

**Олена СИДОРЕНКО**

## **НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЖИМУ СТЕРИЛІЗАЦІЇ РИБОРОСЛИННИХ КОНСЕРВІВ**

Мікробіологічна безпечність консервів забезпечується повним знищенням усіх життєздатних мікроорганізмів, їхніх спор і відсутністю бактеріальних токсинів. Для досягнення поставленої мети продукт необхідно досить тривалий час стерилізувати при температурі вище 150 °С, що призводить до незворотних змін продукту та відповідного зниження його харчової цінності <sup>1</sup>.

---

<sup>20</sup> *Roots Environmentally ...* <http://www.moonenpackaging.com> 10.2008.

<sup>1</sup> *Артюхова С. А.* Технология продуктов из гидробионтов / С. А. Артюхова, В. Д. Богданов, В. М. Дацун. — М. : Колос, 2001. — 496 с.

© Олена Сидоренко, 2008

На сьогоднішній день процес стерилізації повинен гарантувати мікробіологічну безпеку товару й не викликати суттєвого зниження його якості. Це можливо при стерилізації консервів до повного знищення тільки нетерmostійкої безспорової мікрофлори та зменшення кількості спороутворювальних мікроорганізмів до визначеного рівня. Крім цього обов'язковою умовою є забезпечення абіозу патогенних клостридій *C. botulinum*, *C. perfringens*, а також кількість МАФАНМ групи *B. cereus* і *B. polymyxa*<sup>2</sup>.

Відповідно до сучасних вимог, стерилізація консервів – це теплова обробка, яка забезпечує повну загибель нетерmostійкої безспорової мікрофлори та зменшує число спороутворювальних мікроорганізмів до певного, заданого рівня, достатнього для запобігання псуванню продукту при відповідних температурах зберігання, й гарантує безпечність консервів за мікробіологічними показниками.

Головні чинники, які визначають параметри режимів стерилізації:

- кількість, видовий склад і властивості мікроорганізмів, які здатні впливати на мікробіологічну стабільність продукції;
- теплофізичні властивості продукту, що консервується, і тари, в яку він розфасований;
- характер і глибина термічного впливу на харчову цінність консервів.

Ступінь впливу процесу стерилізації на популяцію мікроорганізмів залежить переважно від двох параметрів: температури й тривалості її впливу.

Критерієм вибору температури стерилізації служить величина активної кислотності продукту, оскільки до неї мікроорганізми виявляють високу чутливість. Незважаючи на видову різноманітність мікрофлори продукту перед стерилізацією, тестом для встановлення реакції мікроорганізмів на величину активної кислотності продукту, що консервується, прийнята інтенсивність відмирання *C. botulinum* – найнебезпечніших для життя людини бактерій, що продукують нервово-паралітичний токсин сильної дії.

Згідно з гігієнічними вимогами, для забезпечення мікробіологічної безпечності консервів достатньо розрахувати режими їх стерилізації відносно повної загибелі клітин і спор *C. botulinum*<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> Добробабина Л. Б. Определение эффективности теплового воздействия при различных способах стерилизации / Л. Б. Добробабина, Т. М. Новикова // Рибне господарство України. — 2006. — № 1. — С. 36—39; Артюхова С. А. Исследование особенностей теплового консервирования гидробионтов с позиции сохранности пищевой ценности продукта / С. А. Артюхова, Л. Т. Серпунина, А. В. Капитанова, В. В. Соклаков // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2001. — № 3. — С. 35—38.

<sup>3</sup> Методичні вказівки з розробки режимів стерилізації та пастеризації консервів і консервованих напівфабрикатів, які виробляються підприємствами України: затв. перш. заст. міністра Агропромислового комплексу України Л. Б. Сватковим 17 верес. 1998 р. — К. : МАК. — 41 с.

З економічних позицій виробництва, для зменшення кількості можливого мікробіологічного бомбажу, режими стерилізації оцінюють за термостійкими спороутворювальними непатогенними бактеріями *C. sporogenes*, що викликають псування більшості рибних консервів.

Наукові дослідження вітчизняних і зарубіжних авторів вказують на те, що розвиток збудника ботулізму в харчових середовищах з активною кислотністю рН 4.5 і менше не відбувається. У зв'язку з цим продукти, рН яких 4.2 і менше, стерилізують при температурі 100 °С і нижче, а продукти з рН більше 4.2 – переважно при 112–120 °С<sup>4</sup>.

Для консервів із гідробіонтів, у тому числі риборослинних, як тест-культури використовують анаеробний мікроорганізм *C. sporogenes* (штам 25), який за термостійкістю переважає *C. botulinum* і здатний викликати псування низькокислотних продуктів. Вибір *C. sporogenes* за тест-мікроорганізм для консервів із гідробіонтів базується на його високій терморезистентності й здатності утилізувати білкові речовини консервованих риб, безхребетних і водоростей.

Урахування індивідуальних особливостей мікробного інфікування гідробіонтів, своєрідності хімічного складу сировини та його змін під час теплової обробки зумовлює диференційований підхід до вибору тест-культури. Наприклад, відомо, що в консервах із ламінарії, трепанга, кукумарії *C. sporogenes* не здатний викликати мікробіологічного псування, оскільки водорості й голкошкірі містять бактерицидні речовини та багато сполучнотканинних білків, які не засвоюються цими мікроорганізмами у зв'язку з відсутністю у них вираженої колагеназної й еластазної активності<sup>5</sup>. Відповідно, додавання водоростей до складу рецептур риборослинних консервів може сприяти зниженню термостійкості мікроорганізмів.

Порівняльна характеристика показників термостійкості двох тест-культур, які визначаються в консервах із різних видів гідробіонтів, свідчить про те, що термостійкість спор *C. botulinum* у 2–3 рази нижче *C. sporogenes*<sup>6</sup>. Саме тому при розробці режимів стерилізації консервів з деяких гідробіонтів доцільно використовувати різні тест-

<sup>4</sup> Нино В. П. Стерилизующий эффект – основа управления процессом стерилизации консервов / В. П. Нино, В. А. Бутник, В. А. Клоков и др. // Рыбное хозяйство. — 2001. — № 4. — С. 49; *Технічна мікробіологія* / [Л. В. Капрельянц, Л. М. Пилипенко, А. В. Єгорова та ін.] ; за ред. Л. В. Капрельянца. — Одеса : Друк, 2006. — 308 с.; *Консервированные продукты. Принципы контроля термической обработки, подкисления и оценки герметичности тары* / под ред. О. Геймина и Л. М. Уэддинга. — Вашингтон : Институт переработчиков пищевой пром-сти, 1995. — 250 с.

<sup>5</sup> Громаков В. Ю. Разработка оптимальных режимов стерилизации консервов. Теория и практика / В. Ю. Громаков, С. Ю. Гальфанд, Б. И. Голод, В. П. Филиппович : матер. IV междунар. науч.-практ. конф. "Производство рыбных продуктов: проблемы, новые технологии, качество", (Калининград, 23—26 окт. 2003 г.). — Калининград : КГТУ, 2003. — С. 100—105.

<sup>6</sup> Добробабина Л. Б. ... С. 36—39; Артюхова С. А. ... С. 35—38.

культури, оскільки термостійкість мікроорганізмів залежить не тільки від їхніх властивостей, а й від інших факторів: рН середовища, активності води, вологості продукту, що стерилізується, іонної сили розчинів у ньому, кількості й природи органічних кислот, присутності білків, жирів, фітонцидів, осмотично-активних речовин тощо. Для зниження термостійкості мікроорганізмів рибних консервів доцільним є комбінування рибної та рослинної сировини<sup>7</sup>.

Досліджено консерви риборослинні "Товстолобик консервований з додаванням морських водоростей" із вмістом рецептурних компонентів, %: товстолобик – 70, морські водорості – 2, морква – 10, цибуля – 5, кріп – 1, сіль – 2.

Консерви упаковано в скляну банку Ш-62-250 з кришкою системи *twist-off*, що забезпечує високу ступінь захищеності продукту від впливу зовнішнього середовища, хімічну інертність по відношенню до тари та зручність у використанні.

Виробництво нових видів консервів і застосування нових видів споживчої тари в рибоконсервній промисловості зумовило наукове обґрунтування режимів і визначення формули стерилізації з одночасним збереженням високої якості продукту.

Деякі речовини хімічного складу (органічні кислоти, фітонциди) доданої рослинної сировини знижують термостійкість мікроорганізмів.

Відомо, що жири, які містяться в консервах із гідробіонтів, сприяють підвищенню термостійкості мікроорганізмів за рахунок створення ними умов стерилізації без доступу води до мікробних клітин. Оточені ліпідною оболонкою, або так званим "гідрофобним чохлам", мікроорганізми легше переносять сухий нагрів, ніж вологий<sup>8</sup>. Ось чому нами рекомендовано використовувати для консервування рибу середньої жирності, враховуючи оптимальне поєднання смакових, структурно-механічних властивостей та впливу на термостійкість мікроорганізмів.

Під час стерилізації консервів усіх видів, які є складною, багатоконпонентною системою, відбувається зміна їхніх хімічних і фізичних властивостей під дією як внутрішніх, так і зовнішніх чинників.

Аналізуючи фактори, які впливають на прогрів консервів, враховано, що передача теплоти від теплоносія до продукту проходить від периферії банки до геометричного центру, де продукт починає стерилізуватися значно пізніше порівняно із зовнішніми шарами. На прогрів консервів впливає початкова температура продукту, яка в натуральних рибних консервах може бути 8–10 °С, а в продуктах із попередньою тепловою обробкою напівфабрикату чи додаванням гарячих заливок – 45–60 °С.

<sup>7</sup> Сидоренко О. В. Формування асортименту та якості риборослинних продуктів / О. В. Сидоренко. — К. : Київ. торг.-екон. ун-т, 2006. — 322 с.

<sup>8</sup> Добробабина Л. Б. ... С. 36—39; Громаков В. Ю. ... С. 100—105.

Оскільки теплота передається до продукту через поверхню тари, то матеріал і товщина стінок є чинниками прогріву, що важливо враховувати під час виробництва консервів у скляній тарі.

Фізичні властивості сировини, що консервується, визначаються способом передачі теплоти й, відповідно, швидкістю прогрівання та охолодження продукту в банці під час стерилізації.

Доведено експоненціальну залежність між тривалістю процесу стерилізації та швидкістю прогрівання продукту, що консервується. Вона аналогічна залежності між температурою нагрівання й швидкістю теплової загибелі мікроорганізмів у суспензіях. Інтенсивність прогрівання консервів кількісно характеризується константою термічної інерції продукту  $f_h$  – це час, необхідний для проходження одного логарифмічного циклу в координатах  $\lg T_a - T_n \cdot \tau$ , де  $T_a$  і  $T_n$  – температура під час прогрівання автоклава й продукту відповідно<sup>9</sup>. Для консервів із гідробіонтів у тарі ємністю 100–353 см<sup>3</sup>  $f_h$  дорівнює 14.5–48.0 хв.

До чинника, який істотно впливає на тривалість прогрівання продукту, належить стан спокою або обертання банок під час стерилізації. Обертання банок навколо своєї вертикальної осі або перевертання їх з дна на кришку створює умови для вимушеної конвекції їхнього вмісту. Однак використання роторної стерилізації для продуктів із ніжною консистенцією (наприклад, риба в заливці) може призвести до порушення її цілісності, впорядкованості укладання, помутніння заливки. Ось чому застосування цього типу стерилізації є недоцільним для консервів риборослинних. Водночас вибіркоче застосування роторної стерилізації істотно інтенсифікує процес.

На швидкість прогрівання вмісту банок значно впливає нерівномірність прогрівання продукту в різних точках, а також неоднорідність температурного поля банки в стерилізаційному апараті. Кінетичну константу інерції продукту до нагрівання використовують для точних розрахунків необхідної летальності процесу стерилізації харчових продуктів<sup>10</sup>.

При розробці режимів стерилізації використано розрахункові, експериментальні та дані довідкової літератури. Процедура проведена відповідно до встановлених методів мікробіологічних, теплофізичних і органолептичних досліджень із застосуванням спеціального обладнання і приладів при суворому дотриманні необхідної точності вимірювань. Вона складалася з декількох етапів, які передбачали корегувальні дії залежно від кількості виявлених дефектів відповідно до системи контролю за критичними точками виробництва – ХАССП (рис. 1)<sup>11</sup>.

<sup>9</sup> Сидоренко О. В. ... 322 с.; Добробабина Л. Б. ... С. 36–39; Артюхова С. А. ... С. 35–38.

<sup>10</sup> Методичні вказівки ... 41 с.

<sup>11</sup> Сидоренко О. В. Перспективи втілення системи ХАССП для забезпечення якості й конкурентоспроможності нових видів рибних товарів / О. В. Сидоренко, Н. Я. Орлова, О. В. Тимофєєва // Вісник ДонДУЕТ. — 2004. — № 4. — С. 66–71.

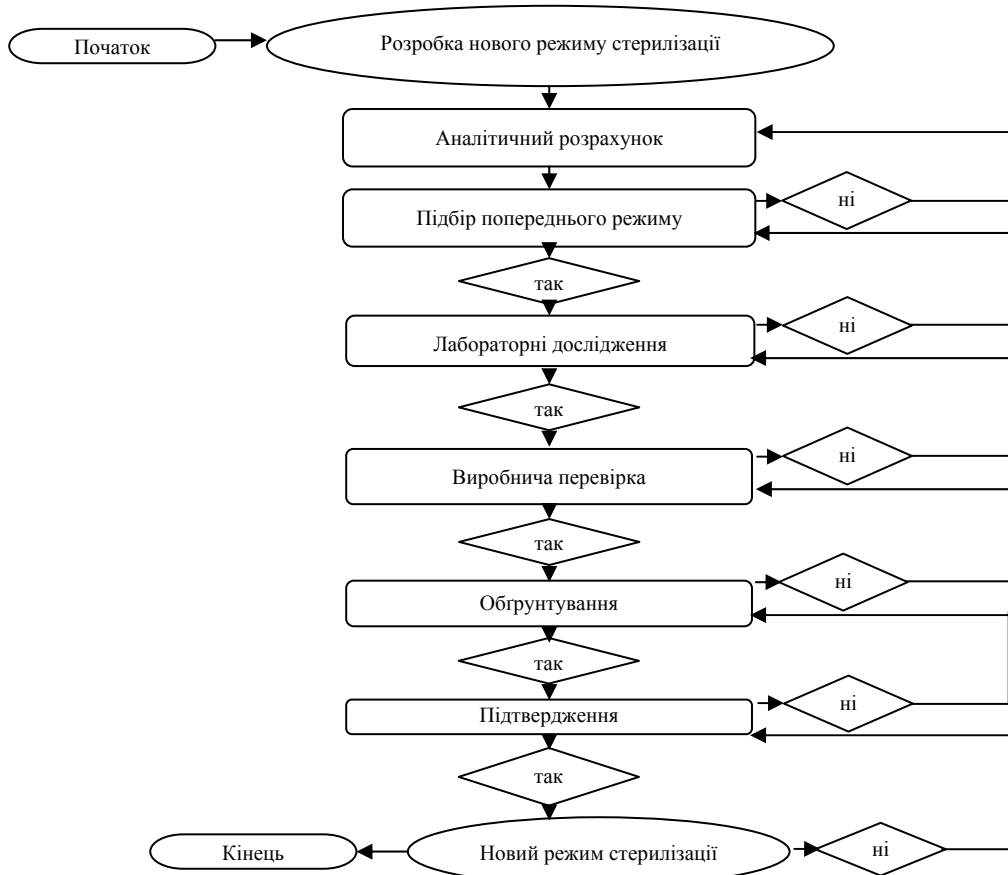


Рис. 1. Послідовність виконання окремих етапів розробки та обґрунтування режиму стерилізації риборослинних консервів

Попередньо підібраний режим стерилізації в автоклаві складався з трьох фізичних параметрів: тривалість етапів стерилізації (хв), максимальної температури (°C) і тиску (кПа). Лабораторні випробування цього режиму полягали у стерилізації попередньо забруднених тест-культурою риборослинних консервів і встановленні ступеня загибелі цих культур при збереженні якості продукту відповідно до нормативної документації.

Перевірку розроблених режимів стерилізації методом експериментального інокулювання проведено спорами тест-культури *S. sporogenes* (штам 25), які мають показники термостійкості у нейтральному фосфатному буфері:

$$D_{121,1}^{\circ\text{C}} = 0.60 \text{ хв}, \quad z = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Для стерилізації використано 30 банок, кожна з яких була заражена внесенням 80 000 спор; 5 банок не були заражені.

Розрахунок фактичної летальності проведено за формулою:

$$L_T^z (F - \text{ефект}) = \int_{\tau_1}^{\tau_2} K_F d\tau \approx \tau_p (K_{F_1} + K_{F_2} + \dots + K_{F_n}) \text{ ум. хв.}$$

Дослідні стерилізовані банки консервів перевірено на герметичність, після чого 15 з них витримано в термостаті 5 діб при 30 °C, решта – при кімнатній температурі впродовж 15 діб і в термостаті при 30 °C 5 діб.

Проведено бактеріологічний аналіз консервів на промислову стерильність за ГОСТ 30425–97 (Консервы. Метод определения промышленной стерильности).

Відповідно до методичних вказівок<sup>12</sup>, значення нормативного стерилізуючого ефекту для групи консервів "Рибні і риборослинні в бульйонах, заливках, різноманітних соусах, без додавання томатної пасти" становить 5.5 ум. хв. Фактична летальність процесу стерилізації нових консервів становила 7.65 ум. хв (рис. 2).

Після отримання позитивних результатів у лабораторних умовах режим стерилізації рекомендовано до виробничої перевірки, яка передбачає:

- виробництво дослідної партії консервів відповідно до вимог нормативної документації, санітарних норм і правил за попередньо підібраним режимом стерилізації після лабораторної перевірки;
- зберігання дослідної партії не менше 90 діб в умовах, які передбачені нормативною і технологічною документацією;
- контроль промислової стерильності, виявлення і підрахунок можливого браку, визначення органолептичних і фізико-хімічних показників<sup>13</sup>.

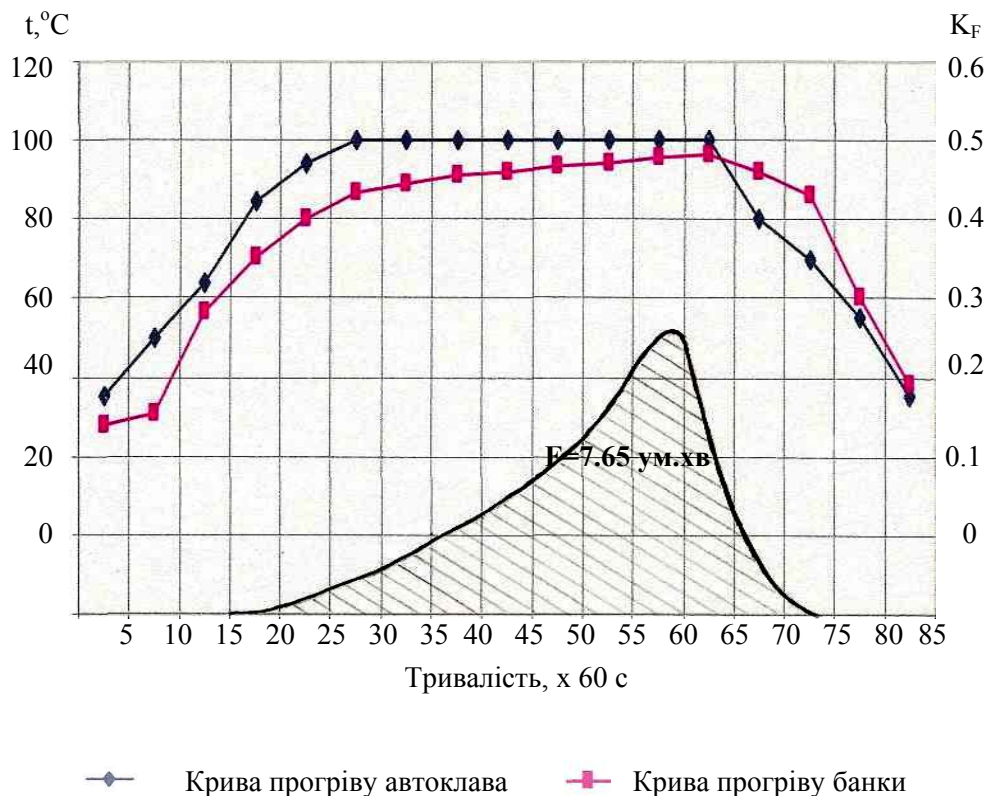


Рис. 2. Характеристика режиму стерилізації консервів "Товстолобик консервований з додаванням морських водоростей"

<sup>12</sup> Методичні вказівки ... 41 с.

<sup>13</sup> Там само.

Режим стерилізації консервів у скляних банках з кришкою системи *twist-off*, розроблений експериментально та апробований на ТОВ "Дисконт" у вертикальних автоклавах типу КАВ-2, становив  $\frac{25-35-25}{120^{\circ}\text{C}}$ . 0.26 МПа. Умови стерилізації: водне середовище, охолодження в автоклаві водою з використанням стиснутого повітря. Температура фасування не нижче 45 °С. Температура заливки при фасуванні не нижче 85 °С.

Надлишковий тиск, який виникає під час стерилізації, іноді перевищує допустимий рівень, що небезпечно появою фізичного браку та вимагає для збереження герметичності тари й товарного виду продукції застосування обґрунтованих параметрів протитиску (таблиця).

Таблиця

**Величина протитиску під час стерилізації консервів  
"Товстолобик консервований з додаванням морських водоростей"**

Тривалість прогрівання та стерилізації, хв	Температура води в автоклаві, °С	Тиск в автоклаві	
		МПа	Кгс/см <sup>2</sup>
0	55	0.00	0.0
5	70	0.04	0.4
10	84	0.08	0.8
15	105	0.12	1.2
20	114	0.18	1.8
25	120	0.22	2.2
Постійно протягом усього періоду власне стерилізації 0.26 Мпа (2.6 кгс/см <sup>2</sup> )			
65	100	0.26	2.6
70	90	0.20	2.0
75	75	0.12	1.2
80	55	0.06	0.6
85	35	0.00	0.0

У період з 80-ї до 85-ї хв тиск поступово знижено до атмосферного.

Рівень протитиску залежить від матеріалу тари, її стійкості до надлишкового тиску й міцності закупорювання. Створюючи протитиск в автоклаві, слід орієнтуватися не тільки на максимальне його значення, а й додержуватися певної динаміки процесу для того, щоб крива тиску в автоклаві описувала криву тиску в банці, по можливості близько примикаючи до її контуру (див. *рис. 2*).

Підсумовуючи результати проведених аналітико-практичних досліджень, визначено найвпливовіші чинники на прогрівання: ступінь кулінарної готовності консервів, що оцінюється по розм'якшенню хребтової кістки риби; неоднорідність температурного поля в стерилізаторі, форму та розмір тари, вид теплоносія. Отже, режим стерилізації, розроблений для нових риборослинних консервів у скляній тарі забезпечує їхню мікробіологічну стабільність під час зберігання та високий рівень споживних властивостей.