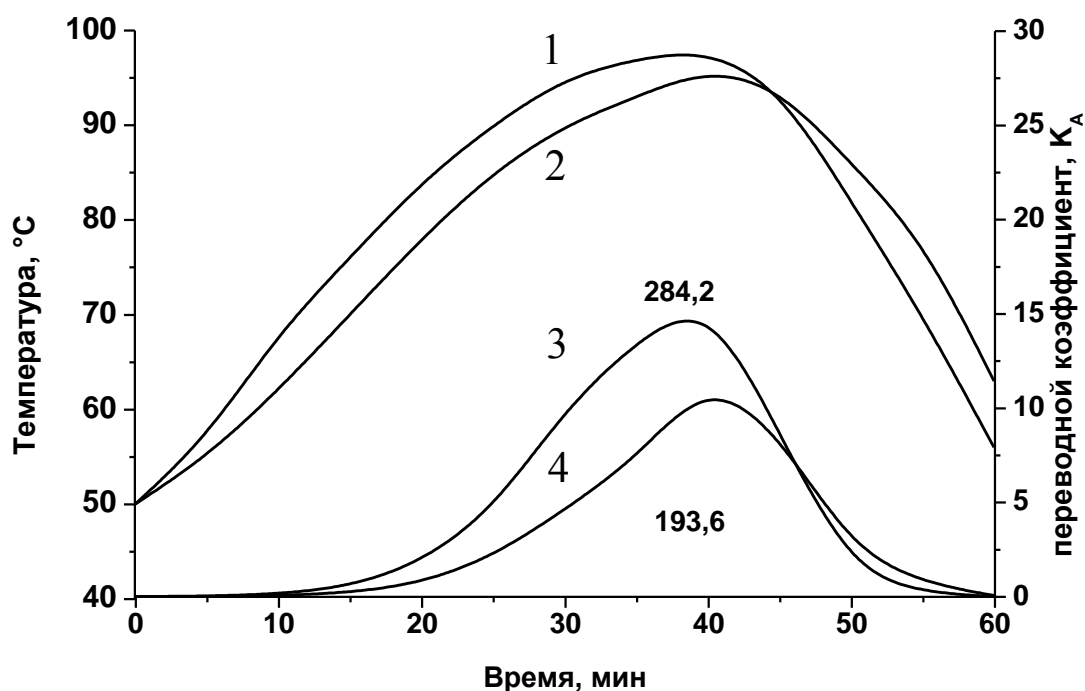


Рисунок 3.7. Графики нагрева (1,2) и величин летальности (3,4) в пристеночной (1,3) и центре (2,4) банки объемом 0,5 л при пастеризации компота из черешни с предварительным нагревом плодов водяным паром и стерилизацией в автоклавах по ускоренному режиму

Анализ результатов рисунка показывает, что продолжительность режима стерилизации по сравнению с традиционным режимом стерилизации сокращается на 5 мин, и режим обеспечивает требуемую промышленную стерильность готовой продукции.

Графики нагрева (1,2) и величин летальности микроорганизмов (3,4) при пастеризации компота из черешни в банке СКО 1-82-500 в

автоклаве при начальной температуре продукта равном  $60^{\circ}\text{C}$  по режиму  $60.\frac{10-25-20}{75-100-40}.88\text{кПа}$  представлены на рисунке 3.8

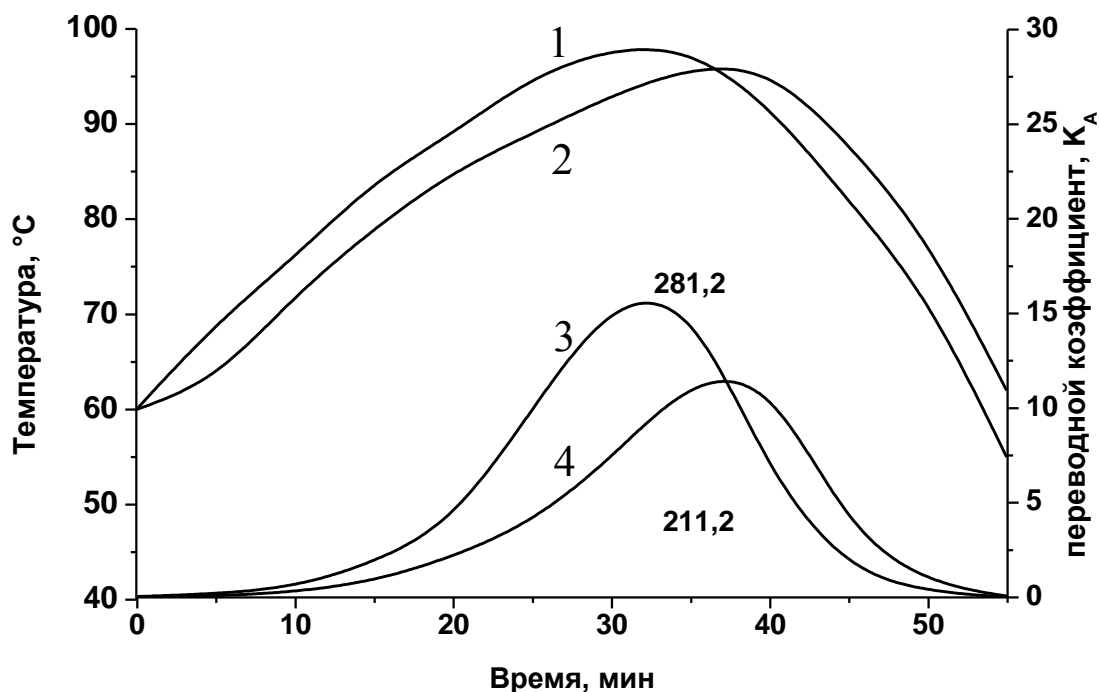


Рисунок 3.8. Графики нагрева (1,2) и величин летальности (3,4) в пристеночной (1,3) части и центре (2,4) банки объемом 0,5 л при пастеризации компота из черешни в автоклавах с предварительным нагревом плодов насыщенным водяным паром по новому режиму

Анализ результатов рисунка показывает, что продолжительность режима стерилизации по сравнению с традиционным режимом стерилизации сокращается на 10 мин, и режим обеспечивает требуемую промышленную стерильность готовой продукции.

Графики нагрева (1,2) и величин летальности микроорганизмов (3,4) при пастеризации компота из черешни в банке СКО 1-82-500 в автоклаве при начальной температуре продукта равном  $70^{\circ}\text{C}$  по режиму  $70.\frac{10-20-20}{85-100-40}.88\text{кПа}$  представлены на рисунке 3.8.

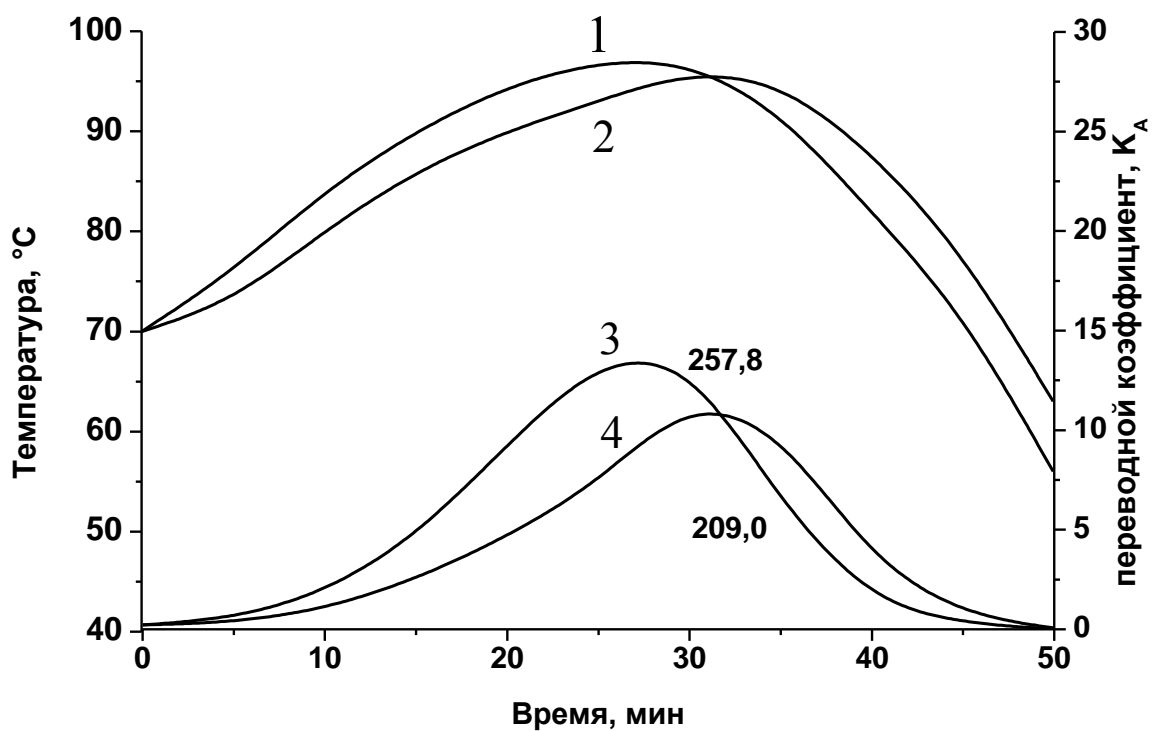


Рисунок 3.9. Графики нагрева (1,2) и величин летальности (3,4) в пристеночной (1,3) части и центре (2,4) банки объемом 0,5 л при пастеризации компота из черешни в автоклавах с предварительным нагревом плодов насыщенным водяным паром по новому режиму

На основе анализа графиков можно установить, что продолжительность режима стерилизации по сравнению с традиционным режимом стерилизации сокращается на 15 мин, и режим обеспечивает требуемую промышленную стерильность готовой продукции.

Графики прогреваемости и летальности микроорганизмов компота из черешни в банке СКО 1-82-500 при пастеризации в автоклаве с нагревом плодов водяным паром по предлагаемому

способу по режиму  $80 \cdot \frac{10 - 10 - 20}{85 - 100 - 40} 88 \text{кПа}$  приведены на рисунке 3.10.



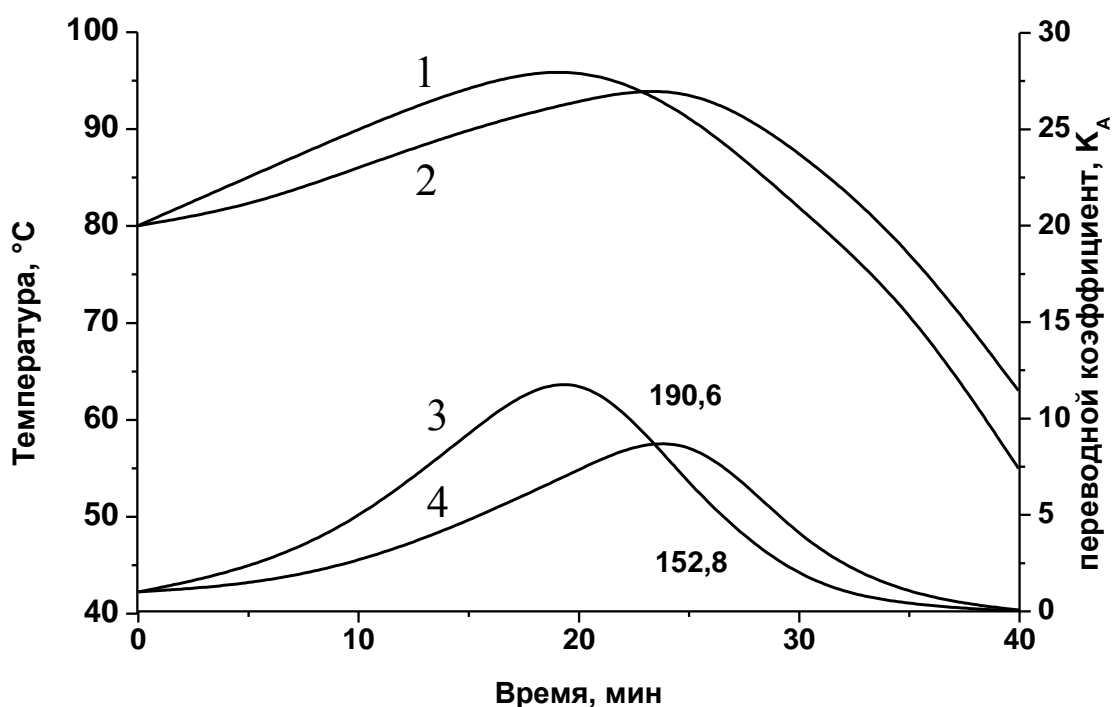


Рисунок 3.10. Графики нагрева (1,2) и величин летальности (3,4) в пристеночной (1,3) части и центре (2,4) банки объемом 0,5 л при пастеризации компота из черешни в автоклавах с предварительным нагревом плодов насыщенным водяным паром по новому режиму

Анализ результатов, приведенных на рисунке, показывает, что по данному режиму достигается требуемая стерильность, что подтверждается значениями стерилизующих эффектов, равных соответственно 190,6 и 152,8 усл мин, и одновременно сокращается общее время пастеризации на 25 мин.

Такие же исследования были выполнены для различных консервированных компотов и в различной таре: компоты из черешни, вишни, яблок, айвы, груш, сливы, персиков, винограда и на основании полученных экспериментальных данных разработаны инновационные технологические схемы производства консервированных компотов (рисунки 3.11–3.13).

На рисунке 3.11 приведена усовершенствованная технология компота из черешни в банках СКО 1-82-1000 с применением насыщенного водяного пара и стерилизацией в аппаратах периодического действия по ускоренным режимам пастеризации.

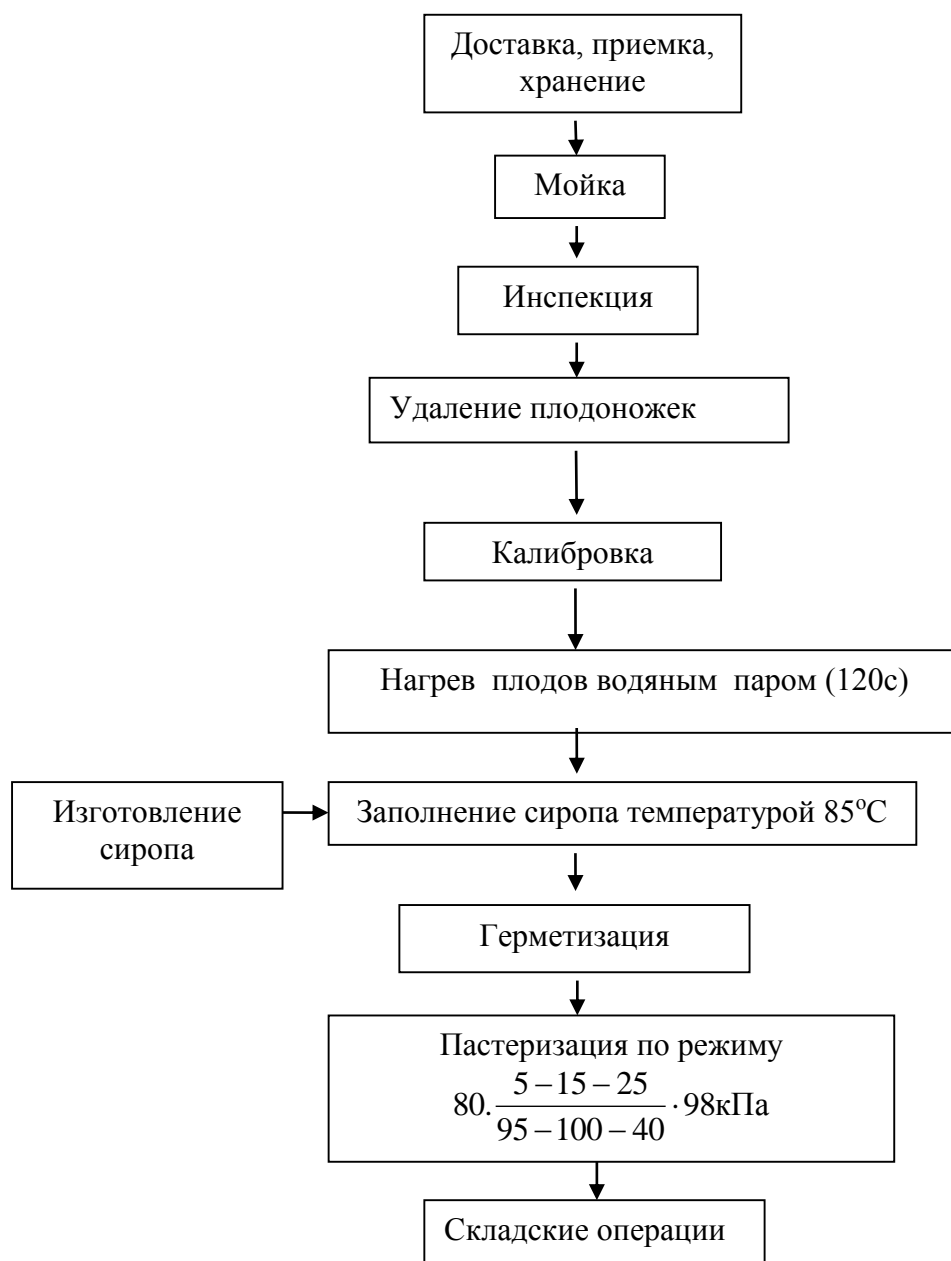


Рисунок 3.11. – Усовершенствованная технология компота из черешни в банке объемом 1,0 л с применением водяного пара и пастеризацией по ускоренному режиму

На рисунке 3.12 приведена усовершенствованная технология производства компота грушевого в банке СКО 1-82-500 с применением водяного пара и пастеризацией по ускоренным режимам.

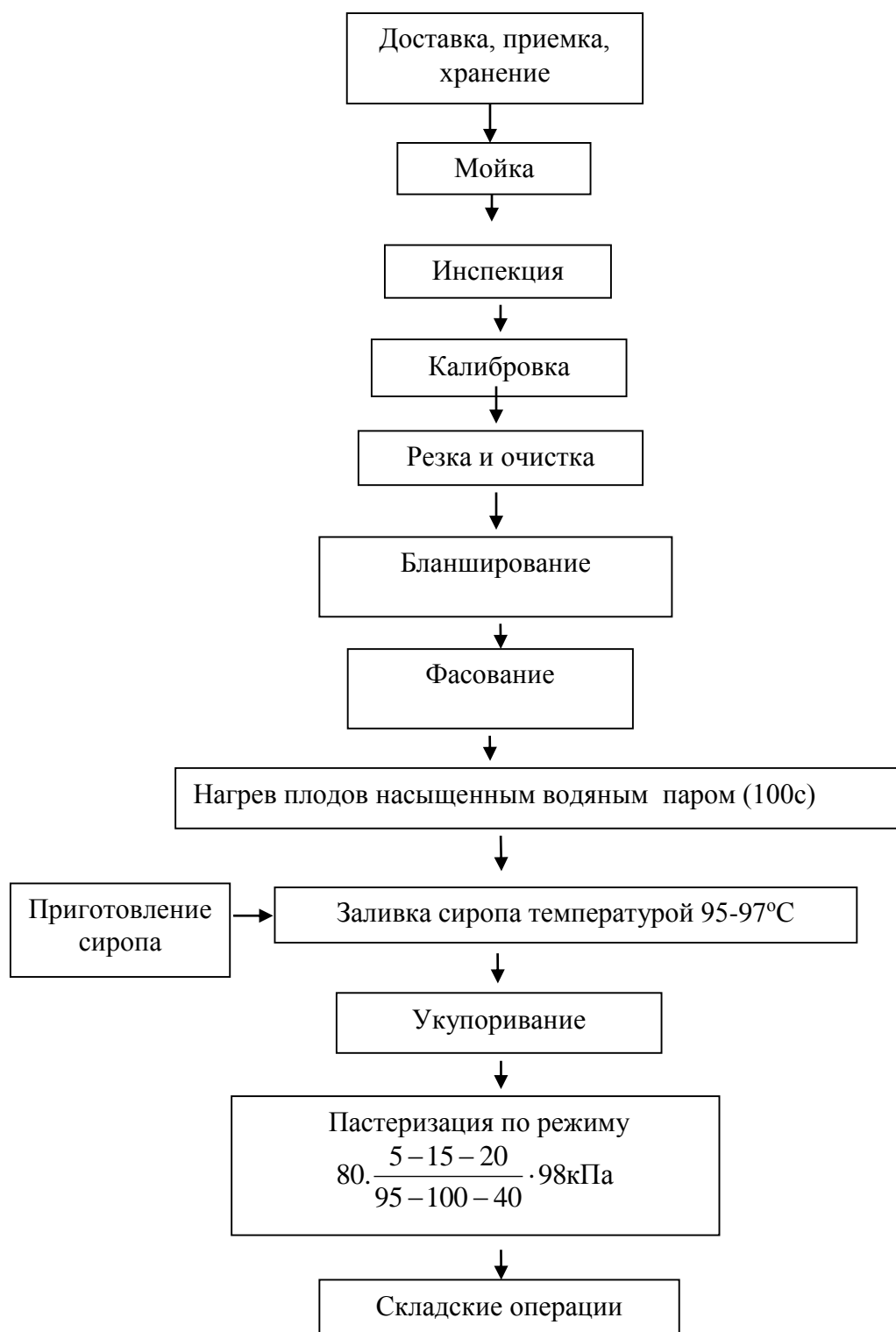


Рисунок 3.12. Усовершенствованная технология компота грушевого в банке объемом 0,5 л с применением водяного пара и пастеризацией по ускоренному режиму

На рисунке 3.13 представлена усовершенствованная технология производства компота яблочного в банках СКО 1-82-350 с

использованием предварительного нагрева плодов в банках насыщенным водяным паром и пастеризацией по ускоренным режимам.

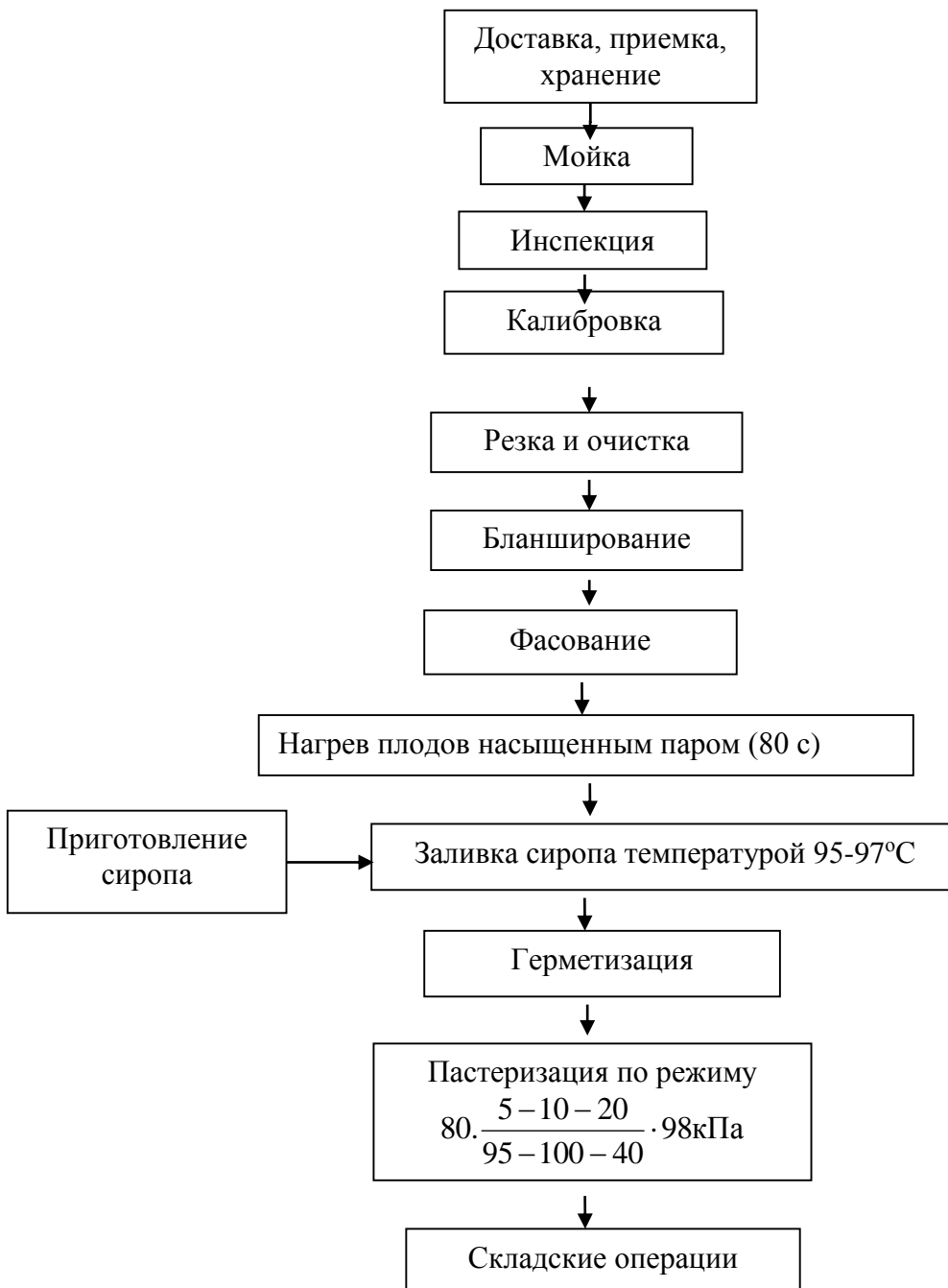


Рисунок 3.13. Усовершенствованная технология производства компота из яблок в банке объемом 0,35 л с использованием предварительного нагрева плодов в банках насыщенным водяным паром и пастеризацией в автоклавах по ускоренному режиму

На рисунке 3.14 показана усовершенствованная технология производства компота айвового в банке СКО 1-82-500 с использованием предварительного нагрева плодов насыщенным водяным паром и пастеризацией в аппаратах периодического действия по ускоренным режимам.

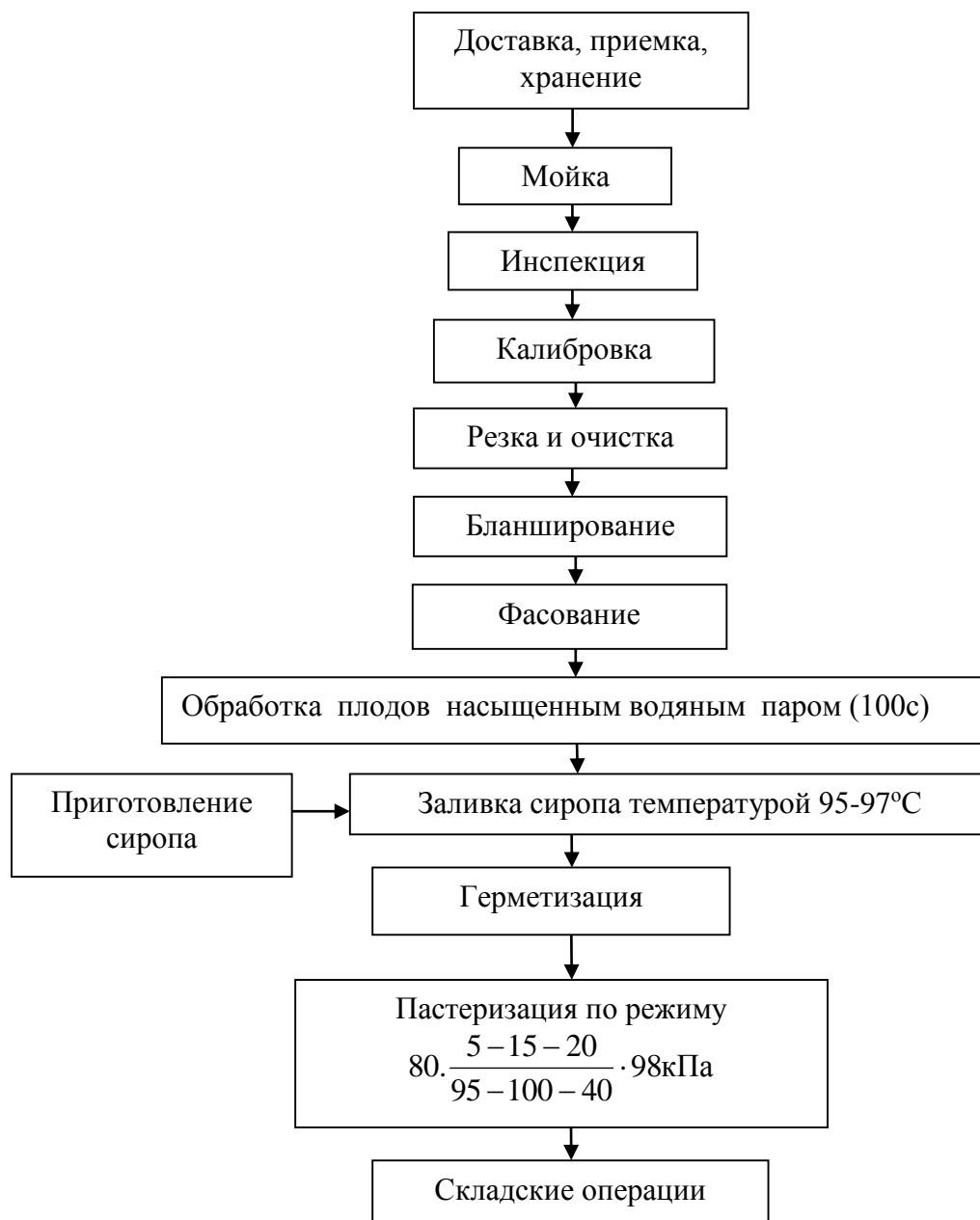


Рисунок 3.14. Усовершенствованная технология производства компота айвового в банке объемом 0,5 л с применением водяного пара и пастеризацией по ускоренному режиму

### **3.6. Тепловая стерилизация консервируемых компотов с использованием двухступенчатого предварительного нагрева плодов насыщенным водяным паром и горячей водой.**

При использовании предварительного нагрева плодов в банках водяным паром в результате конденсации пара в банках остается некоторое количество конденсата (10–15 г), который, смешиваясь с заливаемым в банки сиропом определенной концентрации, несколько снижает его, что приводит к нарушению требований к готовой продукции.

Хотя разработанный нами способ предусматривает устранение этого недостатка, за счет предварительного увеличения концентрации и уменьшения количества заливаемого сиропа на величину образующегося конденсата, нами предложено и другое техническое решение для устранения этого недостатка.

Сущность предлагаемого технического решения заключается в том, что в линии производства компотов после аппарата для нагрева плодов в банках насыщенным водяным паром, предлагается установить дополнительно аппарат для дополнительного 2-х-3-х минутного нагрева плодов в банках горячей водой. И при этом конденсат, образовавшийся при конденсации пара, удаляется вместе с водой и эту воду используют для варки сахарного сиропа. Предлагаемый способ позволяет дополнительно повысить температуру продукта еще на 10–12<sup>0</sup>С и существенно сократить продолжительность режима стерилизации.

Кривые нагрева и летальности при пастеризации компота из черешни в банке СКО 1-82-500 в автоклаве с предварительным двухступенчатым нагревом плодов в банках насыщенным водяным паром и горячей водой по предлагаемому способу по режиму

$90 \cdot \frac{15 - 20}{100 - 40} \cdot 88 \text{кПа}$  показаны на рисунке 3.15.

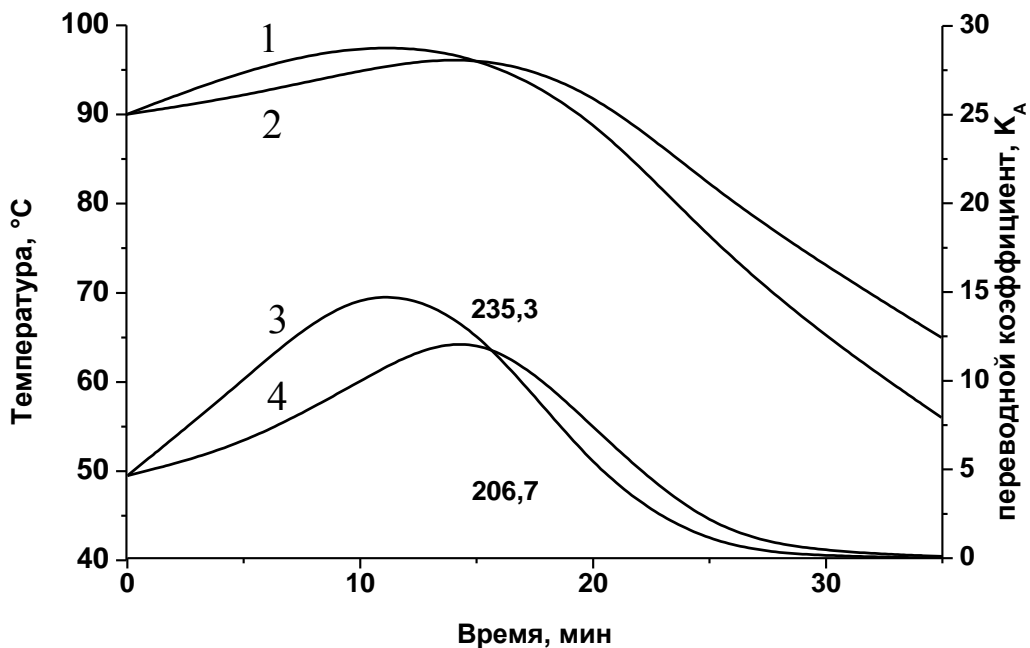


Рисунок 3.15. Кривые нагрева (1,2) и летальности (3,4) в периферийной и центральной точках банки объемом 0,5 при пастеризации компота из черешни с нагревом плодов насыщенным водяным паром и горячей водой с пастеризацией в автоклавах по ускоренному режиму

Анализ кривых прогреваемости и летальности показывает, что достигается необходимая стерильность, за счет соответствия летальности требуемым значениям, которые составляют соответственно 235,3 и 206,7 усл мин. Кроме того по предлагаемому способу одновременно сокращается общее время режима пастеризации на 30 мин.

Такие же исследования были выполнены для различного ассортимента консервируемых компотов, на основании которых разработаны ускоренные режимы пастеризации компотов в автоклавах и усовершенствованные технологии компотов.

Усовершенствованная технология производства консервированных компотов с использованием двухступенчатого нагрева плодов в банках насыщенным водяным паром и горячей водой и пастеризацией в аппаратах периодического действия по ускоренным режимам представлена на рисунке 3.16.

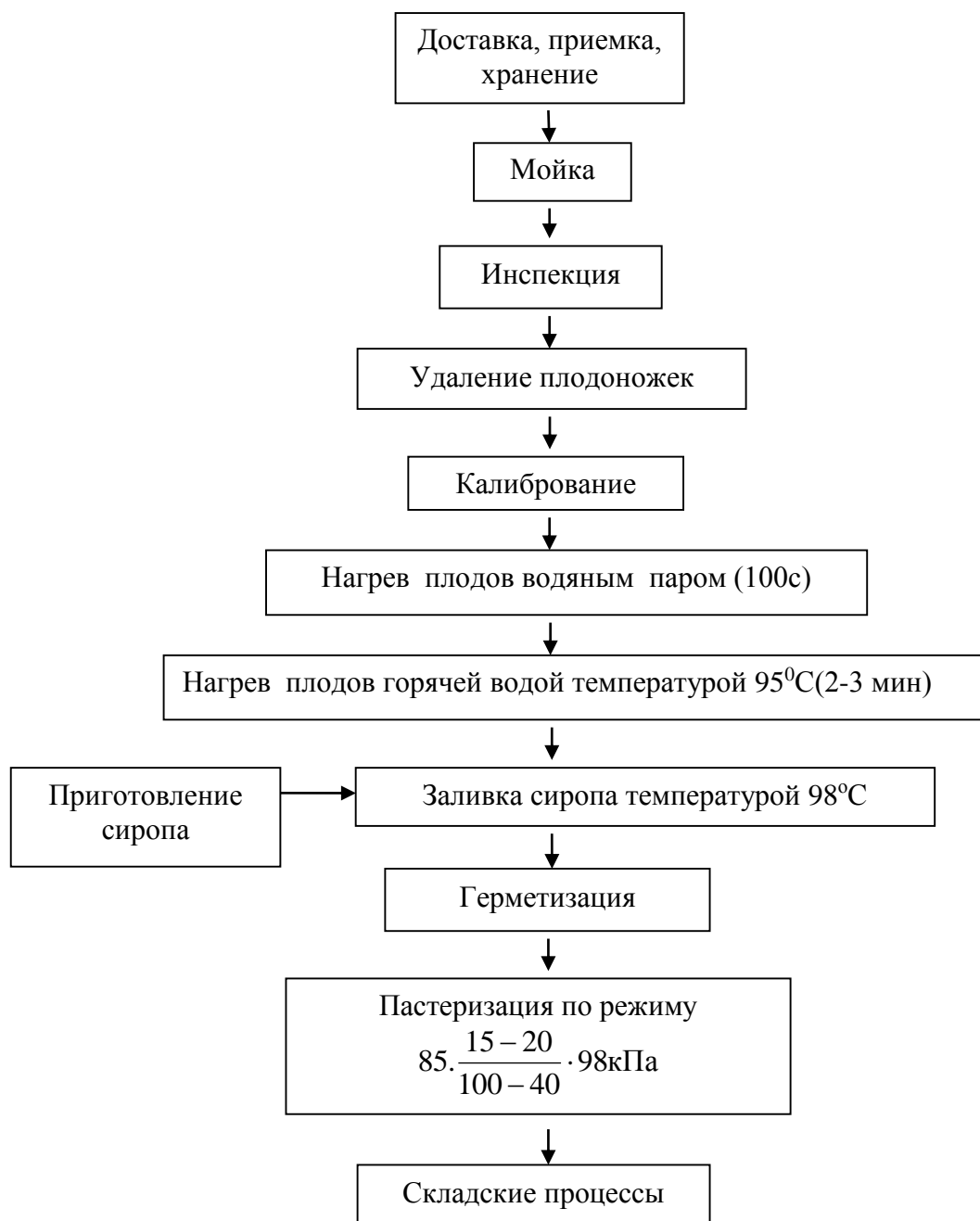


Рисунок 3.16. Усовершенствованная технология производства компота из черешни в банке объемом 0,5 л с предварительным нагревом плодов насыщенным водяным паром и горячей водой и пастеризацией в автоклавах по ускоренному режиму

Усовершенствованная технология производства консервированного компота из яблок с использованием двухступенчатого нагрева плодов в банках насыщенным водяным паром и горячей водой и пастеризацией в аппаратах периодического действия по ускоренным режимам представлена на рисунке 3.17.



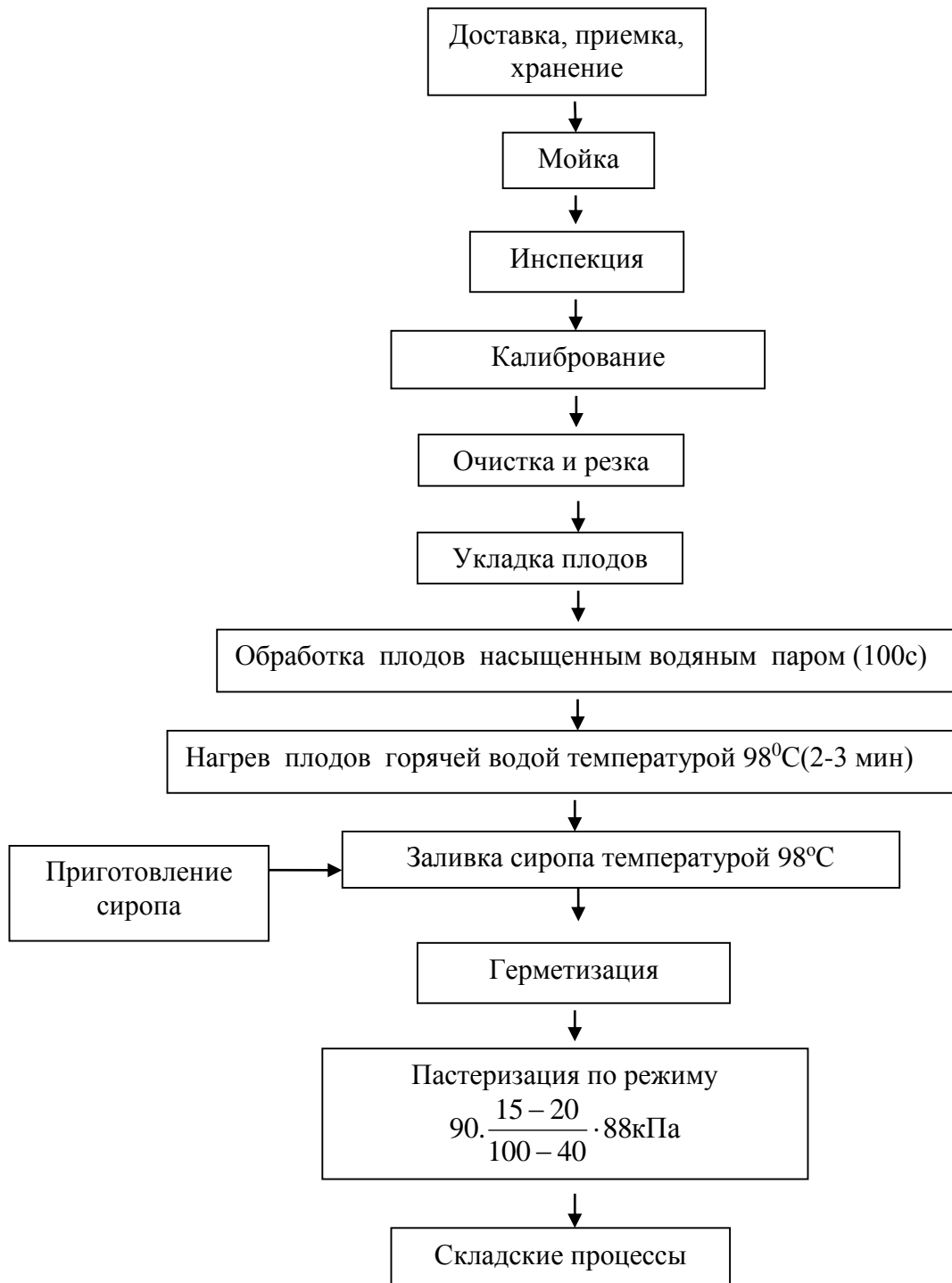


Рисунок 3.17. Усовершенствованная технология производства компота из яблок в банке объемом 0,5 л с предварительным нагревом плодов насыщенным водяным паром и горячей водой и пастеризацией в автоклавах по ускоренному режиму

Усовершенствованная технология производства консервированного компота из айвы с использованием

двухступенчатого нагрева плодов в банках насыщенным водяным паром и горячей водой и пастеризацией в аппаратах периодического действия по ускоренным режимам представлена на рисунке 3.18.

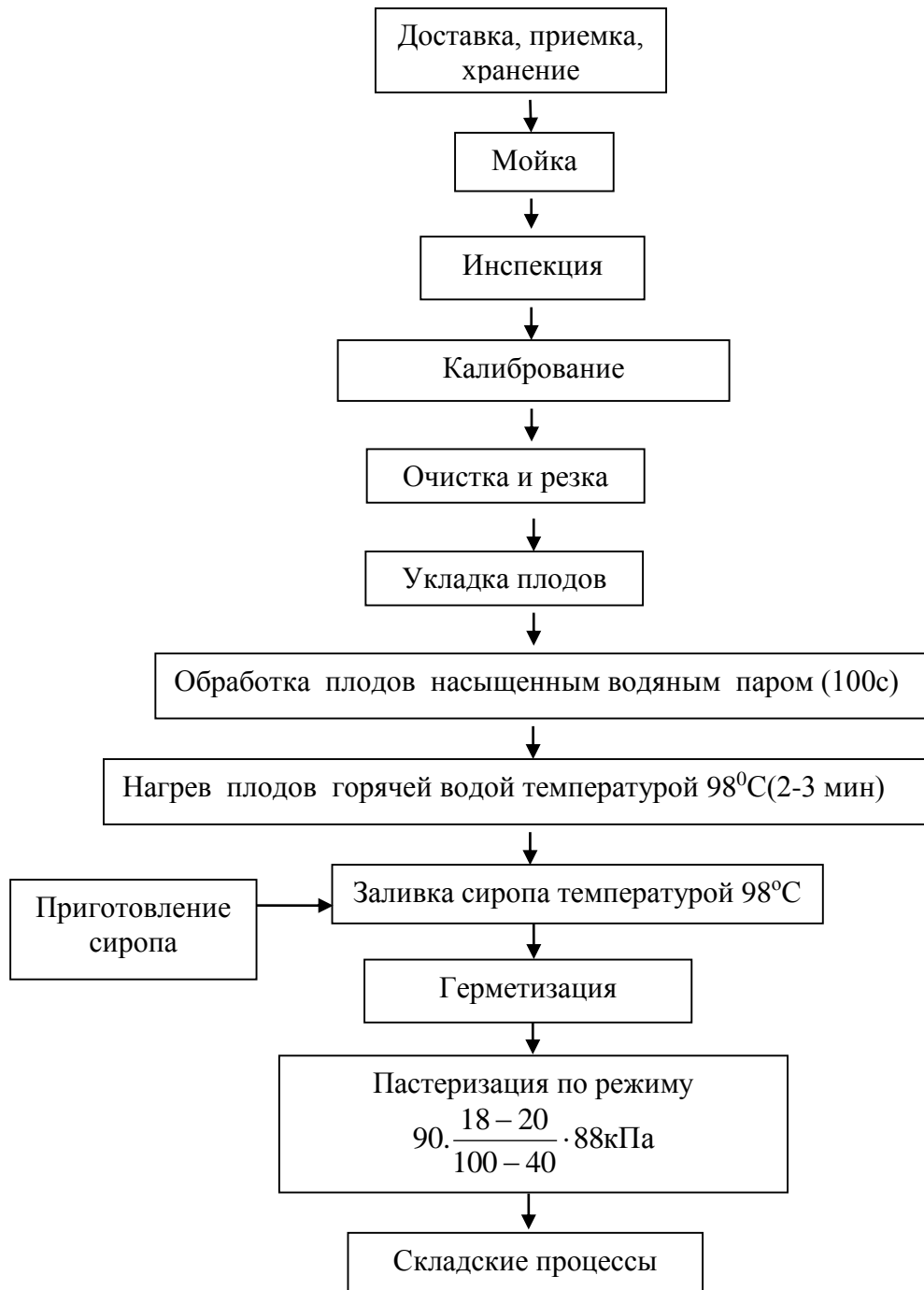


Рисунок 3.18. – Усовершенствованная технология производства компота из айвы в банке объемом 0,5 л с предварительным нагревом плодов насыщенным водяным паром и горячей водой и пастеризацией в автоклавах по ускоренному режиму

### **3.7. Обоснование выбора параметров производства консервированных компотов с использованием пастеризации с двухступенчатым охлаждением**

Тепловая стерилизация, осуществляемая по режимам существующей технологии характеризуется значительными и неэффективными потерями теплоты и охлаждающей воды, связанные с теми обстоятельствами, что для каждой новой партии консервов, находящуюся в аппарате воду в соответствии с установленным режимом вначале нагревают до температуры пастеризации от 40<sup>0</sup>С и потом снова охлаждают до этой температуры. Причем, тепло тратится как на нагрев продукта, так и на периодический нагрев воды.

В результате теоретического обоснования и проведения многочисленных экспериментов нами предложен способ [51, 57, 61, 66], особенностью которого является то, что в отличие от процесса пастеризации в автоклаве, где воду в автоклаве, согласно режима стерилизации, для каждой партии консервов нагревают до температуры стерилизации и охлаждают до 40<sup>0</sup>С, то по данному способу процесс охлаждения воды в автоклаве проводят не до 40<sup>0</sup>С, как предусмотрено по традиционной технологии, а до температуры 60–65<sup>0</sup>С с последующим продолжением охлаждения в другой емкости при температуре воды равном 40<sup>0</sup>С.

При таком способе проведения тепловой стерилизации воду в автоклаве нагревают от 65 до 100<sup>0</sup>С с последующим охлаждением до 65<sup>0</sup>С.

И вода расходуется на охлаждение воды с продуктом от 100 до 65<sup>0</sup>С, а дальнейшее охлаждение осуществляется в отдельной емкости при постоянной температуре охлаждающей воды, т.е., на втором этапе охлаждающая вода расходуется на охлаждение только продукта.

По традиционной технологии, перед укладкой каждой партии консервируемой продукции в стерилизационный аппарат (автоклав) воду в автоклаве подогревают от 35–40<sup>0</sup>С до 50–55<sup>0</sup>С, далее автоклав герметизируют, закрывают крышку и температуру в течение определенного периода времени (согласно режима стерилизации) повышают до 100<sup>0</sup>С, выдерживают при этой температуре, в течение периода собственной стерилизации, после чего воду в автоклаве

охлаждают до 35–40<sup>0</sup>С. При этом одновременно с температурой воды регулируют и величину противодавления в автоклаве, для предотвращения срыва крышек со стеклянных банок, или нарушения целостности жестяных банок.

Предлагаемое нами техническое решение по предварительному увеличению температурного уровня продукта перед пастеризацией за счет нагрева плодов непосредственно в банке водяным паром и заливкой сиропом повышенной температурой, дает возможность увеличить температуру воды в автоклаве перед загрузкой стерилизуемой продукции до 85–90<sup>0</sup>С (как принято на 10–15<sup>0</sup>С выше, чем температура продукта), в противном случае продукт будет не нагреваться, а охлаждаться.

Другой стороной процесса предварительного нагрева плодов в банках перед герметизацией является то обстоятельство, что величина давления, возникающая в банке за счет расширения продукта, выделения воздуха из плодов и температуры в незаполненном пространстве банки несколько ниже, чем при стерилизации по традиционной технологии.

Все эти обстоятельства позволяют разработать новый способ тепловой стерилизации консервированных компотов, с использованием двухэтапного охлаждения [51], целью которого является уменьшение времени пастеризации, экономия тепла и воды, и повышение качества производимой на основе этих способов продукции.

Данная цель достигается за счет того, что по предлагаемому способу, банки после укладки плодов помещаются в камеру и плоды подвергают нагреву в течение 120 с посредством циклической подачи насыщенного водяного пара температурой 105–110<sup>0</sup>С в банки, продолжительность циклов подачи пара и его выдержки составляет 10 с и 10 с соответственно, при этом в течение всего процесса подачи пара наружную поверхность банок обдувают воздухом, нагретым до температуры 110–120<sup>0</sup>С, после чего заливают сиропом температурой 95–97<sup>0</sup>С, герметизируют и проводят пастеризацию в автоклаве по режиму:  $\frac{10 - 30 - 20}{85 - 100 - 60} \cdot 88 \text{кПа}$  с последующим продолжением охлаждения

в другом автоклаве или емкости по режиму  $\frac{5}{40}$

Способ осуществляется следующим образом.

Подготовленное сырье укладывают в банки. Далее плоды в банках подвергаются нагреву посредством импульсной подачи в банки водяного пара. При этом подачу пара осуществляют с интервалом 10с: 10с подача пара, далее 10 с выдержка.

Продолжительность импульсного нагрева плодов в банках насыщенным паром устанавливается в зависимости от объема банок, и составляет соответственно от 80 с (для банки объемом 0,35 л, до 100 с для банки объемом 0,5 л и 120 с для банки объемом 1,0 л.

В процессе обработки плодов в банке паром, на поверхность банки подается воздух с температурой 110–120<sup>0</sup>С; это предотвращает термический бой стеклянной тары, подвергаемой, за счет подачи во внутрь пара, температурным нагрузкам. Далее банки заполняют сиропом, температурой равной до 98<sup>0</sup>С, герметизируют с применением подготовленных крышек и подают на пастеризацию по ускоренным режимам.

Температура продукта в банке после герметизации и выдержки в течение 20 минут (допускаемая продолжительность выдержки между укупоркой и стерилизацией) составляет 80<sup>0</sup>С, а по действующей технологической инструкции 42<sup>0</sup>С, что также будет обеспечивать уменьшение температурного перепада между отдельными слоями продукта в процессе пастеризации, в связи с тем, температура продукта одинакова во всем объеме и равна 80–85, а не 42 °С.

Так как сироп варят при 100<sup>0</sup>С, а температура при наполнении банок составляет 40–80<sup>0</sup>С, то имеет место неэффективные потери тепловой энергии на охлаждение сиропа от 100<sup>0</sup>С до 80<sup>0</sup>С; кроме того по режиму действующей технологической инструкции предусмотрено охлаждение консервов до температуры воды в автоклаве равной 40<sup>0</sup>С, что также связано с большими потерями и тепла и воды.

Метод повышения температуры продукта в банках перед стерилизацией позволяет во-первых, увеличить начальную температуру воды в автоклаве перед загрузкой банок для стерилизации на величину до 38<sup>0</sup>С, по сравнению с начальной температурой воды в автоклаве при пастеризации по режиму существующей инструкции, и во-вторых, позволяет охлаждение консервов до конечной температуры проводить в два этапа, не вызывая срыва крышек с банок, так как

давление, возникающее в банках при стерилизации по предлагаемому способу из-за относительно высокой температуры продукта при герметизации несколько ниже, чем при пастеризации по традиционному режиму

В связи с отмеченным выше, предлагается охлаждать консервы при стерилизации по предлагаемому способу в два этапа: в первом автоклаве, где осуществляется процесс нагрева до температуры стерилизации и выдержка, охлаждать консервы до температуры воды в автоклав, равной 60–65<sup>0</sup>С, т.е. на 20–25<sup>0</sup>С больше, чем по режиму традиционной технологии, с последующим продолжением охлаждения в другой открытой ванне (емкости) и при температуре 40<sup>0</sup>С.

Предлагаемый способ будет обеспечивать, во-первых, экономию тепла на нагрев воды в автоклаве перед загрузкой очередной партии консервов, так как в данном случае нагрев воды будет осуществляться не от 40<sup>0</sup>С, как принято по режиму действующей технологической инструкции, а от 60–65<sup>0</sup>С, и, кроме того, имеет место экономия охлаждающей воды.

Режим стерилизации консервов в автоклаве по предлагаемому способу можно выразить в следующем виде:  $\frac{10-20-15}{95-100-60} \cdot 88 \text{кПа}$  с последующим продолжением охлаждения в другом автоклаве или емкости по режиму  $\frac{5}{40}$

где: 10 – продолжительность подогрева воды в автоклаве от 95 до 100<sup>0</sup>С, мин.;

20 – продолжительность периода собственной стерилизации при 100<sup>0</sup>С воды, мин.;

15 – продолжительность периода охлаждения воды в автоклаве от 100<sup>0</sup>С до 60<sup>0</sup>С, мин.;

5 – продолжительность охлаждения во втором автоклаве (емкости) при 40<sup>0</sup>С, мин.;

95 – начальная температура воды в автоклаве перед загрузкой консервов, <sup>0</sup>С;

100 – температура стерилизации, <sup>0</sup>С;

60 – конечная температура воды в первом автоклаве, <sup>0</sup>С.;

40 – температура воды во втором автоклаве (емкости) <sup>0</sup>С;

98 – противодавление в первом автоклаве, *кПа*.

Кривые нагрева и летальности компота айвового в банке СКО 1-82-500 при пастеризации в автоклаве с предварительным нагревом плодов в банках насыщенным водяным паром по предлагаемому способу по режиму  $\frac{10-20-15}{95-100-60} \cdot 88_{кПа} \cdot \frac{5}{40}$  показаны на рисунке 3.19.

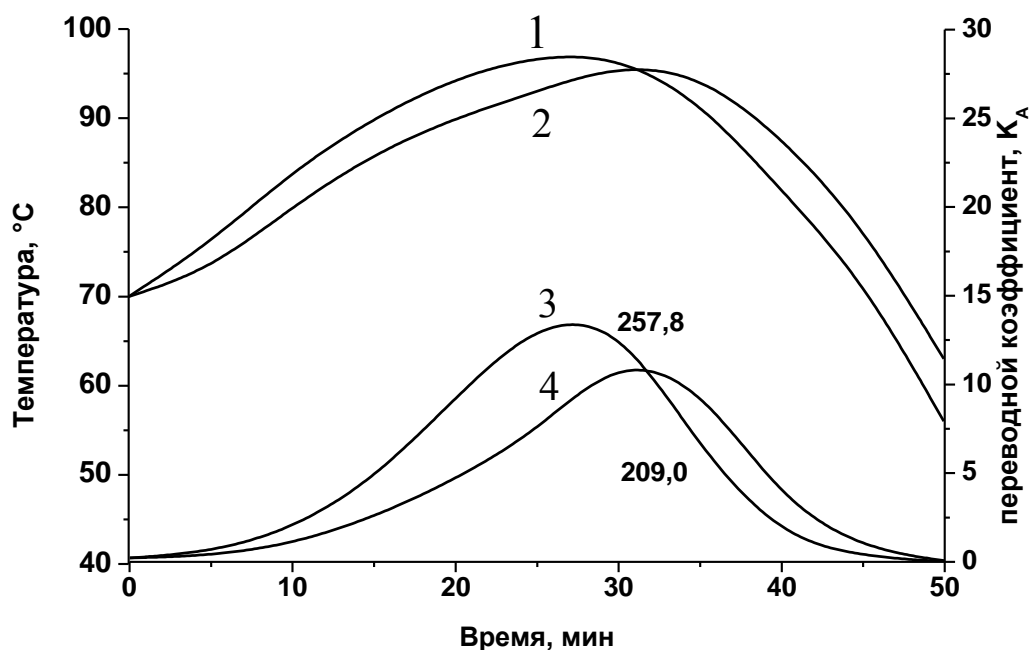


Рисунок 3.19. Кривые изменения температуры (1,2) и летальности (3,4) в периферийном и центральном слоях банки объемом 0,5 л при стерилизации компота айвового со стерилизацией в автоклавах по ускоренному режиму с двухступенчатым охлаждением

Оценка результатов тепловой обработки по кривым нагрева и летальности микроорганизмов показывает, что при тепловой обработке по разработанному режиму достигаются требуемые значения промышленной стерильности, составляющие 257,8 и 209,0 усл. мин, и одновременно уменьшается время тепловой пастеризации по отношению к традиционному на 20 мин.

Исследования были выполнены для различного ассортимента консервируемых компотов, на основании которых разработаны ускоренные режимы пастеризации компотов в автоклавах.

Инновационная технология компота из черешни в банке СКО 1-82-1000 с нагревом плодов водяным паром и пастеризацией по

ускоренному режиму с двухступенчатым охлаждением показана на рисунке 3.20.

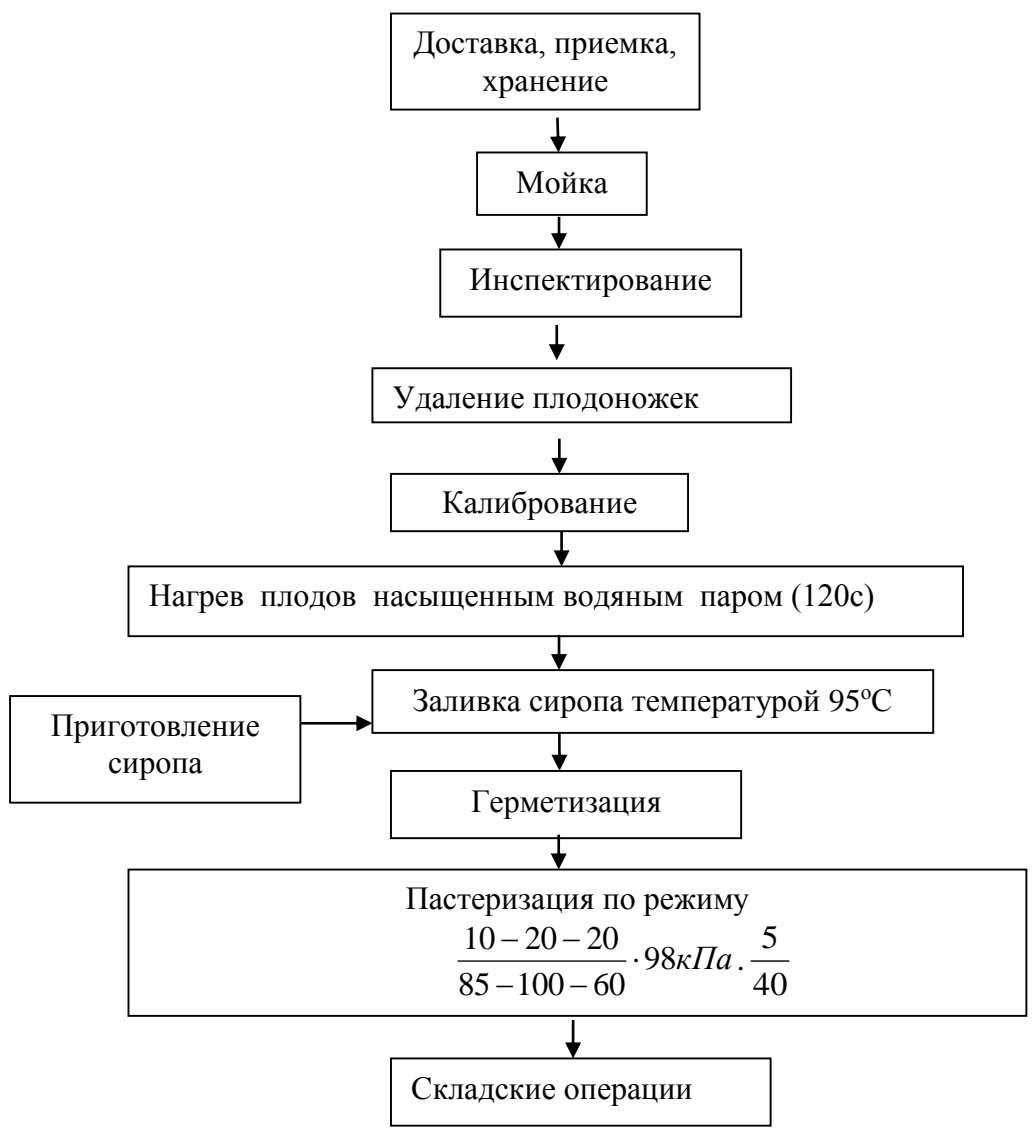


Рисунок 3.20. Инновационная технология производства компота из черешни в банке СКО 1-82-1000 с использованием нагрева плодов в банках насыщенным паром и стерилизацией в автоклавах по новому режиму с двухступенчатым охлаждением

Существенными отличительными признаками предлагаемого способа являются предварительный подогрев подготовленных и уложенных в банки плодов в течение 120 с посредством циклической подачи насыщенного водяного пара температурой 105–110°C, при этом в течение всего процесса подачи пара наружную поверхность банок обдувают воздухом, нагретым до температуры 120, с последующим



заполнением сиропом с температурой 95–97°C, герметизация и стерилизация в автоклаве по новому режиму с двухступенчатым охлаждением.

### **3.8. Разработка технологии консервированных компотов с использованием нагрева плодов в банках водяным паром взамен бланширования**

При производстве консервированных компотов из семечковых культур в технологическом цикле применяется как обязательный процесс тепловой обработки плодов – бланширование, который выполняет комплекс технологических предназначений.

При осуществлении данного процесса, имеет место потери до 12–15% биологически активных компонентов, входящих в состав плодов. Кроме того, при бланшировании плодов имеет место также большие потери тепловой энергии, так как плоды после тепловой обработки при температуре 80–85°C, охлаждаются холодной проточной водой до 30°C.

Общие потери тепловой энергии на 1 туб консервируемой продукции при бланшировании составляет порядка 52,5 тыс. кДж.

На основе комплексной оценки процесса бланширования, нами предлагается взамен традиционного процесса бланширования новый технологический прием - нагрев расфасованных в банки плодов до заливки в банки сиропа насыщенным водяным паром, после чего в банки заливают сироп, нагретый до 97–98°C, герметизируют и пастеризуют по ускоренному режиму стерилизации.

Особенность предложенного метода заключается в том, что он также способствует снижению остаточного количества воздуха в банке, подавлению активности ферментов и сохранению содержания биологически активных компонентов сырья, обеспечивая при этом и увеличение температурного уровня продукта перед пастеризацией.

Усовершенствованная технологическая схема производства яблочного компота в банках емкостью 0,5 л по такой технологии показана на рисунке 3.21.

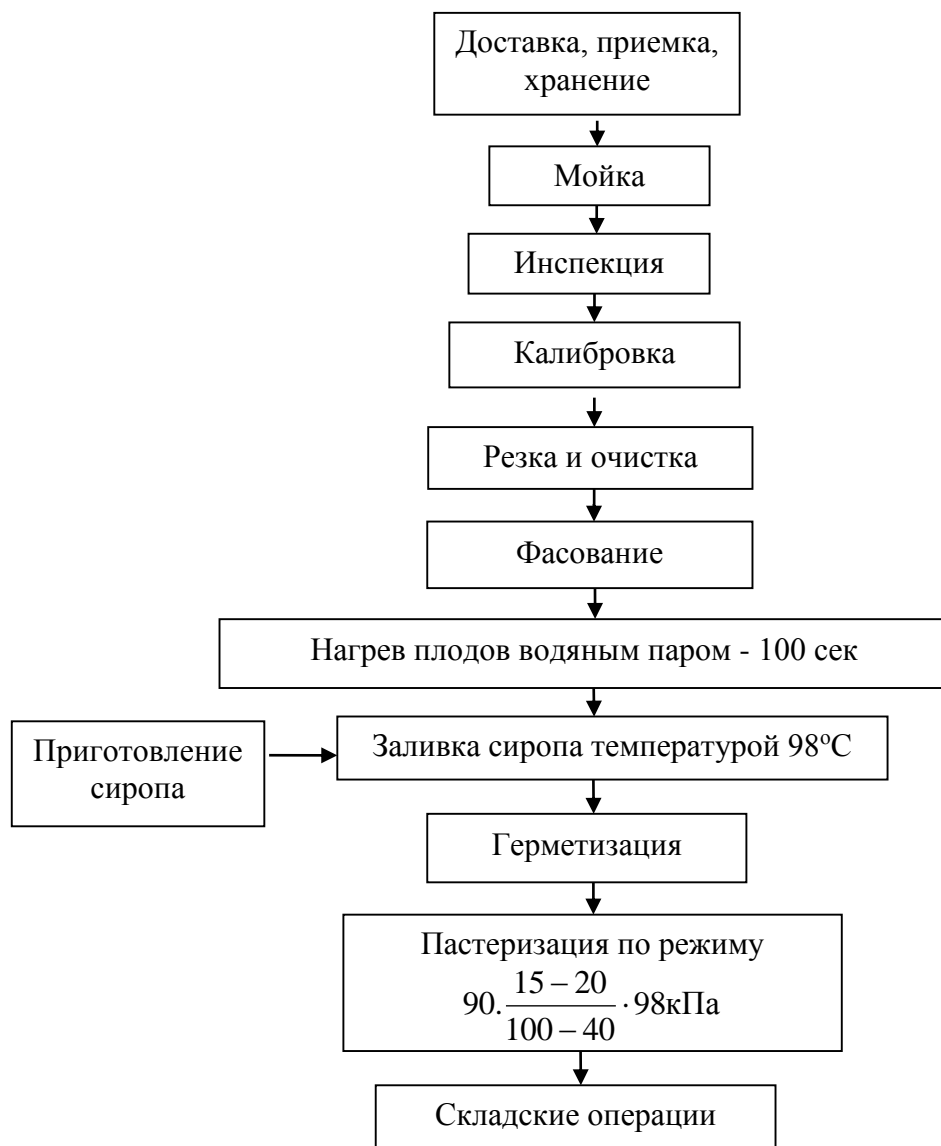


Рисунок 3.21. Инновационная усовершенствованная технология производства яблочного компота с исключением процесса бланширования и взамен нагрев плодов в банках водяным паром и пастеризацией по ускоренным режимам

### 3.9. Изучение микробиологических и физико-химических показателей консервированных компотов изготовленных по новым технологиям

Наряду с обеспечением высокого качества консервированных компотов, важным требование является обеспечение их промышленной стерильности и безопасности.

В связи с этим, была поставлена задача выявления уровней промышленной стерильности новых режимов требуемым значениям.

Для этого был проведен целый комплекс опытов по изучению соответствия значений стерилизующих эффектов разрабатываемых режимов стерилизации нормативным значениям, обеспечивающих их соответствие уровню промышленной стерильности.

При этом, нормативные величины стерилизующих эффектов выбирали с учетом рН консервированной продукции, а также учитывалось, что расчетное значение стерилизующего эффекта режима стерилизации должно быть больше нормативного. Для оценки качества были определены микробиологические (таблица 3.5, 3.6) и физико-химические (таблица 3.7) показатели.

Для оценки влияния импульсной обработки плодов паром на микробиологическую обсемененность были осуществлены микробиологические исследования плодов до и после их нагрева водяным паром.

Микробиологические показатели яблок до и после обработки, подтверждающие отсутствие микрофлоры приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Влияние продолжительности обработки паром на наличие микроорганизмов

Показатели	Результаты исследований				Гигиенический норматив	НД на методы исследования
	Исходное сырье	После Обработки паром в теч. 60 сек.	После обработки паром в теч. 100 сек	После обработки паром в теч. 120 сек		
КМАФАнМ, КОЕ/г	2500	1000	600	200	500	ГОСТ 10444.15-94
БГКП (колиформы), КОЕ/г	200	50	Не выявлено	Не выявлено	Не допускает	ГОСТ Р 50474-93
Дрожжи, КОЕ/г	Не обнар.	Не обнар.	Не выявлено	Не выявлено	Не допускает	ГОСТ 10444.12-88
S.aureus, КОЕ/г	Не обнар.	Не обнар.	Не выявлено	Не выявлено	Не допускает	ГОСТ 10444.2-94

В таблице 3.8 приведены микробиологические показатели консервов компота из яблок с применением нагрева плодов насыщенным водяным паром и стерилизацией по ускоренным режимам

Таблица 3.8. Микробиологические показатели консервов компота из яблок с применением нагрева плодов насыщенным водяным паром и стерилизацией по ускоренным режимам

Определяемые показатели	Результаты исследований	Гигиенический норматив	Ед. измер.	НД на методы исследования
1	2	3	4	5
Дрожжи	Не обнар.	не допус.	КОЕ/г	ГОСТ 10444.12-88
Плесени	Не обнар.	не допус.	КОЕ/г	ГОСТ 10444.12-88
<i>S.aureus</i>	Не обнар.	не допус.	в 1,0 г	ГОСТ 10444.2-94
<i>Cl.perfringens</i>	Не обнар.	не допус.	в 1,0 г	ГОСТ 10444.9-88
<i>B.polymyxa</i>	Не обнар.	не допус.	в 1,0 г	ГОСТ 10444.15-94
<i>Cl.botulinum</i>	Не обнар.	не допус.	в 1,0 г	ГОСТ 29185-91
<i>E.coli</i>	Не обнар.	не допус.	в 1,0 г	ГОСТ 30726-01
<i>B.cereus</i>	Не обнар.	не допус.	в 1,0 г	ГОСТ 10444.8-88
Мезофильные сульфитредуцирующие клостридии	Не обнар.	не допус.	в 1,0 г	ГОСТ 10444.15-94
Патогенные, в т.ч. сальмонеллы	Не обнар.	не допус.	в 1,0 г	ГОСТ 30519-97 ГОСТ Р 50480-93)
БГКП (колиформы))	Не обнар.	не допус.	в 1,0 г	ГОСТ Р 50474-93
<i>B.subtilis</i>	Не обнар.	не допус.	в 1,0 г	ТР ТС 023/2011
КМАФАнМ	Не обнар.	не допус.	КОЕ/г	ГОСТ 10444.15-94
Мезофильные аэробные и факультативные анаэробные микроорганизмы	Не обнар.	не допус.	в 1,0 г	ГОСТ 30425-97
Молочнокислые микроорганизмы	Не обнар.	не допус.	в 1,0 г	ГОСТ 10444.11-89
Цисты кишечных патогенных простейших организмов	Не обнар.	не допус.	КОЕ/г	ТР ТС 023/2011
Иерсинии	Не обнар.	не допус.	КОЕ/г	ГОСТ 30519-97

Значения стерилизующего эффекта при пастеризации по новым ускоренным режимам компота яблочного в банках различного объема представлены на рисунке 3.22.

Как видно из рисунка, разработанные режимы обеспечивают требуемый уровень промышленной стерильности (А треб.=150-200 усл.мин).

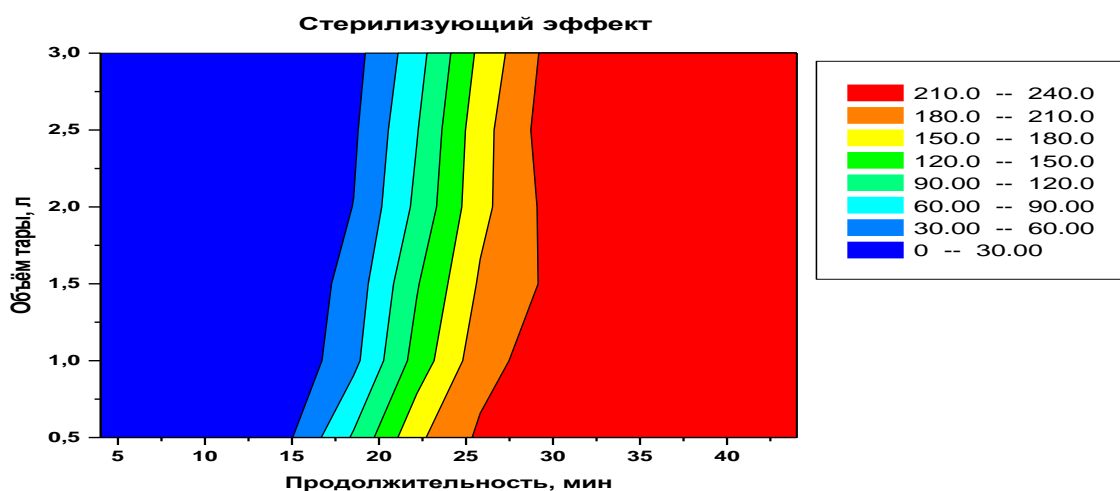


Рисунок 3.22. Значения стерилизующих эффектов в зависимости от объема банки и продолжительности тепловой обработки компота яблочного

Выявлено, что 20-ти минутная тепловая обработка обеспечивает требуемые уровни стерильности.

Органолептическая оценка яблочного компота, изготовленного по различным технологиям показана на рисунке 3.23.

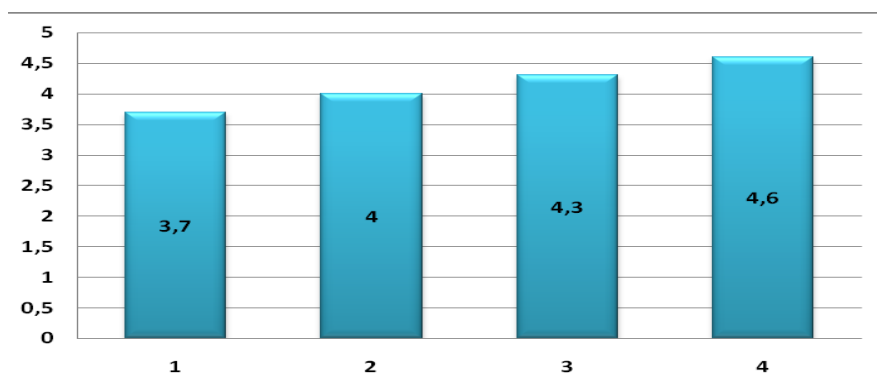


Рисунок 3.23. Органолептическая оценка компота яблочного в зависимости от технологии: 1 – существующая технология; 2 – предложенный способ с нагревом плодов водяным паром и стерилизацией по ускоренным режимам; 3 – предложенная технология производства двухэтапным нагревом плодов паром и горячей водой и стерилизацией по ускоренным режимам; 4 – предложенная технология нагревом плодов в банках водяным паром и исключения бланшировки и стерилизацией по ускоренным режимам

Результаты, показанные на рисунке подтверждают, что применение усовершенствованных технологий улучшает органолептическую оценку на 0,3–1,2 балла.

Содержание витамина С в компоте из яблок, изготовленного по разным технологиям показано на рисунке 3.24.



Рисунок 3.24. Содержание витамина С в консервах «Компот из яблок» в зависимости от технологий производства: 1 – по традиционной технологии; 2 – предложенная технология с нагревом плодов паром; 3 – технология с нагревом плодов паром и горячей водой; 4 – технология с использованием предварительного нагрева плодов насыщенным паром взамен бланширования и стерилизацией по новому режиму.

Физико-химические показатели консервов, изготовленных по традиционной и усовершенствованным технологиям и пастеризацией по ускоренным режимам показаны в таблице 3.9.

Таблица 3.9. Физико-химические показатели консервов, изготовленных по традиционной и усовершенствованным технологиям с использованием ускоренных режимов пастеризации.

Показатели	Результаты исследований					
	Черешневый компот		Вишневый компот		Яблочный компот	
	усовер. технол	сущ. технол	усовер. технол.	сущ. технол.	усовер. технол	сущ. технол.
Сухие вещества, %	20,1	20,1	20,2	20,2	20,3	20,3
Калий, мг/100г	120	120	109	109	48	48
Магний, мг/100 г	19	19	9	9	5	5
Кальций, г/100 г	17	16	10	10	12	11
Натрий, мг/100г	7,2	7	11	11	2	2
Рибофлавин, мг/100 г	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02
Тиамин, мг/100 г	0,03	0,02	0,035	0,02	0,025	0,01
Витамин С, мг/100 г	3,2	2,3	3,5	2,5	3,0	1,8
β –каротин, мг/100 г	0,05	0,04	0,2	0,1	0,01	0,01
Кислотность, %	0,2±0,1	0,2±0,1	0,3±0,1	0,3±0,1	0,2±0,1	0,2±0,1
Оксиметил фурфурол, мг/100г	-	-	-	-	-	-

### 3.10. Разработка математической модели способа производства компотов с применением ускоренных режимов пастеризации

Для определения зависимости характерных параметров процесса пастеризации компотов на продолжительность режимов тепловой обработки, а также вопроса об эффективности использования ротации банок в процессе пастеризации и вывода матмоделей, характеризующих процесс пастеризации компотов, нами была поставлена была поставлен комплекс опытов по изучению характера изменения температурных параметров в характерных точках банки при разной начальной температуре компота, объема банки, концентрации сиропа и частоты вращения банки (при пастеризации в с ротацией банок).

Серии опытов были поставлены как для случая тепловой обработки с вращением банок, так и в статическом состоянии.

При ротационной стерилизации, прогреваемость компотов в стеклянных банках исследовали при ее ротации с доньшка на крышку, как наиболее эффективного и широко используемого на практике способа вращения.

С учетом эффективности применения планирования эксперимента [10, 36, 67, 69, 129], нами на основании анализа литературных источников и собственных исследований, выявлены четыре самые важные величины, существенно влияющие на конечный результат:  $n$  – скорость вращения банки,  $\tau$  – время тепловой обработки,  $V$  – размеры банки,  $T_{нач}$  – первоначальная температура продукта [119].

На основании оценки кривых прогреваемости и учетом простоты самой структуры, нами была искомая функция выбрана в виде степенной зависимости конечной температуры от выбранных факторов.

$$T_{кон} = b_0 \cdot n^{b_1} \cdot \tau^{b_2} \cdot V^{b_3} \cdot T^{b_4} \quad (3.1)$$

где  $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4$  – определяемые опытным путем коэффициенты.

Логарифмируя уравнение (3.1) можно получить его в линейной форме:

$$N = b_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_5 X_5, \quad (3.2)$$

где принято:  $N = \ln T_{\text{кон}}$ ,  $b_1 = \ln b_1'$ ,  $X_2 = \ln n$ ,  $X_3 = \ln \tau$ ,  $X_4 = \ln V$ ,  
 $X_5 = \ln T_{\text{нач}}$ .

Для варьирования характерных показателей выбраны интервалы:

$$n = (0,133 - 0,5) \text{ с}^{-1}, \tau = (25 - 55) \text{ мин.}, \\ V = 0,5 - 3,0 \text{ л}, T_{\text{нач}} = 30 - 90^{\circ}\text{C}.$$

Такой выбор основан на учете значений этих параметров, имеющих место на практике, а также обеспечение их получения возможность в лабораторных условиях. Данные интервалы позволяют использовать трех уровневое варьирование показателей, изменяющихся в интервале  $[-1;1]$  по формуле линейного перехода, что дает следующие значения:

$$\tau_1 = 25 \text{ мин}, \tau_2 = 40 \text{ мин}, \tau_3 = 55 \text{ мин}; V_1 = 0,5 \text{ л}, V_2 = 2 \text{ л}, V_3 = 3 \text{ л}; \\ T_{\text{нач}1} = 30^{\circ}\text{C}, T_{\text{нач}2} = 55^{\circ}\text{C}, T_{\text{нач}3} = 90^{\circ}\text{C}; \\ n_1 = 0,133 \text{ с}^{-1}, n_2 = 0,33 \text{ с}^{-1}, n_3 = 0,5 \text{ с}^{-1}. \\ (3.3)$$

В результате анализа, для решения поставленной задачи принят план В5, ядром которого является полный факторный эксперимент (ПФЭ) 2 – 5, характеризующийся тем, что «звездные» точки расположены от центра плана на расстоянии  $+1$ , который позволяет получить модель следующего вида:

$$N = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_5 X_5 + b_{11} X_1^2 + b_{22} X_2^2 + b_{33} X_3^2 + \\ b_{44} X_4^2 + b_{55} X_5^2 + b_{12} X_1 X_2 + b_{13} X_1 X_3 + b_{14} X_1 X_4 + b_{15} X_1 X_5 + b_{23} X_2 X_3 + \\ b_{24} X_2 X_4 + b_{25} X_2 X_5 + b_{34} X_3 X_4 + b_{35} X_3 X_5 + b_{45} X_4 X_5 \quad (3.4)$$

где  $b_i$  – определяемые коэффициенты регрессии.

Выбрав первые шесть членов, с помощью (3.4) и (3.5) получаем искомое уравнение (3.1) с оценкой соответствующих параметров  $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5$ .

$$N = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_5 X_5 \quad (3.5)$$

Выбор плана эксперимента осуществим с учетом, чтобы средняя дисперсия оценки модели является минимальной.

В таблице 3.10 приведен план проведения экспериментов



Таблица 3.10. План проведения экспериментов

Основные части плана	№ опыта	Значения параметров: формальные (натуральные)			
		$X_1(\mathbf{n}, \text{с}^{-1})$	$X_3(\tau, \text{мин})$	$X_4(\mathbf{V}, \text{л})$	$X_5(T_{\text{нач.}}^{\circ}\text{C})$
1	2	3	5	6	7
Ядро плана (ПФЭ 2 <sup>5</sup> )	1	-1,0(0,13)	-1,0(25,0)	-1,0(1,0)	-1,0(30,0)
	2	+1,0(0,50)	-1,0(25,0)	-1,0(1,0)	-1,0(30,0)
	3	-1,0(0,13)	-1,0(25,0)	-1,0(1,0)	-1,0(30,0)
	4	+1(0,5)	-1(25)	-1(1)	-1(30)
	5	-1(0,133)	+1(55)	-1(1)	-1(30)
	6	+1(0,5)	+1(55)	-1(1)	-1(30)
	7	-1(0,133)	+1(55)	-1(1)	-1(30)
	8	+1(0,5)	+1(55)	-1(1)	-1(30)
	9	-1(0,133)	-1(25)	+1(3)	-1(30)
	10	+1(0,5)	-1(25)	+1(3)	-1(30)
	11	-1(0,133)	-1(25)	+1(3)	-1(30)
	12	+1(0,5)	-1(25)	+1(3)	-1(30)
	13	-1(0,133)	+1(55)	+1(3)	-1(30)
	14	+1(0,5)	+1(55)	+1(3)	-1(30)
	15	-1(0,133)	+1(55)	+1(3)	-1(30)
	16	+1(0,5)	+1(55)	+1(3)	-1(30)
	17	-1(0,133)	-1(25)	-1(1)	+1(90)
	18	+1(0,5)	-1(25)	-1(1)	+1(90)
	19	-1(0,133)	-1(25)	-1(1)	+1(90)
	20	+1(0,5)	-1(25)	-1(1)	+1(90)
	21	-1(0,133)	+1(55)	-1(1)	+1(90)
	22	+1(0,5)	+1(55)	-1(1)	+1(90)
	23	-1(0,133)	+1(55)	-1(1)	+1(90)
	24	+1(0,5)	+1(55)	-1(1)	+1(90)
	25	-1(0,133)	-1(25)	+1(3)	+1(90)
	26	+1(0,5)	-1(25)	+1(3)	+1(90)
	27	-1(0,133)	-1(25)	+1(3)	+1(90)
	28	+1(0,5)	-1(25)	+1(3)	+1(90)
	29	-1(0,133)	+1(55)	+1(3)	+1(90)
	30	+1(0,5)	+1(55)	+1(3)	+1(90)
	31	-1(0,133)	+1(55)	+1(3)	+1(90)
	32	+1(0,5)	+1(55)	+1(3)	+1(80)
Звездные точки ( $a_i = \pm 1$ )	33	-1(0,133)	0(40)	0(2)	0(60)
	34	+1(0,5)	0(40)	0(2)	0(60)
	35	0(0,26)	0(40)	0(2)	0(60)
	36	0(0,26)	0(40)	0(2)	0(60)
	37	0(0,26)	-1(25)	0(2)	0(60)
	38	0(0,26)	+1(55)	0(2)	0(60)
	39	0(0,26)	0(40)	-1(1)	0(60)
	40	0(0,26)	0(40)	+1(3)	0(60)
	41	0(0,26)	0(40)	0(2)	-1(30)
	42	0(0,26)	0(40)	0(2)	+1(90)

В последующем были проведены опыты согласно принятого плана эксперимента В5. Количество повторных опытов было равно двум ( $n=2$ ) так как, данные повторов отличались друг от друга несущественно. Параметры и результаты опытов с повторами представлены в таблице 3.11.

Таблица 3.11. Параметры и результаты опытов

№ Эксперимента	$n$ (с <sup>-1</sup> )	M (Нс/м <sup>2</sup> )	t (мин.)	V(л)	T <sub>нач.</sub> (°C)	T <sub>кон.</sub> (°C)	
						1-я серия	2-я серия
1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,1330	0,0530	25,0	1,0	30,0	64,0	66,0
2	0,50	0,0530	25,0	1,0	30,0	76,0	80,0
3	0,133	2,325	25	1	30	47	47
4	0,5	2,325	25	1	30	44	46
5	0,133	0,053	55	1	30	85	91
6	0,5	0,053	55	1	30	93	99
7	0,133	2,325	55	1	30	76	78
8	0,5	2,325	55	1	30	54	52
9	0,133	0,053	25	3	30	46	50
10	0,5	0,053	25	3	30	64	60
11	0,133	2,325	25	3	30	46	44
12	0,5	2,325	25	3	30	41	39
13	0,133	0,053	55	3	30	76	80
14	0,5	0,053	55	3	30	97	91
15	0,133	2,325	55	3	30	76	74
16	0,5	2,325	55	3	30	49	51
17	0,133	0,053	25	1	40	73	77
18	0,5	0,053	25	1	40	88	82
19	0,133	2,325	25	1	40	64	66
20	0,5	2,325	25	1	40	49	47
21	0,133	0,053	55	1	40	92	88
22	0,5	0,053	55	1	40	95	99
23	0,133	2,325	55	1	40	83	83
24	0,5	2,325	55	1	40	59	61
25	0,133	0,053	25	3	40	63	61
26	0,5	0,053	25	3	40	73	71
27	0,133	2,325	25	3	40	60	62
28	0,5	2,325	25	3	40	53	55
29	0,133	0,053	55	3	40	84	90
30	0,5	0,053	55	3	40	93	97
31	0,133	2,325	55	3	40	86	84
32	0,5	2,325	55	3	40	60	64
33	0,133	0,351	40	2	35	56	54
34	0,5	0,351	40	2	35	77	79
35	0,26	0,053	40	2	35	80	80
36	0,26	2,325	40	2	35	59	57
37	0,26	0,351	25	2	35	54	56
38	0,26	0,351	55	2	35	88	92
39	0,26	0,351	40	1	35	71	69

40	0,26	0,351	40	3	35	72	74
41	0,26	0,351	40	2	30	54	56
42	0,26	0,351	40	2	40	80	76

Для получения матмодели, в которую входят параметры эксперимента  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_m$ , с результирующим фактором  $Y$ , была применена методика регрессионного анализа.

Так как, у нас одинаковое число повторов опытов  $p=2$ , соответственно контроль воспроизводимости эксперимента была выполнена с помощью критерия Кохрена:

$$G = S_{\max}^2 / \sum S_k^2 \quad (3.6)$$

Значение расчетного критерия Кохрена по (3.7) составило  $G = 0,083$ . Табличное определяем по числу степеней свободы:  $(n-1) = 1$  – для числителя,  $N = 42$  – для знаменателя, с учетом уровня значимости  $q=0.05$ , получается:  $G(1,42, q = 0.05) = 0.2306$ .

Соответственно условие выполняется:

$$G_p < G(1,42, q=0.05), \quad (3.7)$$

Данный результат подтверждает, что в экспериментальных данных отсутствуют грубые отличия.

Оценку параметров  $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5$  выполним пользуясь методом наименьших:

$$C = (X^T X)^{-1} (X^T Y), \quad (3.8).$$

где  $C$  – расчетная величина вектора параметров;  $X$  – матрица соответствующих коэффициентов размера  $N \times p$ ;  $p = 6$  – количество учитываемых параметров;  $T$  – транспортируемый знак.

При этом, значение матрицы  $X$  определена с учетом первых шести членов уравнения (3.6): значения соответствующих столбцов выбраны на основании значений фиктивной переменной  $X_0=1$ , с одним свободным членом  $b_0$  и значениями  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5$  из опытных данных. На основании сформированного плана эксперимента в матричной форме  $X(N, m)$ , с учетом количества опытов и параметров и по схеме Жордана-Гаусса по (3.10) определяем коэффициенты регрессии матмодели.

Значения коэффициентов следующие:  $b_0' = 4.2062$ ;  $b_1' = -0.0149$ ;  $b_2' = -0.1506$ ;  $b_3' = 0.151$ ;  $b_4' = -0.0355$ ;  $b_5' = 0.0786$ ;  $b_6' = -0.0986$ .

$$\text{Или: } Y_k = 4,2062 - 0,0149X_{1,k} - 0,151X_{2,k} + 0,151X_{3,k} - 0,0355X_{4,k} + \\ - 0,07861 X_{5,k} - 0,09864 X_1 X_{2,k}. \quad (3.9)$$

Адекватность полученного уравнения осуществляем по F – статистике Фишера:

$$F = S_{ад}^2 / (S^2(\bar{y})) \quad (3.10)$$

Сравнивая расчетное значение критерия Фишера по (3.14) со значением, взятым из таблицы на основании величины числа степеней свободы  $f_3 = N - q_1$  – для числителя и  $f_4 = N(m - 1)$  – для знаменателя [1,9].

$$\text{Выполнение условия: } F \leq F_{1-p} \quad (3.11)$$

Это говорит о том, что уравнение адекватно описывает полученные результаты опыта.

Значение критерия Фишера расчетное составляет:  $F = S_{ад}^2 / (S^2(\bar{y})) = 1.0746$ .

Табличное значение F – статистики Фишера с ЧСС  $(m - N - p - n_e) = (2.42 - 6 - 42) = 36$  для числителя и  $n_e = 42$  – для знаменателя при  $q = 0,05$ :  $F = (36, 42, q = 0.05) = 1.6$

$$\text{Условие выполняется: } F_p \leq F(36, 42, q = 0.05) \quad (3.12)$$

Таким образом, сомнения в адекватности матмодели отсутствуют.

На основании проведенных расчетов получены:

$$t_0 = 278.1; t_1 = 0.893; t_2 = 9.01; t_3 = 9.069; t_4 = 2.14; t_5 = 4.71; t_{2,3} = 5.73$$

Таким образом, ранжированный ряд показателей следующий имеет вид:

$$X(n) < X(V) < X(T) < X(n \mu) < X(\mu) < X(\tau) \quad (3.13)$$

На основании полученных данных можно сделать вывод, что наибольшее влияние на температурный уровень ( $T_{кон.}$ ) нагреваемого продукта оказывает время нагрева  $\tau$ , потом вязкость продукта  $\mu$ , далее начальная температура продукта ( $T_{нач.}$ ), объем банки  $V$ , и в самом заключении – скорость вращения –  $n$

Результаты расчета конечной температуры продукта при пастеризации с вращением банки приведены в таблице 3.12.

Таблица 3.12. Результаты расчета конечной температуры продукта при пастеризации с вращением банки

№ опыта	Т <sub>конечная</sub>		ÿ <sub>ср</sub>	Т <sub>конечная</sub> в лог.		ÿ <sub>ср</sub> В лог.	ÿ <sub>расч.</sub> В лог.	ÿ <sub>расч.</sub> В
	1-опыт	2-опыт		1-опыт	2-опыт			
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
1	65	67	66	4,15	4,19	4,18	4,09	4,74
2	77	79	78	4,34	4,37	4,35	4,26	0,131
3	46	46	46	3,84	3,84	3,84	3,96	0
4	44	46	45	3,78	3,83	3,81	3,74	9,88
5	85	91	88	4,44	4,51	4,47	4,38	0,23
6	93	99	96	4,53	4,59	4,56	4,55	0,19
7	76	78	77	4,33	4,35	4,34	4,28	3,37
8	54	52	53	3,98	3,95	3,97	4,05	7,12
9	46	50	48	3,83	3,91	3,87	4,007	0,35
10	64	60	62	4,16	4,09	4,12	4,17	0,21
11	46	44	45	3,83	3,78	3,81	3,90	9,88
12	41	39	40	3,71	3,66	3,69	3,68	0,13
13	76	80	78	4,33	4,38	4,36	4,31	0,131
14	97	91	94	4,57	4,51	4,54	4,48	0,20
15	76	74	75	4,33	4,30	4,32	4,21	3,55
16	49	51	50	3,89	3,93	3,92	3,98	8,00
17	73	77	75	4,29	4,34	4,32	4,24	0,14
18	88	82	85	4,47	4,41	4,44	4,40	0,25
19	64	66	65	4,16	4,18	4,17	4,13	4,73
20	49	47	48	3,89	3,85	3,87	3,90	8,68
21	92	88	90	4,52	4,47	4,49	4,53	9,88
22	95	99	97	4,55	4,59	4,57	4,70	8,50
23	83	83	83	4,42	4,41	4,42	4,43	0
24	59	61	60	4,08	4,11	4,09	4,20	5,56
25	63	61	62	4,14	4,11	4,12	4,16	5,20
26	73	71	72	4,29	4,26	4,28	4,33	3,86
27	60	62	61	4,09	4,13	4,11	4,10	5,38
28	53	55	54	3,97	4,01	3,99	3,883	6,86
29	84	90	87	4,43	4,49	4,46	4,46	0,24
30	93	97	95	4,53	4,57	4,55	4,63	8,87
31	86	84	85	4,45	4,43	4,44	4,36	2,77
32	60	64	62	4,09	4,16	4,13	4,13	0,208
33	56	54	55	4,03	3,99	4,01	4,24	6,62
34	77	79	78	4,34	4,37	4,36	4,22	3,29

35	80	80	80	4,38	4,38	4,38	4,38	0
36	59	57	58	4,07	4,04	4,06	4,07	5,95
37	54	56	55	3,98	4,03	4,01	4,05	6,61
38	88	92	90	4,47	4,52	4,49	4,35	9,88
39	71	69	70	4,26	4,23	4,24	4,27	4,08
40	72	74	73	4,27	4,30	4,29	4,27	3,75
41	54	56	55	3,98	4,02	4,01	4,14	6,61
42	80	76	78	4,38	4,33	4,36	4,30	0,13

Таким образом получим окончательную зависимость для расчета конечной температуры продукта при ротационной стерилизации:

$$Y = 2.002 * n^{-0.105 - 0.079 \ln \mu} * \mu^{-0.186} * t^{0.383} * V^{-0.065} * T_{нач.}^{0.546} \quad (3.14)$$

Основным показателем для оценки теплофизических ротационной пастеризации является скорость прогресса продукта, которая при ротационной пастеризации является функцией следующих факторов:  $n$  – скорость вращения,  $\phi$  – коэффициент наполнения банки,  $\mu$  – вязкость продукта,  $V$  – объем тары,  $\Delta t$  – перепад температур между греющей средой и продуктом. На основании изучения экспериментальных данных опытов принята степенная зависимость ( $W_{нагр.}$ ) от принятых параметров:

$$W_{нагр.} = b_0 * n^{b_1} * \phi^{b_2} * \mu^{b_3} * V^{b_4} * \Delta t^{b_5}, \quad (3.15)$$

Значения коэффициентов регрессии следующие:

$$b_0 = -3.615; \quad b_1 = -0.322; \quad b_2 = -0.116; \quad b_3 = -0.776; \quad b_4 = -0.069; \quad b_5 = 0.015.$$

Уравнение регрессии с учетом доверительного интервала получаем в следующем виде:

$$Y = -3,62 - 0,32X_1 - 0,15X_2 - 0,78X_3 - 0,069X_4 + 0,015X_5 - 0,72X_1X_3 \quad (3.16)$$

Выражение для расчета скорости нагрева продукта при ротационной пастеризации получим в виде:

$$W_{нагрева.} = 0,003 * n^{-1.092 - 0.578 \ln \mu} * \phi^{-2.081} * \mu^{-1.194} * V^{-0.127} * \Delta t^{0.05}, \quad (3.17)$$

Проверяли полученной зависимости с помощью критерия Фишера подтвердила их адекватность, так как во всех случаях значения  $F_{расч.} < F_{табл.}$ .

С применением математического планирования установлены следующие эмпирические зависимости:

а) для расчета скорости прогресса продукта при ротационной пастеризации

$$W_{\text{нагрева}} = 0,003 * n^{-1092-0.578 \ln \mu} * \varphi^{-2.081} * \mu^{-1.194} * V^{-0.127} * \Delta t^{0.05} \quad (3.18)$$

б) для расчета конечной температуры продукта при ротационной пастеризации

$$T_{\text{к}} = 2.002 * n^{-0.105 - 0.079 \ln \mu} * \mu^{-0.186} * \tau^{0.383} * V^{-0.065} * T_{\text{нач.}}^{0.546} \quad (3.19)$$

Погрешность результатов по сравнению с опытными составляет в пределах 5–10%.

Таким образом, полученные математические модели адекватно описывают данную область изменения параметров тепловой стерилизации консервированных компотов в стеклянной таре в аппаратах периодического действия с ротацией банок.

Аналогичным образом получены математические модели при пастеризации компотов без вращения банок:

а) для расчета скорости прогрева продукта;

$$W_{\text{нагрева}} = 0,003 * n^{-1092-0.578 \ln \mu} * \varphi^{-2.081} * \mu^{-1.194} * V^{-0.127} * \Delta t^{0.05} \quad (3.20)$$

б) для расчета конечной температуры продукта

$$T_{\text{к}} = 2.002 * n^{-0.105 - 0.079 \ln \mu} * \mu^{-0.186} * \tau^{0.383} * V^{-0.065} * T_{\text{нач.}}^{0.546} \quad (3.21)$$

## **ГЛАВА 4. ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **4.1. Промышленная апробация усовершенствованных технологий плодово-ягодных компотов**

На плодово-ягодные компоты разработана и утверждена соответствующая нормативная документация: Технологическая инструкция ТУ 916142-001-2069504-2018 по производству компота из айвы; Технологическая инструкция ТУ 916142-002-2069504-2018 по производству компота из груши; Технологическая инструкция ТУ 916142-003-2069504-2018 по производству компота из яблок; Технологическая инструкция ТУ 916142-004-2069504-2018 по производству компота из черешни; Технологическая инструкция ТУ 916142-005-2069504-2018 по производству компота из винограда.

По разработанным технологическим инструкциям в условиях ООО «Кикунинский консервный завод» была произведена опытная партия плодово-ягодных компотов.

### **4.2. Расчет экономической эффективности технологий плодово-ягодных компотов по усовершенствованным технологиям**

Для расчетов использованы результаты исследований и практической оценки усовершенствованных технологий за 2016-2017 годы на Кикунинском консервном заводе, которые приведены в таблицах 4.1-4.3.

Усовершенствованная технология при производстве плодово-ягодных компотов способствует существенному снижению материальных и энергетических потерь.

Затраты на технологическое оборудование для производства плодово-ягодных компотов по традиционной технологии, приведены в таблице 4.1.



Таблица 4.1. Затраты на технологическое оборудование линии  
ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ КОМПОТОВ по традиционной технологии

№ п/п	Используемое оборудование	Марка оборуд-я	Кол-во единиц оборудования, шт	Стоим-ть ед. оборудования в тыс. руб.	Общая стоим-ть оборудования в тыс.руб.
1	Машина для мойки сырья	КУВ -5	2	90,5	181
2	Сортировочно-инспекционный транспортер	ККТ-2	1	165,5	165,5
3	Резательная машина	КЯ	1	450,5	450,5
4	Водяной бланширователь	БК	1	1028,3	1028,3
5	Конвеер для расфасовки	Нестанд.	1	165,5	165,5
6	Наполнитель	КДН-22	1	340,5	340,5
7	Укупорочная машина	КЗК	1	350,5	350,5
8	Стерилизатор	Б6-КАВ-2	6	450,5	1912,6
9	Машина для этикетировки	ЭР-2	1	480,5	478,8
	Итого				5072,8

Затраты на оборудование по предлагаемой технологии приведена в таблице 4.2.

Таблица 4.2. Затраты на технологическое оборудование линии  
ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ КОМПОТОВ по усовершенствованной технологии

№ п/п	Наименование оборудования	Марка	Кол-во оборудования, шт	Стоим-ть ед. оборудования в тыс. руб.	Общая стоим-ть оборудования в тыс. руб.
1	Машина для мойки сырья	КУМ-5	2	82,5	165,0
2	Сортировочно-инспекционный транспортер	ККТ-2	1	155,5	155,5
3	Резательная машина	КЯ	1	450,5	450,5
4	Конвеер для расфасовки	Нестанд.	1	155,5	155,5
5	Аппарат для нагрева плодов насыщенным паром	Нестанд.	1	450,5	450,5
5	Наполнитель	КДН-22	1	310,5	310,5
6	Укупорочная машина	КЗК	1	344,5	344,5
7	Стерилизатор	Б6КАВ-4.	3	650,5	1951,5
8	Машина для этикетировки	Эр-2	1	478,8	478,8
	Итого				4307,3

В таблице 4.3 приведены результаты расчета себестоимости 1 туба айвового компота.

Таблица 4.3. Себестоимость 1 туба айвового компота по традиционной и предлагаемой технологии (руб.)

№ п/п	Статьи расхода	$C_1^1$	$C_2^1$
1	Сырье и основные материалы	2300	2300
2	Вспомогательные материалы	520	520
3	Тара	1200	1200
4	Топливо, вода, энергия	2980,4	880,1
5	Оплата труда рабочих	510	510
6	Отчисления на соцстрах	192,8	192,8
7	Содержание оборудования	281,5	211,5
8	Расходы цеховые	82,1	82,1
9	Расходы общезаводские	115,2	115,2
10	Брак продукции	38,2	25,2
11	Себестоимость производственная	5730,3	5436,9
12	Расходы внепроизводственные	179,9	163,1
13	Общая себестоимость	8220,2	6200,0

Расчет экономического эффекта от внедрения технологии с интенсивной тепловой стерилизацией определяем по выражениям (4.1) и (4.2).

$$\mathcal{E}_1 = (C_1 - E_n \cdot K_1) - (C_2 - E_n \cdot K_2), \quad (4.1)$$

$$C_1 = C_1^1 \cdot N; \quad C_2 = C_2^1 \cdot N \quad (4.2)$$

$$C_1 = 8220,2 \cdot 6000 = 49321,2$$

$$C_2 = 6200,0 \cdot 6000 = 37200,0$$

$$\mathcal{E}_{год} = (49321,2 - 0,15 \cdot 5072,8) - (37200,0 - 0,15 \cdot 4307,3) = 12006,4 \text{ тыс. руб}$$

где:  $\mathcal{E}_{год}$  – экономический эффект на годовой выпуск компотов;

$C_1$  и  $C_2$  – полная себестоимость компота по существующей и предлагаемой технологии;

$K_1$  и  $K_2$  – капитальные вложения;

$E_n$  – принятый коэффициент экономической эффективности (0,15);

$N_{год}$  – годовой выпуск компота в туб;

Среднегодовой выпуск продукции составляет 6 муб.

Согласно расчету, приведенному по формуле (4.1), предполагаемый экономический эффект от внедрения новой

технологии производства компота составляет 12064000 руб. Экономический эффект на 1 туб компота из айвы составит 2005-2010руб, в зависимости от вида продукции.

### 4.3. Аппарат для нагрева плодов в банках водяным паром

Для практической реализации предложенного способа с предварительным нагревом плодов в банках насыщенным паром разработана конструкция аппарата для нагрева плодов в банках водяным паром [52], схема которого представлена на рисунке 4.1.

Аппарат включает в себя каркас 1, на котором установлен пластинчатый транспортер 3, парораспределитель 17 с соплами для подачи пара 5. С наружной стороны к углам парового коллектора приварены направляющие 7, которые перемещаясь по втулкам 6, обеспечивают возможность фиксации парового коллектора с соплами на различных высотах от транспортера, в зависимости от высоты банок.

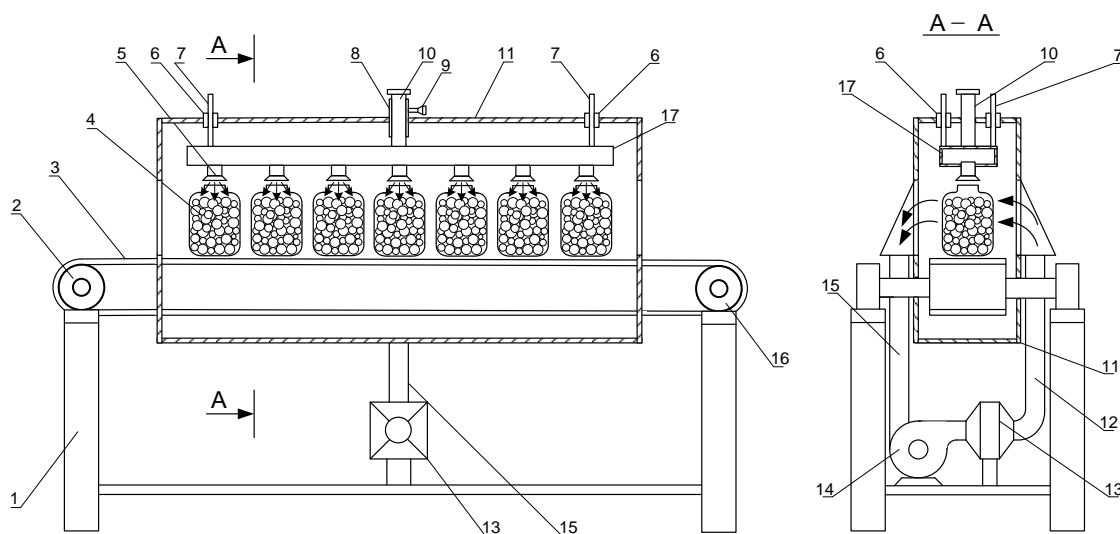


Рисунок 4.1. – Аппарат для нагрева плодов в банках водяным паром: 1 – каркас; 2,16 – ведущий и ведомый барабаны; 3 – транспортер; 4 – банки; 5 – сопла для подачи пара; 6 – направляющие; 7 – направляющие; 8 – втулка паровой трубы; 9 – винт для фиксации парораспределителя; 10 – труба для подачи пара; 11 – кожух; 12 – труба для подачи нагретого воздуха; 13 – калорифер; 14 – вентилятор; 15 – труба для отвода отработанного воздуха; 17 – парораспределитель

Для фиксации парового коллектора в различных положениях аппарат снабжен зажимным винтом 9, который установлен на втулке 8. Для нагрева и подачи нагретого воздуха в камеру обработки аппарат снабжен вентилятором 14 и электрическим калорифером 13.

Аппарат работает следующим образом. Банки, после заполнения подготовленными плодами, транспортером 16, совершающим прерывистое движение с интервалом 10 с, подаются камеру обработки, где момент остановки транспортера оказываются под соплами для подачи пара. Пар из коллектора 7 посредством сопел 5 подается в банки с плодами. Плоды при обработке в течение 80-120 с за счет конденсации пара нагреваются до 65–75<sup>0</sup>С. В аппарате также предусмотрено обдувание наружной поверхности банок нагретым воздухом с температурой 110–1200 С и скоростью 3-5 м/с, что обеспечивает предотвращение термического боя банок

Использование данного аппарата в линиях производства консервируемых компотов будет обеспечивать поточность производства, экономию тепловой энергии, увеличение производительности стерилизационного оборудования, а также повышение качества и конкурентоспособность готового продукта.

#### **4.4. Режимы тепловой стерилизации консервируемых компотов с предварительным нагревом плодов в банках водяным паром**

На основании проведенных исследований по прогреваемости плодов в банках водяным паром с последующей заливкой сахарным сиропом повышенной по сравнению с традиционной температурой (95–97<sup>0</sup>С), разработаны научно обоснованные ускоренные режимы пастеризации консервируемых компотов без вращения и с вращением банок, которые можно рекомендовать для внедрения в производство.

В таблице 4.4 представлены реализуемые на производстве режимы пастеризации компотов и разработанные ускоренные режимы тепловой стерилизации без вращения банок с использованием предварительного нагрева плодов в банках водяным паром.

Таблица 4.4. Режимы тепловой стерилизации компотов по традиционной технологии и с предварительным нагревом плодов водяным паром

№ п/п	Наименование консервированных компотов	Объем банки, л	Режимы пастеризации по существующей технологии	Режимы пастеризации с нагревом плодов насыщенным паром
1	2	3	4	5
1	Компот черешневый	0,35	$\frac{20-18-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80. \frac{5-15-20}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
2	Компот черешневый	0,5	$\frac{20-25-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80. \frac{5-20-20}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
3	Компот черешневый	1,0	$\frac{25-35-25}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80. \frac{5-25-25}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
8	Компот из персиков без косточек	0,35	$\frac{20-15-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80. \frac{5-12-20}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
9	Компот персиковый без косточек	0,5	$\frac{20-20-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80. \frac{5-15-20}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
10	Компот из персиковый без косточек	1,0	$\frac{25-25-25}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80. \frac{10-20-20}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
11	Компот из персиков без косточек		$\frac{30-45-30}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$70. \frac{10-35-30}{85-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
15	Компот яблочный	0,35	$\frac{20-15-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80. \frac{5-12-20}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
16	Компот яблочный	0,5	$\frac{20-25-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80. \frac{5-20-20}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
17	Компот яблочный	1,0	$\frac{25-35-25}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80. \frac{10-25-25}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
18	Компот яблочный	3,0	$\frac{30-50-30}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$70. \frac{10-40-30}{85-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
19	Компот из груш и айвы	0,35	$\frac{20-20-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80. \frac{5-15-20}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
20	Компот из айвы и груш	0,5	$\frac{20-30-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80. \frac{5-25-20}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
21	Компот из айвы и груш	1,0	$\frac{25-45-25}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80. \frac{10-35-25}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
22	Компот из айвы и груш	3,0	$\frac{30-50-30}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$70. \frac{10-40-30}{85-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
23	Компот виноградный	0,35	$\frac{20-12-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80. \frac{5-10-20}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
24	Компот виноградный	0,5	$\frac{20-15-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80. \frac{5-15-20}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
25	Компот виноградный	1,0	$\frac{25-25-25}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80. \frac{10-20-25}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
26	Компот виноградный	3,0	$\frac{30-45-30}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$70. \frac{10-40-30}{85-100-40} \cdot 98\text{кПа}$

#### 4.5. Режимы тепловой стерилизации консервируемых компотов с предварительным нагревом плодов в банках водяным паром и двухступенчатым охлаждением

На основании проведенных исследований по прогреваемости плодов в банках водяным паром с последующей заливкой сахарным сиропом повышенной по сравнению с традиционной температурой (95–97<sup>0</sup>С), и двухступенчатым охлаждением, разработаны научно обоснованные ускоренные режимы тепловой стерилизации консервируемых компотов в аппаратах периодического действия в статическом состоянии банок и двухступенчатым охлаждением, которые можно рекомендовать для внедрения в производство.

В таблице 4.5 представлены режимы стерилизации консервированных компотов в автоклавах по традиционной технологии и разработанные ускоренные режимы тепловой стерилизации с использованием предварительного нагрева плодов в банках водяным паром в статическом состоянии банок и с двухступенчатым охлаждением.

Таблица 4.5. Режимы пастеризации компотов по существующей технологии и с предварительным нагревом плодов водяным паром и двухступенчатым охлаждением

№ п/п	Наименование компотов	Объем банки, л	Режимы стерилизации по традиционной технологии	Режимы стерилизации с предварительным нагревом плодов насыщенным паром
1	2	3	4	5
1	Компот из черешни	0,35	$\frac{20-18-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-15-15}{90-100-60} \cdot 98\text{кПа} \cdot \frac{5}{40}$
2	Компот из черешни	0,5	$\frac{20-25-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-20-15}{90-100-60} \cdot 98\text{кПа} \cdot \frac{5}{40}$
3	Компот из черешни	1,0	$\frac{25-35-25}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-25-20}{90-100-60} \cdot 98\text{кПа} \cdot \frac{5}{40}$
4	Компот из черешни	3,0	$\frac{30-50-30}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$70 \cdot \frac{10-40-25}{85-100-60} \cdot 98\text{кПа} \cdot \frac{5}{40}$
5	Компот из вишни	0,35	$\frac{20-10-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-10-15}{90-100-60} \cdot 98\text{кПа} \cdot \frac{5}{40}$

6	Компот из вишни	0,5	$\frac{20-20-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-15-15}{90-100-60} \cdot 98\text{кПа} \cdot \frac{5}{40}$
7	Компот из вишни	1,0	$\frac{25-20-25}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-20-20}{90-100-60} \cdot 98\text{кПа} \cdot \frac{5}{40}$
8	Компот из персиков без косточек	0,35	$\frac{20-15-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-12-15}{90-100-60} \cdot 98\text{кПа} \cdot \frac{5}{40}$
9	Компот из персиков без косточек	0,5	$\frac{20-20-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-15-15}{90-100-60} \cdot 98\text{кПа} \cdot \frac{5}{40}$
10	Компот из персиков без косточек	1,0	$\frac{25-25-25}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{10-20-15}{90-100-60} \cdot 98\text{кПа} \cdot \frac{5}{40}$
11	Компот из персиков без косточек		$\frac{30-45-30}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$70 \cdot \frac{10-35-25}{85-100-60} \cdot 98\text{кПа} \cdot \frac{5}{40}$
12	Компот сливовый	0,35	$\frac{20-10-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-10-15}{90-100-60} \cdot 98\text{кПа} \cdot \frac{5}{40}$
13	Компот сливовый	0,5	$\frac{20-15-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-12-15}{90-100-60} \cdot 98\text{кПа} \cdot \frac{5}{40}$
14	Компот сливовый	1,0	$\frac{25-25-25}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{10-20-20}{90-100-60} \cdot 98\text{кПа} \cdot \frac{5}{40}$
15	Компот яблочный	0,35	$\frac{20-15-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-12-15}{90-100-60} \cdot 98\text{кПа} \cdot \frac{5}{40}$
16	Компот яблочный	0,5	$\frac{20-25-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-20-15}{90-100-60} \cdot 98\text{кПа} \cdot \frac{5}{40}$
17	Компот яблочный	1,0	$\frac{25-35-25}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{10-25-20}{90-100-60} \cdot 98\text{кПа} \cdot \frac{5}{40}$
18	Компот яблочный	3,0	$\frac{30-50-30}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-15-15}{90-100-60} \cdot 98\text{кПа} \cdot \frac{5}{40}$
19	Компот из айвы и груш	0,35	$\frac{20-20-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-15-15}{90-100-60} \cdot 98\text{кПа} \cdot \frac{5}{40}$
20	Компот из айвы и груш	0,5	$\frac{20-30-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-25-15}{90-100-60} \cdot 98\text{кПа} \cdot \frac{5}{40}$
21	Компот из айвы и груш	1,0	$\frac{25-45-25}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{10-35-20}{90-100-60} \cdot 98\text{кПа} \cdot \frac{5}{40}$
22	Компот из айвы и груш	3,0	$\frac{30-50-30}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$70 \cdot \frac{10-40-25}{85-100-60} \cdot 98\text{кПа} \cdot \frac{5}{40}$
23	Компот виноградный	0,35	$\frac{20-12-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-10-15}{90-100-60} \cdot 98\text{кПа} \cdot \frac{5}{40}$
24	Компот виноградный	0,5	$\frac{20-15-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-15-15}{90-100-60} \cdot 98\text{кПа} \cdot \frac{5}{40}$
25	Компот виноградный	1,0	$\frac{25-25-25}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{10-20-20}{85-100-60} \cdot 98\text{кПа} \cdot \frac{5}{40}$
26	Компот виноградный	3,0	$\frac{30-45-30}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$70 \cdot \frac{10-40-25}{85-100-60} \cdot 98\text{кПа} \cdot \frac{5}{40}$

#### 4.6. Режимы тепловой стерилизации консервируемых компотов с предварительным нагревом плодов в банках водяным паром и с вращением банок

На основании проведенных исследований по прогреваемости плодов в банках водяным паром с последующей заливкой сахарным сиропом повышенной по сравнению с традиционной температурой (95-97<sup>0</sup>С), разработаны научно обоснованные ускоренные режимы тепловой стерилизации консервируемых компотов в аппаратах периодического действия с вращением банок, которые можно рекомендовать для внедрения в производство.

В таблице 4.6 представлены режимы пастеризации компотов по существующей технологии и разработанные ускоренные режимы пастеризации в аппаратах периодического действия с вращением банок с использованием предварительного нагрева плодов в банках водяным паром.

Таблица 4.6. Режимы пастеризации компотов по традиционной технологии и с предварительным нагревом плодов водяным паром с вращением банок

№ п/п	Наименование консервированных компотов	Объем банки, л	Режимы стерилизации по традиционной технологии	Режимы стерилизации с предварительным нагревом плодов насыщенным паром
1	2	3	4	5
1	Компот из черешни	0,35	$\frac{20-18-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-10-12}{90-100-40} \cdot 0,12c - 198\text{кПа}$
2	Компот из черешни	0,5	$\frac{20-25-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-10-15}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
3	Компот из черешни	1,0	$\frac{25-35-25}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-15-18}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
8	Компот из персиков без косточек	0,35	$\frac{20-15-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-10-12}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
9	Компот из персиков без косточек	0,5	$\frac{20-20-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-10-15}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
10	Компот из персиков без косточек	1,0	$\frac{25-25-25}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{10-12-18}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$



15	Компот из яблок	0,35	$\frac{20-15-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-8-12}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
16	Компот из яблок	0,5	$\frac{20-25-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-12-15}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
17	Компот из яблок	1,0	$\frac{25-35-25}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{10-15-18}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
19	Компот из груш и айвы	0,35	$\frac{20-20-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-10-15}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
20	Компот из груш и айвы	0,5	$\frac{20-30-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-15-15}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
21	Компот из груш и айвы	1,0	$\frac{25-45-25}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{8-15-18}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
23	Компот из винограда	0,35	$\frac{20-12-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-8-12}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
24	Компот из винограда	0,5	$\frac{20-15-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-10-12}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
25	Компот из винограда	1,0	$\frac{25-25-25}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{8-12-15}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$

#### **4.7. Режимы тепловой стерилизации консервируемых компотов с предварительным нагревом плодов в банках водяным паром, вращением банок и двухступенчатым охлаждением**

На основании проведенных исследований по прогреваемости плодов в банках водяным паром с последующей заливкой сахарным сиропом повышенной по сравнению с традиционной температурой (95-97<sup>0</sup>С), разработаны научно обоснованные ускоренные режимы тепловой стерилизации консервируемых компотов в аппаратах периодического действия с двухступенчатым охлаждением и вращением банок, которые можно рекомендовать для внедрения в производство.

В таблице 4.7 представлены режимы пастеризации компотов по традиционной технологии и разработанные ускоренные режимы тепловой стерилизации в аппаратах периодического действия с двухступенчатым охлаждением и вращением банок с использованием нагрева плодов в банках водяным паром.

Таблица 4.7. Режимы тепловой стерилизации компотов по традиционной технологии с двухступенчатым охлаждением и вращением банок с использованием нагрева плодов в банках водяным паром

№ п/п	Наименование консервированных компотов	Объем банки, л	Режимы стерилизации по традиционной технологии	Режимы стерилизации с предварительным нагревом плодов насыщенным паром
1	2	3	4	5
1	Компот из черешни	0,35	$\frac{20-18-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-10-12}{90-100-40} \cdot 0,12c - 198\text{кПа}$
2	Компот из черешни	0,5	$\frac{20-25-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-10-15}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
3	Компот из черешни	1,0	$\frac{25-35-25}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-15-18}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
8	Компот из персиков без косточек	0,35	$\frac{20-15-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-10-12}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
9	Компот из персиков без косточек	0,5	$\frac{20-20-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-10-15}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
10	Компот из персиков без косточек	1,0	$\frac{25-25-25}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{10-12-18}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
15	Компот из яблок	0,35	$\frac{20-15-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-8-12}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
16	Компот из яблок	0,5	$\frac{20-25-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-12-15}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
17	Компот из яблок	1,0	$\frac{25-35-25}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{10-15-18}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
19	Компот из груш и айвы	0,35	$\frac{20-20-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-10-15}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
20	Компот из груш и айвы	0,5	$\frac{20-30-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-15-15}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
21	Компот из груш и айвы	1,0	$\frac{25-45-25}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{8-15-18}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
23	Компот из винограда	0,35	$\frac{20-12-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-8-12}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
24	Компот из винограда	0,5	$\frac{20-15-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{5-10-12}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$
25	Компот из винограда	1,0	$\frac{25-25-25}{100} \cdot 118\text{кПа}$	$80 \cdot \frac{8-12-15}{90-100-40} \cdot 98\text{кПа}$

#### 4.8. Модернизированная технологическая линия производства консервированных компотов

Несмотря на существование определенных научных разработок в сфере совершенствования технологий производства консервированных компотов, вопросы их практической реализации изучены не до конца. На кафедре технологии продукции и организации общественного питания ФГБОУ ВО «ДГТУ» разрабатываются технологии производства компотов с использованием предварительного повышения температуры продукта перед герметизацией с использованием различных тепловых процессов [88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97]. Внедрение этих технологий требует модернизации технологических линий для обеспечения возможности их практической реализации.

Предварительное повышение температуры продукта перед герметизацией [98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107] является основным методом интенсификации процесса тепловой пастеризации.

Нашими исследованиями выявлено [108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117], что повышение температурного уровня плодов в банках с применением водяного пара, обеспечивает возможность повышения начальной температуры, а также сократить температурную разницу в наиболее и наименее прогреваемых слоях продукта, уменьшить продолжительность режимов пастеризации и расход теплоты.

На рис.4.2 представлена технологическая линия производства компотов с использованием предварительного нагрева плодов в банках водяным паром.

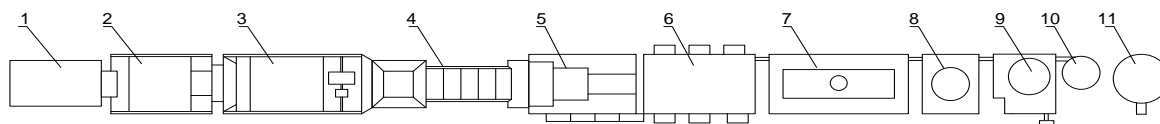


Рисунок 4.2. Аппаратурно-технологическая схема производства компотов: 1 – инспекционный транспортер; 2 – моечная машина; 3 – моечная машина; 4 – транспортер – элеватор; 5 – калибровочная машина; 6 – транспортер для подготовки и расфасовки плодов; 7 – аппарат для пароконтактного нагрева плодов в банках; 8 – наполнитель сиропа; 9 – закаточная машина; 10 – накопительный стол; 11 – автоклав

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных исследований теоретически обоснованы и разработаны инновационные ресурсосберегающие технологии производства высококачественных консервированных компотов, основанные на сокращении продолжительности тепловой обработки за счет применением на отдельных этапах технологического процесса новых способов предварительной подготовки плодов и ускоренных режимов тепловой стерилизации в аппаратах периодического действия (автоклавах).

Наиболее значимые научные результаты диссертационного исследования:

1. Изучено состояние производства и переработки плодово-ягодного сырья в Республике Дагестан, что позволяет сделать вывод о перспективах выполнения целевой программы по существенному увеличению производства плодоовощной продукции с внедрением новых технологий, основанных на выпуске конкурентоспособной и высококачественной продукции.

2. Научно обоснованы новые технологические параметры процессов предварительной тепловой обработки плодов и ускоренных режимов тепловой стерилизации консервированных компотов в аппаратах периодического действия, что обеспечивает по сравнению с традиционной технологией сокращение продолжительности режимов тепловой обработки более 50%, экономию тепловой энергии более 42,9 МДж на 1 туб продукции и повышение качества.

3. Разработан новый способ тепловой стерилизации консервированных компотов с использованием двухэтапного охлаждения.

4. Научно обоснован и предложен новый технологический приема предварительного нагрева плодов в банках насыщенным водяным паром, который при производстве компотов из семечковых плодов одновременно заменяет и процесс бланшировки.

5. Для практической реализации предложенного способа предварительной подготовки плодов разработана конструкция аппарата для его осуществления.

6. Разработаны новые ускоренные режимы тепловой стерилизации консервированных компотов в аппаратах периодического действия в статическом состоянии и с вращением банок с использованием предварительного повышения температуры продукта перед герметизацией.

7. Теоретически обоснованы и разработаны новые режимы высокотемпературной тепловой стерилизации консервированных компотов.

8. Получены математические модели для определения продолжительности и скорости нагрева продукта при тепловой стерилизации в статическом состоянии и вращении банок.

9. Проведены микробиологические, органолептические и физико-химические исследования, которые подтвердили высокое качество и безопасность консервированных продуктов, выработанных по новым технологиям.

10. Разработанные ресурсосберегающие инновационные технологии производства высококачественных и безопасных консервированных компотов, прошли промышленную апробацию на ООО «Кикунинский консервный завод».

11. Разработаны технологические инструкции на производство 5 наименований консервной продукции: ТУ 916311-001-2069504-2016 «Компот из винограда»; ТУ 916311-002-2069504-2016 «Компот из айвы»; ТУ 916311-003-2069504-2016 «Компот из яблок»; ТУ 916311-004-2069504-2016 -2016 «Компот из персиков без косточек»; ТУ 916311-005-2069504-2016 «Компот из абрикосов».

12. Расчетный экономический эффект от внедрения разработанных инновационных технологий при производстве консервированных компотов из айвы составляет 2010,6 рублей на 1 туб продукции.

## **РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ**

Для производства консервированных компотов рекомендуем использовать усовершенствованные нами технологии с использованием ускоренных режимов тепловой стерилизации по ТУ 916311-001-2069504-2018; ТУ 916311-002-2069504-2018; ТУ 916311-003-2069504-2018; ТУ 916311-004-2069504-2018; ТУ 916311-005-2069504-2018 и аппаратурно-технологическую схему, укомплектованную разработанным нами аппаратом для нагрева плодов в банках насыщенным водяным паром.

Взамен традиционных режимов тепловой стерилизации предлагается использовать разработанные нами режимы тепловой стерилизации с использованием двухступенчатого охлаждения, как обеспечивающие сокращение продолжительности режимов, увеличение производительности аппаратов для тепловой стерилизации и повышение качества готовой продукции.

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ**

Работа имеет перспективы развития в направлении разработки технологий производства овощных маринадов, овощных натуральных консервов, консервированных продуктов для детского и диетического питания.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Агеева Н.М., Марковский М.Г., Зайко Г.М., Гопоненко Ю.В. Использование винограда в производстве продуктов питания повышенной биологической ценности // Известия вузов. Пищевая технология. 2003. №1. – С.77–79.
2. Азадова Э.Ф., Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Дарбишева А.М. Использование электромагнитного поля СВЧ при производстве консервов для детского питания // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2015. – №4. – С.55–57.
3. Азадова Э.Ф., Тагирова Т.А., Ильясова С.А., Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Загиров Н.Г. Инновационная технология производства консервированного компота из абрикосов для детского питания // Материалы международной научно-практической конференции «Достижения и проблемы современных тенденций переработки сельскохозяйственного сырья: технологии, оборудование, экономика». Краснодар: КубГТУ, 2016. – С. 214 – 218.
4. Азадова Э.Ф., Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф. Использование электромагнитного поля СВЧ при производстве консервов для детского питания // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2015. – №5. – С. 55–57.
5. Азадова Э.Ф., Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Дарбишева А.М. Инновационная технология производства консервированного компота из груш для детского питания // Вестник МАХ. – 2015. – № 3. – С. 9–12.
6. Азадова Э.Ф., Ахмедов М.Э., Мукайлов М.Д. Инновационная технология производства яблочного пюре для детского питания// Проблемы развития АПК региона. – 2015. – №1 (21). – С.57–59.
7. Алибекова М.М., Ахмедов М.Э. Демирова А.Ф., Пиняскин В.В., Рахманова М.М. Математическое моделирование процесса тепловой стерилизации консервов с использованием высокотемпературных теплоносителей / Сборник материалов 5-й Всероссийской научно-практической конференции. Повышение

качества и безопасности пищевых продуктов. – Махачкала: ДГТУ, 2015. – С. 149–151.

8. Алибекова М.М., Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Гаммацаев К.Р. Совершенствование технологии производства консервов «Компот из айвы» Сборник материалов 5-й Всероссийской научно-практической конференции. Повышение качества и безопасности пищевых продуктов. – Махачкала: ДГТУ, 2015. – С.78–80.

9. Алибекова М.М., Демирова А.Ф., Ахмедов М.Э., Пиняскин В.В. Энергосберегающая технология высокотемпературной ротационно-ступенчатой стерилизации консервов «Томаты маринованные» / Материалы международной научно-практической конференции: «Достижения и проблемы современных тенденций переработки сельскохозяйственного сырья: технологии, оборудование, экономика КубГТУ, 2016. – С. 211–214.

10. Алибеков А.К. Применение методов планирования эксперимента в технологических процессах / А.К. Алибеков, М.Э. Ахмедов // Учебное пособие: ДПТИ, Махачкала. – 1993. – 36 с.

11. Аминов М.С., Мурадов М.С., Аминова Э.М. Технологическое оборудование консервных и овощесушильных заводов. – М.: Наук. – 1996.

12. Аминов М.С. Теоретическое и экспериментальное обоснование возможности непрерывной стерилизации консервов в потоке горячего воздуха: автореф. дис. докт. техн. наук. – Л., 1969.– 48 с.

13. Ахмедова М.М. Высокотемпературная стерилизация консервированного компота из груш в потоке нагретого воздуха с предварительным нагревом плодов в ЭМП СВЧ // Вестник ДГТУ. – 2014. – №2. – С. 71–79.

14. Ахмедова М.М., Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф. Новый способ высокотемпературной стерилизации компота из черешни // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2014. – №9. – С. 34–36.

15. Ахмедова М.М., Демирова А.Ф., Ахмедов М.Э., Пиняскин В.В. Математическое моделирование скорости прогрева при высокотемпературной тепловой обработке // Вестник Дагестанского



государственного технического университета. Технические науки. – 2014. – т.34. – №3. – С. 42–48.

16. Ахмедова М.М., Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Гаммацаев К.Р. Новый способ определения оптимальной частоты вращения банок при ротационной тепловой стерилизации // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2014. – т.32. – №1. – С.101–107.

17. Ахмедова М.М., Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Загиров Н.Г. Новый способ двухэтапного воздушно-водоиспарительного ротационного охлаждения консервируемых продуктов в стеклянной таре // Вестник Международной академии холода. – 2014. – №4. – С. 6–9.

18. Ахмедова М.М., Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф. Носитель стеклянных банок для стерилизаторов открытого типа // Пищевая промышленность. – 2014. – №7. – С. 42–43.

19. Ахмедова М.М., Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф. Влияние параметров нагретого воздуха на продолжительность нагрева компота из яблок в таре СКО 1-82-500 Экономика. Инновации. Управление качеством. 2015. – №1. – С. 17–18.

20. Ахмедова М.М., Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф. Новый способ высокотемпературной стерилизации компота из черешни // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2014. – № 9. – С.34–36.

21. Ахмедова М.М., Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф. Использование электромагнитного поля СВЧ для стерилизации консервированного компота из яблок // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2014. – № 10. – С. 31–35.

22. Ахмедов М.Э., Касьянов Г.И., Демирова А.Ф., Дарбишева А.М., Даудова Т.Н. // Применение щадящих режимов тепловой стерилизации для производства компота из черешни Доклады Россельхозакадемии. – 2015. – №6. – С. 64–66.

23. Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Атаева А.У. Совершенствование технологии производства компота из груш с использованием ЭМП СВЧ. Сборник материалов 5-й Всероссийской научно-практической конференции. Повышение качества и

безопасности пищевых продуктов. – Махачкала: ДГТУ, 2015. – С. 68–71.

24. Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Дарбишева А.М., Тагирова Т.А. Совершенствование режима стерилизации консервов «Компот из черешни» в автоклаве. Сборник материалов 5-й Всероссийской научно-практической конференции. Повышение качества и безопасности пищевых продуктов. – Махачкала: ДГТУ. – 2015. – С. 74–76.

25. Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Мукайлов М.Д., Пиняскин В.В., Рахманова М.М. Новый способ стерилизации консервов «Компот из абрикосов» с использованием принципа рекуперации теплоты и его математическое описание // Проблемы развития АПК региона. – 2014. – №2(18). – С. 62–67.

26. Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Мукайлов М.Д. Разработка оптимальных параметров производства огурцов маринованных с использованием ступенчатой тепловой стерилизации в статическом состоянии. // Проблемы развития АПК региона. – 2014. – №1(17). – С. 59–63.

27. Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Загиров Н.Г. Разработка оптимальных параметров ступенчатой тепловой стерилизации концентрированных томатопродуктов // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2014. – т.35. – №4. – С. 65–71.

28. Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф. Ступенчатая ротационная стерилизация компота из персиков в потоке нагретого воздуха // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2014. – № 3. – С. 40–42.

29. Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф. Энергосберегающая технология тепловой стерилизации консервов «Компот из сливы» // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2014. – № 2. – С. 32–35.

30. Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф. Охлаждение компота в стеклянной таре в потоке атмосферного воздуха // Пищевая промышленность. – 2014. – №2. – С. 66–67.

31. Ахмедов М.Э., Ахмедова М.М. Совершенствование тепловой стерилизации компота из черешни с использованием

высокотемпературных теплоносителей // Экономика. Инновации. Управление качеством. – 2015. – №1. – С. 230–232.

32. Ахмедов М.Э., Дарбишева А.М., Демирова А.Ф. Инновационные технологии производства консервированных продуктов // Экономика. Инновации. Управление качеством. – 2015. – №1. – С. 247–248.

33. Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Мукайлов М.Д. Влияние параметров теплоносителя на продолжительность процесса высокотемпературной ротационной стерилизации компота из черешни в жестяной банке №13 в потоке нагретого воздуха // Проблемы развития АПК региона. – 2016. – №1 (25). – С. 124–128.

34. Ахмедов М.Э., Касьянов Г.И., Демирова А.Ф., Даудова Т.Н. Использование высокотемпературной тепловой стерилизации и ЭМП СВЧ в технологии производства компота из айвы // Известия Вузов. Пищевая технология. – 2015. – №2–3. – С. 121–123.

35. Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Мукайлов М.Д. Новый способ стерилизации консервов «Компот из айвы» в банках СКО 1-82-3000 с использованием принципа рекуперации // Проблемы развития АПК региона. – 2015. – №2 (22). – С. 91–93.

36. Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф. Математическое моделирование теплообменных процессов при высокотемпературной тепловой обработке консервов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2015. – №6. – С. 24–26.

37. Ахмедов М.Э., Мукайлов М.Д., Демирова А.Ф. Совершенствование технологии производства компота из яблок с использованием СВЧ ЭМП // Проблемы развития АПК региона. – 2013. – №1(13). – С. 60–63.

38. Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Мукайлов М.Д., Атаева А.У. Применение инновационных технологий в пищевой промышленности для повышения эффективности тепловой стерилизации консервов // Проблемы развития АПК региона. – 2013. – №2(14). – С. 53–56.

39. Ахмедов М.Э., Загиров Н.Г., Дарбишева А.М. Высокотемпературная стерилизация компота из груши с двухступенчатым нагревом плодов в СВЧ-поле // Вестник Международной академии холода. – 2015. – №1. – С. 16–19.

40. Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Дарбишева А.М., Абдурахманова С.А. Совершенствование процесса тепловой стерилизации компота из яблок в автоклавах // Материалы международной научно-практической конференции: «Достижения и проблемы современных тенденций переработки сельскохозяйственного сырья: технологии, оборудование, экономика». КубГТУ. – 2016. – С. 218–222.

41. Ахмедов М.Э., Мукайлов М.Д., Демирова А.Ф. Новый способ тепловой стерилизации консервов в потоке нагретого воздуха и горячей воде // Проблемы развития АПК региона. – 2013. – №3(15). – С. 66–69.

42. Ахмедов М.Э., Ильясова С.А., Касьянов Г.И. Способ производства десертного компота из абрикосов // Известия вузов. Пищевая технология, № 5-6, 2014. – С. 111-112.

43. Барышев М.Г. Электромагнитная обработка сырья растительного и животного происхождения / М.Г. Барышев, Г.И. Касьянов. – Краснодар: КубГТУ, 2002. – 217 с.

44. Бабарин В.П. Тепловая стерилизация плодоовощных консервов: дисс., д-ра техн. наук / В.П. Бабарин. – М., 1994. – 400 с.

45. Благовешенская М.М. Системы управления технологическими процессами и информационные технологии / М.М. Благовешенская, Л.А. Злобин. – М.: Высшая школа, 2005.

46. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Продовольственная безопасность. Раздел 2. – М.: МГФ «Знание», 2001. – С. 89.

47. Быковченко Т.В., Волкова О.В., Завьялов М.А., Филиппович В.П., Кухто В.А., Павлов Ю.С., Прокопенко А.В. Радиационное воздействие электронов на чистые культуры микроорганизмов // Хранение и переработка сельхозсырья. – №12. – 2014. – С. 45–49.

48. Варсанюфьев В.Д. Вибрационная техника в химической промышленности / В.Д. Варсанюфьев, Э.Э. Кольман-Иванов. – М.: Химия, 1985. – 240 с.

49. Важенин Е.И., Касьянов Г.И. Совершенствование технологии хранения плодоовощного сырья // Известия вузов. Пищевая технология, № 1, 2014. – С. 13–15.

50. Губиев Ю.К. Научно-практические основы технологических процессов пищевых производств в электромагнитном поле СВЧ: дис... д-ра техн. наук / Ю.К. Губиев. – М., 1990. – 480 с.

51. Дарбишева А.М., Кичибекоев М.А., Демирова А.Ф. Новый способ охлаждения консервов в стеклянной таре в автоклаве // Повышение качества и безопасности пищевых продуктов: материалы V Всероссийской научно-практической конференции 27–28 октября 2015 г. – Махачкала: ФГБОУ ВО Дагестанский ГТУ, 2015. – С.83–86.

52. Дарбишева А.М., Демирова А.Ф., Пашаева А.М., Ахмедов М.Э. Аппарат для нагрева плодов и овощей насыщенным паром // Материалы 5-й Всероссийской научно-практической конференции «Повышение качества и безопасности пищевых продуктов». – Махачкала: ДГТУ, 2015. – С.151–153

53. Дарбишева А.М., Демирова А.Ф., Ахмедов М.Э., Мукайлов М.Д., Загиров Н.Г., Гончар В.В. Инновационная технология производства компота из винограда // Проблемы развития АПК региона. – 2016. – №3 (27). – С. 128–132.

54. Дарбишева А.М., Демирова А.Ф., Ахмедов М.Э., Мукайлов М.Д. Совершенствование технологии производства компота из груш с использованием импульсно-пароконтактной бланшировки плодов банках и ускоренных режимов тепловой стерилизации // Проблемы развития АПК региона. – 2016. – №2 (26). – С. 80–83.

55. Дарбишева А.М., Демирова А.Ф., Ахмедов М.Э. Эффективность тепловой стерилизации компота из вишни с использованием высокотемпературных теплоносителей // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2015. – №6. – С. 22–24.

56. Демирова А.Ф., Ахмедов М.Э., Мукайлов М.Д., Загиров Н.Г. Энергоэффективная технология производства консервированного компота из яблок // Проблемы развития АПК региона. – 2015. – №3 (23). – С. 89–93.

57. Демирова А.Ф., Ахмедов М.Э., Мукайлов М.Д. Исследование способов охлаждения консервов в стеклянной таре в статическом состоянии банок // Проблемы развития АПК региона. – 2013. – №4 (16). – С. 47–52.

58. Демирова А.Ф. Использование высокотемпературной тепловой стерилизации и ЭМП СВЧ в технологии производства компота из алычи / А.Ф. Демирова, Г.И. Касьянов, А.М. Дарбишева, М.М. Ахмедова, Т.Н. Даудова // Известия вузов. Пищевая технология, № 2, 2015. – С.121–123.

59. Демирова А.Ф., Ахмедов М.Э., Пиняскин В.В. Эффективность режимов ступенчатой тепловой стерилизации консервов «Томаты маринованные» в статическом состоянии банок // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2014. – т.33. – №2. – С. 65–71.

60. Демирова А.Ф., Пашаева А.М., Раджабова Э.О., Ильясова С.А. Новые режим ступенчатой стерилизации компота из черешни в стеклянной таре СКО 1-82-3000 // Материалы международной научно-практической конференции: «Достижения и проблемы современных тенденций переработки сельскохозяйственного сырья: технологии, оборудование, экономика». – КубГТУ. – 2016. – С. 223–227.

61. Демирова А.Ф., Загиров Н.Г., Пиняскин В.В., Гаммацаев К.Р., Омаров М.Т. Оценка эффективности способов охлаждения консервов в стеклянной таре // Материалы международной научно-практической конференции: «Достижения и проблемы современных тенденций переработки сельскохозяйственного сырья: технологии, оборудование, экономика». КубГТУ. – 2016. – С. 227–232.

62. Демирова А.Ф., Ахмедов М.Э., Дарбишева А.М. Эффективность консервирования плодоовощного сырья с использованием ступенчатой тепловой стерилизации // Научно-методический журнал концепт. – 2015. – Т.13. – С. 25–27.

63. Демирова А.Ф., Ахмедов М.Э., Абдурахманова С.А. /Совершенствование процесса тепловой стерилизации компота из яблок в автоклавах // Достижения и проблемы современных тенденций переработки сельскохозяйственного сырья технологии, оборудование, экономика: материалы Международной научно-практической конференции 4 марта 2016 г. – Краснодар: ФГБОУ ВПО Кубанский ГТУ, 2016. – С.218 – 222.

64. Демирова А.Ф., Дарбишева А.М., Герейханова Р.А., Атаева А.У. Новый способ подготовки яблок при производстве компота /

Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции посвященной 90-летию. член-корр РАСХН, заслуженного деятеля РСФСР и РД, профессора М.М. Джамбулатова 2016. С.73-79.

65. Демирова А.Ф., Дарбишева А.М., Пашаева А.М., Раджабова Э.О. Инновационная технология производства компота из винограда / В сборнике: Повышение качества и безопасности пищевых продуктов. Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции. Дагестанский государственный технический университет. 2016. С.61–62.

66. Демирова А.Ф., Дарбишева А.М., Герейханова Р.А., Абдурахманова С.А., Резникова Ю.В. Обоснование параметров пастеризации компотов с двухступенчатым охлаждением. / В сборнике: Неделя науки – 2017. Сборник материалов XXXVIII итоговой научно-технической конференции преподавателей, сотрудников, аспирантов и студентов Дагестанского государственного технического университета. 2017. С.206 – 208.

67. Демирова А.Ф., Герейханова Р.М., Дарбишева А.М., Магомедова Р.М. Разработка математической модели способа ротационного нагрева консервируемых продуктов в стеклянной таре / В сборнике: Повышение качества и безопасности пищевых продуктов. Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции. Дагестанский государственный технический университет. 2017. С.58–61.

68. Джаруллаев Д.С., Ильясова С.А. Инновационная технология производства компотов из косточковых плодов // Пищевая промышленность. – 2014. – №2. – С. 54–56.

69. Джаруллаев Д.С., Яралиева З.А., Рамазанов А.М., Ильясова С.А. Математическое и практическое обоснование разрушения клеточной системы ЭМП СВЧ плодоовощного сырья при производстве криопорошков, соков и компотов // Проблемы развития АПК региона. – 2012. – №3 (11). – С. 75–77.

70. Джафаров А.Ф. Товароведение плодов и овощей / А.Ф. Джафаров. – М.: Экономика, 1979. – 364 с.

71. Евстигнеев Г.М. Стерилизация консервов ротационным методом / Г.М. Евстигнеев. – ЦИНТИП. – М, 1969. – 25 с.
72. Еделев Д.А. Метрологическое обеспечение пищевой промышленности: необходимость взаимодействия / Д.А. Еделев и др. // Пищевая промышленность. – 2013. – № 6. – С. 32-34.
73. Еделев Д.А. Вопросы обеспечения населения Российской Федерации безопасными и качественными продуктами питания / Д.А. Еделев, В.М. Кантере, В.А. Матисон // Пищевая промышленность. – 2013. – № 4. – С. 8-12.
74. Еделев Д.А. Особенности требований всемирной торговой организации в отношении продовольственных товаров / Д.А. Еделев, В.А. Матисон, Н.В. Майорова, М.А. Проколова // Пищевая промышленность. – 2013. – № 11. – С. 22–25.
75. Иванова И.В. Технология пищевых продуктов со специальными свойствами // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. №8. -С.170-172.
76. Исригова Т.А., Салманов М.М., Багавдинова Л.Б. Производство функциональных безалкогольных напитков на основе винограда // Проблемы развития АПК региона. – 2015. – №2 (22). – С. 93–99.
77. Коган Ф.И. Использование инфракрасного и ультрафиолетового излучений в технологии консервирования / Ф.И. Коган. – ЦИНТИП. – М., 1966. – 48 с.
78. Коденцова В.М., Вржесинская О.А., Сокольников А.А. Витаминизация пищевых продуктов массового потребления: история и перспективы // Вопросы питания. 2012. №5. – С. 66–78.
79. Кучменко Т.А. Инновационные решения в аналитическом контроле / Т.А. Кучменко. – Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., ООО «СенТех, 2009. – 252 с.
80. Краснов А.Е. Информационные технологии пищевых производств / А.Е. Краснов, О.Н. Красуля, О.В. Большаков, Т.В. Шленская. – М.: ВНИИМП. – 496
81. Лемаринье К.Н. Асептическое консервирование пищевых продуктов / К.Н. Лемаринье. – ЦИНТИП. – М., 1964. – 120 с.



82. Макарова Н.В., Валиулина Д.Ф. Анализ химического состава и антиоксидантных свойств яблок различных сортов // Пищевая промышленность. 2013. №3. – С.37–39.

83. Мукайлов М.Д., Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Алиева А.Н. Совершенствование технологии производства консервов «Компот из черешни» с использованием предварительного нагрева плодов в банках горячей водой // Проблемы развития АПК региона. – 2014. – №4(20). – С. 82–85.

84. Мукайлов М.Д., Дарбишева А.М., Демирова А.Ф., Ахмедов М.Э. Новые технологические решения использования насыщенного водяного пара для интенсификации тепловой стерилизации консервированного компота из черешни в автоклавах // Проблемы развития АПК региона. – 2015. – №4 (24). – С.75–78.

85. Мякинникова Е.И., Касьянов Г.И. Использование электрофизических и газожидкостных технологий для сушки плодового сырья // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – № 2 (37). – С. 48–53.

86. Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 2 октября 2010 г. № 1873.

87. Панина О.Р., Касьянов Г.И., Рохмань С.В. Разработка режимов СВЧ-стерилизации обеденных консервов // Известия вузов. Пищевая технология, № 1, 2014. С. 122–124.

88. Патент РФ № 2576945. Способ консервирования компота из айвы и груш // Дарбишева А.М. Заявка №2015100683; заявл.12.01.2015; Опубликовано 10.03.2016.

89. Патент РФ № 2577008. Способ производства компота из яблок // Дарбишева А.М. Заявка №2015100677; заявлено 12.01.2015; опубликовано 10.03.2016.

90. Патент РФ № 2585358. Способ производства компота из яблок // Дарбишева А.М. Заявка №2015100678; заявлено 12.01.2015; опубликовано 27.05.2016.

91. Патент РФ № 2585358. Способ производства компота из айвы // Исмаилов Т. А., Ахмедов М.Э., Демирова А. Ф., Дарбишева А.М.

Заявка № 2015107644; заявлено 04.03.2015; опубликовано 20.06.2016 г.

92. Патент РФ № 2576153. МПК А 23 L 2/46. Способ производства компота из груш и айвы // Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Касьянов Г.И., Ахмедова М.М. Заявка № 2014135815; заявлено 02.09.2014; опубл.27.02.2016.

93. Патент РФ № 2576152. МПК А 23 L 2/46. Способ производства компота из груш и айвы // Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Касьянов Г.И., Ахмедова М.М. Заявка № 2014135812. Заявлено 02.09.2014; опубл.27.02.2016.

94. Патент РФ № 2576151. МПК А 23 L 2/46. Способ консервирования компота из яблок // Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Касьянов Г.И., Ахмедова М.М. Заявка № 2014135474. Заявлено 02.09.2014; опубл.27.02.2016.

95. Патент РФ № 2576150. МПК А 23 L 3/00. Способ стерилизации компота из персиков с косточками // Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Касьянов Г.И., Ахмедова М.М. Заявка №2014130823. Заявлено 24.07.2014; опубл.27.02.2016.

96. Патент РФ № 2576157. МПК А 23 L 2/46. Способ производства компота из яблок // Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Касьянов Г.И., Ахмедова М.М. Заявка № 2014135821. Заявлено 02.09.2014; опубл.27.02.2016.

97. Патент РФ № 2576904. МПК А 23 L 3/00. Способ стерилизации консервов «Пюре из тыквы, моркови и свеклы» // Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Касьянов Г.И., Ахмедова М.М. Заявка № 2014134222. Заявлено 20.08.2014; опубл.10.03.2016.

98. Патент РФ № 2576990. МПК А 23 L 3/04. Способ производства компота из мандаринов // Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Ахмедова М.М., Рахманова М.М. Заявка 2012127071. Заявлено 27.06.2012; опубл.10.03.2016.

99. Патент РФ № 2577600. МПК А 23 L 2/46. Способ производства компота из яблок // Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Касьянов Г.И., Ахмедова М.М., Рахманова М.М. Заявка 2014135819. Заявлено 02.09.2014; опубл. 20.03.2016.

100. Патент РФ № 2577625. МПК А 23 L 2/46. Способ производства компота из крыжовника // Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Ахмедова М.М., Заявка 2014131875. Заявлено 31.07.2014; опубл. 20.03.2016.

101. Патент РФ № 2577627. МПК А 23 L 2/46. Способ производства компота из вишни // Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Рахманова М.М. Заявка 2012124734. Заявлено 14.06.2012; опубл. 20.03.2016.

102. Патент РФ № 2577628. МПК А 23 L 2/46. Способ производства компота из груш и айвы // Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Рахманова М.М. Заявка 2012124737. Заявлено 14.06.2012; опубл. 20.03.2016.

103. Патент РФ № 2578323. МПК А 23 L 2/46. Способ производства компота из кинканы // Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф. Заявка 2012125603. Заявлено 19.06.2012; опубл. 27.03.2016.

104. Патент РФ № 2585353. МПК А 23 L 2/46. Способ стерилизации компота из абрикосов // Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф. Заявка 2013115954. Заявлено 09.04.2013; опубл. 27.05.2016.

105. Патент РФ № 2585355. МПК А 23 L 2/46. Способ стерилизации компота из черешни // Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Ахмедова М.М. Заявка 2013115974. Заявлено 09.04.2013; опубл. 27.05.2016.

106. Патент РФ № 2585356. МПК А 23 L 2/46. Способ стерилизации компота из черешни // Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Ахмедова М.М. Заявка 2013115975. Заявлено 09.04.2013; опубл. 27.05.2016.

107. Патент РФ № 2585357. МПК А 23 L 2/46. Способ стерилизации компота из груш и айвы // Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф. Заявка 2013116858. Заявлено 12.04.2013; опубл. 27.05.2016.

108. Патент РФ № 2585442. МПК А 23 L 2/46. Способ стерилизации компота из инжира и фейхоа // Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Ахмедова М.М. Заявка 2012148533. Заявлено 14.09.2013; опубл. 27.05.2016.

109. Патент РФ № 2585444. МПК А 23 L 2/46. Способ стерилизации компота из мандаринов // Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф.,

Ахмедова М.М. Заявка 2013116012. Заявлено 09.04.2013; опубл.27.05.2016.

110. Патент РФ № 2585444. МПК А 23 L 3/04. Способ производства компота из персиков с косточками // Исмаилов Т.А., Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Ахмедова М.М. Заявка 2015107645. Заявлено 04.03.2015; опубл.20.06.2016.

111. Патент РФ № 2585444. МПК А 23 L 3/04. Способ производства компота из черешни // Ахмедов М.Э., Ахмедова М.М., Загиров Н.Г. Заявка 2014128395. Заявлено 10.07.2014; опубл.20.07.2016.

112. Патент РФ № 2462962. МПК А 23 L 3/04. Аппарат оросительного типа для ступенчатой ротационной стерилизации консервов // Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Ахмедов Н.М., Ахмедова М.М.; № 2011118025; заявл.04.05.11, опубл.10.10.12, Бюл. №28. - 4с.

113. Патент РФ № 2517877. МПК А 23 L 3/04. Способ стерилизации компота из сливы // Ахмедов М.Э., Ахмедова М.М.; заявка № 2012133042; заявл.01.08.2012; опубл. 10.06.2014, Бюл. №16. – 3 с.

114. Пат. РФ 2576945, А 23 L 2/46. Способ консервирования компота из айвы и груш /Дарбишева А.М., заявка № 2015100683; заявл.12.01.2015; опубл. 10.03.2016, Бюл. №7. –3 с.

115. Пат. РФ 2577008 Способ производства компота из яблок /Дарбишева А.М., заявка: 2015100677 заявл.12.01.2015; опубл. 10.03.2016, Бюл. №7. –3 с.

116. Пат. РФ 2585358 Способ производства компота из яблок /Дарбишева А.М., заявка: 2015100678 заявл.12.01.2015; опубл. 27.05.2016, Бюл. №15. –3 с.

117. Рогачева А.И. Фитонциды и их использование в консервной промышленности. – М., 1956. – 90 с.

118. Рогачевой А.И. Введение в микробиологию консервированных продуктов – Москва: Пищепромиздат. 1958. – 236 с.

119. Сборник технологических инструкций по производству консервов. Т-2. М.: Пищевая промышленность, 1977 г.

120. Спиричев В.Б. Обогащение пищевых продуктов микронутриентами: научные принципы и практические решения

В.Б.Спиричев, Л.Н. Шатнюк, Пищевая промышленность. 2000. №7. – С. 98–101.

121. Справочник по производству консервов, т.4. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 655 с.

122. Тимофеева В.Н. Использование перспективного сырья для производства продуктов профилактического назначения / В.Н. Тимофеева, М.Л. Зенькова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2006. – № 9. – С.66–67.

123. Уилларионов П.В., Агаханов А.А. Состояние и перспективы производственной деятельности предприятий пищевой промышленности РД. // Материалы VII-й Всероссийской научно-практической конференции «Повышение качества и безопасности пищевых продуктов». – Махачкала: ДГТУ, 2017. – С.81-84.

124. Фан-Юнг А.Ф., Флауменбаум Б.Л. Технология консервирования плодов, овощей, мяса и рыбы / А.Ф. Фан-Юнг, Б.Л. Флауменбаум // Пищевая промышленность. –1980. – № 3. – С. 23-25.

125. Федичкина Н.В., Кирпичникова И.В. Обогащение продуктов питания минеральными веществами Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. №4. – С. 91-93.

126. Флауменбаум Б.Л., Танчев С.С., Гришин М.А. Основы консервирования пищевых продуктов: Учебное пособие / М.: Агропромиздат. – 1986. – 120 с.

127. Флауменбаум Б.Л. Математический расчет формул стерилизации консервов / Б.Л. Флауменбаум // Известия вузов. Пищевая технология. – 1985. – № 3.– С. 5–6.

128. Флауменбаум Б.Л. Сокращение продолжительности режимов стерилизации малоокислотных консервов за счет повышения температурного уровня / Б.Л. Флауменбаум // Известия вузов. Пищевая технология. – 1983. – №5. – С. 3–4.

129. Флауменбаум Б.Л. Влияние режима охлаждения консервов на стерилизующий эффект процесса / Б.Л. Флауменбаум // Известия вузов СССР. Пищевая технология. – 1963. – № 3. – С. 9–10.

130. Шабров А.В. Биохимические основы действия микрокомпонентов пищи / А.В. Шабров, В.А. Дадали, В.Г. Макаров. – М.: Аввалон, 2003. – 184 с.

131. Шобингер У. Фруктовые и овощные соки: научные основы и технологии / У. Шобингер. – М.: Профессия, 2004. – 640 с.

132. Alskog L. Sterilization of foods containing particles // «Recent developments in aseptic technology». Conference, United Kingdom, 4–6 Dec., 1989, 26 pp.

133. Aseptic processing system handles juices, purees, particulates etc// Food Engineering, 1987, v.59, № 1, pp.122-123.

134. Barefoot S.F., Tai H.Y., Brandon S.C., Thomas R.L. Production of microbiologically stable apple juice by metallic membrane ultrafiltration // «Journal of Food Science», 1989, v.54, № 2, pp.408–411.

135. Buchnew Andrew H., Clark Reginald W., Dunn Joseph E., Lioyd Samuel W. Process for reducing levels of microorganisms in pumpable food products using a high pulsed voltage system // US Patent №5514391, Int.Cl.A23L 3/00,1996.

136. Buchnew Andrew H., Dunn Joseph E., Clark R. Wayne, Pearlman Jay S/ High pulsed voltage systems for extending the shelf life of pumpable food products // US Patent № 5235905, Int.Cl.A23L 3/32,1993.

137. Delourme M., Bidal E. Process for destruction of vegetative and sporulated based liquid products, and installation for implementation of this progress // France, Demande de brevet d'invention № 2616627, 1988.

138. Duchek P. Stand und Entwicklungsziele der Kaltentkeimung von Bier // «Brauwelt», v.132, № 6, pp.206-209.

139. Egberts G. UV-Entkeimung von Waessern in der Brauerei und Getraenkeindustrie // «Brauerei-Forum», 1990, v.5, №11, pp.85–87.

140. Fordemann K. Einneues Ania gen konzep tzurmembran filtration von Bier in Praxis // «Brauwelt», 1993, v.133, №39, s.1964, 1966-1968.

11. Hayden Steven M. Apparatus and method for treatment of various liquid or slurry by ultrasonification in conjunction with heat and pressure // US Patent № 5026564, Int.Cl. A23L 3/00, 1991.

142. Hayden Steven M. Apparatus and method for treatment of various liquid or slurry by ultrasonification in conjunction with heat and pressure // US Patent № 5049400, Int.Cl. A23C 3/00, 1991.

143. Horie Y., Kimura K., Ida M. Jams treated at high pressure // US Patent №5075124, Int. Cl. A23L 3/015, 1991.

144. Hozova B., Sorman L., Salkova Z., Fazekasova H., Combined effect sterilization and ionizing irradiation on the keeping quality of preserved foods // «Bulletin Potravinarskeho Vyskumu», 1986, v.25, №3, pp.263-273.

145. Ishiguro Y., Sato T., Okamoto T., Sakamoto H., Inakuma T., Sonoda Y. Effects of hydrostatic pressure and antimicrobial substances on the sterilization of tomato juice // «Journal of the Agricultural Chemistry Society of Japan», 1993, v.67, №12, pp.17-18.

146. Jimenes Perez S., Corzo N., Morales F.J., Deigado T., Olano A., Effect of storage temperature on lactulose and 5-hydroxymethylfural formation in UHT milk // «Journal of Food Protection», 1992, v.55, №4, pp. 304–306.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Программа построения сплайна по экспериментальным данным и расчета фактической летальности на языке PASCAL

```
program int-spline;
type mas = array [1..4] of real;
procedure spline (n:integer; x,y: mas; var b,c,d : mas);
var nm1, i : integer; t : real;
begin
  nm1 := n-1;
  if n<2 then      exit;
  if n>=3 then
  begin
    d[1] := x[2]-x[1];
    c[2] := (y[2]-y[1]) / d[1];
    for i := 2 to nm1 do
      begin
        d[i] := x[i+1]-x[i];
        b[i] := 2.0*(d[i-1] +d[i]);
        c[i+1] := (y[i+1]-y[i])/d[i];
        c[i] := c[i+1] - c[i];
      end;
    b [1] := -d[1];      b[n] := -d[n-1];
    c [1] := 0.0; c[n] := 0.0;
    if n<>3 then
      begin
        c [1] := c [3] / (x [4]-x [2])-c [2]/(x [3]-x [1]);
        c[n] := c[n-1]/(x[n]+x[n-2])-c[n-2]/(x[n-1]-x[n-3]);
        c [1] := c [1] *d [1] *d[1]/(x [4]-x [1]);
        c[n] := -c[n]*d[n-1] *d[n-1]/(x[n]-x[n-3]);
      end;
    for i := 2 to n do
      begin
        t:= d[i-1]/b[i-1];
        b[i] := b[i] - t*d[i-1];
        c[i] := c[i] - t*c[i-1];
      end;
    c[n] := c[n] / b[n];
    for i:=nm1 downto 1 do
      c[i] := (c[i]-d[i]*c[i+1])/b[i];
      b[n] := (y[n]-y[nm1])/d[nm1]+d[nm1]*(c[nm1]+2.0*c[n]);
    for i := 1 to nm1 do
```



```

begin
b[i] := (y[i+1]-y[i]) / d[i]-d[i]*(c[i+1]+2*c[i]);
d[i] := (c[i+1]-c[i])/d[i];
c[i] := 3.0*c[i];
end;
c[n]:= 3*c[n];
d[n]:= d[n-1];
end
else
begin
b[1] := (y[2]-y[1])/(x[2]-x[1]);
c[1] := 0;
d[1] := 0;
b[2] := b[1];
c[2] := 0;
d[2] := 0;
end;
function seval (n:integer; u:real; x,y,b,c,d:mas): real;
label 10,30;
var i,j,k: integer; dx: real;
begin
i:= 1;
if i>= n then i:=1;
if u< x[i] then goto 10;
if u<= x[i+1] then goto 30;
10: i := 1; j := n+1;
repeat k:=(i+j) div 2;
if u<x[k] then j:=k;
if u>=x[k] then i:=k;
until j<=i+1;
30: dx := u-x[i];
seval := y[i] + dx*(b[i] + dx*(c[i] + dx*d[i]));
end;
var nn, i1, i2,i3,j,q,m,m1,n,i,l:integer;
Tk,s,z:real;
t,y,k: array[1..200] of real;
t1, y1, k1: mas;
a,b,c: array[1..300] of real;
b1, c1, d1: mas;
h, r1, r2: real;
f1, f2, f3, f4:text;
begin
assign (f1,'f:\ahm\plan1.txt');

```

```

assign (f2,'f:\ahm\plan2.txt');
assign (f3,'f:\ahm\plan3.txt');
reset(f1);
rewrite(f2);
rewrite(f3);
reading (f1, n, Tk, z);
writeln ('Число пар значений (t, y) =', n:5);
writeln ('Предельная температура Tk= ',tk:8:1);
writeln ('z= ', z:8:4);
nn: =8;
  for i: =1 ton do
    begin
readln(f1, t[i],y[i]);
    end;
  or i: =1 ton do
    begin
k[i]: =1/(exp((Tk-y[i])/z*ln (10)));
    end;
m1: =1;
h: = (t [2]-t [1])/nn;
i1: =1;
while i1<=n-1 do
begin
j: =1;
  for i: =i1 to i1+3 do
    begin
t1[j]: =t[i]; y1[j]:=k[i];
j: =j+1;
    end;
spline(4,t1,y1,b1,c1,d1);
m:=nn*(i1-1)+1; r1:=t[i1]; q:=nn*(i1-1)+1;
while (m<=i*nn) do
  begin
r2:=seval(4,r1,t1,y1,b1,c1,d1);
a[m]:=r1;
if (m<nn*(i1-1)+1+nn) and (i1>1) then b[m]:=(b[m]+r2)/2
else b[m]:=r2;
r1:=r1+h;
m:=m+1;
  end;
  i1:=i1+2;
end;
  for i:=1 to n*nn do

```

```

writeln(f3,i:3, a[i]:8:2,b[i]:8:3);
s:=0;
  for i:=1 to n-1 do
    begin
s:=s+(k[i+1]+k[i])*(t[i+1]-t[i])/2;
    end;
writeln(f2,'Tk=',tk:8:2,' Z=',z:8:3);
writeln(f2,' t[i]',' y[i]':10,'k[i]':10);
  for i:=1 to n do
    begin
  for i:=1 to n do
writeln(f2,t[i]:5:0,' ', y[i]:8:1,' ',k[i]:8:3);
    end;
writeln(f2,' k= ', s:5:2);
writeln(' k= ', s:5:2);
    close(f1);
    close(f2);
    close(f3);
end.

```

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	3
<b>ГЛАВА 1. ОБЗОР НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	5
1.1. Химико-технологическая характеристика плодового и ягодного сырья для производства компотов .....	5
1.1.1. Химико-технологическая характеристика семечковых плодов .....	6
1.1.2. Химико-технологическая характеристика косточковых плодов .....	9
1.2. Основы традиционных технологий производства консервированных компотов .....	10
1.3. Основы тепловой стерилизации консервов .....	13
1.4. Характеристика основных способов консервирования пищевых продуктов с использованием тепловой стерилизации .....	16
1.4.1. Асептическое консервирование .....	16
1.4.2. Новые технологии тепловой стерилизации жидких продуктов с твердыми включениями .....	17
1.4.3. Пароконтактная тепловая стерилизация консервов .....	18
1.4.4. Тепловая стерилизация методом горячего розлива .....	19
1.5. Микробиологические основы тепловой стерилизации консервов .....	21
1.5.1. Параметры, определяющие выбор температурного уровня обработки .....	21
1.5.2. Параметры, влияющие на продолжительность термообработки .....	23
1.5.3. Параметры, определяющие летальное время .....	25
1.5.4. Зависимость смертельного времени от химического состава .....	27
<b>ГЛАВА 2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ</b> .....	29
2.1. Экспериментальные установки для проведения исследований .....	29
2.1.1. Схема экспериментальной установки для исследования процесса нагрева плодов насыщенным водяным паром .....	29
2.1.2. Схема экспериментальной установки для исследования процесса нагрева плодово-ягодных компотов .....	31

2.2. Методика измерения температурных параметров продукта .....	31
2.3. Методика определения стерилизующего эффекта .....	32
2.4. Объекты и методы исследования .....	34
2.5. Определение микробиологической обсемененности .....	35
2.6. Разработка математической модели .....	35
<b>ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ</b> .....	<b>37</b>
3.1. Оценка технологических факторов производства консервированных компотов с использованием тепловой стерилизации в аппаратах периодического действия .....	37
3.2. Состояние производства и переработки плодовой продукции в Республике Дагестан .....	39
3.3. Исследование химических и технологических показателей плодового сырья для производства консервированных компотов .....	44
3.4. Изучение и анализ параметров технологии производства компотов по традиционной технологии .....	45
3.5. Разработка инновационных ресурсосберегающих технологий плодово-ягодных компотов с пастеризацией в автоклавах .....	51
3.5.1. Совершенствование технологии производства консервированных компотов с использованием увеличения начальных температурных параметров продукции с использованием насыщенного пара .....	51
3.5.2. Прогреваемость слоя плодов в банках насыщенным водяным паром .....	54
3.5.3. Разработка инновационных режимов пастеризации компотов с использованием нагрева плодов насыщенным паром .....	58
3.6. Тепловая стерилизация консервируемых компотов с использованием двухступенчатого предварительного нагрева плодов насыщенным водяным паром и горячей водой .....	69
3.7. Обоснование выбора параметров производства консервированных компотов с использованием пастеризации с двухступенчатым охлаждением .....	74

3.8. Разработка технологии консервированных компотов с использованием нагрева плодов в банках водяным паром взамен бланширования .....	80
3.9. Изучение микробиологических и физико-химических показателей консервированных компотов изготовленных по новым технологиям .....	81
3.10. Разработка математической модели способа производства консервированных компотов с использованием тепловой стерилизации в аппаратах периодического действия .....	86
<b>ГЛАВА 4. ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ</b> .....	<b>95</b>
4.1. Промышленная апробация усовершенствованных технологий плодово-ягодных компотов .....	95
4.2. Расчет эффективности технологий плодово-ягодных компотов по усовершенствованным технологиям .....	95
4.3. Аппарат для нагрева плодов в банках водяным паром .....	98
4.4. Режимы тепловой стерилизации консервируемых компотов с предварительным нагревом плодов в банках водяным паром .....	99
4.5. Режимы тепловой стерилизации консервируемых компотов с предварительным нагревом плодов в банках водяным паром и двухступенчатым охлаждением .....	101
4.6. Режимы тепловой стерилизации консервируемых компотов с предварительным нагревом плодов в банках водяным паром и с вращением банок .....	103
4.7. Режимы тепловой стерилизации консервируемых компотов с предварительным нагревом плодов в банках водяным паром, вращением банок и двухступенчатым охлаждением .....	104
4.8. Модернизированные технологические линии производства консервированных компотов .....	106
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	<b>107</b>
<b>РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ</b> .....	<b>109</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	<b>110</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b> .....	<b>127</b>

Научное издание

Ахмедов Магомед Эминович  
Догеев Гасан Догеевич  
Рахманова Мафият Магомедовна  
Демирова Амият Фейзудиновна  
Казиев Магомед-Расул Абдусаламович

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ  
КОНСЕРВИРОВАННЫХ КОМПОТОВ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАГРЕВА  
ПЛОДОВ В БАНКАХ НАСЫЩЕННЫМ ПАРОМ И  
УСКОРЕННЫХ РЕЖИМОВ СТЕРИЛИЗАЦИИ**

Монография

Подписано в печать 25.03.21.  
Формат 60x84 1/16  
Усл.п.л. 8,4 Уч.-изд. л. 8,27  
Тираж 600 экз. Заказ №  
«ФОРМАТ»  
г.Махачкала, ул.Батырая, 149