

УДК 664.934

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.109-2.18>

## РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ М'ЯСНИХ ПАШТЕТІВ

**Приліпко Т.М.** – д. с-г. н., професор, професор кафедри технології виробництва, переробки і стандартизації продукції тваринництва, Подільський державний аграрний технічний університет

**Коваль Т.В.** – к. с-г. н., доцент, доцент кафедри агрохімії, хімічних та загальнобіологічних дисциплін, Подільський державний аграрний технічний університет

У статті наведено результати досліджень з вивчення впливу удосконаленого механізму теплообмінника автоклаву, які вказують на те, що запропонована оптимізація режимних і конструктивних параметрів вертикального двокорзинного автоклаву шляхом введення у систему технічного забезпечення, а саме теплообмінника змішування й зміни напрямку подачі гострої пари, забезпечує найкращі умови для видалення повітря, скорочує час продувки, зменшує втрати пари, виключає подачу перегрітої пари в автоклав та необхідність нагрівання й охолодження проміжного теплоносія, яким є вода. При цьому встановлено зменшення витрат пари й води за умов пароповітряної термообробки й скорочення часу стерилізації до 9 хвилин порівняно зі стерилізацією у воді. Скорочення часу нагрівання дає змогу більшою мірою зберегти біологічну цінність консервів та підвищити їх якість. Зі збільшенням теплового навантаження кількість вільних амінокислот зростає з 8,26 до 10,2 г/100 г, що свідчить про зростання швидкості гідролітичного розпаду білків у продукті за збільшення тривалості нагрівання. За поступового нагрівання й доведення до температури вище 100°C у вологому середовищі паштетної маси спостерігається прискорення процесів гідролізу тригліцеридів та насичення подвійних зв'язків радикалів жирних кислот гідроксильними групами. Внаслідок часткового розпаду жиру збільшується кількість вільних жирних кислот. За результатами проведених досліджень встановлено оптимальний режим стерилізації при температурі 115°C та за стерилізуючого режимного ефекту консервування 6 ум. хв. В результаті вдосконалення теплообмінника автоклаву зросла ефективність роботи апарату, а завдяки зменшенню часу впливу тепла й вирівнюванню умов нагрівання банок в різних зонах автоклаву більшою мірою збереглися під час консервування високі органолептичні, фізико-хімічні властивості та харчові цінності готового м'ясного паштету.

**Ключові слова:** автоклав, стерилізація, паштет, консервна продукція, тара.

### ***Prylipko T.M., Koval T.V. Development of technology and equipment for heat treatment of meat pies***

The results of studies on the influence of the improved mechanism of the autoclave heat exchanger are presented, which indicate that the optimization of the mode and design parameters of a vertical two-basket autoclave by introducing into the system of technical support – the heat exchanger of mixing and changing the direction of supply of sharp steam, provides the best air conditions, purging, reducing steam loss, eliminating the supply of superheated steam in the autoclave and the need to heat and cool the intermediate or coolant – water. It was found that the reduction of steam and water consumption during steam-air heat treatment and the reduction of sterilization time to 9 minutes compared to sterilization in water. Reducing the heating time allows to preserve the biological value of the cans and to increase their quality. With increasing heat load, the number of free amino acids increases from 8.26 to 10.2 g/100 g, indicating an increase in the rate of hydrolytic breakdown of proteins in the product as the heating duration increases. With the gradual heating and bringing to a temperature above 100°C in the moist environment of the paste, there is an acceleration of the processes of hydrolysis of triglycerides and the saturation of the double bonds of the fatty acid radicals by hydroxyl groups. Due to the partial breakdown of fat, the amount of free fatty acids increases. According to the results of the studies, the optimal mode of sterilization at a temperature of 115°C and a sterilizing mode of preservation effect of 6 um were established minutes. As a result of the improvement of the autoclave heat exchanger, the efficiency of the apparatus increased, and due to the reduction of heat exposure time

*and the equalization of the heating conditions of the jars in different zones of the autoclave, the high organoleptic, physicochemical properties and nutritional values of the finished meat pate were preserved to a greater extent.*

**Key words:** autoclave, sterilization, pate, canning products, packaging.

**Постановка проблеми.** Під час вибору температури й тривалості нагрівання консервів в автоклавах виходять перш за все з того, що правильно встановлений режим стерилізації повинен забезпечити мікробіологічну стабільність консервів. Режим стерилізації повинен гарантувати належний ступінь пригнічення мікроорганізмів, потенційно шкідливих для здоров'я людини, а також тих, які можуть стати причиною псування консервів під час зберігання. При цьому слід враховувати, що нагрівання має бути за можливості мінімальним для забезпечення високих органолептичних властивостей та харчової цінності готових продуктів [1, с. 52].

Для стерилізації консервів нині відомі апарати різних конструкцій як періодичної, так і безперервної дії. Порівняно зі стерилізаторами та пастеризаторами безперервної дії автоклави мають низку суттєвих недоліків, основними серед яких є труднощі створення рівномірного температурного поля, що приводить до вимушеного збільшення тривалості стерилізації; трудомісткість операцій з технологічного та технічного обслуговування; неможливість забезпечення поточності переміщення консервів, що приводить до негарантованої обробки всієї виробленої продукції [2, с. 32].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Незважаючи на такі значні недоліки, автоклави посідають домінуюче місце в стерилізаційному та пастеризаційному обладнанні вітчизняної та світової консервної промисловості завдяки притаманному їм універсалізму [3, с. 168].

У консервній промисловості застосовуються вертикальні й горизонтальні автоклави періодичної дії [1, с. 52], які дають змогу стерилізувати практично будь-які харчові продукти, розфасовані в будь-які види тари.

Під час стерилізації консервів в автоклавах є можливим вторинне обсіменіння мікроорганізмами консервів в процесі охолодження. Розміри мікробів досить малі. Об'єм звичайного мікроба «Коки» складає  $10^{-12}$  см<sup>3</sup> [3, с. 168].

Допуск під час машинного оброблення банок має величину порядку 0,025 мм, тобто мікроби можуть бути в 10–100 разів менше, ніж ці величини, тому можливим є утворення в швах незначних нещільностей, достатніх для проникнення мікробів [6, с. 1].

**Постановка завдання. Мета статті** полягає в підтвердженні теоретичних передумов процесу стерилізації консервованого м'ясного паштету та визначенні оптимальних режимних параметрів досліджуваного обладнання за умови підвищення якісних характеристик вихідної продукції.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Запропонована оптимізація режимних та конструктивних параметрів вертикального двокорзинного автоклаву шляхом введення в систему технічного забезпечення, а саме теплообмінника змішування й зміни напрямку подачі гострої пари, забезпечує найкращі умови для видалення повітря, скорочує час продувки, зменшує втрати пари, виключає подачу перегрітої пари в автоклав та необхідність нагрівання й охолодження проміжного теплоносія, яким є вода. Завдяки цьому можна швидко розпочати процес інтенсивного підведення тепла до банок, що дає змогу скоротити час нагріву й витрати пари [4; 5].

В результаті цього зросте ефективність апарату, а завдяки зменшенню часу впливу тепла й вирівнюванню умов нагрівання банок в різних зонах автоклава

більшою мірою збережеться якість продуктів під час консервування. Схема запропонованої конструкції автоклава для стерилізації консервів зображена на рис. 1.

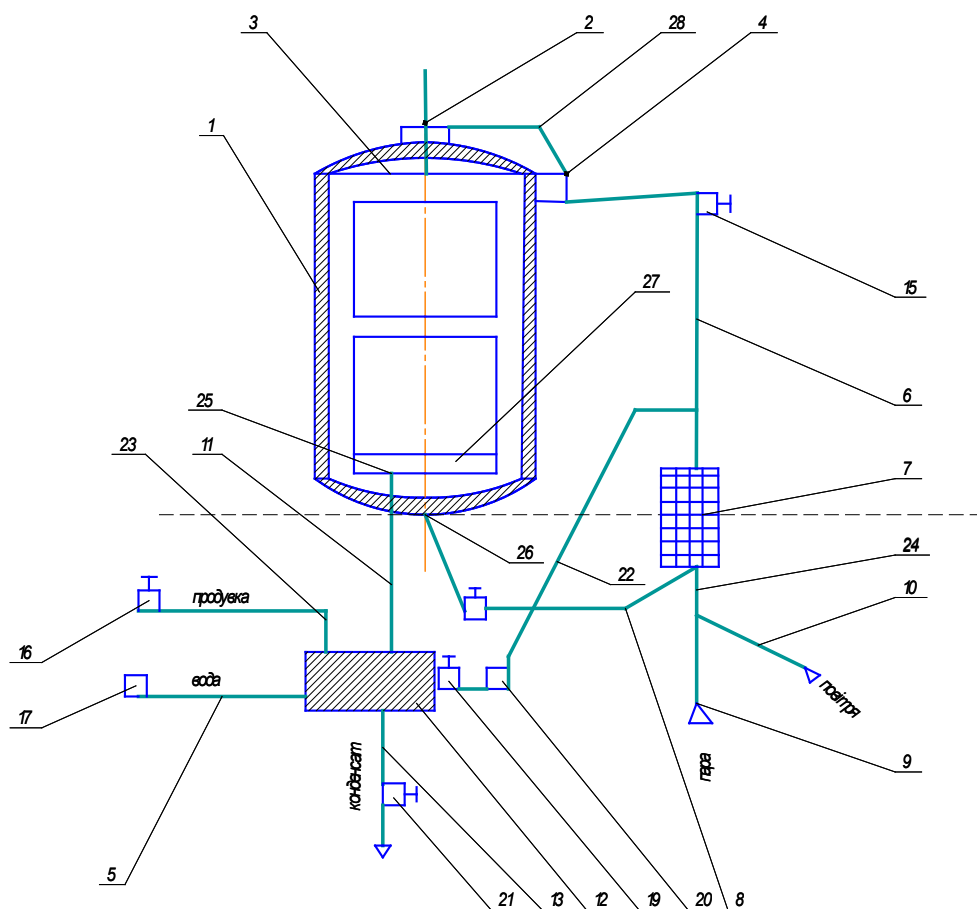


Рис. 1. Схема вертикального автоклава періодичної дії зі зміненими конструктивними параметрами

Автоклав містить корпус 1, кришку 2, сітку 3 у верхній частині автоклава для розсіювання зверху пари або води. Кришка 2 шарнірно з'єднана з корпусом 1 петлею 4, через вісь якої проходить герметичний шарнір. До осі петлі 4 з одного боку приєднаний трубопровід 6, що зв'язує петлю 4 з теплообмінником змішування 7, який розташований таким чином, що його верх, до якого підведено трубопровід 6, розташований вище за дно 1, а низ – нижче за днище корпусу 1, пов'язаного з теплообмінником 7 трубопроводом 8. До автоклава підведені трубопроводи 9 і 10 для подачі пари й стислого повітря відповідно. Трубопровід 11 з'єднує днище корпусу 1 зі збірною конденсату 12. Низ збірника конденсату 12 трубопроводом 13 пов'язаний з дренажною комунікацією. На трубопроводі 8 встановлений кран 14, на трубопроводі 6 – кран 15. На верхній частині збірника конденсату 12 встановлений продувочний кран 16. На трубопроводі 5 подачі води в збірник 12 встановлений кран 17. На відводі трубопроводу 6 близько петлі 4 встановлена заглушка 18.

Трубопровід з краном 19 пов'язує насос 20 із емкістю 12. Насос 20 розташований таким чином, що під час наповнення збірника конденсату 12 він також заливається водою. Трубопровід 13 забезпечений вентиляем 21. Трубопровід 22 пов'язує насос 20 з герметичним шарніром в петлі 4, на 20 трубопроводі продувки за вентиляем 16 встановлений термометр 23. Трубопроводи 9 і 10 об'єднані в єдиний трубопровід 24, розміщений нижче теплообмінника 7 і підведений до його днища. Патрубок 25 заведеного в корпус 1 трубопроводу 11 розташований вище патрубку 26 трубопроводу 8. Над патрубком 26 розташована сітка 27 для розтину струменів пари. Петля 4 з'єднана з верхньою частиною кришки 2 трубопроводом 28.

Автоклав працює таким чином. У корпусі 1 встановлюють кошики з консервними банками, що закривають і герметизують кришку 2. У теплообміннику 7 знаходиться вода, що залишилася в ньому після стерилізації попередньої партії. Відкривають кран 16 і по трубопроводу 9 подають у теплообмінник 7 пару. Проходячи через воду, пара знижує свою температуру до температури насичення, випаровуючи частину води. Насичена пара через шарнір у петлі 4 надходить у кришку 2. Сітка розсіює струмінь пари, який видавлює повітря з автоклава через збірник конденсату 12 і кран 16. Поява пари фіксується термометром 23, встановленим на продувочній комунікації. Коли все повітря вийде з корпусу 1, кран 16 закривають, після чого починають подавати пару по трубопроводу 9 в таких кількостях, щоби забезпечити зростання тиску в автоклаві відповідно до зростання тиску в банках. Зростання тиску в автоклаві супроводжується відповідним для насиченої пари зростанням температури. Закривають кран 15 і відкривають кран 14. Пара проходить через воду в теплообміннику 7 і конденсат в днищі корпусу 1. Температуру в автоклаві продовжують підвищувати до досягнення температури стерилізації. При досягненні температури стерилізації тиск в автоклаві сягає 2,0–2,5 атм. Весь цей час стерилізація проводиться в середовищі насиченої пари. Охолодження розпочинають з подачі в автоклав додаткового повітря, щоби не пошкодити тару під час падіння тиску внаслідок конденсації пари. Очевидно, що не можна на початку охолодження подавати на банки холодну воду. Щоб уникнути дефекту банок, після закінчення стерилізації подачу пари припиняють, а потім по трубопроводу 17 подають порцію холодної води, відкривають кран 14 і закривають кран 15. Включають насос 20 і перемішують конденсат з холодною водою до температури не нижче 60°C. Після цього відкривають кран 15 і закривають кран 14. Вода по трубопроводу 22 через шарнір в петлі під тиском поступає під кришку 2 і розпочинає зрошувати консервні банки. Сітка 3 розпоршує струмінь і розподіляє її над банками. Нагріта вода, що пройшла через шари банок, стікає в збірник конденсату 12, куди продовжує надходити також холодна вода. Середовище, що подається на банки, поступово охолоджується. Зменшується тиск повітря під кришками в банках. Через деякий час починають поступово випускати з автоклава повітря по трубопроводу 29. Охолодження припиняють, коли температура в автоклаві знижується до 40°C, а тиск – до атмосферного. Відкривши верхню кришку 2, вивантажують сітки з банками. Воду з емкості конденсату 12 випускають по трубопроводу 13, але на ділянці трубопроводу 22 вода залишається. Надалі під час подачі пари в ході наступного циклу стерилізації залишок води й закритий кран 19 перешкоджають попаданню пари в корпус 1. Отже, отримуємо наповнений водою теплообмінник 7, готовий до наступного циклу стерилізації. Під час стерилізації консервів здебільшого необхідно компенсувати тиск, що виникає в банках під час нагрівання. При цьому процес протікає таким чином: закривають і герметизують кришку 2, відкривають кран 16. По трубопроводу 9 подають

у теплообмінник 7 пари. Насичена пара через шарнір в петлі 4 надходить під кришку 2, де сітка 3 робить струмінь пари, який видавлює повітря через збірник конденсату 12 і кран 16. Коли все повітря вийде з корпусу 1, кран 16 закривають. Пару по трубопроводу 9 починають подавати в таких кількостях, щоби забезпечити зростання тиску в автоклаві відповідно до зростання тиску в банках. При цьому між тиском в банках і тиском в автоклаві підтримується різниця тисків, що гарантує збереження міцності тари. Закривають кран 15 і відкривають кран 14, пара проходить через воду в теплообміннику 7 і конденсат в днищі корпусу 1. У цьому разі подача пари знизу деякою мірою компенсує нерівномірність нагрівання шарів банок, що виникла під час подачі пари зверху під час продувки. Зростання температури в автоклаві триває до досягнення температури стерилізації. У цей час відбувається нагрів банок насиченою парою, який характеризується постійністю температур і коефіцієнта тепловіддачі до всіх банків в кожен момент часу. При досягненні температури стерилізації тиск в автоклаві сягає 0,7–1,3 атм. Подальше зростання температури обмежують, але тиск необхідно підвищувати. Для цього в автоклав по трубопроводу 10 починають подавати повітря. Кран 15 відкривають, а кран 14 закривають. По трубопроводу 9 для підігріву повітря подають деяку кількість пари. Повітря, змішуючись з парою в трубопроводі 24, підігрівається, його температура підвищується після проходження через теплообмінник, а потім повітря подається над сіткою 3. подача повітря зверху банок забезпечує його рівномірний розподіл в усьому об'ємі корпусу 1. З початку подачі повітря зростає температура кипіння конденсату (внаслідок підвищення тиску), яка починає перевищувати температуру стерилізації, тому якщо продовжувати здійснювати подачу пари весь час зверху, то верхній шар банок перегріватиметься. Крім того, під час постійної подачі пари зверху почне збільшуватися концентрація повітря біля нижніх шарів банок, тому періодично відкривають кран 14 і закривають кран 15, і навпаки. Експериментально визначено, що циклічність перемикання вентилів становить 5–10 хвилин, причому час подачі пари у верх корпусу 1 менше часу подачі пари в низ корпусу 1. Повітря подають в мінімально можливих кількостях, що забезпечує збереження тари й дає змогу мінімально збільшити температуру кипіння конденсату, забезпечивши достатню рівномірність нагріву консервів. Наприкінці стерилізації подають додаткову порцію повітря і з цього моменту тиск в автоклаві дещо перевищує тиск у банках, що оберігає тару від деформації під час конденсації пари після подачі охолоджуючої води й виключає кавітацію в насосі. Випускають конденсат з корпусу також частково з ємкості 12. Надлишок конденсату виливають, залишаючи його на рівні, що забезпечує стійку роботу насоса.

Випробування автоклава проводили у виробничих умовах на ТОВ «Кам'янець-Подільський м'ясокомбінат». Після завантаження автоклава консервами (паштет «Подільський» в жерстяних банках № 1 масою нетто 100 г) проводили його продувку шляхом подачі у верхню частину автоклава пари температурою 110°C протягом двох хвилин до початку виходу з автоклава середовища з температурою 78°C, а потім збільшували температуру всередині апарата протягом 20 хвилин парою, що подається через воду в теплообміннику, до досягнення температури стерилізації 115°C. Після встановлення цієї температури створювали в автоклаві тиск 2,5 атм. повітрям, яке попередньо підігрівалося, шляхом пропускання його через конденсат у теплообміннику. Витримання консервів при температурі 115°C проводилося протягом 30 хвилин (в інших випадках час стерилізації тривав 40 або 50 хвилин). Перед охолодженням консервів випускали надлишок конденсату і вели охолодження зрошенням банок сумішшю конденсату й води

з початковою температурою 65°C, яка поступово знижувалась до 29°C, шляхом додавання холодної води. Охолодження консервів проводили протягом 20 хвилин. Тиск в автоклаві під час охолодження підтримувався близько 2,5 атм. шляхом подачі повітря. Під час підйому температури й стерилізації пару подавали поперемінно зверху й знизу автоклава з циклічністю. Протягом усього періоду продувки, підйому температури й стерилізації пара, що подавалась в автоклав, проходила через теплообмінник під час кипіння в ньому води (конденсату), маса якої складала:

$$m = \frac{k(wt(I - I') - cm_t \Delta t)}{I' - I_v} = \frac{12(41 \cdot 290(2754 \cdot 10^3 - 2705 \cdot 10^3)) - 43,2 \cdot 1180 \cdot 100}{2705 \cdot 10^3 - 2100 \cdot 10^3} = 34 \text{ кг}. \quad (1)$$

Мінімальна ємність збірника конденсату була визначена й складала:

$$V = Q(n+3) \frac{\sqrt{2H}}{g} + V_k = \frac{15}{360} (62+3) \frac{\sqrt{2 \cdot 0,031}}{9,8} + 0,12 = 0,15 \text{ м}^3. \quad (4.2)$$

Після закінчення охолодження кришку автоклава відкривали, корзини з банками вивантажували й проводили огляд консервів. Температуру всередині банок, розміщених у різних зонах автоклава й в автоклаві, вимірювали за допомогою голчастих термопар і приладу фірми «Еллаб». Вимірювання тиску в автоклаві проводилося за допомогою манометра. Виробничі дослідження підтвердили зменшення витрат пари й води під час проведення пароповітряної термообробки й скорочення часу стерилізації до 9 хвилин порівняно зі стерилізацією у воді. Скорочення часу

Таблиця 1

#### Амінокислотний склад паштетів при різних стерилізаційних ефектах

Найменування амінокислот	Вміст амінокислот, г/100 г		
	Стерилізуючий ефект, ум. хв.		
	4	6	8
<i>Незамінні амінокислоти</i>			
Валін	0,39	0,39	0,45
Ізолейцин	0,34	0,37	0,39
Лейцин	0,65	0,66	0,72
Метіонін+цистин	0,19	0,21	0,26
Треонін	0,37	0,38	0,40
Фенілаланін+тирозин	0,62	0,68	0,78
Триптофан	0,08	0,09	0,12
Лізін	0,28	0,32	0,33
Сума НАК	2,86	3,10	3,45
<i>Замінні амінокислоти</i>			
Аспарагінова кислота	0,84	0,86	0,93
Серин	0,35	0,40	0,43
Глутамінова кислота	1,41	1,55	1,70
Пролін	0,83	0,90	1,14
Гліцин	0,59	0,68	0,72
Аланін	0,51	0,53	0,58
Гістидин	0,29	0,33	0,38
Аргінін	0,58	0,69	0,87
Сумма ЗАК	5,40	5,94	6,75
Загальна кількість амінокислот/г	8,26	9,04	10,2

нагрівання дає змогу більшою мірою зберегти біологічну цінність консервів і підвищити їх якість.

Стерилізація є найважливішим процесом, що визначає якість консервів. Консерви стерилізують при температурі 115°C. При таких високих температурах значно зростає швидкість гідролізу складових компонентів м'яса, зокрема білків, а також відбувається розпад продуктів гідролізу, зокрема амінокислот. Ступінь гідролізу зростає з підвищенням температури та збільшенням тривалості стерилізації. Під час стерилізації відбувається більш глибока деструкція білків, про що свідчать результати, наведені в табл. 1.

Як видно з табл. 1, зі збільшенням теплового навантаження кількість вільних амінокислот зростає з 8,26 до 10,2 г/100 г, що свідчить про зростання швидкості гідролітичного розпаду білків у продукті за збільшення тривалості нагрівання.

Під час нагрівання у вологому середовищі до температури вище 100°C прискорюються процеси гідролізу тригліцеридів та насичення подвійних зв'язків радикалів жирних кислот гідроксильними групами. Внаслідок часткового розпаду жиру збільшується кількість вільних жирних кислот. За збільшення теплового навантаження, тобто стерилізаційного ефекту, з 4 ум. хв. до 8 ум. хв. зростає кількість жирних кислот у продукті з 12,5% до 14,6%.

**Висновки і пропозиції.** Оптимізація режимних і конструктивних параметрів автоклава забезпечує найкращі умови для видалення повітря, скорочує час продувки, зменшує втрати пари, виключає подачу перегрітої пари в автоклав і необхідність нагрівання й охолодження проміжного теплоносія, яким є вода.

За результатами проведених досліджень встановлено оптимальний режим стерилізації при температурі 115°C і стерилізуючому ефекті 6 ум. хв.

Перспективи подальшого розвитку в цьому напрямі полягають у тому, щоби шляхом математичного аналізу розробити віртуальні моделі рецептур консервованих паштетів, провести порівняльний аналіз рецептурного складу та теплових режимів аналогічних паштетних продуктів.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бобренева И.В. Разработка методологии создания рецептур мясных продуктов с учетом взаимодействия компонентов. Моделирование и прогнозирование рецептур и технологий при разработке продуктов питания. *Мясные технологии*. 2006. № 3. С. 52–56.
2. Прянишников В.В., Леонова А.С. Современные технологии производства консервов из мяса птицы. *Птицефабрика*. 2008. № 5. С. 32–33.
3. Приліпко Т.М., Куций В.М. Розробка технології виробництва паштетів із м'яса індиків. *Актуальні проблеми харчової промисловості* : тези доповідей Всеукраїнської науково-технічної конференції (8–9 жовтня 2013 р.). Тернопіль : ТНТУ ім. Івана Пулюя, 2013. С. 166–168.
4. Приліпко Т.М., Куций В.М. Пат. № 84152 Україна, МПК<sup>9</sup> А23В4/00. Режим стерилізації консервованих паштетів / заявник і патентовласник В.М. Куций. № u201304964 ; заявл. 18 квітня 2013 р. ; опубл. 10 жовтня 2013 р., Бюл. № 19/2013.
5. Паштет консервований із м'яса індиків «Подільський» : ТУ У 10.1-22769675-001:2013 (чинний від 19 листопада 2013 р.). Львів : ТК № 132 Держспоживстандарту України, 2013. 10 с. (Технічні умови).
6. Hartmann C., Mathmann K., Delgado A. Mechanical stresses in cellular structures under high hydrostatic pressure. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2006. Vol. 7. № 12. P. 1–12.