

УДК 664.8.036.2:65.012.12

ШЛЯХИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОВОЇ СТЕРИЛІЗАЦІЇ КОНСЕРВІВ НА ОСНОВІ ЙОГО АНАЛІЗУ

Цуркан Олег Васильович к.т.н., доцент

Гурич Аліна Юріївна аспірант

Вінницький національний аграрний університет

Пентюк Борис Миколайович к.т.н., доцент

Вінницький національний технічний університет

Кузь Вадим Олександрович студент

Вінницький національний аграрний університет

Tzurcan O.

Gurych A.

Vinnitsia National Agrarian University

Pentyuk B.

Vinnitsia National Technical University

Kuz V.

Vinnitsia National Agrarian University

***Анотація:** в статті проведено аналіз існуючих технологічних та конструктивних засобів процесу стерилізації харчової сировини за їх класифікаційною ознакою та запропоновано використати аеродинамічний спосіб нагріву для реалізації означеної термічної обробки. Конструкція запропонованого інтенсифікатора базується на ефекті аеродинамічного нагріву та здатна забезпечити зменшення енерговитрат та часу обробки на організацію даного технологічного впливу.*

***Ключові слова:** стерилізація, способи теплової обробки, аеродинамічний нагрів, енерговитрати, інтенсифікатор.*

Постановка проблеми

Основна мета консервного виробництва полягає в отриманні харчових продуктів, що мають тривалі терміни зберігання при збереженні харчових і смакових якостей. Сировиною для виробництва консервів служать фрукти, овочі, молоко, риба й інші продукти, що за звичайних умов мають обмежені терміни зберігання. В Україні виробляється понад 1000 найменувань консервів з рослинної сировини, риби і рибопродуктів та продуктів тваринництва. Це томатопродукти, соки, компоти, джеми, а також овочеві, м'ясо-рослинні, рибні, молочні, м'ясні та інші види консервів.

Процес стерилізації займає основне місце у технологічному процесі виробництва консервів, оскільки забезпечує припинення життєдіяльності клітин сировини і мікроорганізмів, у тому числі їх спор та являється найбільш надійним серед усіх методів збереження харчових продуктів. При цьому ставиться завдання, що стерилізація не повинна призводити до зміни білкових і екстрактивних речовин, вітамінів, органолептичних властивостей, зниження харчової та біологічної цінності продукту [1].

Більшість класичних способів реалізації означеної теплової обробки сільськогосподарської сировини відрізняються значною енергоємністю та складністю

конструктивної реалізації, тому актуальним є пошук комбінованих фізико-механічних способів генерування теплової енергії.

Метою даної роботи є проведення аналізу та виявлення шляхів інтенсифікації процесу стерилізації харчової сировини за умови зменшення енерговитрат та часу технологічного впливу.

Проведення детального аналізу і класифікації існуючих способів і засобів для теплової обробки харчової сировини та розробка інтенсифікуючого і енергоощадного обладнання для процесу стерилізації консервів є актуальною задачею.

Аналіз сутності процесу стерилізації та його види

Залежно від фізичних властивостей продуктів, які стерилізуються, та мети стерилізації застосовують різні способи знепліднення мікроорганізмів: тепловий (волога, дробова, суха стерилізація) і холодний (механічна стерилізація, іонізація, стерилізація ультразвуком та ультрафіолетовим випромінюванням).[1]



Рис. 1. Класифікація способів стерилізації

Основною з наведених є теплова стерилізація, яка реалізується шляхом нагрівання продукту до високих температур (100 °С і вище) у тарі. В залежності від того, яка застосовується тара, стерилізація відбувається трьома способами:

- ✓ консерви в скляних банках стерилізуються у воді; необхідний тиск утворюється за допомогою пари або стиснутого повітря;
- ✓ консерви в жерстяній тарі ємкістю до 350 мл стерилізують паровою за температури не вище 112°С без регульованого протитиску;
- ✓ консерви в жерстяній тарі (з тонкої жерсті) об'ємом більше 350 мл і консерви, які стерилізуються при 120°С пароповітряним протитиском з послідуочим водяним охолодженням.

Для кожного продукту існує свій оптимум режиму стерилізації, що враховує особливості продукту і тари. Харчові продукти, піддані тепловій стерилізації у герметичній тарі, можуть зберігатися протягом декількох років. Тому такий спосіб консервування на сьогодні є найрозповсюдженішим.[1].

Герметично закупорені банки з продуктом піддають стерилізації, умови проведення якої залежать від різних факторів [1, 2]:

- від температури гріючого середовища. Цей фактор є основним, оскільки залежно від температурного рівня проведення процесу теплової стерилізації визначається наявний температурний напір між гріючим середовищем і оброблюваною продукцією, що відіграє важливу роль при нагріванні банок з продуктом.

- від хімічного складу продукту. Чим вище концентрація водневих іонів в продукті, тобто чим нижче значення показника його активної кислотності (рН), тим швидше при нагріванні знищуються мікроорганізми. Має також значення вміст у продукті жиру, солі, цукру і т.д.

- від початкового насичення продукту мікроорганізмами. Залежно від якості проведення попередніх технологічних процесів і операцій підготовки плодоовочевої сировини можливе значне коливання значення початкового насичення консервованої продукції. Чим більше плодоовочева сировина насичена мікроорганізмами, тим потрібна більш жорстка тепла обробка для отримання безпечного за мікробіологічними показниками готового продукту.

- від фізичного стану продукту в залежності від щільності оброблюваної продукції.

- від тари, яка використовується. Розмір і матеріал тари відіграють значну роль в тривалості стерилізації, так як теплопровідність матеріалу, з якого виготовлена металева тара, в 100 разів вище теплопровідності скла, а продукти в тарі більшої місткості вимагають більш тривалого часу обробки.

- від температури фасування продукту. Чим вища температура фасування продукту, тим менше часу потрібно для досягнення в найменш прогрітій точці консервної тари максимального значення температури [2].

- від положення тари з продуктом. Створення можливості переміщення тари з продуктом при здійсненні стерилізації інтенсифікує процес обробки, особливо при консервуванні гомогенних, кондуктивно нагрівальних продуктів [3].

Зазвичай технологічний процес стерилізації відбувається таким чином [1]. Заповнені банками корзини занурюють в автоклав (рис. 2) із попередньо підігрітою до 40-50°C водою. Після щільного закріплення кришки і відкривають паровий вентиль. Продувний кран 15 для випуску повітря закривають при появі потоку сконденсованої пари і води. Протягом перших 20 – 25 хв. нагрівання одночасно з підвищенням температури починає підвищуватись тиск, що слугує протидією тиску, який утворюється всередині кожної банки. Величина тиску в автоклаві строго встановлена для кожного виду консервів і розміру банок та запобігає зриву кришок з банок. Регулюють її шляхом випуску чи затримки води в автоклаві. Охолодження банок з консервами після закінчення стерилізації проводять обережно в самому автоклаві. Для цього в автоклав подають не холодну, а підігріту воду тільки для зниження температури і через 20 - 25 хв. поступово зменшують тиск. При температурі охолоджуючої води 40 – 45°C, що виходить з автоклава, тиск зменшують до нульового значення, відкривають автоклав і вивантажують корзини з банками [4].

Одним з найголовніших аспектів процесу теплової стерилізації є встановлення режимів його проведення. Температура і тривалість стерилізації впливають на якість консервів. Надлишкова тривалість стерилізації при високих температурах знижує якість консервів і може зробити їх зовсім непридатними до вживання. До такого ж результату може призвести недостатній нагрів [3, 4].

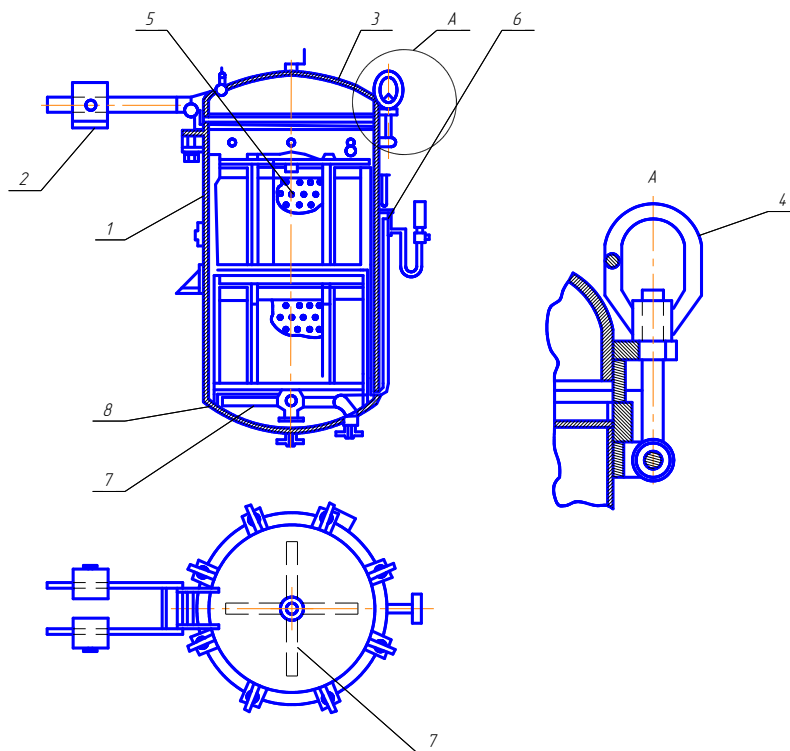


Рис. 2. Вертикальний двокорзинний автоклав

Мікробіологічно стабільний продукт повинен відповідати вимогам промислової стерильності: у стерилізованому продукті мають бути відсутні мікроорганізми, здатні розвиватися при температурах зберігання, встановлених для даного виду консервів. Центральна частина консервної банки, яка вважається зараженою мікробами в такій же мірі, як і інші ділянки, починає стерилізуватися значно пізніше, ніж периферійні шари, так як спочатку прогрівається шар продукту, розташований біля поверхні банки; потім тепло проникає поступово в глибину продукту і, нарешті, досягає-найбільш віддаленого від периферії місця, що знаходиться поблизу геометричного центру банки. Отже, саме центральна частина є сприятливою для виживання в ній мікробів [3].

Тому при виборі режимів стерилізації консервів слід виходити з того, що режим стерилізації повинен забезпечувати задану промислову стерильність консервів. Сучасний підхід до вирішення питань стерилізації консервів полягає у знаходженні таких способів і режимів стерилізації, які забезпечували б поряд з необхідною інактивацією мікрофлори і збереження харчової цінності продукту, бо основними факторами, що впливають на їх вибір є температура нагрівання продукту і тривалість її впливу.

Застосування струмів високої (ВЧ) і надвисокої частоти (НВЧ) є одним з особливих варіантів теплової стерилізації продуктів. Харчовий продукт у електромагнітному полі поглинає електричну енергію, перетворюючи її на теплову. Швидкість нагрівання харчового продукту в полі ВЧ та НВЧ значно вища, тривалість процесу обчислюється секундами. Це дозволяє значною мірою зберегти якість продукту. Використання мікрохвильової енергії частотою 2400 МГц дає змогу здійснити безперервний процес стерилізації на конвеєрі в робочій камері, куди електрична енергія, яка генерується магнетронами з обертаючим магнітним полем, надходить без необхідності стискання продукту між обкладками конденсатора. Однак, слід відмітити, що впровадження процесів ВЧ- та НВЧ-обробки в

практику консервування обмежене через складність обладнання, відносну дороговизну процесу, складність контролю температурного режиму в банці під час обробки, тощо [1, 4].

Ультрафіолетове випромінювання також використовують для придушення життєдіяльності мікроорганізмів, тому що завдяки своїй високій енергії воно створює значну хімічну (при довжині хвиль 400-330 нм) і біологічну (при довжині хвиль 330-200 нм) дію. Ультрафіолетові промені використовуються для стерилізації тари і рідких харчових продуктів за умови їх обробки в тонкому шарі. При дослідженні процесу стерилізації води ультрафіолетовими променями (при довжині хвилі 260 нм), яка використовувалася для виробництва безалкогольних напоїв, було встановлено, що більш ефективними є УФ-установки на відміну від установок миттєвої пастеризації [5].

Ультрафіолетова обробка виключає використання хімічних речовин, що сприятливо впливає на збереження аромату продукту. Для здійснення такої обробки використовують УФ-лампи або установки, оснащені УФ-випромінювачами. При стерилізації рідин в таких установках більший ефект досягається при турбулентному русі продукту. Однак, широке використання бактерицидного ефекту ультрафіолетових променів для консервування харчових продуктів обмежене через їх малу проникаючу здатність (частки міліметра). Стінки жерстяної і скляної тари не пропускають ультрафіолетові промені. Обробку продукту погіршує також наявність у ньому речовин, поглинаючих ультрафіолетові промені. В цілому, незважаючи на значне скорочення кількості мікроорганізмів у продукті, процес не забезпечує повної стерильності [1, 6].

На мікроорганізми у харчових продуктах впливають також інфрачервоним випромінюванням. З цією метою потік рідких та гомогенних харчових продуктів обробляють в пастеризаторах, оснащених інфрачервоними випромінювачами. Завдяки миттєвому впливу випромінювання з високою температурою створюються необхідні умови для знищення токсичної і баластної мікрофлори, що забезпечує підвищену, у порівнянні з традиційними методами пастеризації, збереженість продукту. Однак, при такій обробці на поверхні, що опромінюється ІЧ-променями, може відбуватися локальний перегрів продукту, що викликає утворення накипу або нагару і термодеструкцію лабільних компонентів оброблюваних рідин. У результаті цього знижується поживна і біологічна цінність продуктів, погіршується їх органолептична оцінка і зменшується ефективність використання енергоносіїв [6].

Також відома технологія обробки харчових продуктів високим тиском, що сприяє успішному пригніченню життєдіяльності вегетативних клітин мікроорганізмів, але вона менш ефективна в інактивації спор бактерій і ферментів. Крім того, ця технологія дозволяє обробляти тільки невеликі обсяги продукту.

Механічна (холодна) стерилізація являє собою фільтрування через дрібнопористі антибактеріальні чи антивірусні фільтри. Їх виготовляють із спеціальних матеріалів, пронизаних порами, які мають різну форму та проходять через фільтр звивисто. Фільтри можна виготовляти із позитивно зарядженого матеріалу, тоді бактерії, що несуть на поверхні негативний заряд ще й взаємодіють з ним електростатично, а не тільки механічно внаслідок різного діаметру бактерій і пор [1].

При огляді вищевказаних способів стерилізації одним з інноваційних методів являється гаряче розпилювання, яке застосовується для соків і томатопродуктів. Сутність його полягає в тому, що продукт нагрівають до кипіння, негайно розливають у стерильну

тару місткістю не менше ніж 3 л. Запас теплоти в продукті виявляється достатнім для стерилізуючого ефекту.

При огляді існуючих способів стерилізації теплової стерилізація виявилась найбільш розповсюдженим і надійним способом консервування харчових продуктів. Технологія процесу постійно удосконалюється. В основному зміни направлені на покращення якості готової продукції, яку визначають за органолептичними, хімічними і бактеріологічними показниками вмісту консервів та збільшення економічної ефективності процесу обробки.

Інтенсифікація теплових процесів дає можливість збільшити продуктивність апаратів при зменшенні їхніх габаритів, металоємності, вартості та зменшенні експлуатаційних витрат, спрощення конструкції. З метою інтенсифікації процесу теплової стерилізації консервів та збільшення його економічної ефективності пропонується застосування аеродинамічного інтенсифікатора в конструкції автоклава. В такому обладнанні шляхом сумісного використання рециркуляційно-аеродинамічного нагрівача з компресорним агрегатом досягається рівномірність нагріву по всьому об'єму робочої камери, можливість точного регулювання температури і необхідного тиску циркулюючого теплоносія. Виділення теплоти зумовлене рециркуляцією повітряного потоку та його аеродинамічними втратами при взаємодії молекул повітря з поверхнею термоаероакумуючого екрану, що в свою чергу сприяє рівномірному поширенню теплової енергії у всьому об'ємі робочої камери, і, як наслідок, рівномірного нагріву розміщеної у цьому об'ємі тари з продукцією..

Висновки

В результаті проведення детального аналізу існуючих способів теплової обробки харчової сировини було встановлено подальші напрямки інтенсифікації цього процесу та удосконалення обладнання, зокрема, поставлено задачі забезпечення рівномірності нагріву всього об'єму робочої камери, тари і сировини, отримання можливості точного регулювання температури і необхідного тиску теплоносія, що циркулює в робочій камері. Проведений аналіз надав можливість вибору для подальшого дослідження і вироблення практичних рекомендацій конструкції автоклавів із аеродинамічним інтенсифікатором з метою здійснення теплової обробки харчової сировини, як таких, що мають технічні переваги у порівнянні із відомим серійним обладнанням для стерилізації консервів.

Список літератури

1. Поперечний А.М. Процеси та апарати харчових виробництв. Підручник / А.М. Поперечний О.І. Черевко, В.Б. Гаркуша та ін.. – К. : Центр учбової літератури, 2007. – 304 с.
2. Верховкер Я.Г. Эффективность технологических процессов / Я.Г.Верховкер // Пищевая промышленность. – 1990. – № 7. – С. 48-50.
3. Аминов М.С. Эффективность высокотемпературной ротационной стерилизации консервов «Компоты из персиков» с воздушно-водоиспарительным охлаждением / М.С. Аминов, М.С. Мурадов, М.Э. Ахмедов // Консервная и овощесушильная промышленность. – 1975. – № 12. — С. 15-17.
4. Лемаринье К.П. Применение асептического консервирования для повышения качества полуфабрикатов / К.П. Лемаринье. – М. : Пищевая промышленность, 1978. – 104 с.
5. Lyons M.I. Share of aseptic fruit juice packaging / M.I Lyons // Food Processing. – 1983. – № 52. – P. 12-13.
6. Dixon J.M. Improved heat exchanger / J.M Dixon // Food Engineering International. – 1985. – № 10. – P. 49-50.

References

1. Poperechnyy A.M. Protsesy ta aparaty kharchovykh vyrobnytstv . Pidruchnyk / A.M. Poperechnyy O.I. Cherevko , V.B. Harkusha ta in .. - K. : Tsentr uchbovoyi literatury , 2007 . - 304 s.
2. Verkhivker Ya.G. Effektivnost tekhnologicheskikh protsessov / Ya.G.Verkhivker // Pishchevaya promyshlennost . - 1990 . - № 7 . - S . 48-50
3. Aminov M.S. Effektivnost vysokotemperaturnoy rotatsionnoy sterilizatsii konservov «Kompoty iz persikov» s vozdushno - vodoisparitelnyim okhlazhdeniyem / M.S. Aminov, M.S. Muradov, M.E. Akhmedov // Konservnaya i ovoshchesushilnaya promyshlennost . - 1975 . - № 12 . - S . 15-17 .
4. Lemarinye K.P. Primeneniye asepticheskogo konservirovaniya dlya povysheniya kachestva polufabrikatov / K.P. Lemarinye . - M . : Pishchevaya promyshlennost, 1978 . - 104 s .
5. Lyons M.I. Share of aseptic fruit juice packaging / M.I Lyons // Food Processing. – 1983. – № 52. – P. 12-13.
6. Dixon J.M. Improved heat exchanger / J.M Dixon // Food Engineering International. – 1985. – № 10. – P. 49-50.

ПУТИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА ТЕПЛОВОЙ СТЕРИЛИЗАЦИИ КОНСЕРВОВ НА ОСНОВЕ ЕГО АНАЛИЗА

Аннотация: в статье проведен анализ существующих технологических и конструктивных средств процесса стерилизации пищевого сырья по их классификационным признакам и предложено использовать аэродинамический способ нагрева для реализации указанной термической обработки . Конструкция предложенного интенсификатора базируется на эффекте аэродинамического нагрева и способна обеспечить уменьшение энергозатрат и времени обработки на организацию данного технологического воздействия .

Ключевые слова: стерилизация , способы тепловой обработки , аэродинамический нагрев , энергозатраты , интенсификатор .

BY INTENSIFYING OF CANNED HEAT STERILIZATION ON THE BASIS OF ITS ANALYSIS

Summary: this paper analyzes the existing technological and structural funds sterilization process raw food for their classification features and asked to use the aerodynamic heating method to implement the designated heat treatment. The design of the proposed intensifier based on the effect of aerodynamic heating and is capable of providing energy and reducing processing time for the organization of the technological effect .

Keywords: sterilization, heat treatment methods , aerodynamic heating, energy, intensifiers .