

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії та енергетики
Кафедра процесів, машин і обладнання в агроінженерії

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

ЮХИМУК СЕРГІЙ АНДРІЙОВИЧ

УДК 641.5

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Удосконалення конструктивних параметрів машини для теплової обробки
овочів

(тема роботи)

208 «Агроінженерія»

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Юхимчук С.А

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Сукманюк Олена Миколаївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

к.і.н. доцент кафедри процесів

машин і обладнання в агроінженерії

(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир – 2020

АНОТАЦІЯ

Юхимчук С.А. Удосконалення конструктивних параметрів машини для теплової обробки овочів. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього рівня магістра за спеціальністю 208 - агроінженерія – Поліський національний університет, Житомир. , 2020.

Робота присвячена проблемі підвищення ефективності роботи машин для теплової обробки з використанням апарату для нагріву плодів і овочів в електромагнітному полі надвисокої частоти (НВЧ).

У роботі наведена оцінка впливу апаратів для теплової обробки овочів на готової продукції. Висвітлено доцільність використання апарату для нагріву плодів і овочів в електромагнітному полі надвисокої частоти з урахуванням витрат енергії.

Ключові слова: овочі, тепла обробка, НВЧ, банки, температура, консерви, стерилізація,

ABSTRACT

Yukhimchuk SA Improving the design parameters of the machine for heat treatment of vegetables. Qualification work for obtaining a master's degree in specialty 208 - Agricultural Engineering - Polissya National University, Zhytomyr. , 2020.

The work is devoted to the problem of increasing the efficiency of heat treatment machines using a device for heating fruits and vegetables in an electromagnetic field of ultrahigh frequency (microwave).

The paper evaluates the impact of devices for heat treatment of vegetables on finished products. The expediency of using the device for heating fruits and vegetables in an electromagnetic field of ultrahigh frequency taking into account energy consumption is highlighted.

Key words: vegetables, heat treatment, microwave, jars, temperature, canned food, sterilization

ЗМІСТ

Вступ	4
РОЗДІЛ 1. ОЦІНКА СПОСОБІВ, МЕТОДІВ І АПАРАТІВ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ОВОЧІВ	6
1.1 Традиційні методи і способи теплової обробки овочів	6
1.2. Аналіз апаратів для стерилізації овочів	10
1.3. Способи теплової стерилізації консервів	17
Висновки по розділу 1	19
РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ОВОЧІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ПОЛЯ НВЧ	20
2.1 Дослідження процесу попереднього підігріву фруктів і овочів у банках гарячим повітрям	20
2.2 Дослідження попереднього підігріву овочів гарячою водою	23
2.3 Дослідження підвищення початкової температури овочів з використанням поля НВЧ	25
Висновки по розділу 2	28
РОЗДІЛ 3. УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ОВОЧІВ	29
3.1. Апарат для нагрівання овочевих консервів в електромагнітному полі надвисокої частоти	30
3.2. Наукове обґрунтування ефективності використання одно- і двоступеневого НВЧ нагріву овочів для інтенсифікації технологій виробництва	31
3.3. Обґрунтування доцільності обертання банок при тепловій обробці плодоовочевих консервів нагрітим повітрям високої температури	33
Висновки по розділу 3	35
Загальні висновки	36
Список використаних джерел	37
Додатки	40

ВСТУП

У даний час гостро стоїть проблема забезпечення населення якісними продуктами харчування, вирішення якої покладено на переробні підприємства країни.

Важливою задачею, яка ставиться до працівників консервно-овочевої промисловості, є підвищення виходу і якості готової продукції. Вирішення її неможливе без застосування нових і удосконалення відомих способів теплової обробки овочів перед консервацією. Значення нових способів теплової обробки овочів набуло нині особливе значення, так як завилася велика кількість невеликих підприємств з їх переробки, яким промислові методи обробки овочів не підходять з тих чи інших міркувань.

У зв'язку з цим розробка нових і подальше удосконалення існуючих способів теплової обробки овочів, як і апаратів є достатньо актуальним науковим питанням загальної проблеми теплової обробки і переробки овочів.

Овоче-консервна галузь харчової промисловості, будучи споживачем різноманітних видів енергоносіїв, вимагає всебічного аналізу та вивчення, найбільш енергоємних, а також і надають найбільш істотний вплив на збереження якісних показників готової продукції технологічних процесів, з метою їх вдосконалення.

Різноманітність існуючих способів теплової обробки овочів і конструкцій стерилізаційного обладнання, а також нових, що використовують принципово інші технологічні та конструкторські рішення, вимагають всебічного аналізу і детального вивчення особливостей і впливу найбільш перспективних напрямків, досліджень, спрямованих як на економію енергетичних витрат, так і на підвищення якості готової продукції.

Відповідно до викладеного, у кваліфікаційній роботі сформульовано **мету дослідження**: удосконалення технології теплової обробки овочів до та після їх

подальшої переробки, зміни їх поживних та харчових властивостей протягом всього періоду обробки в напрямку стабілізації і підтриманні їх на оптимальному рівні для подальшого процесу термообробки перед консервацією.

Об'єкт дослідження: процес теплової обробки овочів

Предмет дослідження: закономірності процесу теплової обробки овочів

Методи дослідження: теоретичні обґрунтування параметрів і режимів роботи апарату для нагріву плодів і овочів в електромагнітному полі надвисокої частоти (НВЧ). проводилось з використанням математичного моделювання, використання теорії теплообміну, що проходить всередині тари, методів планування багатofакторного експерименту і математичного аналізу отриманих результатів.

Публікації. За результатами досліджень опубліковано тези у збірнику матеріалів науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики «Наукові читання – 2020» та збірнику доповідей матеріалів науково-практичної конференції факультету інженерії та енергетики «Студентські читання-2020».

Обсяг та структура роботи. Робота складається із вступу, трьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел. Робота викладена на 44 сторінках машинописного тексту, містить 2 таблиці, 7 рисунків, списку використаних джерел з 24 найменувань

РОЗДІЛ 1.

ОЦІНКА СПОСОБІВ, МЕТОДІВ І АПАРАТІВ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ОВОЧІВ

1.1. Традиційні методи і способи теплової обробки овочів

Заключний процес теплової обробки овочів в тарі на підприємствах консервної промисловості називається стерилізацією.

Стерилізація є одним з основних методів консервування харчових продуктів в герметичній тарі. З усього різноманіття способів стерилізації в практиці консервного виробництва широкого поширення набула тепла стерилізація.

Метою теплової стерилізації є повне знищення нетерmostійкої вегетативної мікрофлори і гарантується забезпечення заданого кінцевого рівня споруутворюючих мікроорганізмів. Іншими словами, метою стерилізації є створення безпечної за мікробіологічними показниками для вживання в їжу готової консервної продукції, стабільної за якістю при зберіганні. Крім того, при стерилізації здійснюється інактивація ферментів, що збереглися в продукті до початку стерилізації і здатних викликати небажані зміни якості консервованих продуктів.

Беручи до уваги, що більша частина овочів на підприємствах переробної та харчової промисловості, піддається тепловій обробці, тоді відповідно нагрівання продуктів з використанням передаючих тепло середовищ, змінює їх фізико-хімічні, структурно-механічні та органолептичні властивості, які в свою чергу безпосередньо впливають на готовність виробу, смак, колір і запах.

Важливою вимогою, яка відноситься до всіх видів теплової обробки – це максимально зберегти біологічну та харчову цінність продуктів, що забезпечується дотриманням необхідного режиму теплової обробки, при цьому перевищення встановленого температурного режиму негативно впливає на харчову та біологічну цінність продуктів.

Основними способами теплової обробки овочів (рис. 1.1) є жаріння та варіння, кожен з яких характеризується різноманітністю теплових режимів. Основними показниками процесів теплової обробки овочів є: горюче середовище, співвідношення маси продукту та горючого середовища, тепловий режим в процесі теплової обробки.

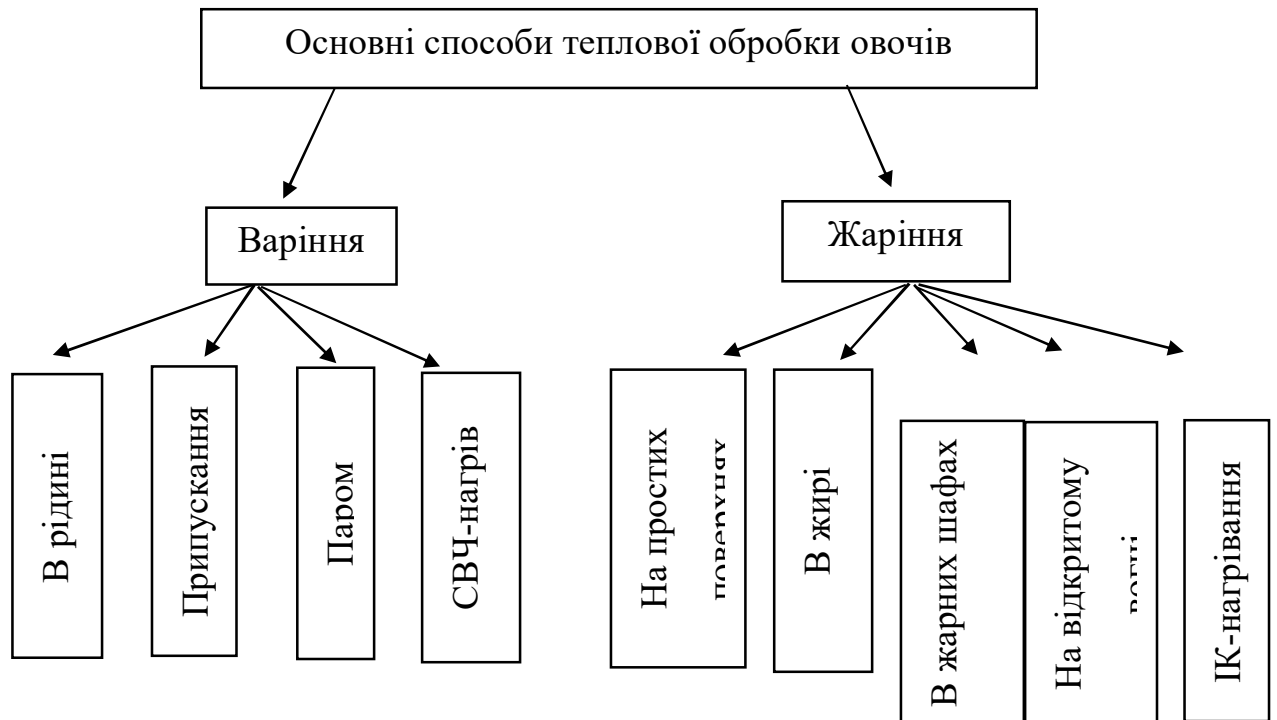


Рис. 1.1. Способи теплової обробки овочів

У процесі варіння овочі нагрівають в рідкому середовищі або в атмосфері водяної пари. Варіння на парі дозволяє зберегти майже всі поживні властивості в овочах. Наприклад, в першому випадку, при однаковій тривалості варіння цілих та очищених овочів у воді та за допомогою пари, в іншому випадку в них зберігається більше сухих поживних речовин ніж в першому, вони мають кращий аромат та смак, а також більш привабливіший вигляд.

Овочі можуть смажити як сирими так і попередньо відвареними. Сирими можуть смажити майже всі овочі. Для смаження можуть використовувати рослинні або тваринні жири. Спочатку сковорідку нагрівають з жиром до певної температури, а потім туди кладуть овочі. Смажать до утворення з обох боків золотистої скоринки

Теплова стерилізація включає в себе цілий ряд способів теплової обробки харчових продуктів, до основних з яких, використовуваних в консервній промисловості, відносяться: стерилізація харчових продуктів в герметично закритій тарі; стерилізація методом «гарячого розливу»; асептичне консервування; стерилізація в потоці; вимушене перемішування продукту шляхом обертання тари.

Теплова стерилізація включає в себе цілий ряд способів теплової обробки харчових продуктів, до основних з яких, використовуваних в консервній промисловості, відносяться: стерилізація харчових продуктів в герметично закритій тарі; стерилізація методом «гарячого розливу»; асептичне консервування; стерилізація в потоці; вимушене перемішування продукту шляхом обертання тари.

Таким чином, основними параметрами, котрі характеризують процес стерилізації, є температура теплоносія в стерилізаційному апараті та час, протягом якого консерви піддають тепловій обробці.

Сучасний підхід до вирішення питань теплової обробки овочів та фруктів перед їх консервацією полягає у знаходженні нових способів і режимів стерилізації, які забезпечували збереження харчової цінності продукту.

На відміну від способу теплової стерилізації, запропонований спосіб, забезпечує зведення до мінімуму теплову денатурацію поживних компонентів рідких харчових продуктів.

Дана технологія стерилізації рідких харчових продуктів, згідно з якою продукт пропускають між електродами стерилізатора з одночасним впливом електричного струму з чергується полярністю імпульсів, забезпечує електроплазмоліз клітинних культур, видалення продуктів електрохімічного розкладання і збереження поживних компонентів продукту.

Харчові продукти, в тому числі, і овочі за своїми електричними властивостями представляють неідеальні електрики, в яких при впливі зовнішнього електричного поля виникають струми провідності і змішування. Струми провідності створюються вільними електричними зарядами, що

переміщуються по всьому об'єму плода. Струми змішування утворюються пов'язаними зарядами, здатними вільно переміщатися тільки на невеликі відстані.

У США запатентований ряд технологій і способів (Elcrack, Elsteril, спосіб Максвелла), що використовують пульсуючі електричні поля високої напруженості з метою інактивації мікроорганізмів в текучих продуктах, таких як апельсиновий сік, рідкі яйця і молоко. В одній з систем, також запатентована в США, для обробки рідких харчових продуктів (молока, плодкових соків, пива, супів і гетерогенних харчових продуктів) здійснюється генерування електричних імпульсів високої напруги (25 кВ / см) із заданою частотою, завдяки чому створюється електричне поле через потік протікає в зоні обробки продукту. Причому продукт подається в зону з такою швидкістю, щоб вся маса продукту, що заповнює камеру, зазнавала впливу, щонайменше, одного імпульсу до виходу цього об'єму продукту з камери.

Надвисокочастотний нагрів є ще більш ефективним. Електромагнітне поле НВЧ-діапазону проникає на значну глибину в оброблюваний матеріал і створює тим самим розподіл потужності джерел тепла. НВЧ-нагрівання практично безградієнтне і дозволяє отримувати дуже високі швидкості підвищення температури, що обмежуються нерівномірністю нагріву через складний склад і властивості оброблюваних продуктів. Суть даного методу полягає в тому що продукт при високій температурі розфасовують у велику тару, і за рахунок тривалого збереження тепла забезпечується інактивація побічної мікрофлори, що потрапила в продукт зі стінок банки, кришки, а також з повітря при закупорені. Придушення основної мікрофлори продукту може бути здійснено як за рахунок цього ж тепла, так і при попередньому нагріванні перед розфасовкою.

Слід зазначити, що застосування процесів ВЧ і НВЧ на практиці для консервування харчових продуктів лімітується складністю устаткування, високими фінансовими витратами на проведення процесу і труднощами контролю температурного режиму в тарі з продуктом. У США запатентована технологія обробки різних рідин і суспензій ультразвуком в поєднанні з

обробкою теплом і тиском, завдяки чому вплив ультразвуку на мікроорганізми зростає в 10-20 разів і, в результаті, забезпечується збереження якості продукту без зміни його смаку протягом тривалого часу .

Незважаючи на те, що комбіновані способи обробки харчових продуктів сприяють збереженню їх якості, здійснення їх на практиці пов'язано з рядом складнощів. Існуюча технологія стерилізації теплом і ультразвуком володіє дуже високою енергоємністю через низький ККД використовуваних ультразвукових перетворювачів, внаслідок значної розсіювання ультразвукової енергії, що підводиться до продукту. Крім того, для реалізації цієї технології необхідно висококласне обладнання для стерилізації. Здійснення комбінованої стерилізації харчових продуктів з використанням теплової енергії в поєднанні з іншими впливами пов'язано з приблизно аналогічними проблемами.

На підставі вищевикладеного можна зробити висновок про необхідність проведення досліджень в області розробки нової техніки і технологій стерилізації харчових продуктів.

1.2. Аналіз апаратів для стерилізації овочів

Для стерилізації овочів (овочевих консервів) в даний час відомі апарати різних конструкцій як періодичної, так і безперервної дії. Якщо апарати періодичної дії, що носять назву автоклава, з'явилися близько 200 років тому, в зв'язку з розробкою французом Н. Аппер основ теплового консервування, то перші апарати безперервної дії, що носять назву стерилізаторів і пастеризаторів, з'явилися не більше 60 років тому, причому конструкції їх все час удосконалюються.

У порівнянні з безперервно діючими стерилізаторами і пастеризаторами автоклави мають ряд суттєвих недоліків, основними з яких є: - труднощі створення рівномірного температурного поля, що призводить до вимушеного збільшення тривалості стерилізації;

- висока трудомісткість операцій з технологічного і технічного обслуговуванню;

-неможливість забезпечення потоковості переміщення овочевих консервів (технологічний цех - стерилізаційне відділення - фабричний цех і склад), що призводить до складності обробки всієї продукції.

Однак, незважаючи на такі значні недоліки, автоклави займають домінуюче місце в стерилізаційному і пастеризаційній обладнанні вітчизняної і світової овочевої консервної промисловості через властивого цьому обладнанню універсалізму.

З метою удосконалення створюються нові конструкції автоклавів, в яких:

- продукція при здійсненні теплової обробки обертається навколо вертикальної або горизонтальної осі;

- автоматизуються процеси завантаження і розвантаження продукції в автоклавному відділенні;

- застосовуються різні робочі середовища (вода, паро-повітряна суміш);

- використовуються різні способи інтенсифікації теплопередачі від робочого середовища до самих овочів.

Апарати безперервної дії поділяються на працюючі під надлишковим і атмосферним тиском. У них так само, як і в періодично діючих апаратах, використовуються різні робочі середовища (вода, пара, повітря, розчини солей).

Конструкції апаратів безперервної дії відрізняються за способами створення і підтримки тиску (гідростатичні, пневматичні, гідропневматичні). У них існують різні системи, інтенсифікують теплообмін в різних зонах апаратів і забезпечують рівномірний температурне поле для однакової теплової обробки всієї виробленої продукції.

За наявними літературними даними такий механічний вплив в ряді випадків інтенсифікує процес стерилізації овочів.

Найбільш простим представником цієї групи апаратів є горизонтальний автоклав WAALL виробництва Польщі. Конструктивно він виконаний у вигляді трьох горизонтально розташованих резервуарів, причому один з них – акумулює резервуар, розташований над робочими баками. У розглянутій конструкції можлива незалежна робота кожного з робочих баків.

Модифікацією теплової схеми апарату системи "Steriflow" є автоклави "Flavor Асі" (Японія) і "Phnix" (Данія). Відмінностями автоклава "Flavor Асі" є використання в якості теплообмінника парового інжектора і можливість зміни напрямку руху струменів води, що зрошують овочі.

Використання парового ежектора дозволяє застосовувати в якості гріючого середовища перегріту воду, що трохи збільшує коефіцієнт тепловіддачі до стерилізації продукції.

Автоклав "Phnix", хоча і використовує виносний теплообмінник, однак, на відміну від автоклава "Steriflow", має в своїй конструкції два акумулюють бака для гарячої та холодної води.

В автоклаві фірми "Y.Lagarde" (Франція) робочим середовищем є пар, або пароповітряна суміш. Чисто зовні, цей автоклав відрізняється від апарату "Steriflow" відсутністю виносного теплообмінника. Однак для створення рівномірних умов обробки всього об'єму, автоклав забезпечений потужним вентилятором.

Компіляцією розглянутих автоклавів є автоклав "Steris-team" (Франція). Робочим середовищем в автоклаві є пароповітряна суміш, яка приводиться в рух вентилятором, а процес охолодження здійснюється конденсатом, що охолоджується в виносному теплообміннику, або повітрям, що охолоджується у вбудованому в обсязі автоклава теплообміннику.

Однак для створення рівномірних умов обробки всього об'єму, автоклав забезпечений потужним вентилятором.

Компіляцією розглянутих автоклавів є автоклав "Steris-team" (Франція). Робочим середовищем в автоклаві є пароповітряна суміш, яка приводиться в рух вентилятором. Охолодження може здійснюватися як конденсатом, що охолоджується в виносному теплообміннику, так і повітрям, що охолоджується у вбудованому в обсязі автоклава теплообміннику.

Ідеї, закладені в конструкціях розглянутих зарубіжних автоклавів, знайшли свій логічний розвиток у створеному в 1988 р першому вітчизняному горизонтальному автоклаві з програмним управлінням А9-КСТ. Автоклав являє

собою циліндричну посудину, забезпечений двома сферичними рухомими кришками. Усередині корпусу розташовані напрямні, по яких пересуваються кошики з банками. У нижній частині внутрішнього об'єму автоклава розташовані водяний патрубок і батареї. У верхній частині розташовані чотири колектора для подачі робочого середовища і три розподільника для подачі стисненого повітря. Зовні автоклава розташований насос, який здійснює циркуляцію гарячої води через обсяг автоклава. Автоклав А9-КСТ обладнаний системою програмного керування процесом стерилізації "Біном".

Автоклави з примусовим перемішуванням. Як і стаціонарні горизонтальні автоклави, ця група автоклавів теж інтенсивно розвивається в даний час. Найбільш перспективне використання стерилізаційних апаратів зі змішаним тепловим і механічним впливом на продукт при виробництві гетерогенних консервів, що мають в своєму складі тверду і рідку фази. За даними використання такого спільного впливу при виробництві гетерогенних консервів з рідкої заливанням у великій тарі дозволяє скоротити в два і більше разів тривалість теплової обробки і поліпшити якість готових продуктів.

Автоклав фірми "Єдність" є найбільш типовим представником даної групи апаратів. У цьому автоклаві при тепловій обробці банки з продуктом здійснюють обертання "з денця на кришку". При такому обертанні вміст банок переміщується, завдяки чому досягається рівномірна теплова обробка продукту по всьому об'єму. Робочим середовищем в автоклаві є вода, яка підігрівається до початкового значення в верхньому баку - бойлері насиченою водяною парою. Частота обертання може варіюватися від 5 до 30 об / хв.

Практично еквівалентні розглянутому апарату по конструкції і тепловій схемою автоклави СР (НРБ), "Steromat" (PyMbiffira), WSA1 (Польща), "Stok" (ФРН), "8іег-гоГ" (Італія).

Крім обертання тари з продукцією, при тепловій обробці в автоклаві "Sterrot" може здійснюватися кочення кошиків, що охороняє від порушення цілісності овочів, в разі виробництва, наприклад, компотів і маринадів. Розвиток конструкцій розглянутого виду стерилізаційного обладнання призвело до

створення автоклавів, в яких відсутня бойлер, а в якості робочого середовища використовується пароповітряна суміш. Принцип такої теплової обробки закладений в конструкції автоклава "3003" (ФРН). Для отримання найбільш гомогенної суміші повітря і пара цей автоклав забезпечений вентилятором, який 60 разів на хвилину проводить рециркуляцію суміші. Два дефлектора, встановлених в корпусі автоклава, розбивають його порожнину на половини. Вентилятор знизу засмоктує пароповітряну суміш і нагнітає її в бічні канали між автоклавного сітками. Так як вентилятор і дефлектори вбудовані в апарат співвідносно щодо барабана, то при обертанні продукції весь потік гріючого середовища рутується разом з барабаном. Описаний принцип був потім вдосконалений в ротаційних автоклавах "Y.Logarde".

Аналізуючи конструктивні, технологічні та теплові схеми роботи автоклавів, можна відзначити, проте, ряд істотних недоліків, властивих в тій чи іншій мірі всім автоклавів:

- періодичність процесу;
- порівняно велика тривалість процесу;
- нерівномірність теплової обробки банок, розташованих в різних місцях автоклава;
- трудомісткість процесу розвантаження та вивантаження банок;
- велика витрата енергії і води;
- трудомісткість обслуговування і складність механізації і автоматизації процесу.

Недоліки автоклавів в значній мірі відсутні в стерилізаторах і пастеризаторах безперервної дії.

Стерилізатори безперервної дії. З великого числа існуючих конструкцій стерилізаторів безперервної дії у вітчизняній консервної промисловості практично використовуються лише три. До них відносяться вітчизняний стерилізатор А9-ФСА, який використовується для стерилізації консервів в жерстяній тарі діаметром від 76 до 102 мм, пневмогідростатичний стерилізатор "Хуністер" (Угорщина), призначений для стерилізації продуктів в скляній тарі 1-

58-250, 1-82-500 , 1-82-650,1-82-1000 і жестяних банках No 9, No 12, No13 та стерилізатор роторного типу "Кукер-кулер" фірми FMC (США), також застосовується для стерилізації консервів в металевій тарі.

З цих стерилізаторів безперервної дії найбільш широке застосування на вітчизняних консервних заводах знайшов пневмогідростатичний стерилізатор типу "Хуністер".

Конструктивно стерилізатор виконаний з двох симетрично оформлених гідростатичних схем, одна з яких служить для нагріву, а інша – для охолодження консервів. Обидві гідростатичні системи складаються з шести стовпів води висотою по 4 метри, що створюють по 0,4 бар гідростатичного тиску.

Пневмогідростатичний принцип, покладений в основу функціонування апарату "Хуністер", дозволяє в широких межах змінювати температуру кожного з стовпів води, так як через повітряної компенсації тиску відсутній зв'язок між температурою і тиском. Управління стерилізатором "Хуністер" повністю автоматизовано.

Стерилізатор А9-ФСА є чисто гідростатичним апаратом. У зв'язку з цим, між температурою і тиском в зонах стерилізатора є відповідна термодинамічна залежність.

Стерилізатор розділений на чотири частини - зону підігріву, зону стерилізації, зону охолодження і зону остаточного охолодження. У зонах підігріву, охолодження і остаточного охолодження в якості робочого середовища використовується вода, а в зоні стерилізації – пара.

На відміну від розглянутих апаратів, стерилізатор "Кукер-Кулер" має не два гідравлічних затвора, а механічні шлюзові пристрої, герметизуючі його внутрішній обсяг. Конструктивно апарат складається з чотирьох циліндричних судин. Перші дві посудини служать для нагріву продукції і власне стерилізації, другі два - для охолодження. Стерилізатор "Кукер-Кулер" призначений для теплової обробки консервів в металевій тарі. Робочим середовищем в апараті "Кукер-Кулер" в секціях нагріву може служити як пар, так і вода. Управління апаратом "Кукер-Кулер" повністю автоматизовано.

Бігелу та Болл з іншими дослідниками графічний і аналітичний методи визначення необхідного часу стерилізації.

Аналітична залежність Болла для розрахунку тривалості часу стерилізації має вигляд:

$$B = f_h \cdot \log \frac{ij}{g} \quad (1.2)$$

Пастеризатори безперервної дії. У практиці вітчизняної консервної промисловості в даний час найбільш широко поширені такі апарати для пастеризації консервів безперервної дії:

- вітчизняна установка РЗ-КСВ;
- апарат конструкції фірми "Єдність";
- модульний пастеризатор виробництва Угорщини РР / А.

Установка РЗ-КСВ може бути використана в поточно-механізованих лініях виробництва консервів в скляній і металевій тарі. Процес теплової обробки консервованої продукції в установці включає в себе наступні технологічні операції: попереднє ополіскування, нагрівання, охолодження та підсушування. Конструктивно установка РЗ-КСВ виконана у вигляді тунелю, в якому розміщений транспортер автоматичного завантаження банок, камера нагріву, камера ополіскування, камера послідовного охолодження повітрям і водою, камера підсушування.

Пастеризатор конструкції фірми "Єдність" типу ТП також виконаний у вигляді тунелю. До його складу входять завантажувальний і розвантажувальний транспортери, головний транспортер для переміщення банок уздовж апарату, камера ополіскування, камери власне пастеризації і камера охолодження.

На відміну від описаних конструкцій, модульний пастеризатор РР / А використовує принцип зрошення як при ополіскуванні і нагріванні, так і при охолодженні продукту з тарою.

Конструктивно цей апарат виконаний у вигляді наступного набору модулів:-

- модуль завантаження;
- модуль охолодження;
- модуль вивантаження.

Модульний принцип побудови апарату дозволяє простим зміною кількості використовуваних секцій приводити продуктивність пастеризатора до бажаному. Крім того, апарат оснащений безступінчастим варіатором, що дозволяє плавно змінювати швидкість головного конвеєра.

Зрошувальний принцип обробки продукції в усіх зонах пастеризатора PF / А призводить до того, що, на відміну від РЗ-КСВ і раніше випускається Угорщиною апарату PF-03, що обробляється продукція транспортується головним конвеєром в одній площині. Нагрівання води здійснюється через "глуху" теплообмінну поверхню, що забезпечує збереження конденсату пари, що гріє.

При проведенні аналізу апаратів для стерилізації овочів було встановлено, про необхідність проведення досліджень для розробки нових конструкцій апаратів для теплової стерилізації консервів.

1.3. Способи теплової стерилізації консервів

Теплова стерилізація включає в себе цілий ряд способів теплової обробки харчових продуктів, до основних з яких, використовуваних в консервній промисловості, відносяться:

- стерилізація харчових продуктів в герметично закритій тарі;
- стерилізація методом «гарячого розливу»;
- асептичне консервування;
- стерилізація в потоці;
- вимушене перемішування продукту шляхом обертання тари.

Стерилізація харчових продуктів в герметично закритій тарі. Цей спосіб теплової стерилізації найбільш поширений в практиці консервної промисловості. Залежно від температури стерилізації, тиску, що виникає в банці при нагріванні, і виду тари, консерви стерилізують або у відкритих апаратах (пастеризаторах безперервної дії) при атмосферному тиску, або в закритих апаратах (автоклавах або апаратах безперервної дії) із застосуванням надлишкового тиску. Для здійснення процесу стерилізації в автоклавах в якості теплоносія використовується насичена водяна пара, нагріта вода, а в пастеризаторах і

стерилізаторах безперервної дії - водяна пара, нагріта вода і високотемпературні органічні речовини (гліцерин, етиленгліколь та ін.).

Процес стерилізації проводять за певними режимами, які висловлюють у вигляді «формул», що представляють собою схематичну запис основних параметрів процесу стерилізації. У загальному вигляді формула стерилізації має вигляд:

$$\frac{A-B-C}{T} = P \quad (1.3)$$

де над рисою записують тривалості окремих етапів стерилізації, в хвиликах, під рисою - температуру стерилізації. Якщо процес проводять при надлишковому тиску, то вказують і величину протитиску в апараті - P.

Стерилізація консервів способом «гарячого розливу». Спосіб «гарячого розливу» в даний час в практиці консервної промисловості застосовується при виробництві деяких консервів (переважно гомогенної консистенції) у великій тарі (3 л. більше) переважно для потреб громадського харчування.

Асептичне консервування. В основу цього способу закладений новий принцип теплової стерилізації харчових продуктів. Завдяки розробці нового методу асептичного консервування, з'явилася можливість інтенсифікувати теплову обробку продукту і, в результаті, зменшити її шкідливий вплив на якість продукції

Спосіб стерилізації продуктів в потоці. При виробництві консервів з продуктів, що мають однорідну структуру, можливе застосування теплової обробки продукту в потоці по мірі руху його в продуктопроводі. Нагрівання продуктів здійснюється в теплообмінних апаратах різного типу (трубчастих, пластинчастих, ротаторами і т.д.). Така теплова обробка може використовуватися практично для всіх типів консервної гомогенної консистенції і, до того ж, пов'язана зі складнощами фасування, що не виключають вторинне зараження продукту мікрофлорою.

З вищевикладеного можна зробити висновок про те, що всі розглянуті вище і використовувані в консервній промисловості способи теплової

стерилізації консервів мають суттєві недоліки і диктують необхідність продовжувати дослідження в цій області.

Висновки по розділу 1

У даному розділі проведено аналіз основних методів теплової обробки та консервування овочів у герметичній тарі. Також проаналізовано апарати для стерилізації овочів і встановлено, що необхідно провести дослідження для розробки нових конструкцій апаратів стерилізації консервів.

Виходячи зі сказаного, була поставлена задача - обґрунтування ефективності збільшення початкової середньооб'ємної температури різних консервів з використанням теплової енергії (нагріте повітря, гаряча вода або сироп) і електромагнітного поля надвисокої частоти (НВЧ).

РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ОВОЧІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ПОЛЯ НВЧ

2.1 Дослідження процесу попереднього підігріву фруктів і овочів в банках гарячим повітрям

Запропонований новий спосіб збільшення початкової середньооб'ємної температури консервів (компоти, овочеві натуральні консерви і т.д.) за допомогою попереднього підігріву фруктів (овочів) розфасованих в банки гарячим повітрям температурою 120-140 ° С і швидкістю 2,5-5 м/с протягом 3-8 хв.

Суть методу полягає в тому, що плоди (овочі), розфасовані в банки, поміщаються в камеру, куди вентилятором подається нагріте повітря, який з інтервалом 15-20 0С поперемінно подається в банці через одну половину площі перетину горловини банки, а через іншу видаляється. Гаряче повітря, надходячи в банці з певним напором, забезпечує рівномірний підігрів фруктів в банках. Спосіб забезпечує також можливість заливати вже прогріті плоди (овочі) заливальної рідиною (сироп, розсіл, розчин) температурою більшою, ніж передбачено за чинною технологічної інструкції, що, в свою чергу, забезпечить істотну економію теплової енергії, так як сироп або розсіл варять при 100 ° С, а температура при заливці, передбачена за технологічною інструкцією, становить: для компоту з винограду 40 ° С; для компотів з черешні, вишні 60 ° С; для інших компотів 80-85 ° С; для овочевих натуральних консервів 85-90 ° С.

Аналізуючи рівняння термічної інерції, що має вигляд:

$$\frac{\lg(t_a - t_n)}{t_a - t_n} = \frac{\tau}{fn} \quad (2.1)$$

можна зробити висновок, що з підвищенням температури продукту (t_n) до початку стерилізації, логарифмічна складова зменшується, отже, зменшується і загальний час прогріву (τ). При цьому особливо великий вплив підвищення початкової температури продукту на скорочення часу прогріву позначається

стосовно густих за консистенцією продуктів, що характеризується високою термічною інерцією, а при виробництві консервів гетерогенної суміші для прогріву фруктів і овочів перед їх заливкою.

Встановлено, що овочах(фруктах), які нагріваються за рахунок власної теплопровідності і розміщені в скляні банки, точка що найменш прогривається знаходиться в центрі продукту положення якого (h)можна визначити за формулою:

$$h = \frac{h_6 - h_{сп}}{2} + h_{сп}, \quad (2.2)$$

де h_6 -висота банки, мм.

$h_{сп}$ -висота вільного простору в банці,мм

Зауважимо, що підвищення початкової середньоб'ємної температури продукту відбивається позитивно не тільки на теплофізичній стороні процесу стерилізації, а й на мікробіологічній, бо чим вище температура продукту до початку стерилізації, тим менше мікроорганізмів в ньому буде і, отже, зросте ефект стерилізації. Крім того з точки зору стерилізуючого впливу температури, то практично аж до 70 ° С воно дорівнює нулю, і цей період нагріву, що не виявляється не істотний вплив на стерилізуючий вплив при стерилізації консервів, доцільніше якомога прискорити.

Для практичної реалізації даного способу розроблено пристрій для нагріву фруктів і овочів в банках, схема якого представлена на рис. 2.1.

Пристрій працює наступним чином. Банки 6 з розфасованими фруктами транспортером 3 подаються через вхідне віконце в камеру 9. При проходженні по камері в банці з овочами протягом 3-5 хв поперемінно то через одну, то через іншу половини площі перерізу горловини банки подається гаряче повітря температурою 120-140 ° С і швидкістю 3-5 м/с з одночасним відведенням через іншу половину площі перетину горловини відпрацьованого повітря. При цьому плоди і банки, проходячи камеру, нагрітими до 45-50 ° С. Це забезпечує можливість заливати банки сиропом температурою на 15-20 ° С вище, ніж передбачено технологічною інструкцією і тим самим збільшити початкову середньоб'ємну температуру овочів перед стерилізацією, що забезпечує

скорочення тривалості режиму стерилізації, економію теплової енергії і підвищення якості готової продукції.

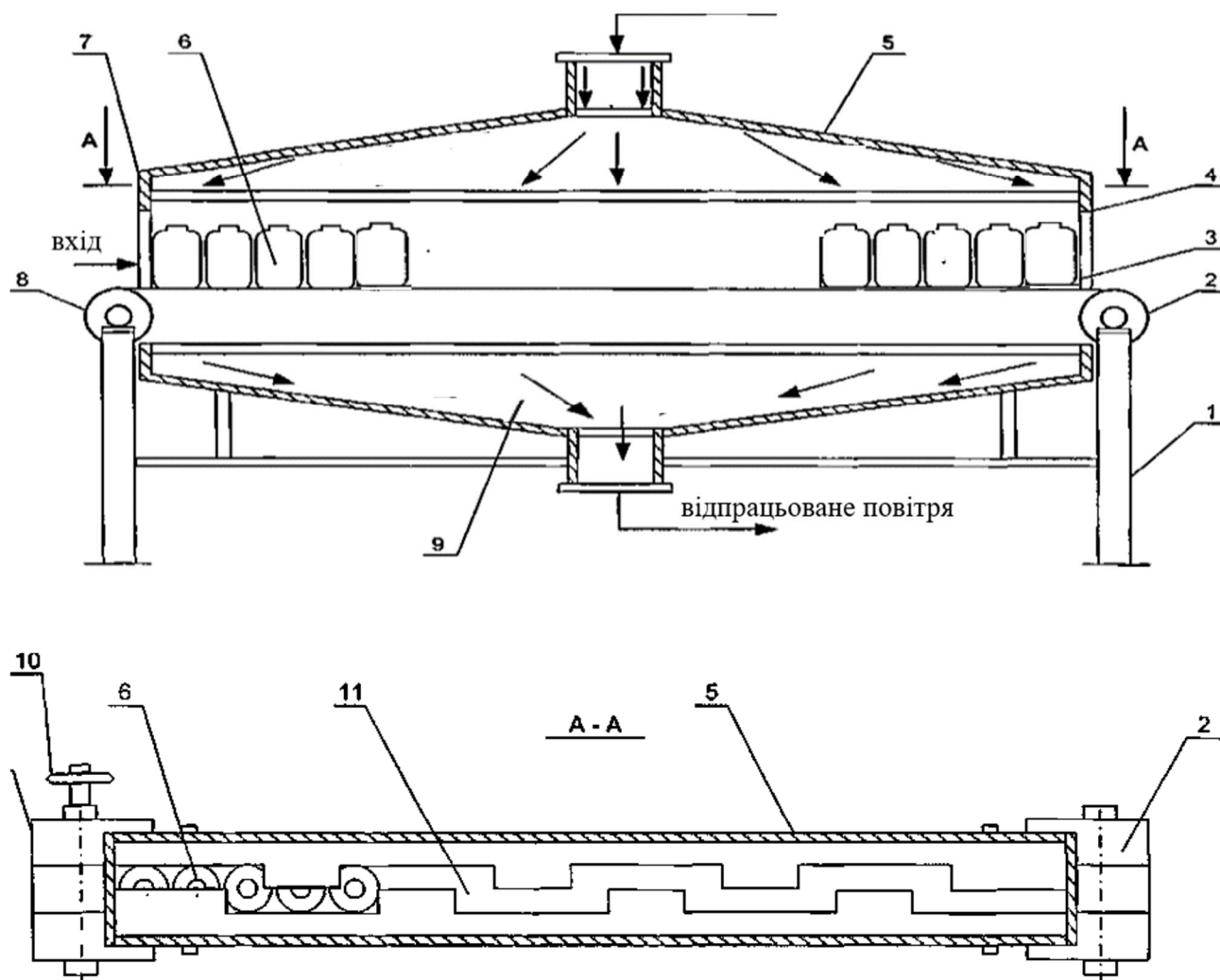


Рис. 2.1 - Пристрій для підігріву фруктів і овочів в банках

У табл. 1 (додаток А) представлені експериментальні дослідження по нагрівню фруктів і овочів в банках при виробництві різних консервів і середнеоб'ємні початкові температури консервів перед стерилізацією за пропонуваним способом і за чинною технологічною інструкцією. Як видно з таблиці, початкова температура консервів перед стерилізацією порівняно з початковою температурою при стерилізації по режимам діючої технологічної інструкції на 12-15°C більше, що природно буде сприяти скороченню тривалості режимів теплової стерилізації консервів і підвищенню продуктивності стерилізаційних апаратів.

2.2 Дослідження попереднього підігріву овочів гарячою водою

Сутність запропонованих способів полягає в тому, що при виробництві консервів гетерогенної консистенції (компоти, маринади, натуральні консерви), де згідно з технологічною інструкцією плоди (овочі), розфасовані в банки, заливаються сиропом (компоти), заливкою або розчинами (натуральні консерви) можливо попередньою заливкою плодів і овочів на 2-3 хв гарячою водою (сиропом) з подальшою заміною її на заливальну рідину, передбачену технологічною інструкцією, але зі збільшеною на 20-25 ° з базової температури, значно збільшує початкову середньооб'ємну температуру овочів і фруктів перед їх стерилізацією.

Експериментальними дослідженнями, проведеними при виробництві компотів, овочевих маринадів, натуральних овочевих консервів в різноманітній тарі, встановлено, що 2-3 хвилинний попередній підігрів овочів в банках гарячою водою (сиропом) перед заливкою заливальної рідини дозволяє скоротити тривалість режимів стерилізації консервів і забезпечує істотну економію теплової енергії.

Для практичної реалізації цього способу розроблена конструкція апарату для попереднього підігріву овочів в банках, схема якого представлена на рис. 2.2.

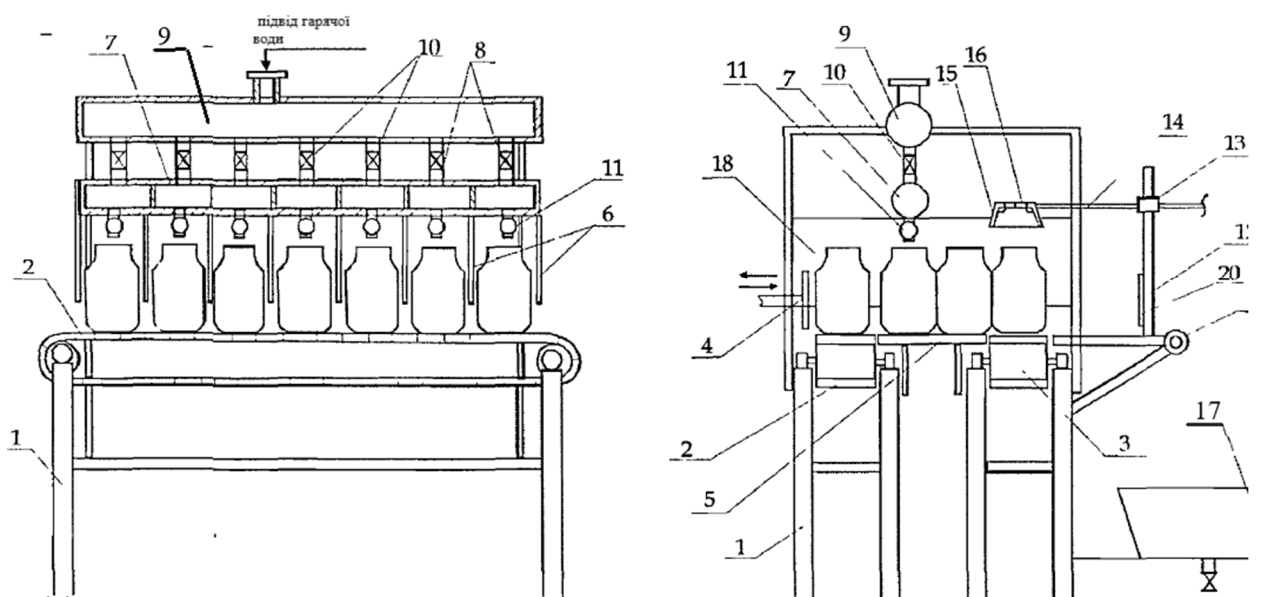


Рис. 2.2 Апарат для попереднього підігріву овочів в банках

Попередній підігрів овочів в банках гарячою водою (іншими розчинами) забезпечує підвищення початкової середньооб'ємної температури консервів на 12-15 ° С. Пристрій складається з каркаса 1, транспортерів 2 і 3, приймального столика 5 для банок з направляючими 6, об'ємного секційного дозатора 7, з секціями 8, приймача для гарячої води 9, до якого приєднані патрубки 10 з вентилями, патрубків 11 для подачі води в банки з корковими кранами і зливного механізму, який складається зі стійок 12, на яких закріплені втулки 13, через які пропущені планки 14, до яких прикріплені конічні захоплення з діаметром підстави, рівним зовнішньому діаметру горловини банки і при цьому опори до його захоплення виконано перфорованим, для забезпечення зливу води з банок при повороті зливного механізму на 180 °. Пристрій також забезпечений ємністю для прийому зливної води з банок.

Пристрій працює наступним чином. Банки з розфасованими плодами транспортером з певним кроком подаються до приймального столика банок, після чого транспортер зупиняється. Після зупинки транспортера за допомогою штовхача банки з овочами підштовхуються з транспортера на приймальний столик, над яким розташований секційний дозатор гарячої води, який після надходження банок на приймальний столик забезпечує подачу гарячої води через патрубки з корковими кранами і з об'ємних секційних дозаторів. До цього часу на підвідному транспортері накопичується чергова партія банок, які штовхачем підштовхуються на приймальний столик. При цьому банки, що переміщуються з транспортера, підштовхують вже заповнені водою банки з-під дозатора і на їх місце стають наступна партія банок. Перебуваючи на приймальному столику, банки з овочами, залиті гарячою водою, нагріваються, а в цей час чергова партія банок, що знаходяться під дозатором наповнюється гарячою водою, а на підвідному транспортері накопичується чергова партія банок. При подачі чергової партії банок на приймальний столик, останній ряд банок, що знаходяться на приймальному столику виштовхується на відвідний транспортер банок. При цьому після надходження на відвідний транспортер банок, спрацьовує механізм для зливу води з банок. Механізм для зливу працює

наступним чином. Планки з конічними захватами переміщаючись щодо втулок, встановлюються над банками, далі втулки опускаються відносно стійок до упору горловини банок на гумове кільце, встановлене в опорі конічного захвату, для запобігання механічного бою банок. Після фіксації горловини банок в конічних захватах, планки, переміщаючись відносно втулки назад, підштовхують банки до торкання їх бічної стінкою упору для банок, прикріплений до стійок, банки фіксуються в цьому положенні, після чого механізм для зливу води з банок повертається навколо шарніра на 180° , і при цьому через отвори в основі конічного захвату, після чого вода з банок стікає і збирається в збірнику. Далі, механізм для зливу води з банок повертається назад навколо шарніра і банки встановлюються на відповідний транспортер і виводяться з пристрою. Далі процес повторюється в безперервному режимі. За допомогою цього пристрою забезпечується потоковість виробництва, економія теплової енергії, збільшується продуктивність стерилізаційного обладнання та забезпечується підвищення якості готового продукту.

2.3 Дослідження підвищення початкової температури овочів з використанням поля НВЧ

Харчові продукти за своїми електричними властивостями представляють неідеальні електрики, в яких при впливі зовнішнього електричного поля виникають струми провідності і змішування. Струми провідності створюються вільними електричними зарядами, що переміщаються по всьому об'єму продукту. Струми змішування створюються пов'язаними зарядами, здатними вільно переміщатися лише на незначні відстані.

Змішування цих зарядів під дією зовнішнього електричного поля називається поляризацією. Основним в НВЧ-нагріванні є детальна і макроструктурна поляризація.

Наявність в овочах вільної води, що є типовим прикладом полярної молекули є фактором, що визначає інтенсивність нагріву продукту в НВЧ-полі.

При впливі НВЧ-поля детальні моменти молекул, які мають при відсутності поля довільні напрямки, прагнуть орієнтуватися в напрямку поля, що зустрічає опір з боку оточуючих молекул. Робота, яка витрачається на подолання цього опору, в кінцевому підсумку перетворюється в теплоту, що і викликає нагрівання продукту. Вплив НВЧ-поля на овочі супроводжується виникненням полів температури, вологості, механічних деформацій руйнування клітин і т.д.

Потужність розсіювання P (кВт) в плодах і овочах, поміщених в СВЧ-камеру, можна визначити за формулою:

$$P = 2fncu^2tg\delta, \quad (2.3)$$

Цю форму можна перетворити і отримати рівняння, що характеризує питому потужність $P_{\text{пит}}$ (кВт/м²).

$$P_{\text{пит}} = 0,56E^2f\sum tg\delta \cdot 10^{-9}, \quad (2.4)$$

де E – градієнт напруги, кВ/см; f – частота струму, Гц; E – діелектрична проникність плодів і овочів; $tg\delta$ – тангенс кута діелектричних втрат.

З рівняння (2.3) випливає, що потужність розсіювання в плодах і овочах прямо пропорційна квадрату градієнта напруги, частоти струму, добутку \sum на $tg\delta$ що представляє собою фактор втрат.

НВЧ - енергія має ту перевагу перед традиційними методами нагріву, що тепло подається відразу і одночасно всьому продукту, як що знаходиться в центрі, так і розташованому біля стін банки. Тому нагрівання вмісту банки до необхідної температури відбувається за лічені секунди; в десятки разів швидше, ніж при звичайних способах нагріву і широко використовується в харчовій промисловості.

Кількість тепла, яку утворюється в наслідок перетворення електроенергії, залежить не тільки від установки, але і від властивостей самого продукту:

$$Q = K \cdot \frac{f \cdot V^2}{d^2} \cdot \frac{\varepsilon \cdot tg\delta'}{\gamma} \quad (2.5)$$

де Q – тепло, утворене під дією струмів високої частоти; f – частота (за міжнародною домовленістю прийняті наступні частоти: 13,56; 27,12 і 40,08 МГц); V – напруга; d – відстань між обмотками конденсатора; ϵ – діелектрична постійна; $\text{tg}\delta$ – коефіцієнт втрат; γ – питома вага.

Для практичної реалізації способу розроблена конструкція НВЧ-пристрою для нагріву овочів та пастеризації консервів в банках яка показана в рисунку 2.3.

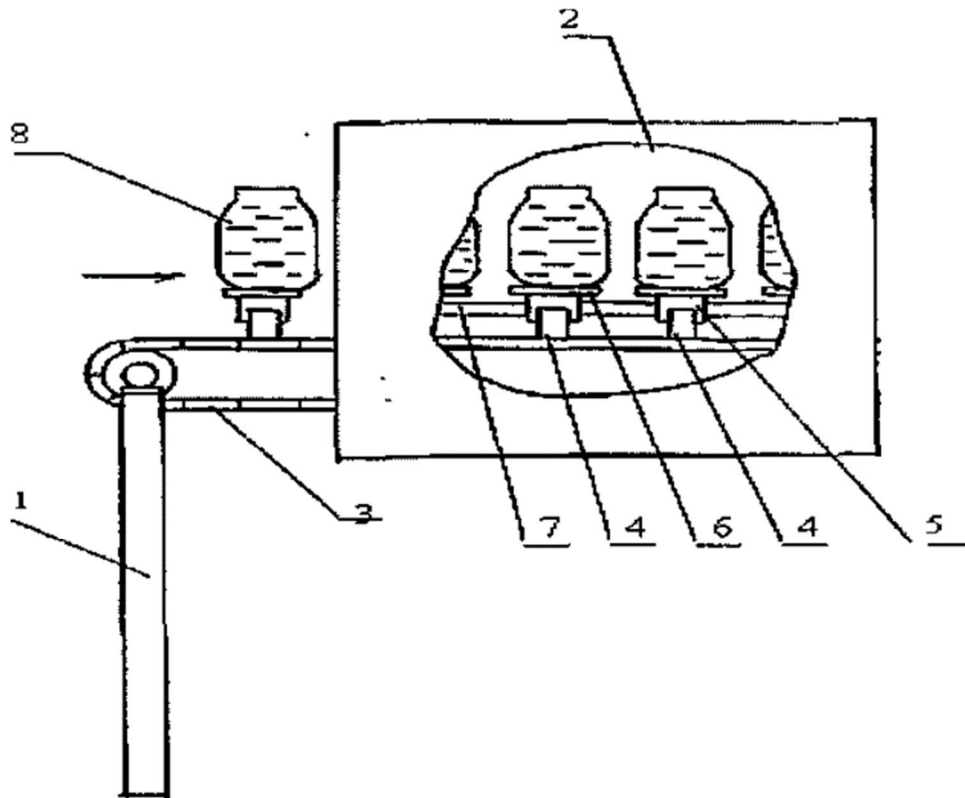


Рис2.3. НВЧ-пристрій для нагріву та пастеризації овочів в банках

Пристрій складається з каркаса 1, НВЧ-камери 2, пластинчастого транспортера 3 з привареними до нього пальцями 4, на які насаджені склянки 5 з прогумованою бічною поверхнею і прийомними столиками 6 для банок. Уздовж пластинчастого транспортера всередині НВЧ-камери встановлена упорна планка 7.

Пристрій працює наступним чином: банки 8 з розфасованими овочами (фруктами) за допомогою завантажувальної зірочки (на рис не показано) подаються на приймальні столики 6, прикріплені до склянок 5, встановлених на пальцях 4, приварених до пластин пластинчастого транспортера 9, який знаходиться в НВЧ -камера (резонатор). При русі пластинчастого транспортера, банки, що знаходяться на прийомних столиках, разом з ними обертаються

навколо своєї вертикальної осі за рахунок торкання прогумованої бічної поверхні склянок 5 з опорною планкою 7, що проходить уздовж пластинчастого транспортера. В процесі проходження по камері банки з фруктами (овочами) протягом 1-5 хв піддаються обробці (нагрівання) НВЧ-енергією і при цьому банки для рівномірної обробки обертаються навколо своєї осі.

За допомогою цього пристрою забезпечується потоковість виробництва, економія теплової енергії, збільшується продуктивність стерилізаційного обладнання та забезпечує підвищення якості готового продукту.

Висновки по розділу 2

В цьому розділі був запропонований новий спосіб збільшення початкової середньооб'ємної температури консервів Спосіб забезпечив можливість заливати вже прогріті овочі (фрукти) рідиною (сироп, розсіл, розчин) температурою більшою, ніж передбачено за чинною технологічної інструкції, що, в свою чергу, забезпечить істотну економію теплової енергії.

Досліджено вплив НВЧ-поля на овочі, чим він супроводжується, та як діє на виникнення полів температури, вологості тощо.

Було розроблено пристрій для нагріву фруктів і овочів в банках, та описано його принцип роботи.

РОЗДІЛ 3. УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ОВОЧІВ

У процесі досліджень необхідно було визначити погрішність в розрахунку параметрів апарату для нагрівання овочевих консервів в електромагнітному полі надвисокої частоти відповідно до запропонованими нами виразами, обґрунтувати основні параметри і режими роботи установки.

В програму експериментальних досліджень ввійшли наступні питання: перевірка отриманих аналітичних залежностей процесу теплової обробки овочів на експериментальному апараті, для нагріву плодів і овочів в електромагнітному полі надвисокої частоти з застосуванням НВЧ;

- уточнення процесу рівномірності розподілення тепла в овочах при консервації;

- обґрунтування основних параметрів НВЧ-пристрою для нагріву та пастеризації овочів в банках.

Для здійснення поставленої в даній роботі мети - всебічне дослідження та вивчення найбільш ефективних способів теплової стерилізації консервів, що дозволяють істотно знизити енерговитрати з одночасним підвищенням якості готової продукції і впливають з цієї мети завдань - нами створені відповідні експериментальні установки і вимірювальні системи. Наведемо загальну характеристику методів, що застосовуються при вирішенні завдань досліджень, і опишемо використувані в роботі методики обробки експериментальних даних.

3.1. Апарат для нагрівання овочевих консервів в електромагнітному полі надвисокої частоти

Конструкція апарату складається з корпусу 1, камери 2 з магнетроном, що транспортує органу 3, виконаного з дворядного ролико-втулкового ланцюга зі спеціальними привареними до нього втулками 4 з опорними пластинами 5, на яких встановлені столики для банок. Уздовж транспортуючого органу всередині камери встановлена напрямна 7. Апарат обладнано також накопичувачем для кришок 10 з пристроєм для подачі кришок 11 і електричними нагрівачами 9. Для забезпечення можливості реалізації способу інтенсивної теплової стерилізації конструювати апарат, призначений для нагріву плодів до заливки (сіропом, розсолем) і після заливки (сіропу, розсолу) в склотару з застосуванням НВЧ (рис. 3.1).

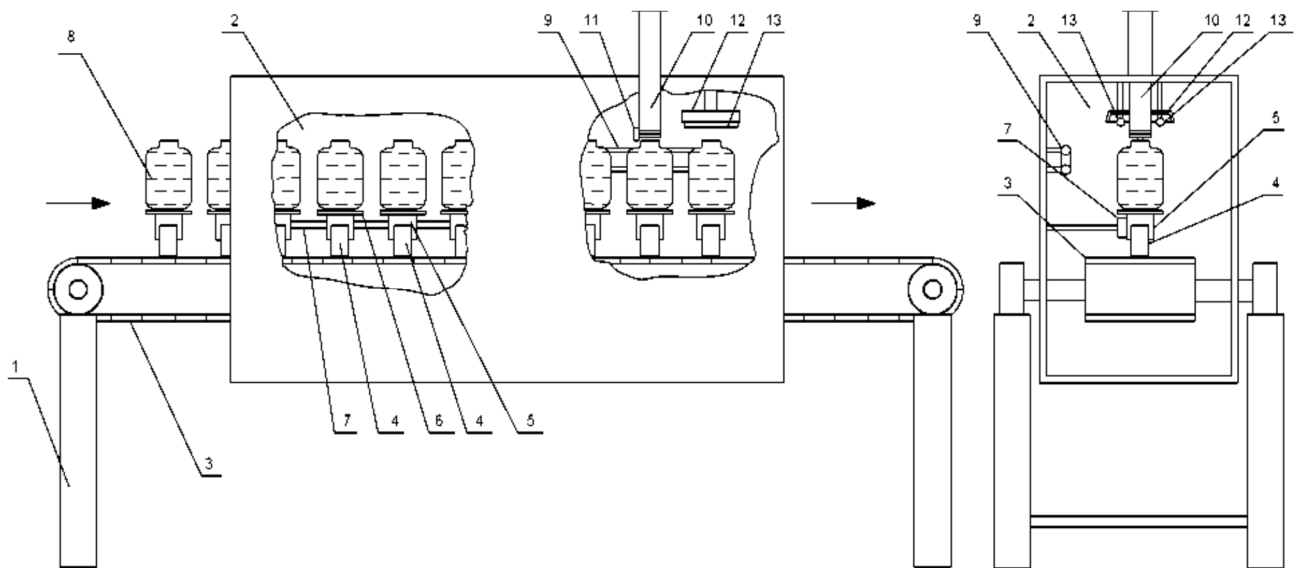


Рис 3.1. Апарат, призначений для нагріву плодів і овочів в електромагнітному полі надвисокої частоти з застосуванням НВЧ

В кінці камери до верхньої кришки її закріплений відбивач 12 з інфрачервоними лампами 13, призначеними для забезпечення нагрівання кришок, з метою придушення мікрофлори. Робота апарату здійснюється наступним чином: банки після укладання в них овочів надходять на столики 6, і разом з транспортуючим органом надходять в камеру для НВЧ обробки Опорна пластина 5 в комплексі з направляючою 7, сприяють обертанню банок в процесі

переміщення. У міру просування банок в НВЧ-камері тривалістю 1-2,5 хв піддаються нагріванню в ЕМП . Наприкінці камери банки накриваються кришками і далі потрапляють в зону ІЧ нагріву, де за допомогою впливу інфрачервоних променів кришки піддаються термічній обробці і далі виходять з камери. Відмінними ознаками запропонованого апарату є те, що в НВЧ-камері додатково встановлені нагрівачі, пристрій для накриття кришками і ІЧ лампами з відбивачем. Використання даного апарату в технологічній лінії виробництва плодоовочевих консервів забезпечує можливість використання інтенсивних режимів стерилізації.

3.2.Наукове обґрунтування ефективності використання одно і двоступеневого НВЧ нагріву овочів для інтенсифікації технологій виробництва

Електромагнітне поле надвисокої частоти, на відміну від традиційних способів нагріву має ряд істотних перевагою, перш за все визначаються тими обставинами, що тепло передається відразу продукту в усьому обсязі. У зв'язку з чим нагрів овочів і фруктів в банці до необхідної температури здійснюється в десятки разів швидше, ніж при традиційних способах нагріву. У літературних джерелах є деякі відомості по використанню ЕМП і НВЧ для інтенсифікації технологій виробництва консервованих продуктів.

Однак, немає відомостей по вивченню впливу потужності ЕМ - поля на ефективність нагріву овочів в різних за об'ємом банках, а також відсутні відомості щодо використання двоступеневого НВЧ нагріву овочів до і після заливки. Також потрібно відзначити, що для реалізації даного способу, і широкого його застосування, доцільно розробити математичну модель, що дозволяє з урахуванням всіх факторів визначити початкову температуру продукту перед стерилізацією, так як вона є важливим параметром для встановлення температури теплоносія, яка не викликатиме термічного бою банок при тепловій стерилізації.

За існуючою технологічною інструкцією виробництва консервованих овочів і фруктів, передбачено укладені в банки плоди заливати сиропом температурою, що дорівнює відповідно 40, 60 або 80-85°C.

З огляду на ті обставини, що сироп варять при температурі 100°C, а заливають в банки залежно від асортименту продукції при температурах від 40 до 80-85°C, природно, що така технологія вимушено призводить до суттєвих втрат теплової енергії, обумовлене охолодженням сиропу від температури варіння (100°C) до необхідної температури заливки в банки. У зв'язку з зазначеним, нами для запобігання таких значних втрат теплової енергії, а також для забезпечення інтенсивних режимів теплової стерилізації, запропоновано новий спосіб підвищення початкової температури продукту перед стерилізацією - використання одне і двоетапного нагріву плодів овочів залитих сиропом в НВЧ.

Перед стерилізацією були виконані експерименти з вивчення НВЧ -нагріву овочів в різній тарі в електромагнітному полі надвисокої частоти. На підставі виконаних досліджень встановлено, що НВЧ -нагрів овочів протягом 1,0-2,0 хв до і після заливки в НВЧ-полі частотою 2400 ± 50 МГц сприяє підвищенню їх температури перед стерилізацією на 40-45°C, що забезпечує можливість застосування високотемпературних теплоносіїв. Дані по вивченню нагріву овочів в банках в НВЧ-полі при різних параметрах представлені в попередньому розділі.

Мною були проведені дослідження по вивченню нагрівання консервованих овочів в різноманітній тарі при різних параметрах НВЧ. На підставі проведених досліджень отримано рівняння апроксимації, яке визначає початкову температуру овочів в банці перед стерилізацією (T , °C) при двоступеневій НВЧ-обробці, залежності від визначальних чинників, до яких відносяться: місткість банки (V , л), потужність електромагнітного поля (P , кВт) і тривалість НВЧ -Вплив (t , сек):

$$T = 57.2 - 11.32V - 10.21P - 0.07t + 28.88VP + 0.56Vt + 0.075Pt \quad (3.2)$$

Похибка при розрахунку теоретичних значень температури від результатів експериментальних даних становить 1,67.

Дослідження нагрівання овочів в НВЧ-полі представлено в таблиці 2. (додаток Б).

Як видно з таблиці, використання попереднього підігріву овочів в банках в НВЧ-полі, забезпечує підвищення початкової середньооб'ємної температури продуктів на 15-25 ° С, що також сприяє скороченню тривалості теплової стерилізації, підвищенню якості готового продукту і економії теплової енергії.

3.3. Обґрунтування доцільності обертання банок при тепловій обробці плодоовочевих консервів нагрітим повітрям високої температури

На підставі всебічної оцінки результатів проведених досліджень можна зробити основний висновок про доцільність використання збільшення температури плодоовочевих консервів перед тепловою стерилізацією.

Для оцінки доцільності застосування інтенсифікації процесу теплової обробки, за рахунок обертання банок, були поставлені експерименти по вивченню зміни температурних параметрів плодоовочевих консервів при їх тепловій обробці в нерухомій банці.

Були здійснені експериментальні дослідження рис.1 (додаток В) з вивчення зміни температури і фактичної летальності мікроорганізмів компоту яблучного в банках об'ємом 0,5 л із застосуванням способу попереднього підвищення температури продукту в банках в електромагнітному полі надвисокої частоти перед тепловою обробкою нагрітим повітрям температурою 150оС в нерухомій банці.

Аналіз результатів, представлених даними графіком показує, що швидкість нагріву інтенсивно нагрівається (центральної) (2) і найменш нагрівається (периферійної) (1) частин продукту мають значно відрізняються значення; різниця між їх температурами сягає до 60С; істотно відрізняються і їх ефекти стерилізації. Для інтенсивного нагрівання частини продукту величина ефекту,

що стерилізує досягає значення, рівного 90,2 ум. хв, а для найменш нагрітої (центральної) частини продукту - 40,1 ум. хв. 59

Значення коефіцієнта нерівномірності теплової обробки (Кк.н.) становить:
 $K_{kn} = 90,2 / 40,1 = 2,24$.

Значення цього коефіцієнта показує, що має місце значна нерівномірність теплової обробки, який характеризує, що продукт отримує неоднаковий тепловий вплив, і як результат погіршення харчової цінності.

Графіки зміни температури (1,2) і летальності мікроорганізмів (3,4) в периферійній (1,3) і центральній (2,4) точок яблучного компоту в банках СКО 1-83-1100 з попереднім нагріванням плодів в банках в електромагнітному полі надвисокої частоти в банках при інтенсивній тепловій обробці нагрітим повітрям температурою 150°C в статичному стані наведені на рис. 2(додаток В).

Аналіз результатів, представлених даними графіком показує, що різниця температур між периферією 1 і центром 2 компоту досягає 78°C. Коефіцієнт теплової нерівномірності обробки дорівнює $K_{kn} = 97,4 / 36,2 = 2,69$.

На підставі численних експериментальних досліджень, проведених з широким асортиментом плодоовочевих консервів, виявлено, що при тепловій стерилізації в потоці нагрітого повітря в статистичному стані банок, має місце суттєва нерівномірність, величина якої може складати 5-150С, залежно від об'єму банки і фізичних властивостей продукту .

Таким чином, експериментальні дослідження по нагрівання плодоовочевих консервів, з попередньо підвищеної початковою температурою, в потоці повітря високої температури в нерухомих банках підтверджують наявність значної різниці температур, при якій окремі шари продукту отримують майже триразово перевищує необхідну, що природно впливає на якість продукту і по друге має місце необґрунтована і неефективна втрата енергії.

Аналіз результатів досліджень вивів, що поряд із застосуванням попереднього нагрівання продукту в банках перед стерилізацією і високотемпературних теплоносіїв, також важливо забезпечити і вирівнювання температурного поля продукту в банці, для чого необхідне застосування

обертання банок в процесі теплової обробки, яке одночасно забезпечити інтенсифікацію процесу внутрішнього теплообміну

Висновки по розділу 3

В цьому розділі було досліджено роботу апарату для нагрівання овочевих консервів в електромагнітному полі надвисокої частоти, висвітлено конструкцію апарату та обґрунтовано доцільність його використання.

Був запропоновано новий спосіб підвищення початкової температури продукту перед стерилізацією для запобігання значних втрат енергії та забезпечення відповідних режимів стерилізації.

Були проведені дослідження з вивчення нагрівання консервованих овочів у різноманітній тарі при різних параметрах, поставлені експерименти по вивченню зміни температурних параметрів плодоовочевих консервів при їх тепловій обробці в нерухомій банці.

Представлено графіки зміни температури.

ВИСНОВКИ

1. Теоретично обґрунтовані нові технологічні параметри процесів попередньої теплової обробки овочів в НВЧ та інтенсивної теплової стерилізації плодовоовочевих консервів; це забезпечує в порівнянні з традиційною технологією скорочення тривалості теплової обробки більше 70%.

2. Розроблено нові способи виробництва і встановлені оптимальні параметри інтенсивних режимів теплової стерилізації консервів повітрям високої температури (130-160 °С) з попередніми одно і двоетапним нагріванням плодів (овочів) в банках перед герметизацією НВЧ протягом 1,5-2,0 хв з повітряним і повітряно - водовипарним охолодженням. Використання методів забезпечує, у порівнянні з традиційною технологією, зменшення теплової енергії на 30% і охолоджуючої води до 100%.

4. Отримані математичні моделі для визначення тривалості процесу теплової стерилізації і оптимальної частоти обертання банок при інтенсивній тепловій стерилізації.

5. Розроблені принципові конструкції апаратів для попереднього нагріву овочів в банках в НВЧ і для інтенсивної теплової стерилізації з використанням високотемпературних теплоносіїв.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1.Гладушняк О. К. Технологічне обладнання консервних заводів : підручник. Херсон: Грінь Д. С. 2015.с.
- 2.Гончаренко, Г. М. Технологічне обладнання консервних та овочепереробних виробництв : довідник : навч. посібник / Г. М. Гончаренко, В. В. Дуб, В. В. Гончаренко. – Київ. : Центр навч. літ., 2007.
- 3.Иван Именохоев *,1, Ханс Виндсхаймер1, Роланд Вайтц1, Надя Кинтсель1 и Хорст Линн1 LINN HIGH THERM GmbH, Heinrich-Hertz-Platz 1, 92275 Eschenfelden, Germany
- 4.Гореньков, Э. С. Оборудование консервного производства : Переработка плодов и овощей : справочник / Э. С. Гореньков, В. Л. Бигергал. – Москва : Агропромиздат, 1989.
- 5.Заплетніков, І. М. Експлуатація і обслуговування технологічного обладнання харчових виробництв : навч. посібник / І. М. Заплетніков.
- 6.В. Г. Мирончук, В. М. Кудрявцев ; Національний університет харчових технологій, Донецькій національний університет економіки і торгівлі. – Київ : ЦУЛ, 2012.
- 7.Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості : підручник / Мирончук В. Г., Гулий І. С., Пушанко М. М. та ін. ; за ред. В. Г. Мирончука. – Вінниця : Нова книга, 2007.
- 8.Механізація і зберігання плодоовочевої продукції [Електронний ресурс] : навч. посібник / О. В. Дацишин, О. В. Гвоздєв, Ф. Ю. Ялпачик, Ю. П. Рогач ; за ред. О. В. Дацишина. – Київ : Мета, 2003.
- 9.Ватренко, О. В. Обладнання для герметизації консервної скляної тари. Загальна класифікація [Електронний ресурс] / О. В. Ватренко, К. В. Рєзнік // Харчова наука і технологія. – 2012. – № 1 (18). – Режим доступу до електронних ресурсів Наукової бібліотеки ім. В. І. Вернадського: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Khnit_2012_.
- 10.Демирова, А. Ф. Аппарат для ротационной стерилизации консервов с использованием ступенчатого нагрева и воздушно-водоиспарительного

- охлаждения / А. Ф. Демирова, Т. А. Исмаилов, М. Э. Ахмедов // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2011.
11. Демирова, А. Ф. Аппарат рекуперативного типа для ступенчатой тепловой стерилизации консервов / А. Ф. Демирова, М. Э. Ахмедов, М. М. Ахмедова // Пищевая промышленность. – 2013.
12. Нікончук Н. В. ТЕХНОЛОГІЯ КОНСЕРВУВАННЯ Курс лекцій Миколаїв 2014.
13. Патент № 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.
14. Патент № 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
15. Панина О.Р., Касьянов Г.И., Рохмань С.В. Разработка режимов СВЧ-стерилизации обеденных консервов // Известия вузов. Пищ. технология, № 1, 2014.
16. Краснов А.Е. Информационные технологии пищевых производств / А.Е. Краснов, О.Н. Красуля, О.В. Большаков, Т.В. Шленская.
17. Дарбишева А.М., Демирова А.Ф., Пашаева А.М., Ахмедов М.Э. Аппарат для нагрева плодов и овощей насыщенным паром / Сборник материалов 5-й
18. Губиев Ю.К. Научно-практические основы технологических процессов пищевых производств в электромагнитном поле СВЧ [Текст]: дис... д-ра техн. наук / Губиев Ю.К.-М., 1990
19. 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
20. 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

21.Скрипников, Ю. Г. Прогрессивная технология хранения и переработки плодов и овощей : учеб. пособие / Ю. Г. Скрипников. –Москва : Агропромиздат, 1989.

22.Способ консервирования компота из яблок с предварительным подогревом плодов в банках горячей водой / Т. А. Исмаилов, М. Э. Ахмедов, Н. М. Ахмедов, В. В. Пиняскин // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2009.

23.Джаруллаев, Д. С. Технология производства компота из яблок и сиропа для его заливки / Д. С. Джаруллаев, А. В. Алиев // Пищевая промышленность. – 2014.

24.Джаруллаев, Д. С. Технология компотов из косточковых плодов с использованием электромагнитного поля СВЧ / Д. С. Джаруллаев, С. А. Ильясова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2013.

ДОДАТКИ

Таблиця 1. Вплив попереднього підігріву фруктів і овочів в банках в потоці нагрітого повітря на початкову середньооб'ємну температуру консервів перед стерилізацією

Найменування консервів	Фасування	Параметри нагрітого повітря		Тривалість обробки	Середньооб'ємна початкова температура	
		Температура	Швидкість		За новою технологією	За діючою технологією
Компот із яблук	1 83 600	135	3,1	5	64	50
	1 83 1100	145	4,2	6	66	51
			5,1	7	66	53
Перець натуральний	1 83 600	140	3,6	3,6	63	52
	1 831100	150	4,1	5,2	66	53

Таблиця 2. Дослідження нагрівання овочів в НВЧ-полі

Найменування продукту	Найменування тари	Тривалість обробки	Початкова температура продукту в банці з попереднім підігрівом в НВЧ-полі	Початкова температура продукту в банці за чинною технологічною інструкцією
Картопля молода натуральна	1-83-1100	160	67	43
	1-83-600	100	66	43
Огірки консервовані	1-83-600	90	65	45
	1-83-1100	110	66	46
Перець солодкий натуральний	1-83-600	70	61	45
	1-83-1100	90	62	46
Компот з яблук	1-83-600	95	70	52
	1-83-700	105-110	71	54
	1-83-1100	125-155	73	52
Томати консервовані	1-83-1100	130-140	66	44
	1-83-600	90-100	65	45
Морква натуральна	1-83-1100	155-165	70	43
	1-83-600	95-105	71	42
Буряк натуральний	1-83-1100	155-165	70	45
Компот з винограду	1-83-1100	130-50	66	32
	1-83-600		64	30

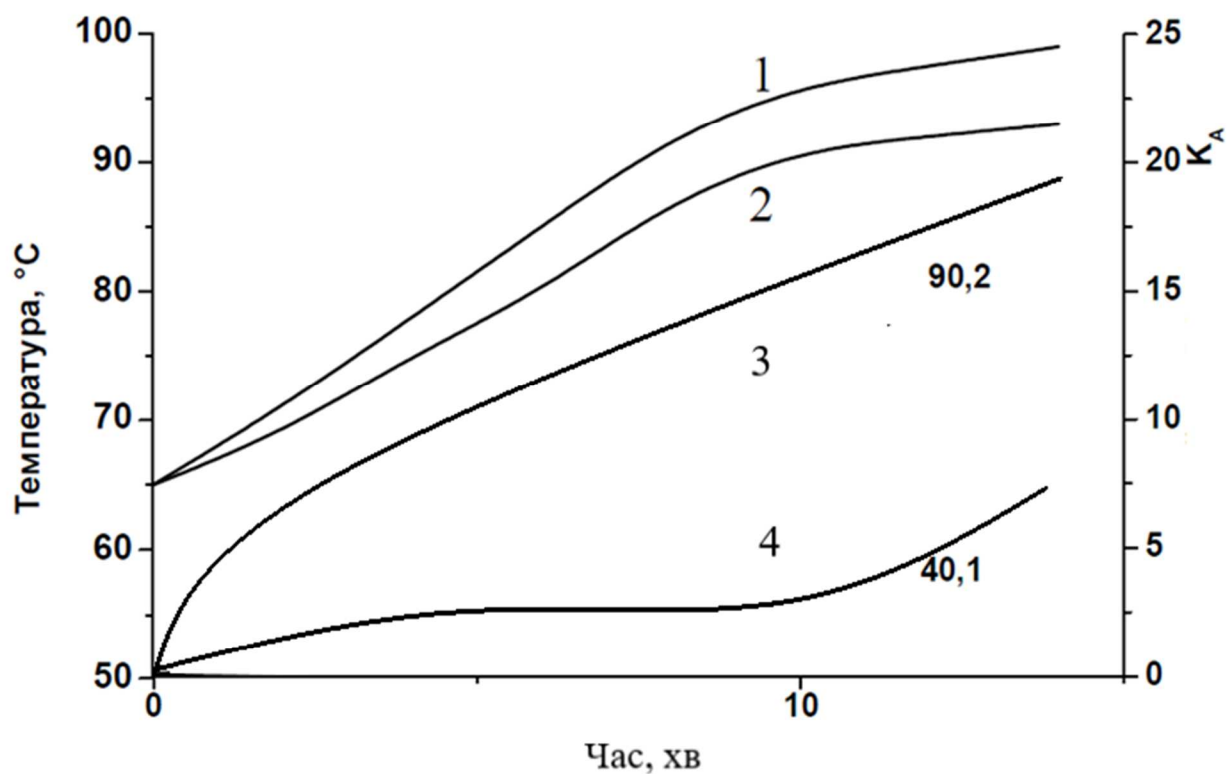


Рис. 1 . Графіки зміни температури (1,2) і летальності мікроорганізмів (3,4) в найбільш (1,3) і найменш прогрітих точках консервів «Компот з яблук» в банці СКО 1-83-600 при нагріванні в потоці нагрітого повітря в нерухомій банці

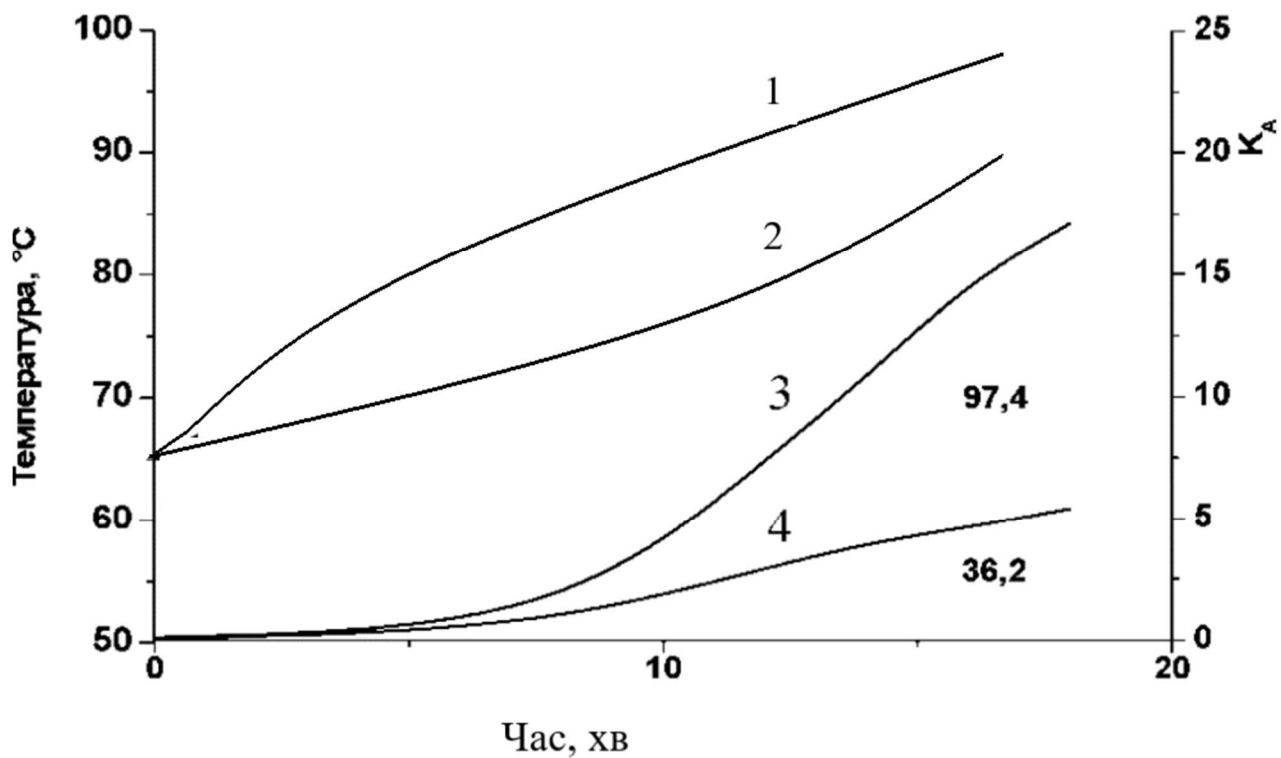


Рис.2. Криві нагрівання (1,2) і летальності мікроорганізмів (3,4) в периферійній (1,3) і центральній (2,4) точках яблучного компоту в банці СКО 1-83-1100 при стерилізації нагрітим повітрям в статичному стані