

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці			
Безпека в надзвичайних			
Ситуаціях			
Нормоконтроль			

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналітичний огляд та патентний пошук інформації відповідно до теми магістерської роботи	31.01.23 р. – 25.05.23 р.	
2.	Складання схеми досліджень	19.06.23 р. – 26.06.23 р.	
3.	Опрацювання методики досліджень	03.07.23 р. – 31.07.23 р.	
4.	Виконання експериментальних досліджень (Частина I)	01.08.23 р. – 31.08.23 р.	
5.	Завершення експериментальних досліджень (Частина II)	01.09.23 р. – 18.09.23 р.	
6.	Збір інформації до виконання розділу та «Безпека в надзвичайних ситуаціях»	19.09.23 р. – 09.10.23 р.	
7.	Закінчення написання розділів	10.10.23 р – 27.11.23 р.	
8.	Подання магістерської роботи до захисту	04.12.23 р	

Студент

Криса П.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

Кравченко Х.Ю.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

	Реферат	6
	Вступ	7
1	Огляд літератури	11
1.1	Використання інноваційних технологій у м'ясній промисловості для зниження псування м'яса і напівфабрикатів	11
1.2	Загальні аспекти псування м'яса	14
1.3	Вплив упаковки на мікробіоту м'яса	16
1.4	Псування яловичини охолодженої у вакуумній упаковці	21
1.5	Склад вільного простору розтягнутих пакетів	25
1.6	Сучасні методи ідентифікації мікробіоти харчових продуктів	27
	Загальні висновки з огляду	30
2	Матеріали і методи досліджень	31
2.1	Фізико-хімічні методи	33
2.2	Мікробіологічні дослідження	33
3	Результати дослідження та їх обговорення	34
3.1	Обґрунтування загальних тенденцій використання технологій щодо збільшення строків придатності м'яса	34
3.2	Первинна мікробіологічна й фізико-хімічна оцінка остиглої яловичини перед зберіганням	36
3.3	Зміни мікробіоти у м'ясі яловичини за різних способів пакування й зберігання ($t \dots + 1,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C} - 15 \text{ діб}$)	38
3.4	Зміни біохімічних показників у м'ясі яловичини за різних способів пакування й зберігання ($t \dots + 1,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C} - 15 \text{ діб}$)	46
3.5	Зміни мікробіоти у м'ясі яловичини за різних способів пакування й зберігання ($t \dots + 6,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C} - 6 \text{ діб}$)	49
3.6	Зміни біохімічних показників у м'ясі яловичини за різних	53

	способів пакування й зберігання ($t \dots + 6,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C} - 6 \text{ діб}$)	
	Висновки і пропозиції виробництву	56
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	57
4.1.1	Правила експлуатації та техніка безпека при обслуговуванні автоклавів.	57
4.2.1	Правила експлуатації та техніка безпека при обслуговуванні автоклавів.	59
	Список літератури	63
	Додатки	71

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 74 с., 8 рис., 8 табл., 70 джерел.

М'ЯСНА СИРОВИНА, ВАКУУМНЕ ПАКУВАННЯ, РЕЖИМИ ЗБЕРІГАННЯ, МІКРОБІОТА М'ЯСА, БІОХІМІЧНІ ЗМІНИ

Об'єкт дослідження: м'ясо яловичини, способи пакування, режими зберігання, розвиток мікробіоти, біохімічні зміни.

Мета роботи – визначити спосіб й режим тривалого холодильного зберігання м'яса для виробництва м'ясопродуктів.

Методи дослідження: літературно-оглядові (причини виникнення небажаних змін у м'ясі за її зберігання, мікрофлора псування м'яса, наявність способів й режимів тривалого зберігання м'яса, види пакування); мікробіологічні (дослідження мікробіоти остиглого м'яса та за зберігання при різних способів пакування), біохімічні (дослідження продуктів розпаду білку та ліпідів у м'ясі); статистичні (вірогідність отриманих даних).

Зберігання м'яса в системі вакуумного пакування за режиму ($t \dots + 1,0 \pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C} - 15 \text{ діб}$) виявилось найефективнішим, порівнюючи з пакуванням в пластиковий контейнер або без нього. Оскільки основні представники мікробіоти найповільніше розмножувалися за першого способу і м'ясо можна було зберігати протягом 15 діб без наднормативного зростання мікроорганізмів. Водночас за двох інших способах термін зберігання скорочується до сім – вісім діб. Біохімічні зміни ААА та ЛЖК у м'ясі в системі вакуумного пакування відбувалися також повільніше, ніж за пакування в контейнер. Аналіз мікробіоти за трьох способів пакування й режиму ($t \dots + 6,0 \pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ протягом 6 діб) виявив схожу тенденцію, як за режиму ($t \dots + 1,0 \pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ протягом 15 діб). За яких способів зберігання у системі вакуумного пакування був найефективніший щодо гальмування мікробіологічних змін у ньому.

Тому для тривалішого зберігання м'яса яловичини ми рекомендуємо спосіб у системі вакуумного пакування.

Вступ

Актуальність теми. Загально визнано, що свіжі продукти харчування швидко піддаються псуванню, через ряд ферментативних причин, серед яких метаболіти мікроорганізмів внаслідок їх життєдіяльності відіграють основну роль. Це зумовлює втрати споживчої привабливості продукту, і відповідно термін їх зберігання знижується до декількох годин, що залежить від категорії харчового продукту. Тому з ціллю подовження зберігання якості продукту застосовують різні способи консервування сировини й готових харчових виробів.

У харчовій промисловості консервування – це різного способу обробка харчових продуктів із застосуванням високих температур (пастеризація, стерилізація), холоду (охолодження, примороження, замороження), хімічних біоцидних речовин (консервантів), біоконсервування (соління, мочення), висушування, упаковування у різні види тари з газовим середовищем [1]. Усі ці способи покликані подовжити термін зберігання як сировини для виготовлення харчових продуктів, так і самих готових виробів. До того ж застосування способів попередження мікробного псування харчових продуктів дозволяє значно подовжити терміни їх зберігання. Це в свою чергу дозволяє вирішувати такі проблеми харчової промисловості, як створення і збереження запасів сировини і харчових продуктів; рівномірне розподілення продуктів харчування між регіонами; ліквідацію так званої “сезонної” нестачі продуктів харчування [2]. Але саму назву “консервні” вони одержали по основному виду продукції, які випускають – консервам – продуктам в герметичній тарі, зберігання яких забезпечується тепловою обробкою, яка називається стерилізацією або пастеризацією. При такому способу консервування ті мікроорганізми, які знаходились усередині консервної банки, гинуть, а нові збудники, що знаходяться у навколишньому середовищі, завдяки герметичній упаковці усередину банки потрапити не можуть, і таким чином, консерви теоретично можуть зберігатися необмежений час [1, 2]. Для виробництва м'ясних консервів згідно

стандартами використовують остигле до температури $+ 12\text{ }^{\circ}\text{C}$, охолоджене $0 - +4\text{ }^{\circ}\text{C}$ і розморожене $0 - -1^{\circ}\text{C}$ у товщі стегна м'яса. М'ясо парне використовують для виробництва фаршированих, шинкованих та інших видів консервів з попереднім солінням. Важливою перевагою парного м'яса є його висока водоутримуюча здатність, а також зниження енергетичних затрат на зберігання. Оптимальним вважають використання охолодженого м'яса після 2-3 діб витримування. Однак останні дослідження показали, що доцільність вироблення консервів з м'яса з строком витримування після забою 4 год. Однак, не завжди складаються умови для виробництва консервів із свіжого мяса, в такому випадку застосовують способи його зберігання.

Мета і завдання досліджень.

Мета роботи – визначити спосіб й режим тривалого холодильного зберігання м'яса для виробництва м'ясопродуктів.

Для виконання запланованої мети визначені наступні завдання:

1. Обґрунтувати загальні тенденції використання технологій щодо збільшення строків придатності м'яса.
2. Здійснити первинну мікробіологічну й фізико-хімічну оцінку остиглої яловичини перед зберіганням.
3. Дослідити зміни мікробіоти й біохімічних показників у м'ясі яловичини за різних способів пакування й зберігання ($t \dots + 1,0 \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C} - 15$ діб).
4. Дослідити зміни мікробіоти й біохімічних показників у м'ясі яловичини за різних способів пакування й зберігання ($t \dots + 6,0 \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C} - 6$ діб).

Об'єкт дослідження: м'ясо яловичини, способи пакування, режими зберігання, розвиток мікробіоти, біохімічні зміни.

Предмет дослідження: динаміка розвитку мікробіоти й біохімічних змін за різних способів пакування й зберігання мяса.

Методи дослідження: літературно-оглядові (причини виникнення небажаних змін у м'ясі за її зберігання, мікрофлора псування м'яса, наявність

способів й режимів тривалого зберігання м'яса, види пакування); мікробіологічні (дослідження мікробіоти остиглого м'яса та за зберігання при різних способів пакування), біохімічні (дослідження продуктів розпаду білку та ліпідів у м'ясі); статистичні (вірогідність отриманих даних).

Наукова новизна одержаних результатів. Зберігання м'яса в системі вакуумного пакування за режиму ($t \dots + 1,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C} - 15 \text{ діб}$) виявилось найефективнішим, порівнюючи з пакуванням в пластиковий контейнер або без нього. Оскільки основні представники мікробіоти найповільніше розмножувалися за першого способу і м'ясо можна було зберігати протягом 15 діб без наднормативного зростання мікроорганізмів. Водночас за двох інших способах термін зберігання скорочується до сім – вісім діб. Біохімічні зміни ААА та ЛЖК у м'ясі в системі вакуумного пакування відбувалися також повільніше, ніж за пакування в контейнер. Аналіз мікробіоти за трьох способів пакування й режиму ($t \dots + 6,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 6 діб) виявив схожу тенденцію, як за режиму ($t \dots + 1,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 15 діб).

Практичне значення отриманих результатів. Тому для тривалішого зберігання м'яса яловичини ми рекомендуємо спосіб у системі вакуумного пакування.

Особистий внесок здобувача. Здобувач самостійно здійснював літературно-оглядові (причини виникнення небажаних змін у м'ясі за її зберігання, мікрофлора псування м'яса, наявність способів й режимів тривалого зберігання м'яса, види пакування) дослідження, визначив мету та чіткі завдання для виконання, опрацював методи, провів досліди, написав кваліфікаційну роботу й подав магістерську до захисту.

Апробація результатів. Виступ на VII Міжнародній науково-технічній конференції «Стан та перспективи харчової промисловості» 28-29 вересня 2023 року / Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя (м. Тернопіль, 28-29 вересня 2023 р.). (Додаток А).

Публікації. За матеріалами кваліфікаційної роботи опубліковано одну наукову працю у тезах: Криса П.Б. (2023). Способи зберігання мяса за

виробництва консервів. УП Міжнародній науково-технічній конференції «Стан та перспективи харчової промисловості» (м. Тернопіль, 28-29 вересня р.), М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2023. – С. 93. (Додаток А).

Структура і обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з: вступу, розділів основної (експериментальної) частини, охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, висновків та пропозицій виробництву, переліку літератури та додатків. Магістерська робота має 74 стор. та містить 8 таблиць, 8 рисунків. Перелік літератури складається з 70 джерел.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Використання інноваційних технологій у м'ясній промисловості для зниження псування мяса і напівфабрикатів

Одним із викликів, які зараз постають перед м'ясною промисловістю, яка здійснює забій та реалізацію тварин на м'ясо, є збільшення терміну реалізації м'яса без погіршення смакових та поживних властивостей, яке є наслідком розвитку мікробіоти, що попала за технологічного процесу. Перший науковий звіт про використання упаковки для охолодженого м'яса у вакуумній упаковці був у 1989 році [3]. Цей тип упаковки призначений для зупинення погіршення свіжого мяса під час зберігання через розвиток аеробних бактерій, проте не впливає на анаеробних бактерій *Clostridium estertheticum*, *C. gasigenes*, *C. algidicarnis* і *C. putrfaciens* [4, 5].

Загалом, погіршення якості – це суб'єктивне судження, на яке можуть впливати економічні та культурні аспекти, знання, гострота чуття людини та інтенсивність погіршення. У випадку з м'ясом основними критеріями для відмови є зміна кольору, небажаний запах і утворення слизу [6, 7]. Залежно від виду та інтенсивності, псування м'яса може викликати негайну відмову споживачів. Вироблення газу мікроорганізмами у вакуумно-упакованому охолодженому м'ясі спричиняє розтягнення упаковки, явище, відоме як роздування упаковки, що перешкоджає сприйняттю продукту. Незважаючи на важливість даного процесу у виробництві та експорті м'яса, існує відносний дефіцит досліджень мікробного псування м'яса у вакуумній упаковці. Для свіжого м'яса вакуумне пакування довело свою ефективність у подовженні терміну придатності, зберігаючи сенсорні характеристики, притаманні продукту, протягом періоду, достатнього для його обороту [8]. Під час охолодження вакуум дозволяє подовжити термін придатності м'яса за рахунок зменшення окислення та росту аеробних мікроорганізмів. З

загальноприйнятих систем пакування м'яса вакуум найбільш широко використовувався на інституційному ринку для розподілу цілих шматків (59). У Північній Америці приблизно 85% свіжого м'яса та більшість обробленого м'яса упаковується в модифікованій атмосфері, включаючи вакуумну систему [9].

Псування термічно обробленої або упакованої у вакуум охолодженої сирової продукції, наприклад м'яса, є частим; іноді це відбувається у великих пропорціях однієї партії. Бактерії, які були виділені з продуктів у вакуумній упаковці, були охарактеризовані або як нові види, або як види, які раніше вважалися нешкідливими. Приклади таких видів включають види *Clostridium*, які здатні рости в холодильнику, *Carnobacterium spp.*, *Leuconostoc carnosum*, *Leuconostoc gelidum*, *Lactobacillus sake*, *Lactobacillus curvatus*, а також атипіві або не ідентифіковані лактобацили, *Brochothrix thermosphacta*, *Enterococcus spp.*, *Serratia liquifaciens*, *Hafnia spp.*, *Proteus spp.* і деякі інші з родини *Enterobacteriaceae*. Ці бактерії присутні в навколишньому середовищі, але, ймовірно, не є домінуючим видом мікробіоти. Для забруднювачів м'яса використання модифікованої атмосфери/вакууму та тривалого зберігання при температурі охолодження може сприяти зростанню деяких із цих бактерій, дозволяючи їм стати домінуючими та погіршити якість продукту [10].

Для суворо анаеробних мікроорганізмів, таких як певні види *Clostridium*, культивування в звичайних мікробіологічних лабораторіях харчових продуктів є складним, оскільки воно потребує сильно знижених середовищ і використання спеціального обладнання та систем із суворим анаеробіозом [11, 12].

Зараз існує багато систем пакування м'яса, кожна з яких має різні властивості та застосування. Ці системи варіюються від пакетної упаковки для короткострокового охолодженого зберігання та/або роздрібною демонстрації до різноманітних спеціалізованих систем упаковки в модифікованій атмосфері для довготермінового охолодженого зберігання

та/або демонстрації; до вакуумного пакування; систем промивання масового газу або систем упаковки в модифікованій атмосфері використовуючи 100 % вуглекислий газ для тривалого терміну зберігання в охоложеному стані. Через різноманітність характеристик продукту та основних вимог до упаковки м'яса, застосування будь-яких технологій упаковки, які пропонують більший контроль продукту та якості в економічній та різноманітний спосіб, будуть прихильно вітатися [13].

Найбільш часто використовуваними полімерами для упаковки харчових продуктів є поліетилен низької щільності, поліетилен високої щільності, поліпропілен і поліамід [14]. Полієфіри, полівініліденхлорид, полістирол і етилен/вінілацетат також використовуються в харчових продуктах [15]. Кожен тип пакувального матеріалу має переваги та недоліки, споживчі та маркетингові проблеми, екологічні міркування та вартість [15].

Упаковка для свіжого м'яса лише мінімально проникна для вологи, тому поверхнєве висихання є утруднене [16], тоді як газопроникність змінюється залежно від застосування. Один шар або тип пластику, як правило, не має всіх необхідних властивостей для застосування в харчовій упаковці, тому ламінування, покриття або коекструзія використовуються для створення шарів пластику з бажаними властивостями [17]. Теплостійкість та бар'єрні властивості часто покращуються шляхом нанесення покриттів на поверхні пластикових плівок [18].

Тому більшість плівок для пакування м'яса мають багат шарову конструкцію, до складу якої входять різні полімерні смоли. При зберіганні низька швидкість пропускання газів і парів вологи є важливим, оскільки, як повідомлялося, вплив упаковки на термін зберігання продукту в основному пов'язані з газо- та паропроникністю пакувальних матеріалів [19].

Плівки, які використовуються для роздрібної упаковки, повинні мати високу проникність для кисню (принаймні $51 \text{ мл/м}^2 /24 \text{ год/бар}$ при $23 \text{ }^\circ\text{C}$ і відносній вологості 0 %), щоб запобігти окислювальному потемнінню. Однак лише плівки зі швидкістю пропускання кисню не більше $10 \text{ мл/м}^2 /24 \text{ год/бар}$

при 23 °С і відносній вологості 0 % можна використовувати для консервуючої упаковки. Термін зберігання можна збільшити на 10 – 15 %, використовуючи плівки з киснепроникністю менше 2 мл/м²/24 год/бар при 23 °С і 0 % відносної вологості. Усі пластмаси певною мірою пропускають гази [20].

Проникність плівки залежить від парціального тиску всередині та зовні упаковки, типу пластику, товщини шарів пластику та температури пластик. На деякі пластики також помітно впливає відносна вологість і забруднення поживними речовинами, такими як жир [21].

1.2. Загальні аспекти псування м'яса

Початкове зараження м'яса відбувається під час знекровлення, внаслідок використання нестерильного обладнання та занесення мікроорганізмів у судинну систему. Мікроорганізми, які вводяться таким чином, можуть поширюватися в організмі тварини через короткочасну тривалість кровотоку після кровотечі [22]. Подальше зараження може відбутися на різних етапах, включаючи забій, розрізання, обробку, зберігання та розподіл м'яса. Джерела можуть включати воду, споруди, обладнання та маніпулятори. Етап зняття шкіри особливо важливий через високе мікробне навантаження на поверхню шкіри. Фекальні матеріали, які можуть містити руйнівні мікроорганізми та патогени, також можуть служити джерелом мікроорганізмів. Економічні наслідки та наслідки для здоров'я населення присутності мікроорганізмів у продуктах харчування залежать від їх виду та кількості. Кількість мікроорганізмів, присутніх у продукті, визначає, чи спричинить забруднення мікробне погіршення чи захворювання [23].

М'ясо – це напівтверде середовище з відносно низьким вмістом цукру, який живить бактерії. У період після загострення воно багате небілковими сполуками азоту, амінокислотами, креатином, пептидами та білками;

концентрація вуглеводів низька, рН близький до 5,5, а активність води $> 0,97$ [24].

Посмертне дослідження пов'язане з перетворенням м'язів на м'ясо. Подальше зберігання та обробка супроводжуються деяким погіршенням якості м'яса, незважаючи на вжиті запобіжні заходи. Ці зміни викликані мікроорганізмами та екзогенними ферментами, ендогенними ферментами м'язів, неферментативними хімічними реакціями, такими як окислювальне згіркнення, а також фізичними ефектами, такими як печіння від холоду, втрата рідини через стікання та зміна кольору. Хоча кожна з вищевказаних змін знижує прийнятність м'яса, мікробна активність викликає найбільше занепокоєння і є фактором, який найбільше впливає на псування м'яса [25].

Свіже м'ясо можна зберігати охолодженим або замороженим; температура підтримки для всього ланцюга повинна бути постійною, щоб забезпечити рівномірну температуру продукту. М'ясо вважається охолодженим, якщо воно зберігається в межах від $-1,5$ до $+7$ °C протягом усього часу після анатомічного процесу. Оптимальною температурою зберігання та транспортування охолодженого м'яса є мінімально можлива температура, при якій не відбувається заморожування. М'ясо, не упаковане у вакуумну упаковку, починає замерзати приблизно при $-1,5$ °C, а м'ясо у вакуумній упаковці – приблизно при -2 °C (залежно від типу м'яса та рН). Таким чином, мета полягає в тому, щоб знизити температуру м'яса до -1 °C до 0 °C якомога швидше після пакування [26, 27].

Деякі види бактерій є специфічними для м'яса, оскільки їх можна виділити лише з цього субстрату, боєнь та пов'язаних із ними об'єктів. Ймовірно, що м'ясо поєднує в собі біохімічні параметри, які сприяють росту цих бактерій. Прикладом є *B. thermosphacta*, для якої м'ясо вважається екологічною нішею [28].

Мікробне псування м'яса можна класифікувати як аеробне або анаеробне, залежно від умов, за яких воно відбувається, та залучених

мікроорганізмів. Наявність кисню визначає тип організму, який буде рости [29].

1.3. Вплив упаковки на мікробіоту мяса

Термоусадочна упаковка: пластикові термозбіжні плівки використовуються для загортання великих і нерівних шматків свіжого м'яса. Це техніка, за якої термозбіжна полімерна плівка стискається навколо м'ясного продукту шляхом застосування тепла для досягнення щільної та компактної упаковки. Пакувальна плівка повинна мати структурну міцність. Він має бути гарним бар'єром для водяної пари та бути здатним витримувати температуру зберігання приблизно – 45 °С [30].

До переваг термозбіжної поліетиленової плівки можна віднести охайний зовнішній вигляд, зручність у використанні та прилягання до контуру. Гарячі тунелі використовуються для щільного обгортання. Термозбіжний полі-(вінілхлорид), поліпропілен, опромінений поліетилен і полі-(вініліденхлорид) використовуються для термозбіжної плівки для свіжого м'яса [30].

Скін-упаковка: ще одна розробка, яка пропонує переваги як для презентації, так і для різноманітності дизайну упаковки, – це упаковка для шкір. Процес дозволяє пакувальній плівці точно відповідати профілю продукту. Це створює багато можливостей для покращеної презентації продукту, а також для подальшого покращення цілісності самої пачки. У скін-пакеті продукт стає матрицею для операції термоформування. Напівжорстке нижнє полотно може бути або не бути термоформованим. Верхнє полотно нагрівається у вакуумній камері, поки воно не досягне температури плавлення, після чого воно покриває продукт і утворює оболонку навколо всіх контурів. Після запечатування та варіння він зберігає нову форму, забезпечуючи інтимність контакту з продуктом, незалежно від

нерівностей поверхні. Пакети для шкіри готуються з киснево-бар'єрною пластиковою плівкою [30].

Це вакуумні пакети, пакети з модифікованою атмосферою з високим вмістом кисню (високий O₂), пакети з низьким вмістом кисню в модифікованій атмосфері (low O₂) і пакети з контрольованою атмосферою [30].

Вакуумна упаковка: Термін придатності м'яса, загорнутого в ПВХ, становить лише 5-7 днів для стейків або печені та менше для м'ясного фаршу. Коли поверхнєве потемніння через метміоглобін перевищує 40 %, роздрібне м'ясо, як правило, знижується або викидається [31]. Знебарвлення коричневого кольору можна уникнути або звести до мінімуму за допомогою вакуумного пакування, що є прийнятним методом для слабопигментованих шматків свинини та курки. Вакуумно упаковане м'ясо вже багато років успішно продається в багатьох країнах. Проте темно-багряний колір дезоксиміоглобіну у вакуумній упаковці роздрібної яловичини не був прийнятий споживачами. Щоб запобігти потемнінню, вміст кисню в упаковці м'яса має бути менше 0,15 %. Рівень кисню 0,15 – 2,0 % сприяє підрум'яненню свіжих яловичих продуктів [32].

Аеробно упакована свинина мала термін зберігання 12–14 днів [33]. Вакуумно упаковані свинячі філе витримали меншу усадку, ніж свинячі корейки, загорнуті в пергаментний папір, показали меншу зміну кольору поверхні та були більш прийнятними на вигляд, ніж свинячі філе, загорнуті в плівку ПВХ або пергаментний папір. Вакуумно упаковані корейки також виробляються для роздрібної торгівлі (відбивні) з меншою зміною кольору поверхні, менш поширеними сторонніми запахами, меншою кількістю бактерій і більшою прийнятністю споживача, ніж відбивні, нарізані з корейок, загорнутих у плівку ПВХ. Однак вакуумне пакування оптових шматків дає наступні стейки з додатковим днем зберігання після 7 днів зберігання, і споживачі віддають перевагу стейкам із вакуумно упакованих

оптових шматків після 17 днів зберігання, ніж стейкам, нарізаним із оптових шматків, що зберігаються в вуглекислому газі. Вакуумно упаковані яловичини також мали більш бажаний колір м'язів і вигляд жиру, меншу кількість бактерій і менш поширений сторонній запах, вимагали набагато менше обрізки та забезпечували більший термін експлуатації, ніж круглі, що зберігалися в вуглекислому газі. Повідомлялося також, що шматки, упаковані у вакуумній упаковці, за всіма ознаками виглядають еквівалентними шматкам, загорнутим у ПВХ, через 5–9 днів після транспортування, але мають меншу втрату ваги через 5–6 днів після транспортування. Свинячі відбивні, що зберігалися у вакуумі, також були більш бажаними на вигляд і мали більш прийнятний колір, ніж відбивні, збережені в аеробних умовах [34].

Термін зберігання яловичини, обробленої та упакованої під вакуумом у відповідних комерційних умовах, становив 70 днів [35], а яловичина, упакована під вакуум, що зберігалася при 1 °С, зберігалася 11 тижнів, але неприємний присмак спостерігався через 11 тижнів і зміна кольору іноді була проблемою після 8 тижнів. Часом з'являються коричневі або коричнево-чорні плями на жирі шматків яловичини у вакуумній упаковці. Також спостерігалось після 6 тижнів зберігання, що було пов'язано з розпадом міоглобіну під час продувки. Інші звіти вказують на те, що яловичина, упакована у вакуумі, зберігається 28 днів, а свинина – 21 день, але стейки, нарізані з яловичини, упакованої у вакуумі, зберігаються до 60 днів, були прийнятними після 72 годин аеробного показу [21]. Однак свіжа баранина була більш бажаною, ніж нарізка баранини, упакованої у вакуумі, а відбивні, нарізані з шматків ягняти у вакуумній упаковці, також були менш бажаними, ніж відбивні, нарізані зі свіжої баранини, але колір відбивних із нарізки баранини, упаковані у вакуумній упаковці, не псувалися швидше, ніж колір свіжих відбивних [36].

Тривале зберігання у вакуумній упаковці призвело до підвищення психротрофних показників на баранячих шматках, що скоротило

максимальний термін зберігання ягняти у вакуумній упаковці до 8 днів. Смажені баранячі ніжки, які зберігалися у вакуумі менше 7 днів, були більш бажаними, ніж смажені стегенця, які зберігалися довше, але навіть короткі періоди зберігання у вакуумній упаковці при низьких температурах зберігання негативно вплинули на подальший термін служби ягняти в роздрібній торгівлі та смакові якості баранини. Жодного разу термін служби баранини у вакуумній упаковці не перевищував 2 днів [36]. Крім того, роздрібні шматки не можна було успішно попередньо нарізати, виставити в готовій упаковці та зберігати протягом 7–21 дня у вакуумі через значну зміну кольору поверхні м'яса. Така зміна кольору призвела до неприйняттого вигляду навіть після 7 днів зберігання та 1 дня аеробного показу [37]. Вакуумно упаковані первинні види баранини також зазнали на 0,5 – 1,1 % більших втрат при продувці, ніж їхні аналоги, що зберігалися в газовій атмосфері [34]. Вакуумна упаковка добре підходить для використання з великими первинними шматками з нормальним рН м'язів, і при належному застосуванні до цих шматків здатна забезпечити достатній термін зберігання для всіх комерційних застосувань, окрім роздрібних вітрин, у поєднанні з суворими температурами та гігієнічним контролем. Однак вакуумне пакування не підходить для застосувань, пов'язаних із надрізами неправильної форми, розрізами з кісткою або невеликими надрізами будь-якої форми. Вакуумні скін-бар'єрні упаковки є альтернативою звичайним вакуумним упаковкам для роздрібних порцій. Подальшим вдосконаленням цього підходу є використання спеціальних плівок, що відриваються. У цих системах повітря видаляється, а упаковки запечатуються за допомогою плівки, що проникає для O₂, на яку накладається плівка, що не проникає для O₂, щоб підтримувати безкисневе середовище в упаковці. Перед показом у роздрібній торгівлі зовнішню непроникну плівку видаляють, і м'ясо розпускається на повітрі [34].

Вакуумна упаковка, яка використовується при кондиціонуванні цілих шматочків або дрібних частин, спрямована на захист м'ясного продукту від

контакту з киснем повітря. Кисень сприяє росту аеробних мікроорганізмів, які можуть змінювати запах, колір і зовнішній вигляд м'ясних продуктів, спричиняти окислювальне згірнення жирів, змінювати пігменти м'яса та руйнувати вітаміни та ароматизатори [38].

В аеробних умовах *Pseudomonas spp.* може швидко домінувати в м'ясі та сприяти його погіршенню [24]. Конкретні види, які були ідентифіковані, включають *P. fragi*, види, які найчастіше виділяють з м'яса, згідно з [39], а також *P. fluorescens* і *P. putrefaciens* [39]. За даними [21], *P. fragi* стає домінуючим у м'ясі під час його зберігання в холодильнику, можливо, через специфіку його метаболізму та короткий час лаг-фази. Під час охолодження також можуть бути виявлені інші важливі мікроорганізми, що викликають руйнування, наприклад з родів *Moraxella*, *Psychrobacter* і *Acinetobacter* [21].

М'ясо у вакуумній упаковці, як правило, досить стабільне при низьких температурах [40]. У той час як термін придатності м'яса, упакованого в плівки, які добре проникають для кисню, становить приблизно один тиждень, термін придатності м'яса у вакуумній упаковці становить приблизно від 3 до 12 тижнів при зберіганні при 0 °C [41]. Низькі температури подовжують термін зберігання м'яса; однак найнижча температура, яку можна використовувати без заморожування продукту (- 1,5 °C), вища за мінімальну температуру для росту деяких психротрофних бактерій. Запобігання росту цих організмів вимагає заморожування [21]. Незважаючи на збільшення терміну зберігання, свіже м'ясо, упаковане під вакуумом, через деякий час псується.

Проникність плівки впливає на термін придатності продукту. У системі вакуумного пакування використовуються гнучкі безпечні бар'єрні плівки, які мають низьку проникність для водяної пари, ароматів і газів, особливо кисню. Збереження вакууму всередині упаковки досягається повним видаленням повітря з верхнього простору та відповідним запаюванням за допомогою термозварювальних машин. Проте, якщо продукт містить розчинений кисень, аеробні та мікроаерофільні мікроорганізми все ще

можуть розвиватися при температурах охолодження. Це також може статися, якщо матеріал є відносно проникним для атмосферного кисню [42].

Таким чином, низькі концентрації залишкового кисню, особливо в упаковках, що містять м'ясо з високим рН, сприятимуть швидкому псуванню [21]. У вакуумно упакованому м'ясі мікробіота визначається умовами навколишнього середовища: температура, відносна вологість, частковий тиск кисню та вуглекислого газу впливатимуть на потенціал росту суворих і факультативних анаеробних мікроорганізмів. Загалом рівень вакууму, який використовується харчовою промисловістю, низький. Цей рівень визначає кількість залишкового кисню в продукті і, таким чином, розвиток мікробів. Однак під час зберігання атмосфера змінюється. Після евакуації кисень, що залишився, споживається як метаболічною діяльністю м'яса, так і бактеріями, присутніми на поверхні, що призводить до зниження концентрації кисню до 1% і збільшення концентрації вуглекислого газу до 20 – 25 % (23). CO₂, що виділяється при диханні мікроорганізмів, пригнічує ріст аеробів. Таким чином, вакуумна упаковка є анаеробною/мікроаеробною мікросистемою, яка затримує ріст аеробних бактерій, таких як *Pseudomonas*, і сприяє розвитку молочнокислих бактерій, які мають нижчий потенціал псування та обмежений ріст при низьких температурах [43].

Навіть за ідеальних умов (нестача кисню та низькі температури) необроблена їжа може містити патогенні, анаеробні та факультативно-анаеробні бактерії, які можуть рости під час зберігання продукту. Очікується, що ці харчові продукти мають тривалий термін зберігання, деякі до 100 днів. Таким чином, навіть початкова популяція анаеробних або факультативно-анаеробних психрофільних/психротрофних бактерій 10¹/г або менше може розмножуватися та досягати кількості, яка може спричинити погіршення якості або зробити їжу небезпечною. Якщо їжа піддається температурним зловживанням, ситуація погіршується. Швидке зростання психротрофних, а також деяких мезофільних і факультативно-анаеробних бактерій, які не здатні рости при температурах нижче 5 °С, може відбуватися під час

короткочасного підвищення температури, різко скорочуючи термін придатності або безпечність продукту [10].

1.4. Псування яловичини охолодженої у вакуумній упаковці

У вакуумно упакованому м'ясі психротрофні факультативно анаеробні та анаеробні бактерії можуть рости та спричиняти різні типи псування [21]. Як правило, мезофільні бактерії домінують у початковій мікробіоті м'яса у вакуумній упаковці [21]. Умови зберігання зазвичай сприяють розвитку молочнокислих бактерій у цьому типі продукту. Однак іноді може спостерігатися значне зростання таких психротрофних бактерій: *Enterobacteriaceae*, *B. thermosphacta* та *Shewanella putrefaciens* [44]. Псування також може бути викликане *Clostridium spp.*, який здатний рости при температурі охолодження. Повідомлялося про «здування» вакуумних упаковок через мікроорганізми [44].

Кілька мікроорганізмів були виявлені у вакуумно-упакованому охолодженому м'ясі, включаючи молочнокислі бактерії, такі як *Lactobacillus spp.*, *Leuconostoc spp.*, *Carnobacterium spp.* і *B. thermosphacta*. Бактерії з родів *Enterobacter*, *Serratia*, *Hafnia* і *Rahnella* (5) і *Clostridium*, такі як *C. estertheticum*, *C. laramiense*, *C. frigidicarnis*, *C. gasigenes* і *C. Algidixylan* також можуть бути знайдені і можуть спричинити розтягнення упаковки [45].

Brochothrix thermosphacta є важливим мікроорганізмом, який викликає псування охолодженого м'яса. Він віддає перевагу глюкозі як субстрату. В анаеробних умовах глюкоза метаболізується цим організмом переважно в молочну кислоту. У присутності кисню основними продуктами є ацетоїн і діацетил, які присутні в деяких сирах і викликають запах поту. Таким чином, аеробний метаболізм цієї бактерії є більш агресивним, ніж анаеробний метаболізм, який призводить головним чином до молочної кислоти та етанолу. Немає повідомлень про приписування «видування» вакуумних пакетів *Brochothrix thermosphacta* [46].

Незабаром після упаковки популяція молочнокислих бактерій, як правило, нижче межі виявлення (10 КУО/г), але збільшується під час зберігання. Молочнокислі бактерії зброджують глюкозу та інші субстрати, які присутні в м'ясі. Коли ці субстрати виснажуються, ріст припиняється, як правило, коли популяція досягає $8 \log/cm^2$. Метаболічні залишки більшості молочнокислих бактерій не видаляються, однак, і можуть бути ідентифіковані як слабокислий або молочний смак [47]. Загалом погіршення, спричинене такими видами, як *Lactobacillus curvatus* і *L. sakei*, не вважається особливо небажаним, оскільки запах летких жирних кислот, які виробляються цими мікроорганізмами, зникає після відкриття упаковки [10]. Рекомендували використовувати деякі види молочних бактерій і молочну кислоту в м'ясі як засіб контролю бактеріальних популяцій і збільшення терміну зберігання [48]. Проте, коли молочнокислі бактерії виробляють H_2S з цистеїну, вони виробляють неприємний запах і колір. H_2S окислює міоглобін до метміоглобіну, надаючи м'ясу зелений колір. Гетероферментативні види виробляють молочну кислоту та CO_2 , що призводить до накопичення газу та рідини в упаковці [10]. Прикладом молочнокислих бактерій, які спричиняють накопичення CO_2 від 1 до 5 °C у вакуумно упакованому м'ясі, є *Lactobacillus carnosum*. Деякі молочнокислі бактерії більш шкідливі для якості м'яса, ніж інші. Під час тривалого зберігання в модифікованій атмосфері деякі гетероферментативні штами можуть виробляти продукти бродіння, такі як масляна кислота (запах і присмак згірклого/масляного типу) та етанол, що зменшує термін придатності продукту [51].

Дослідники [10] оцінювали жував мікробіологічну причину роздування м'ясних упаковок. Їх результати свідчать про порушення температури під час зберігання та наявність молочнокислих бактерій; *Clostridium spp.* не були виявлені звичайними методами.

Повідомили, що під вакуумом молочнокислі бактерії можуть досягати популяції лише 10^7 КУО/ cm^2 [21]. Згідно з [8], ріст інших бактерій у цьому

продукті буде обмеженим або дуже повільним. Відомо, однак, що деякі інші роди, такі як *Clostridium* і *Enterobacteriaceae* [1], можуть розмножуватися у вакуумно упакованому м'ясі, спричиняючи псування та розтягнення упаковки при температурі охолодження. Ці мікроорганізми були предметом багатьох досліджень. Види *Clostridium*, які здатні рости при температурах охолодження, були ідентифіковані як збудники роздування вакуумних упаковок. Нещодавно було показано, що нові види, такі як *Enterobacteriaceae*, викликають таку ж проблему [4, 5].

Погіршення, спричинене психротрофними та психрофільними клостридіями, пов'язане з протеолізом, втратою текстури, накопиченням рідини в упаковках і неприємним запахом, головним чином сірководню [10]. В анаеробних умовах білки розкладаються на сполуки сірки, які мають сильний і огидний запах. Кінцеві продукти небілкових сполук азоту зазвичай включають аміак [1].

Психрофільні та психротрофні види *Clostridium* були виділені у випадках передчасного псування та здуття пачки, включаючи *C. estertheticum* subsp. *estertheticum*, *C. estertheticum* subsp. *laramiense*, *C. algidicarnis*, *C. frigidicarnis*, *C. gasigenes* і *C. algidixylanolyticum* [5, 6]. За винятком *C. algidicarnis*, який псується, але не виділяє газу, інші згадані види спричиняють роздування вакуумних упаковок приблизно за чотири тижні. Газоутворення у вакуумно-упакованому м'ясі або псування типу «видувної упаковки» спочатку було виявлено в м'ясі, яке зазнало зловживання температурою під час обробки та зберігання [24]. Однак відомо, що проблеми з розтягуванням можуть виникнути без зловживання температурою [44], і це є проблемою для виробничого ланцюга, обробки та маркетингу м'яса.

Псування м'яса у вакуумній упаковці, спричинене бактеріями *Enterobacteriaceae*, часто характеризується неприємним запахом та/або позеленінням м'яса замість утворення газів [52]. Розповсюдження цієї бактерії у вакуумно упакованому м'ясі, як правило, обмежується продуктами

з рН понад 5,8 і, ймовірно, відбувається при температурі вище 6 °С [24]. Види *Enterobacteriaceae*, які ростуть у вакуумно упакованому м'ясі (*Serratia liquefaciens*, *Hafnia spp*), здатні рости за температури від 0 до 10 °С [1]. При температурі вище 6 °С *Enterobacteriaceae* декарбоксілюють амінокислоти, утворюючи органічні аміни, які мають гнильний запах і смак. *S. putrefaciens*, який переважно використовує цистеїн для виробництва сірководню та органічних сульфідів, може рости в таких умовах і сприяти погіршенню стану. Сульфіді мають неприємний запах і можуть реагувати з міоглобіном, в результаті чого м'ясо позеленіє. *Aeromonas spp.*, які є факультативно анаеробними бактеріями, можуть виробляти гнильний запах і спричиняти погіршення якості свинини у вакуумній упаковці з високим рН, яка підтримується при - 1,5 °С [53].

Наявність *Enterobacteriaceae* у вакуумно упакованому охолодженому м'ясі має особливе значення як через його високий потенціал псування, так і для безпеки харчових продуктів, оскільки деякі види є патогенними. Нещодавні дослідження в Новій Зеландії [52] на роздувних упаковках охолодженого свіжого м'яса, що зберігалося при 4 °С, виявили від середньої до високої кількості *Enterobacteria* з таких родів: *Enterobacter*, *Serratia*, *Hafnia* та *Rahnella*. *Clostridium*, який, як правило, вважається причиною псування упаковки, не виявлено. Ці дослідники продемонстрували потенціал *Hafnia*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Rahnella* та *Ewingella* спричиняти роздування, коли ці види були штучно засіяні (10^5 КУО/г) у вакуумну упаковку охолодженої ягняти та зберігали протягом 21 дня при 4 °С. Факультативні анаеробні бактерії, такі як *Enterobacter*, *Serratia*, *Proteus* і *Hafnia*, метаболізують амінокислоти з утворенням амінів, аміаку, диметилсульфіду та меркаптанів і викликають гниття м'яса. Завдяки виробленню амінів і аміаку рН м'яса стає лужним, що призводить до забарвлення від рожевого до червонуватого [10].

Нещодавно було встановлено, що інші мікроорганізми спричиняють псування м'яса у вакуумній упаковці, але не було доведено, що вони

спричиняють піддуту упаковку: *Serratia spp.*, *Buttiauxella spp.*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas spp.* і *Carnobacterium maltaromaticum* [54]. За даними Laursen et al. 2005 (45), іншими видами, які часто зустрічаються в мікробіоті вакуумно упакованого м'яса, є *Carnobacterium divergens* і *Carnobacterium maltaromaticum*.

1.5. Склад вільного простору розтягнутих пакетів

Психрофільні та психротрофні види ростуть і виділяють газ при температурах від 1,5 до 2 °С [1]. За даними [4, 5], вони можуть спричинити розтягнення вакуумних упаковок за 14 днів при температурі до 2 °С. Основними газами та леткими сполуками, що виробляються бактеріями, які викликають розтягнення упаковок, є вуглекислий газ, водень, бутанол, оцтова кислота, масляна кислота та складні ефіри [5]. Були проведені аналізи газового складу та летких сполук у вакуумно упакованому м'ясі та інших типах модифікованих атмосфер. Було виявлено, що протягом 14 днів концентрація O₂ різко знижується до 0 % при 5 °С, тоді як концентрація CO₂ збільшується на 25% за цих умов [21]. У нещодавній роботі ця ж група виявила високі рівні альдегідів, лактонів і сірчаних компонентів, синтезованих *Carnobacterium maltaromaticum*, а також алкоголю та кетонів у зразках м'яса, зараженого *Pseudomonas fragi*, а також спирту та ефірів, синтезованих *Serratia proteamaculans*. Таким чином, кілька аеробних і анаеробних видів можуть сприяти псуванню м'яса.

Досліджень щодо складу газів і летких сполук у вакуумно упакованому охолодженому м'ясі мало. Група дослідників [52] виявив присутність CO₂ і H₂ у зразках ромштекса з проблемами роздування упаковки. Цей газовий склад припускає психротрофні *Clostridium* як ймовірні збудники; однак цей рід не був виділений із досліджуваних зразків. Молекулярні методи, що використовуються для ідентифікації мікробіоти охолоджених шматків яловичини у вакуумній упаковці

Звичайні мікробіологічні методи використовуються для виявлення бактерій та інших організмів у харчових продуктах для оцінки стандартів безпеки харчових продуктів. Однак ці методи можуть бути не ідеальними, оскільки вони часто тривалі; це питання має особливе економічне значення для харчових продуктів з коротким терміном зберігання [56]. Крім того, за допомогою звичайних методів важко чітко ідентифікувати більшість ізолятів, залучених до псування м'ясних продуктів у вакуумній упаковці, оскільки фенотипові характеристики часто схожі між видами [10]. Селективне збагачення культур може бути неспроможним належним чином імітувати умови, необхідні мікроорганізмам для проліферації. Селективні середовища та умови культивування, які використовуються в лабораторії, можуть відновити деякі види порівняно з іншими, які не можна вирощувати в стандартних середовищах.

Таким чином, методи, засновані на культивуванні, мають обмеження в оцінці мікробного різноманіття в їжі. Вони неминуче вимагають певних попередніх знань про тип бактерій, які можуть бути присутніми в досліджуваній популяції.

1.6. Сучасні методи ідентифікації мікробіоти харчових продуктів

Тому в останні десятиліття відбулося значне зростання розвитку молекулярних методів виявлення, ідентифікації та характеристики патогенних бактерій, які псують харчові продукти. Досягнення молекулярної біології дозволили розробити та використати кілька молекулярних методів, які базуються головним чином на полімеразній ланцюговій реакції (ПЛР). Розвиток ПЛР дозволив швидко ідентифікувати мікроорганізми [57], і за останні десять років він став генетичним методом, який найчастіше використовується в мікробіологічній діагностиці. Інші молекулярні методи, такі як T-RFLP (поліморфізм довжини кінцевого рестрикційного фрагмента), AFLP (поліморфізм довжини фрагмента адаптера), PCR-ARDRA (аналіз рестрикції рибосомної ДНК ПЛР-ампліфікації), RAPD (випадково

ампліфікована поліморфна ДНК), RT-PCR (ПЛР у реальному часі) та DGGE (денатуруючий градієнтний гель-електрофорез) є додатковими альтернативами для ідентифікації та кількісної оцінки мікробного різноманіття, що міститься в їжі [58]. Ці методи спочатку використовувалися для аналізу зразків навколишнього середовища, таких як ґрунт і вода, але останніми роками вони були застосовані до харчових продуктів, наприклад, у вакуумно упакованому охолодженому м'ясі .

Ідентифікувати суворо анаеробні види *Clostridium* важко за допомогою звичайних методів культивування, але це можна зробити за допомогою ПЛР [5]. Однак ПЛР може бути неефективним для ідентифікації близькоспоріднених видів, оскільки в деяких випадках може бути важко розробити конкретні праймери з бажаними характеристиками. ПЛР-виявлення *Clostridium*, пов'язаного з «blown pack», було проведено в Новій Зеландії (3) з використанням комерційних упаковок вакуумно упакованих зразків ягняти, а в Бразилії ПЛР використовувався для ідентифікації *Clostridium* у вакуумно упакованому охолодженому м'ясі [59].

Одним із молекулярних інструментів, який не тільки ідентифікує, але й кількісно визначає мікроорганізми, є ПЛР у реальному часі (RT-PCR), яка може ідентифікувати як патогенні, так і непатогенні мікроорганізми. У харчових продуктах RT-PCR використовувався для аналізу *Lactobacillus sakei* та *Leuconoctoc mesenteroides* у м'ясних продуктах [60].

Секвенування є ще одним інструментом, важливим для ідентифікації мікроорганізмів. Повні послідовності геному великої кількості мікроорганізмів, а також послідовності гена 16S рДНК доступні в публічних базах даних (GenBank). Ця інформація дає змогу порівнювати нуклеотидні послідовності, отримані зі зразків у лабораторії. За допомогою аналізу послідовностей гена 16S рДНК з різних харчових продуктів і зразків навколишнього середовища було продемонстровано, що залежні від культивування методи недооцінюють справжнє мікробне різноманіття в цих зразках [61]. Методи секвенування генів, які кодують 16S рРНК, вважаються

важливими інструментами у вивченні мікробних спільнот у зразках м'яса, оскільки вони дають надійні результати.

Нещодавно дослідження мікробних спільнот з використанням молекулярних методів було застосовано в дослідженнях псування м'яса: RAPD використовувався для оцінки біорізноманіття дріжджів, цвілі та бактерій у ковбасі. Інший метод аналізу мікробіоти в харчових продуктах, DGGE, використовувався для мікробної оцінки м'яса та м'ясних продуктів у вакуумній упаковці [62]. Техніка DGGE сама по собі не може бути використана для безпосереднього визначення та ідентифікації видів або таксономічних груп у зразку, і, отже, необхідно вирізати гелевий амплікон і секвенувати його. Методика DGGE зазвичай використовується для оцінки структури та динаміки мікробних спільнот у зразках їжі у відповідь на зміни навколишнього середовища без необхідності культивування. Він також використовується для аналізу зразків, підданих різним обробкам, згідно з дослідженнями [52], який продемонстрував важливість поєднання незалежних від культивування методів (клонування гена 16S рДНК і DGGE) і звичайних методів культивування у вивченні мікробних популяцій м'яса у вакуумній упаковці, обробленого надощтовою кислотою. У своїй роботі вони отримали дані, які неможливо було б отримати за допомогою лише звичайних і молекулярних методів.

Генетичне різноманіття спільноти в певному середовищі можна оцінити за допомогою методів «відбитків пальців». Один із прикладів AFLP використовувався для ідентифікації та відстеження мікроорганізмів, таких як *Listeria monocytogenes* у сирих моллюсках, охолодженій їжі та лососі [63]. У випадку вакуумно упакованого м'яса з проблемами роздування упаковки ПЛР і ПДРФ використовувалися для ідентифікації *C. algidicarnis* і *C. putrefaciens* за допомогою праймерів для областей V1 і V6 гена 16S РНК, а також для відстеження та ідентифікації забруднення з *Enterobacteriaceae*, *C. estertheticum* і *C. gasigenes* [5]. Тим не менш, використання молекулярних

інструментів для оцінки бактеріальної спільноти в цьому типі зразків не було повністю вивчено.

У багатьох випадках важливо охарактеризувати мікроорганізми м'яса, щоб знати різноманітність і сліди джерел забруднення. Гель-електрофорез із імпульсним полем (PFGE) – ще один молекулярний метод визначення характеристик мікроорганізмів. PFGE порівнює профілі геномної ДНК і нещодавно використовувався для оцінки генетичного різноманіття *Clostridium difficile*, виділеного з м'яса [64]. PFGE також використовувався для вивчення різноманітності *Leuconostoc gasicomitatum*, виділеного з м'ясних продуктів. *L. gasicomitatum* – це психротрофна молочнокисла бактерія, яка спричиняє псування м'яса, виробляючи газ в упаковці з модифікованою атмосферою. Для суворо анаеробних видів, таких як деякі *Clostridium*, характеристика PFGE буде складнішою, оскільки мікроорганізм потрібно виділити для аналізу цим методом. На закінчення можна сказати, що молекулярні методи подолали обмеження, пов'язані з селективним культивуванням та виділенням мікроорганізмів. Однак важливо враховувати, що молекулярні методи не можуть відрізнити ДНК, виділену з життєздатних і нежиттєздатних бактерій.

Загальні висновки з огляду

Вакуумні пакети для свіжого м'яса збільшують термін придатності і тим самим підвищують ефективність дистрибуції та маркетингу продукту. Проблеми псування зводяться до мінімуму, коли контролюється рН м'яса, яке упаковується, і точно підтримуються ідеальні температури зберігання. Однак навіть за відповідних температур охолодження м'ясо може бути піддано погіршенню мікроорганізмами, які здатні рости в цих умовах за відсутності кисню. Було показано, що психротрофні та психрофільні види *Clostridium* спричиняють псування типу роздутої пачки; однак інші види, які виробляють CO₂, такі як *Enterobacter*, *Serratia*, *Hafnia* та *Rahnella*, також

можуть сприяти цьому. Ці організми мало досліджувалися, особливо ті, які спричиняють проблему роздутої упаковки. Молекулярні методи здатні виявляти мікроорганізми, які не культивуються, а саме суворо анаеробні мікроорганізми. Їх можна використовувати для ідентифікації видів у мікробних спільнотах зіпсованих зразків, для вивчення ймовірних взаємодій між мікроорганізмами та, таким чином, для пошуку джерел забруднення та розробки стратегій контролю. Різні молекулярні методи аналізу різноманітності мікроорганізмів були розроблені, вдосконалені та все частіше застосовуються до харчових продуктів, що допомагає контролювати якість продуктів. У деяких випадках може знадобитися використання молекулярних методів разом із культурально-залежними методами.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Аналітичний огляд патентних та наукових публікацій та дослідження відповідно до обраної теми й мети магістрантом виконано у лабораторії кафедри ХБ ТНТУ ім. І. Пулюя.

Вивчаючи літературні джерела, які висвітлюють питання причин псування мяса й м'ясопродуктів за зберігання та способи їх сповільнення було обрано предмет, об'єкт та мету дослідження. Зокрема виявлено, що в сучасних технологіях зберігання м'ясопродуктів особливої уваги привертає застосування вакуумного пакування сировини до перероблення. Тому сформована мета мала визначити спосіб й режим тривалого холодильного зберігання м'яса для виробництва м'ясопродуктів.

Об'єкт дослідження: м'ясо яловичини, способи пакування, режими зберігання, розвиток мікробіоти, біохімічні зміни.

Предмет дослідження: динаміка розвитку мікробіоти й біохімічних змін за різних способів пакування й зберігання мяса.

Методи дослідження: літературно-оглядові (причини виникнення небажаних змін у м'ясі за її зберігання, мікрофлора псування м'яса, наявність способів й режимів тривалого зберігання м'яса, види пакування); мікробіологічні (дослідження мікробіоти остиглого м'яса та за зберігання при різних способів пакування), біохімічні (дослідження продуктів розпаду білку та ліпідів у м'ясі); статистичні (вірогідність отриманих даних).

Кваліфікаційна робота умовно була поділена на декілька незалежних частин, виконання яких розкривало загальну мету (рис. 2.1).

У першій частині досліджено мікробіологічні показники остиглого м'яса перед охолодженням. Отримані результати були початковими критеріями для орієнтації їх зміни за різних способів пакування й режиму зберігання.

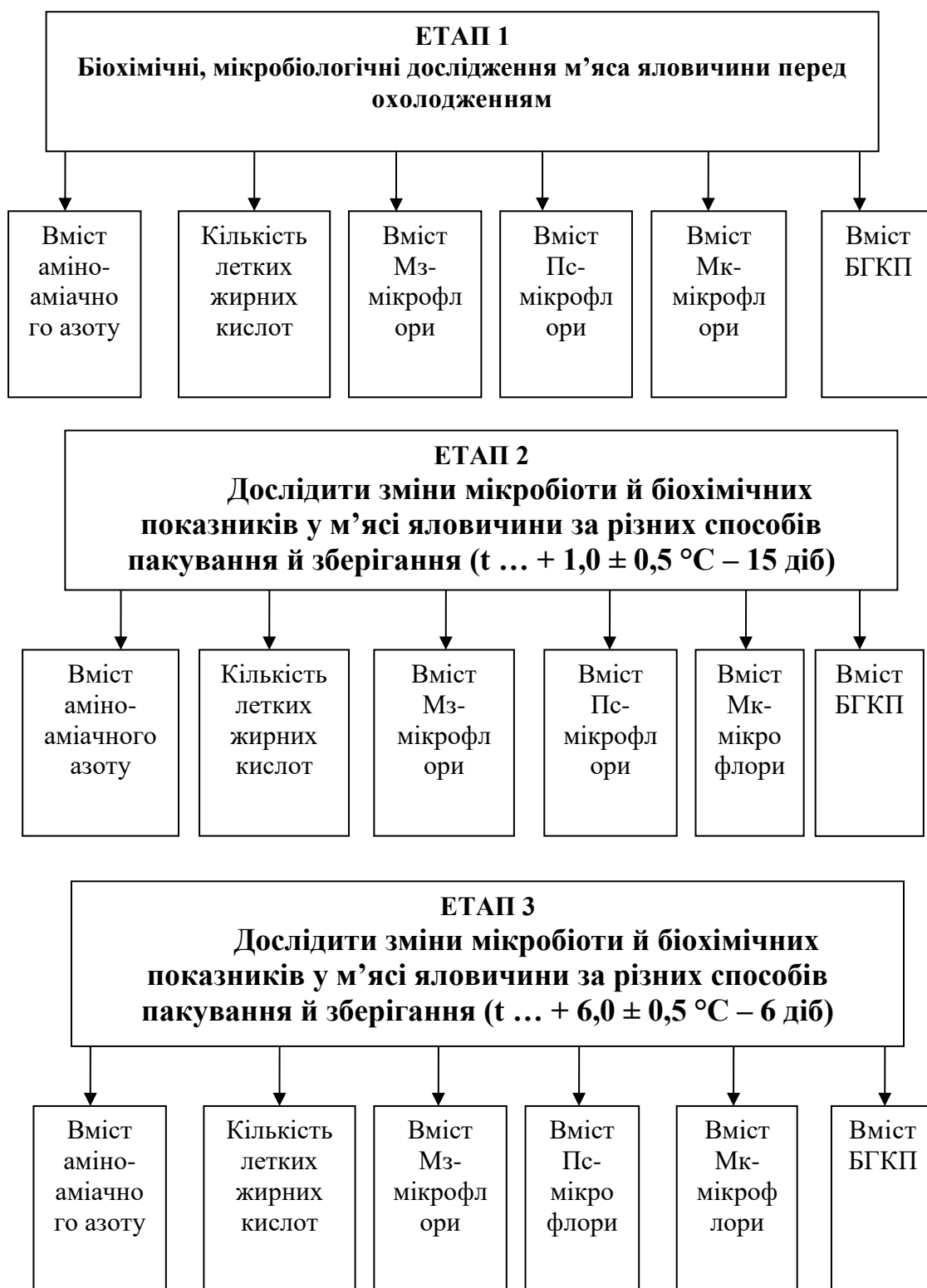


Рис. 2.1. Схема виконання роботи

Друга етап включав дослідження зміни мікробіоти й біохімічних показників у м'ясі яловичини за різних способів пакування й зберігання ($t \dots + 1,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C} - 15$ діб).

Третій – включав дослідження зміни мікробіоти й біохімічних показників у м'ясі яловичини за різних способів пакування й зберігання ($t \dots + 61,0 \pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C} - 6 \text{ діб}$).

2.1. Фізико-хімічні методи

Вміст аміно-аміачного азоту (ААА) у м'ясі досліджували за методиками описаними Влізло та ін., а кількість (ЛЖК) летких жирних кислот проводили на приладі для перегонки водяною парою [64]. Інші біохімічні показники визначалися класичними методиками відповідно з довідником й ДСТУ [65].

2.2. Мікробіологічні дослідження

Використовували класичні методи, які полягали у розведенні (десятикратних) харчового продукту перед посівом, підготовка до посіву з наступним висівом на селективні середовища для конкретної групи мікроорганізмів. Інкубували за температур для оптимальних кожної групи та підраховували кількість утворених колоній переводячи на 1 г або 1 мл змиву [64, 65, 66, 67]

Статистичний аналіз даних експериментів проводили за допомогою компютерної програми Statistica 10, а результати вважали вірогідними при $P \leq 0,05$.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1 Обґрунтування загальних тенденцій використання технологій щодо збільшення строків придатності м'яса

Одним із ключових завдань для сучасних галузей м'ясної промисловості є отримання «свіжого» продукту найвищої якості й забезпечення її упродовж найтривалішого терміну. Найпоширенішим методом збереження м'яса, який забезпечує необхідний термін служби продукту (без заморожування чи додавання консервантів), є вакуумне пакування більших «первинних» шматків. При цьому виключається доступ кисню та запобігається ріст бактерій, які потребують кисню. Для подальшого мінімізації зниження якості продукції та терміну зберігання внаслідок псування бактеріями, здатними до анаеробного росту, або біохімічних процесів, що впливають на стабільність кольору, рекомендована температура зберігання – 1,5 °С, яка, наприклад, використовується регулярно до всіх охолоджених продуктів, які постачаються на різні торгові ринки [1]. Для цих умов зберігання температура вище 0 °С вважатиметься неправильною. Ці умови відрізняються від тих, що застосовуються для охолодженого зберігання свіжого м'яса поблизу роздрібних торгових точок, де шматки також можуть зберігатися на повітрі або в модифікованій атмосфері при температурі близько + 2 °С, і в цій ситуації температура вище + 5 °С вважається зловживальним фактором [4, 5]. Щоб уникнути економічних втрат для роздрібного продавця, кожному м'ясному продукту встановлюється певний термін зберігання, тобто період, протягом якого цей продукт, як очікується, залишатиметься безпечним і не буде відчутної втрати якості; тобто момент, коли колір і текстура змінюються, а метаболічна активність бактерій робить м'ясо несприятливим для сприйняття споживачами.

Готові м'ясні продукти користуються великим попитом завдяки своїй високій біологічній цінності, прийнятній ціні, приємному смаку і легкій технології виготовлення. М'ясні продукти вважаються прекрасними джерелами смакового задоволення, якісним білком, мінералами та вітамінами (ВООЗ, [63]). Однак, м'ясні продукти переносять харчові захворювання, викликані *E. coli*, видами *Salmonella* та *Staph. aureus*, що передається переважно через споживання зараженої їжі та наявності збудників у м'ясі та сирих м'ясних продуктах, все це має серйозні наслідки для громадського здоров'я [1].

Мікробіологічні аспекти є корисним способом визначення безпеки та якості м'ясного продукту, і продукти можуть бути забруднені під час обробки від рук, робочого одягу, ножів, шкіри, нутрощів або з навколишнього середовища та транспортування, що призводить до нижчої їх якості або навіть непридатної для споживання людиною [42].

Найважливіші бактеріальні патогени в яловичині та м'ясі включає продукти, які викликають харчові інфекції *E.coli*, сальмонела та коагулазопозитивні стафілококи [1, 5, 7]. Бактеріальне забруднення та гігієнічні заходи при виробництві м'яса та погані умови зберігання для заморожених м'ясних продуктів можна виміряти за допомогою оцінки аеробних мезофільних бактерій, загальної кількості психротрофів, загальної кількості *Enterobacteriaceae*, всіх *Coliforms* та *Escherichia coli* біотипу 1, що найбільше важливий показник фекального забруднення [25, 29].

За останнє десятиліття було досягнуто значного прогресу в подовженні терміну зберігання охолодженого мяса, включаючи краще розуміння впливу рН м'яса та активності води (a_w) на ріст мікробів. Крім того, було покращено гігієну процесу, щоб гарантувати, що початкова кількість мікроорганізмів у м'ясі є якомога меншою. Технічні досягнення зменшили проникність бар'єрних плівок для кисню та дозволили краще контролювати температуру під час обробки та транспортування. Як наслідок, при ретельному контролі

термін придатності продукту тепер досягається до 12 тижнів для деяких шматків, особливо з низьким рН (5,5–5,8) [63].

Отже, сучасне розуміння технології зберігання та мікробіології охолодженого мяса, яке зберігється в інноваційних системах вакуумного упакування та зосередження на тому, як мікробіота впливає на очікуваний термін придатності та мікробіологічні критерії, встановлені конкретними клієнтами є важливим для зниження втрат м'ясної галузі.

3.2. Первинна мікробіологічна й фізико-хімічна оцінка остиглої яловичини перед зберіганням

Для того щоб охарактеризувати зміни в м'ясі яловичини за застосованих технологій зберігання упродовж рекомендованих термінів, ми на першому етапі досліджень вивчали первинні показники мікробіологічного стану й фізико-хімічних параметрів в остиглій яловичині. Ці результати будуть показником для порівняння результатів одержаних за визначення після зберігання у системі вакуумного пакування, в пластиковому контейнері та за відкритою поверхні.

Мікробіологічні показники остиглої яловичини (рис. 3.1) виявили, що визначена мікробіота сформована у переважній більшості з мезофільної мікрофлори (Пз-мікрофлора), яка становила $4,74 \log \text{ КУО/см}^2$ змиву (56 000 КУО). М'ясо вважається задовільної мікробіологічної якості у випадку його первинного мікробного забруднення в діапазоні 10 000 – 100 000 тис. КУО/см² змиву. За наших досліджень у дослід відібрано яловичину із задовільними показниками. Другою за кількістю виявлених у яловичині мікроорганізмів була психротрофна мікрофлора (Пс-мікрофлора), її вміст становив $3,78 \log \text{ КУО/см}^2$ змиву (6100 КУО). Тобто кількість Пс-мікрофлори виявлявся у середньому в 10 разів менше в остиглій яловичині, ніж вміст Пз-мікрофлори. Водночас, за даними багатьох дослідників [1, 2, 3] псування мяса за зберігання в холодильнику відбувається за участь саме Пс-

мікрофлори, яка має нижчі оптимальні температурні діапазони для розвитку та метаболізму.

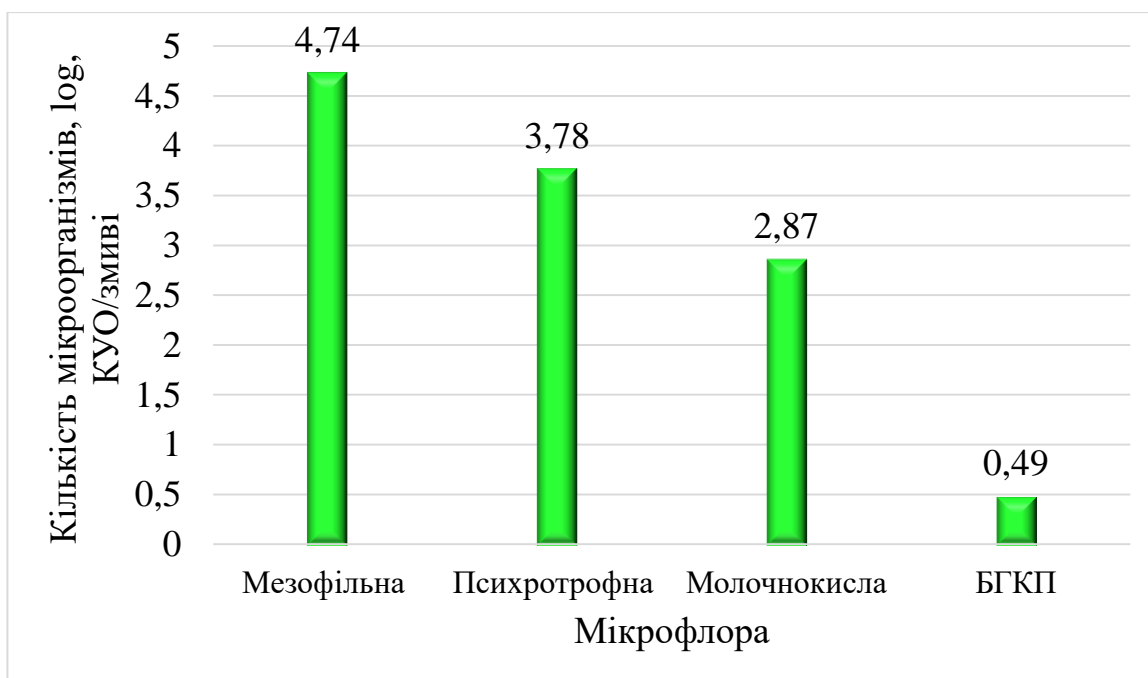


Рис. 3.1. Мікробіологічні показники остиглої яловичини

Молочнокисла мікрофлора (Мк-мікрофлора) незначною кількістю представлена на остиглій м'ясній яловичинній сировині, оскільки їх кількість становила $2,87 \log \text{ КУО/см}^2$ змиву (750 КУО). Тобто близько як в 100 разів менша кількість, порівнюючи з Мз-мікрофлорою та в 10 разів менше, ніж Мс-мікрофлора. Втім визначення Мк-мікрофлора є доцільним і має вагомe значення, оскільки представники цієї мікробіоти спричиняють закисання м'ясних продуктів за тривалого зберігання при різних режимах й умовах.

Останню групу мікробіоти, яку ми визначали в остиглій яловичині – це була коліформна група, а саме представники БГКП. Її визначення має суттєве значення, оскільки роди, що фурмують цю групу відносяться до санітарно-показових мікроорганізмів, які у своїй більшості факультативні анаероби. Тому мають прекрасну можливість розвиватися використовуючи різні метаболічні механізми в умовах зберігання м'ясного продукту навіть у вакуум системі пакування.

Отже, аналіз мікробіоти виявив відповідність остиглого мяса критеріям мікробіологічної безпеки за досліджуваними групами мікробіоти, яка може впливати на його терміни зберігання.

3.3. Зміни мікробіоти у мясі яловичини за різних способів пакування й зберігання ($t \dots + 1,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C} - 15$ діб)

Визначивши кількісні показники наявної мікробіоти в остиглому мясі яловичини наступною частиною роботи було оцінити вплив трьох видів пакування мяса та двох режимів холодильного зберігання на зміну представників мікрофлори, фізико-хімічні властивості та показники свіжості. Застосували наступний алгоритм проведення досліджень:

1. Охолодили мясо до температури ($t \dots + 1,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$) розфасували у три види пакування:

- у системі вакуумного пакування;
- у пластиковому контейнері;
- мясо без пакування, відкрита поверхня.

Після пакування проби зберігали протягом 15 діб, на сьому й п'ятнадцяту добу проводили визначення ознак свіжості мяса.

2. Охолодили мясо до температури ($t \dots + 6,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$) розфасували у три види пакування:

- у системі вакуумного пакування;
- у пластиковому контейнері;
- мясо без пакування, відкрита поверхня.

Після пакування проби зберігали протягом 6 діб, на третю й шосту добу проводили визначення ознак свіжості мяса.

Проведення експериментів за таким алгоритмом дозволить встановити найактивнішу групу мікрофлори за двох режимів зберігання та трьох способів пакування, що дозволить підібрати оптимальну схему для забезпечення тривалішої свіжості мяса яловичини.

Дослідження зміни Мз-мікрофлори у м'ясі яловичини за різних способів пакування й зберігання ($t \dots + 1,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$) наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Зміни Мз-мікрофлори у м'ясі яловичини за різних способів пакування й зберігання ($t \dots + 1,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$)

Назва проби	Кількість Мз-мікрофлори (КУО/г) в остиглому м'ясі	Кількість Мз-мікрофлори (КУО/г) в м'ясі протягом зберігання, діб	
		7	15
М'ясо яловичини в системі вакуумного пакування	$5,6 \pm 0,2 \times 10^4$	$4,8 \pm 0,2 \times 10^{5*}$	$3,0 \pm 0,1 \times 10^{6*}$
М'ясо яловичини в пластиковому контейнері	$5,6 \pm 0,2 \times 10^4$	$3,7 \pm 0,1 \times 10^{6*}$	$1,1 \pm 0,1 \times 10^{7*}$
М'ясо без пакування	$5,6 \pm 0,2 \times 10^4$	$9,9 \pm 0,4 \times 10^{6*}$	$5,3 \pm 0,2 \times 10^{8*}$

Примітка: * – $p < 0,05$ – щодо Мз-мікрофлори в остиглому м'ясі;

Мз – мезофільна мікрофлора.

Характеризуючи розвиток Мз-мікрофлори (табл. 3.1) спостерігаємо інтенсивність її активності у такій послідовності. Перше – зберігання яловичини в системі вакуумного пакування сповільнювало розвиток Мз-мікрофлори найбільше з поміж двох інших способів зберігання протягом семидобового терміну. Так активність Мз-мікрофлори в системі вакуумного пакування протягом цього часу зростає в середньому в 10 разів і становила $4,8 \pm 0,2 \times 10^5$ КУО/г. Втім у м'ясі яловичини в пластиковому контейнері за цей період спостерігали інтенсивнішу динаміку Мз-мікрофлори, ніж у вакуумній системі пакування. Зокрема у цьому м'ясі за цей період кількість Мз-мікрофлори зростає в 66 разів і становила $3,7 \pm 0,1 \times 10^6$ КУО/г. М'ясо, яке

зберігалось і має більше одного мільйона Мз-мікрофлори за повідомленнями дослідників [1] має усі притаманні ознаки псування органолептичного змісту.

У третьому способі зберігання мяса (не застосовували захист поверхні від забруднення) на сьому добу холодильного режиму зберігання кількість бактерій виявилася найбільша, порівнюючи зі способом пакування в системі вакууму та в контейнері. У цьому м'ясі кількість Мз-мікрофлори протягом сім діб зростає до 10 мільйонів, тобто більше як на 3 порядки. Мясо з такою мікробною контамінацією є непридатне для споживання. У даному випадку дослідження вказує, що кількість мікробіоти збільшується у такому м'ясі за рахунок не тільки розмноження, а й контамінації його ззовні.

Зберігання мяса за даних способів пакування протягом 15 добового терміну посилює участь Мз-мікрофлори у мікробіоценозі охолодженої яловичини. При цьому мясо в системі вакуумного пакування містило в середньому на один порядок менше мікрофлори, порівнюючи з мясом упакованим в контейнер, та на два порядки менше, ніж мясо без жодного пакування поверхні. Це вказує, що система вакуум пакування мяса знижує інтенсивність розвитку Мз-мікрофлори за режиму охолодженого зберігання мяса. Очевидно в мікробіоценозі Мз-мікрофлори наявна значна кількість чисто аеробної мікрофлори, яка не здатна здійснювати метаболізм в м'ясі за системи вакуумного пакування. В такому м'ясі здатні розвиватися тільки мікроаеробна та анаеробна мікрофлора, очевидно саме з нею пов'язані органолептичні зміни мяса в системі вакуумного пакування. Водночас у двох інших способах пакування, де мікроорганізми мають доступ до кисню атмосфери процеси їх розвитку найшвидші та метаболітичні зміни будуть більш очевидні.

У цілому мясо яловичини, яке зберігалось в системі вакуумного пакування за режиму ($t \dots + 1,0 \pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$) термін придатності за цих умов може становити 15 діб, а у способах у контейнері та без пакування не більше сім діб, оскільки проходить інтенсивний розвиток навіть Мз-мікрофлори.

Зміни Пс-мікрофлори у м'ясі яловичини за різних способів пакування й зберігання виявили (табл. 3.2), що хоч початкова контамінація даною мікробіотою була в 10 разів менша, за Пз-мікрофлору (рис. 3.1) проте, динаміка її активності у м'ясі була інтенсивніша, порівнюючи з Пз-мікрофлорою.

Таблиця 3.2

Зміни Пс-мікрофлори у м'ясі яловичини за різних способів пакування й зберігання ($t \dots + 1,0 \pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$)

Назва проби	Кількість Пс-мікрофлори (КУО/г) в остиглому м'ясі	Кількість Пс-мікрофлори (КУО/г) в м'ясі протягом зберігання, діб	
		7	15
М'ясо яловичини в системі вакуумного пакування	$6,1 \pm 0,2 \times 10^3$	$7,5 \pm 0,3 \times 10^{4*}$	$5,2 \pm 0,2 \times 10^{6*}$
М'ясо яловичини в пластиковому контейнері	$6,1 \pm 0,2 \times 10^3$	$4,3 \pm 0,2 \times 10^{6*}$	$2,8 \pm 0,1 \times 10^{8*}$
М'ясо без пакування	$6,1 \pm 0,2 \times 10^3$	$7,1 \pm 0,3 \times 10^{6*}$	$1,6 \pm 0,1 \times 10^{9*}$

Примітка: * – $p < 0,05$ – щодо Пс-мікрофлори в остиглому м'ясі;

Пс – психротрофна мікрофлора.

Так, у системі вакуумного пакування кількість Пс-мікрофлори протягом семидобового зберігання збільшилася в 12,3 раза до $7,5 \pm 0,3 \times 10^4$ КУО/г. За такої кількості зазвичай у м'ясі не реєструються зміни пов'язані з метаболітами цих бактерій. Втім виявлено суттєвий процес розмноження Пс-мікрофлори у м'ясі запакованого в пластиковий контейнер за цей час зберігання, зокрема кількість Пс-мікрофлори збільшилася з $6,1 \pm 0,2 \times 10^3$ КУО/г до $4,3 \pm 0,2 \times 10^6$ КУО/г тобто в середньому на три порядки (705 разів).

Закономірно під час такого стрімкого логарифмічного розвитку Пс-мікрофлори у м'ясі будуть накопичуватися ліполітичні й протеолітичні продукти метаболізму даної мікробіоти. Тому за мікробіологічними параметрами таке м'ясо не можна вважати задовільної якості.

Ще більш інтенсивний процес розвитку Пс-мікрофлори відмічаємо у м'ясі без пакування. За семидобовий період у ньому кількість Пс-мікрофлори зростала більше як в 100 разів, порівнюючи з початковим обсіменінням. На нашу думку це частково пов'язано з забрудненням поверхні холодолюбивими штамами ззовні, до яких відносять психотолерантні гриби й дріжджі. Відповідно такі суттєві темпи знижують як споживчу так і мікробіологічну якість даного м'яса.

У наступні сім – вісім діб розвиток Пс-мікрофлори відбувався за кривою росту і можна вважати, що дана мікробіота ще перебувала в лаг фазі свого росту. У цій фазі мікроорганізми вважаються сильно метаболічно активними та продукують специфічні ензими псування м'ясної сировини. Однак кількість Пс-мікрофлори на даний відрізок часу становила $5,2 \pm 0,2 \times 10^6$ КУО/г у м'ясі в системі вакуум пакування, на два порядки більше – $2,8 \pm 0,1 \times 10^8$ КУО/г в м'ясі упакованого в контейнер та приблизно на три порядки – $1,6 \pm 0,1 \times 10^9$ КУО/г в м'ясі без пакування.

Загалом дослідження показує, що спосіб зберігання м'яса в системі вакуум пакування виявився більш надійною й ефективною щодо гальмування розвитку Пс-мікрофлори порівнюючи з способами, які забезпечують доступ повітря до поверхні м'яса. Це пояснюється наявністю серед Пс-мікрофлори значної кількості аерофільної мікробіоти, яка не має можливості розвиватися без доступу кисню в вакуум упаковці. Наші дані підтверджують дослідники, які вказують, що в аеробних умовах *Pseudomonas spp.* може швидко домінувати в м'ясі та сприяти його погіршенню [24]. Конкретні види, які були ідентифіковані, включають *P. fragi*, види, які найчастіше виділяють з м'яса, згідно з [39], а також *P. fluorescens* і *P. putrefaciens* [39]. За даними [21], *P. fragi* стає домінуючим у м'ясі під час його зберігання в

холодильнику, можливо, через специфіку його метаболізму та коротший час лаг-фази. Під час охолодження також можуть бути виявлені інші важливі мікроорганізми, що викликають руйнування, наприклад з родів *Moraxella*, *Psychrobacter* і *Acinetobacter* [21].

Зміни Мк-мікрофлори у м'ясі яловичини за різних способів пакування й зберігання й режиму ($t \dots + 1,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$) виявили наступну мікробіологічну картину (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Зміни Мк-мікрофлори у м'ясі яловичини за різних способів пакування й зберігання ($t \dots + 1,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$)

Назва проби	Кількість Мк - мікрофлори (КУО/г) в остиглому м'ясі	Кількість Мк-мікрофлори (КУО/г) в м'ясі протягом зберігання, діб	
		7	15
М'ясо яловичини в системі вакуумного пакування	$7,5 \pm 0,4 \times 10^2$	$5,8 \pm 0,2 \times 10^{3*}$	$7,1 \pm 0,3 \times 10^{5*}$
М'ясо яловичини в пластиковому контейнері	$7,5 \pm 0,4 \times 10^2$	$2,6 \pm 0,1 \times 10^{4*}$	$4,3 \pm 0,2 \times 10^{6*}$
М'ясо без пакування	$7,5 \pm 0,4 \times 10^2$	$7,4 \pm 0,3 \times 10^{4*}$	$9,1 \pm 0,5 \times 10^{6*}$

Примітка: * – $p < 0,05$ – щодо Мк-мікрофлори в остиглому м'ясі;

Мк – молочнокисла мікрофлора.

Зважаючи на те, що кількість Мк-мікрофлори у остиглій яловичині не перевищувала 1 тис КУО/г, дана мікробіота розмножувалася, але динаміка її була нижча за усіх трьох способів пакування, порівнюючи з Мз-мікрофлорою й Пс-мікрофлорою. Так у яловичині в системі вакуумного пакування вміст Мк-мікрофлори протягом семидобового зберігання збільшився з $7,5 \pm 0,4 \times 10^2$

КУО/г до $5,8 \pm 0,2 \times 10^3$ КУО/г, тобто в 7,3 рази в наступні вісім діб процес розвитку Мк-мікрофлори був інтенсивніший, оскільки збільшення становило, в середньому 120 разів. Однак, в загальному на 15 добу вміст Мк-мікрофлори не був таким значним, щоб зумовити непридатність мяса до споживання. Оскільки, літературні дані зазначають, що процеси закислення м'ясних продуктів за участі Мк-мікрофлори з наявністю неприємних органолептичних вад будуть виникати при кількості їх приблизно 10^6 КУО/г.

Втім, за способу пакування мяса в пластиковий контейнер відмічали значно інтенсивнішу динаміку розвитку Мк-мікрофлори протягом як семидобового, так 15 добового зберігання яловичини, порівнюючи з таким, але в системі вакуумного пакування. У даному м'ясі в контейнері через сім діб вміст Мк-мікрофлори збільшився приблизно на півтора порядки і становив $2,6 \pm 0,1 \times 10^4$ КУО/г тобто на один порядок менше, ніж за способу зберігання у системі вакуум пакування. За такого способу зберігання на 15 добу кількість Мк-мікрофлори досягла значення $4,3 \pm 0,2 \times 10^6$ КУО/г, що вкрай негативно впливає на його мікробіологічну стійкість.

Найбільшу кількість Мк-мікрофлори виявляли у м'ясі без пакування, тенденція зберігалася як за інших груп мікрофлори за даного способу дослідження, що обумовлене підвищеною аерацією повітря.

Отже, система вакуум пакування мяса спвільнює розвиток Мк-мікрофлори. При цьому вирішальну роль має початкова кількість Мк-мікрофлори, оскільки чим більша мікробіоти в остиглому м'ясі тим більше вони зможуть виробити своїх метаболітів у процесі розвитку, а саме дані токсини й ароматичні продукти розпаду м'язової тканини спотворюють неякісну картину продукту.

Важливо було оцінити, які зміни проходять з БГКП за досліджуваних нами способів й режимів подовження терміну придатності сировини. За значенням БГКП в продукті оцінюють доброякісність та безпечність його до подальшого перероблення. В основному у складі даної мікробіоти наявні групи, які проявляють, як психротолерантність та аеротолерантність, тому

система вакуумного пакування на нашу думку не повинно вплинути на їх метаболізм.

Зміни БГКП у м'ясі яловичини за різних способів пакування й зберігання за режиму ($t \dots + 1,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$) виявили наступну динаміку (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Зміни БГКП у м'ясі яловичини за різних способів пакування й зберігання ($t \dots + 1,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$)

Назва проби	Кількість БГКП (КУО/г) в остиглому м'ясі	Кількість БГКП (КУО/г) в м'ясі протягом зберігання, діб	
		7	15
М'ясо яловичини в системі вакуумного пакування	$3,1 \pm 0,1 \times 10^1$	$6,5 \pm 0,2 \times 10^{2*}$	$3,1 \pm 0,1 \times 10^{3*}$
М'ясо яловичини в пластиковому контейнері	$3,1 \pm 0,1 \times 10^1$	$2,4 \pm 0,1 \times 10^{3*}$	$5,5 \pm 0,2 \times 10^{5*}$
М'ясо без пакування	$3,1 \pm 0,1 \times 10^1$	$6,8 \pm 0,2 \times 10^{3*}$	$8,7 \pm 0,2 \times 10^{5*}$

Примітка: * – $p < 0,05$ – щодо БГКП в остиглому м'ясі;

БГКП – бактерії групи кишкових паличок.

Перше – штами, які складають БГКП розвивалися в упакованому м'ясі за застосованих способів пакування і режимів температури протягом часу нашого дослідження. Тобто у складі є мікробіоти БГКП наявні види, які проявляють метаболітичну життєдіяльність як психротрофні та в аеробно-анаеробних умовах.

Друге – різниця в кількості БГКП на у м'ясі за час 15 добового зберігання була суттєва й залежала від способів, у які було упаковане м'ясо.

Третє – застосування системи вакуумного пакування стримувало розвиток БГКП протягом 15 добового часу за даного режиму.

Зокрема, кількість БГКП у м'ясі, яке зберігалось в системі вакуумного пакування становила на 15 добу $3,1 \pm 0,1 \times 10^3$ КУО/г, що відповідає нормам ДСТУ (до 3162,2 КУО/мл змиву). Водночас м'ясо яловичини, упаковане в пластиковий контейнер та без пакування за кількістю БГКП й за режиму $t \dots + 1,0 \pm 0,5$ °С можна зберігати не довше сім діб.

Отже, за кількістю БГКП м'ясо в системі вакуумного пакування можна триваліший час зберігати (на вісім діб), порівнюючи з таким упакованим тільки в пластиковий контейнер без порушення нормативів безпечності. В загальному мікробіологічні зміни в трьох видах упакованого м'яса відбуваються за сумісного розвитку Мз-мікрофлори, Пс-мікрофлори та Мк-мікрофлори, але м'ясі в системі вакуумного пакування за вище наведеного режиму усі ці види мікрофлори сповільнювали свій розвиток.

3.4. Зміни біохімічних показників у м'ясі яловичини за різних способів пакування й зберігання ($t \dots + 1,0 \pm 0,5$ °С – 15 діб)

Одночасно із дослідженням мікробіоти у м'ясі за різних способів пакування ми оцінювали у ній біохімічні показники, які є причиною ферментного окиснення та дії метаболітів усієї мікробіоти, що розвивається в ньому. Оцінку м'яса проводили за кількістю накопичених продуктів розпаду білка – аміно-аміачного азоту та жиру – летких жирних кислот. Біохімічні показники м'яса в системі вакуумного пакування й зберігання ($t \dots + 1,0 \pm 0,5$ °С) наведено на рис. 3.2.

Виявлено, що продукти розпаду харчових компонентів посухово накопичувалися у м'ясі навіть за системи вакуумного пакування уже на сьому добу зберігання. У даний час кількість Аміно-аміачного азоту (ААА) становила $1,27 \pm 0,02$ мг/г, що не є суттєвим, а кількість летких жирних кислот (ЛЖК) – зросла в 2 рази до $5,75 \pm 0,05$ мг/г, це вказує, що у такому

мясі активніше проходять процеси розпаду жиру. Після 15 добового періоду зберігання процеси розпаду посилилися і кількість ААА зросла на 0,3 мг/г, а ЛЖК до $11,35 \pm 0,14$ мг/г, що вважається критичним для появи специфічних неприємних смаку й аромату.

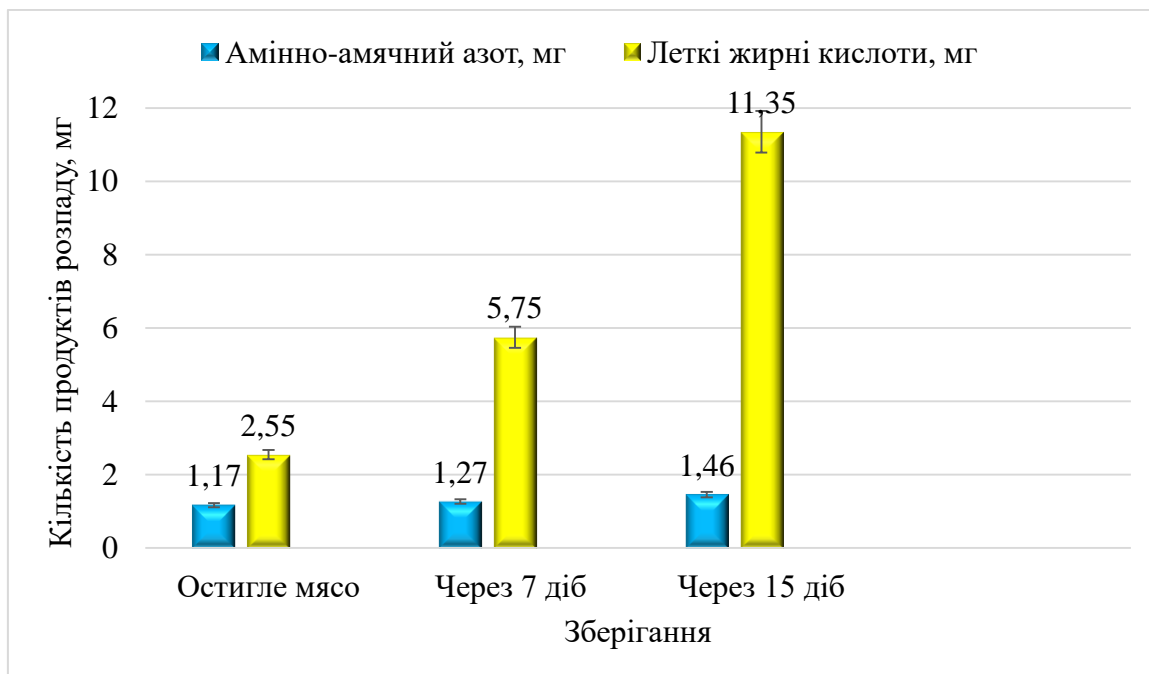


Рис. 3.2. Біохімічні показники м'яса в системі вакуумного пакування й зберігання ($t \dots + 1,0 \pm 0,5$ °C)

Отже, біохімічні показники м'яса, яке зберігалось в системі вакуумного пакування за ($t \dots + 1,0 \pm 0,5$ °C) благополучні протягом сім діб, проте на 15 добу вони стають задовільні або сумнівні.

Біохімічні показники м'яса в пластиковому контейнері зберігання ($t \dots + 1,0 \pm 0,5$ °C) виявили наступне (рис. 3.3). Зміна продуктів розпаду ААА та ЛЖК відбувалася інтенсивніше, ніж у м'ясі витриманому в системі вакуумного пакування. Так у м'ясі в контейнері вміст ААА становив на сьому добу $1,38 \pm 0,02$ мг/г, що на 0,1 мг більше, ніж у м'ясі у вакуумі, а кількість ЛЖК зросла до $5,86 \pm 0,12$ мг/г, що не суттєво відрізняється від м'яса витриманого в системі вакуумного пакування. Це вказує, що обидва способи зберігання за режиму ($t \dots + 1,0 \pm 0,5$ °C) протягом сім діб не спричиняють біохімічних змін, які є негативні для сприйняття споживачами. Упродовж

наступного восьми добового зберігання процесу розпаду з накопичення ААА та ЛЖК інтенсифікувалися і їх кількість становила $1,61 \pm 0,03$ та $14,1 \pm 0,15$ мг/г, це та кількість, яка спричиняє неприємні зміни у м'ясі під час його теплової обробки.

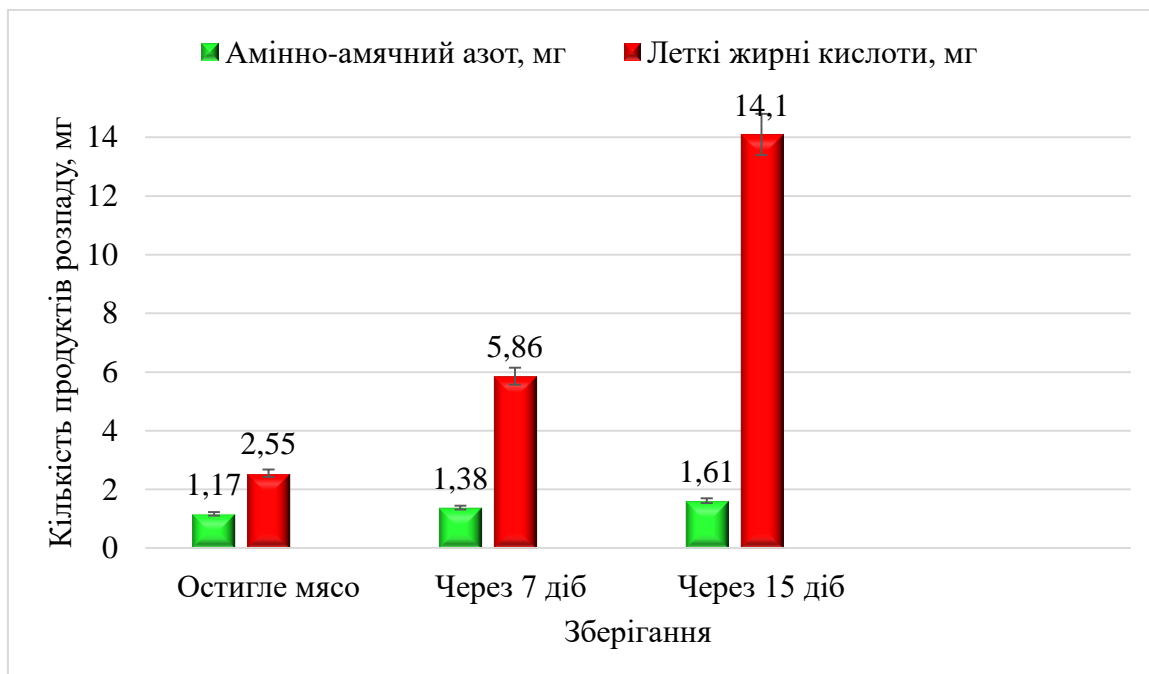


Рис. 3.3. Біохімічні показники м'яса в пластиковому контейнері зберігання ($t \dots + 1,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$)

Отже, накопичення продуктів розпаду білка й жиру у м'ясі в пластиковому контейнері хоч і було інтенсивніше, ніж за вакуумного пакування, проте воно суттєво не відрізнялося протягом сім д'їб. Різниця виявилася на 15 добу за даного способу пакування й зберігання цей час м'ясо мало кількість ААА та ЛЖК, які вважаються непридатними для подальшої переробки.

Біохімічні показники м'яса без пакування й зберігання ($t \dots + 1,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$) встановили (рис. 3.4), що біохімізм розпаду пептидів й ліпідів за такого способу був найінтенсивніший порівнюючи з двома вищевказаними способами. Зокрема у цьому м'ясі вже на сьому добу відмічали значну кількість як ААА, так ЛЖК – $1,46 \pm 0,03$ та $5,92 \pm 0,08$ мг/г. За такого вмісту метаболітів розпаду м'ясо може мати неприємні ароматичні речовини, які

виділяються під час варіння. За подальшого зберігання ці процеси біохімічної й мікробної ферментації були ще активнішими, оскільки кількість ААА та ЛЖК становила – $1,78 \pm 0,4$ та $14,6 \pm 0,12$ мг/г, відповідно.

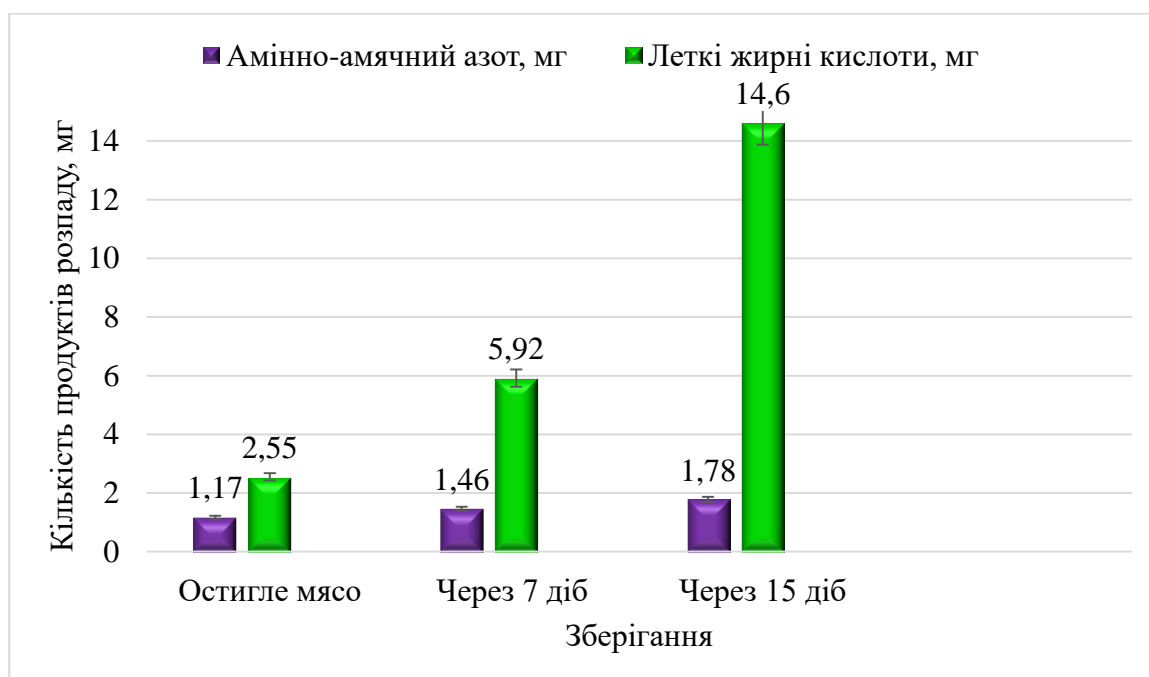


Рис. 3.4. Біохімічні показники м'яса без пакування й зберігання ($t \dots + 1,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$)

Отже, підсумовуючи дані щодо біохімізму у м'ясі за трьох способів зберігання й режиму ($t \dots + 1,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$) констатуємо, що найкращий та найефективніший, за якого відбуваються найменші зміни у м'ясі – це зберігання в системі вакуумного пакування.

3.5. Зміни мікробіоти у м'ясі яловичини за різних способів пакування й зберігання ($t \dots + 6,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C} - 6$ д'іб)

У даній частині нами було проведено дослідження з визначення зміни мікробіоти (Мз, Пс, Мк й БГКП) у м'ясі яловичини за різних способів пакування й зберігання ($t \dots + 6,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 6 д'іб). Адже зберігання в умовах температур побутового холодильника є дуже поширеним явищем.

Зміни Мз-мікрофлори у м'ясі яловичини за різних способів пакування й зберігання ($t \dots + 6,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 6 діб) наведено в табл. 3.5

Таблиця 3.5

Зміни Мз-мікрофлори у м'ясі яловичини за різних способів пакування й зберігання ($t \dots + 6,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 6 діб)

Назва проби	Кількість Мз-мікрофлори (КУО/г) в остиглому м'ясі	Кількість Мз-мікрофлори (КУО/г) в м'ясі протягом зберігання, діб	
		3	6
М'ясо яловичини в системі вакуумного пакування	$5,6 \pm 0,2 \times 10^4$	$5,6 \pm 0,2 \times 10^{5*}$	$4,1 \pm 0,1 \times 10^{6*}$
М'ясо яловичини в пластиковому контейнері	$5,6 \pm 0,2 \times 10^4$	$5,7 \pm 0,2 \times 10^{6*}$	$3,8 \pm 0,2 \times 10^{7*}$
М'ясо без пакування	$5,6 \pm 0,2 \times 10^4$	$8,8 \pm 0,4 \times 10^{6*}$	$8,1 \pm 0,4 \times 10^{7*}$

Примітка: * – $p < 0,05$ – щодо Мз-мікрофлори в остиглому м'ясі;

Мз – мезофільна мікрофлора.

Виявлено (табл. 3.5), що за цього режиму зберігання загальна динаміка розвитку Мз-мікрофлори за трьох способів пакування м'яса була аналогічна, як за зберігання при $+ 1,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$. Тобто Мз-мікрофлора в м'ясі, яке було в системі вакуумного пакування найповільніше розмножувалася, а у м'ясі без пакування її інтенсивність була найшвидша. Втім за таких початкових мікробіологічних показників Мз-мікрофлори лише м'ясо в системі вакуумного пакування можна зберігати шість діб, а за двох інших способів протягом трьох – чотирьох діб. Це вказує, що на процес активності мікрофлори за наших способів пакування суттєвий вплив має температура зберігання.

Результати щодо зміни Пс-мікрофлори у м'ясі яловичини за різних способів пакування й зберігання наведено в табл. 3.6.

Таблиця 3.6

Зміни Пс-мікрофлори у м'ясі яловичини за різних способів пакування й зберігання ($t \dots + 6,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 6 діб)

Назва проби	Кількість Пс-мікрофлори (КУО/г) в остиглому м'ясі	Кількість Пс-мікрофлори (КУО/г) в м'ясі протягом зберігання, діб	
		3	6
М'ясо яловичини в системі вакуумного пакування	$6,1 \pm 0,2 \times 10^3$	$4,2 \pm 0,2 \times 10^{4*}$	$4,7 \pm 0,2 \times 10^{6*}$
М'ясо яловичини в пластиковому контейнері	$6,1 \pm 0,2 \times 10^3$	$7,1 \pm 0,3 \times 10^{6*}$	$5,1 \pm 0,2 \times 10^{8*}$
М'ясо без пакування	$6,1 \pm 0,2 \times 10^3$	$8,2 \pm 0,4 \times 10^{6*}$	$7,9 \pm 0,4 \times 10^{8*}$

Примітка: * – $p < 0,05$ – щодо Пс-мікрофлори в остиглому м'ясі;

Пс – психротрофна мікрофлора.

Виявлено (табл. 3.6), що незважаючи на низьку кількість Пс-мікрофлори на м'ясі до пакування кількість їх досить активно збільшувалася за зберігання при всіх трьох способах. При цьому тільки м'ясо в системі вакуумного пакування мало задовільні показники за кількістю Пс-мікрофлори. М'ясо упаковане у пластиковий контейнер, хоч і в меншій мірі було забруднене даною мікрофлорою на третю й шосту добу зберігання, порівняно з м'ясом без пакування, все одно кількість Пс-мікрофлори була у такій кількості, що несприятливо впливає на його безпечність та псування.

Аналогічні зміни були виявлені щодо розвитку за цього режиму Мк-мікрофлори, тобто у м'ясі, яке зберігалось в системі вакуумного пакування було найкращої якості упродовж шість діб, порівнюючи з м'ясом у пластиковій упаковці та без неї. При цьому на шосту добу м'ясо в системі вакуумного пакування мало вміст Мк-мікрофлори менше, ніж на один порядок, порівнюючи з двома іншими способами пакування.

Таблиця 3.7

Зміни Мк-мікрофлори у м'ясі яловичини за різних способів пакування й зберігання ($t \dots + 6,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 6 діб)

Назва проби	Кількість Мк – мікрофлори (КУО/г) в остиглому м'ясі	Кількість Мк-мікрофлори (КУО/г) в м'ясі протягом зберігання, діб	
		3	6
М'ясо яловичини в системі вакуумного пакування	$7,5 \pm 0,4 \times 10^2$	$1,4 \pm 0,1 \times 10^{3*}$	$4,2 \pm 0,2 \times 10^{5*}$
М'ясо яловичини в пластиковому контейнері	$7,5 \pm 0,4 \times 10^2$	$3,8 \pm 0,2 \times 10^{4*}$	$8,1 \pm 0,4 \times 10^{6*}$
М'ясо без пакування	$7,5 \pm 0,4 \times 10^2$	$8,1 \pm 0,4 \times 10^{4*}$	$9,7 \pm 0,5 \times 10^{6*}$

Примітка: * – $p < 0,05$ – щодо Мк-мікрофлори в остиглому м'ясі;

Мк – молочнокисла мікрофлора.

БГКП (табл. 3.8) за шестидобового періоду зберігання збільшили свою кількість у м'ясі за системи вакуумного пакування $3,1 \pm 0,1 \times 10^1$ КУО/г до $1,1 \pm 0,1 \times 10^4$ КУО/г, тобто в середньому на три порядки. За другою спосіб на чотири порядки, а за третього спосіб на п'ять порядків. За вмістом БГКП

практично за всіх способів пакування й зберігання м'ясо відповідало чинним вимогам безпеки.

Отже, аналіз мікробіоти за трьох способів пакування й режиму ($t \dots + 6,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 6 діб) виявив схожу тенденцію, як за режиму ($t \dots + 1,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 15 діб). При якому способі зберігання у системі вакуумного пакування був найефективнішим щодо гальмування мікробіологічних змін у ньому. Тому для тривалішого зберігання за цього режиму ми рекомендуємо спосіб у системі вакуумного пакування.

Таблиця 3.8

Зміни БГКП у м'ясі яловичини за різних способів пакування й зберігання ($t \dots + 6,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 6 діб)

Назва проби	Кількість БГКП (КУО/г) в остиглому м'ясі	Кількість БГКП (КУО/г) в м'ясі протягом зберігання, діб	
		3	6
М'ясо яловичини в системі вакуумного пакування	$3,1 \pm 0,1 \times 10^1$	$4, \pm 0,2 \times 10^{2*}$	$1,1 \pm 0,1 \times 10^{4*}$
М'ясо яловичини в пластиковому контейнері	$3,1 \pm 0,1 \times 10^1$	$5,6 \pm 0,3 \times 10^{3*}$	$6,8 \pm 0,3 \times 10^{5*}$
М'ясо без пакування	$3,1 \pm 0,1 \times 10^1$	$7,1 \pm 0,3 \times 10^{3*}$	$1,4 \pm 0,1 \times 10^{6*}$

Примітка: * – $p < 0,05$ – щодо БГКП в остиглому м'ясі;

БГКП – бактерії групи кишкових паличок.

3.6. Зміни біохімічних показників у м'ясі яловичини за різних способів пакування й зберігання ($t \dots + 6,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C} - 6 \text{ діб}$)

Зміни біохімізму у м'ясі за трьох способів пакування й режиму ($t \dots + 6,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C} - 6 \text{ діб}$) за участі ААА та ЛЖК наведено на рис. 3.5 – 3.7.

Дані рисунків вказують, що за способу пакування м'яса у системі вакууму тенденція накопичення ААА й ЛЖК була аналогічна, як за режиму $+1,0 - 15 \text{ діб}$, при якому дані сполуки на шосту добу були у кількості, які не змінюють ароматично-смакові відчуття за теплової обробки.

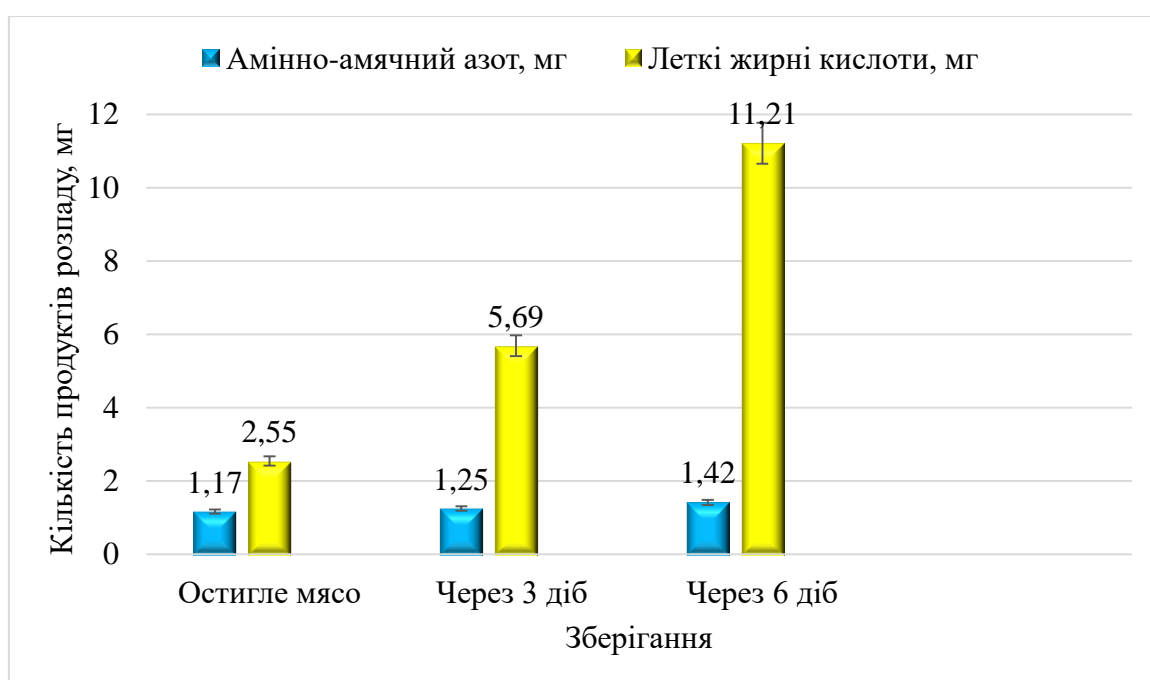


Рис. 3.5. Біохімічні показники м'яса в системі вакуумного пакування й зберігання ($t \dots + 6,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 6 діб)

За зберігання м'яса в пластиковому контейнері (рис .3.6) виявляли зміни ААА й ЛЖК на шосту добу, які можуть давати неприємні відчуття за його варіння і використання такої сировини у подальших технологічних процесах. Тому такий спосіб й режим зберігання м'яса можна використовувати короткочасно до трьох – п'ять діб.

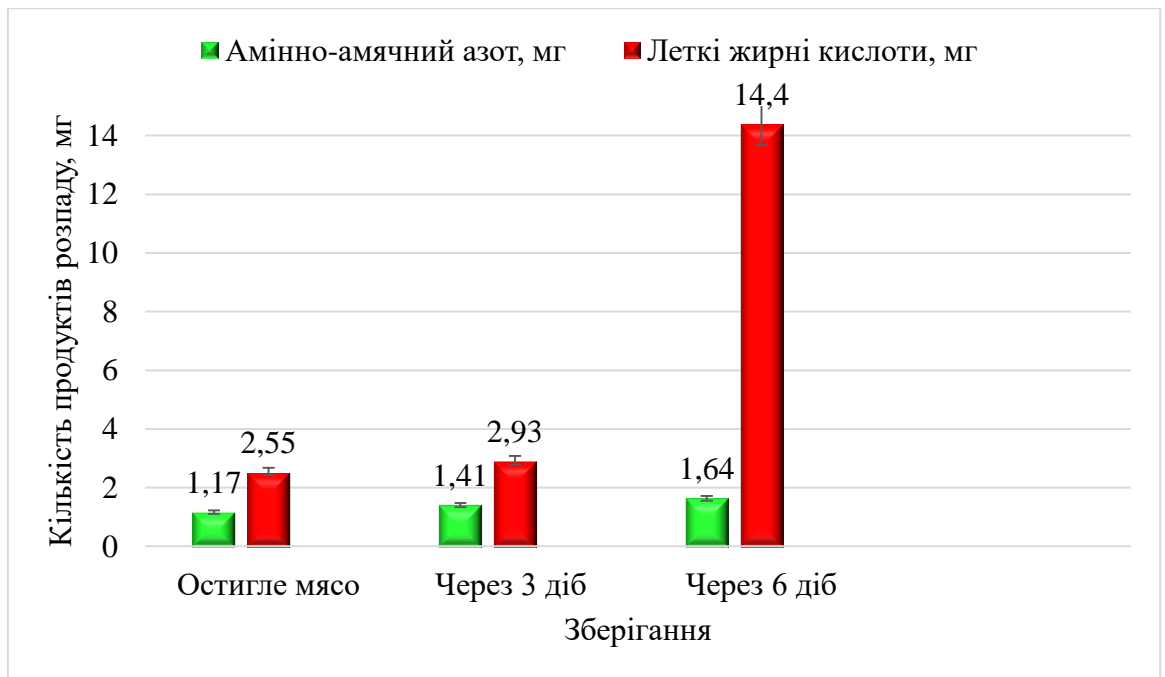


Рис. 3.6. Біохімічні показники м'яса в пластиковому контейнері зберігання ($t \dots + 6,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 6 д'їб)

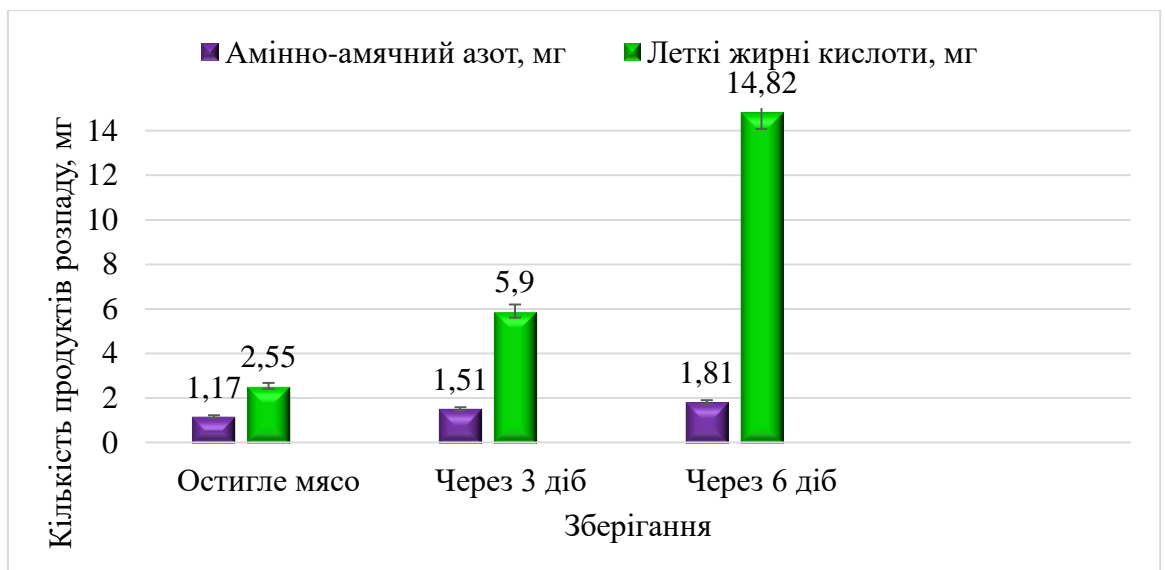


Рис. 3.7. Біохімічні показники м'яса без пакування й зберігання ($t \dots + 6,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 6 д'їб)

Найнеефективнішим способом за якого найшвидше накопичувалися продукти ААА й ЛЖК – це без пакування, що очевидно пов'язано з надмірним окисленням й інтенсивним розвитком усієї наявної мікробіоти. За такого способу м'ясо можна зберігати три доби.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Мікробіота остиглого м'яса яловичини представлена Пз-мікрофлорою у кількості $4,74 \log \text{ КУО/см}^2$ змиву (56 000 КУО); Пс-мікрофлорою – $3,78 \log \text{ КУО/см}^2$ змиву (6100 КУО); Мк – $2,87 \log \text{ КУО/см}^2$ змиву (750 КУО). Тобто близько як в 100 разів менша кількість, порівнюючи з Мз-мікрофлорою та в 10 разів менше, ніж Мс-мікрофлора та БГКП становили 2 – 4 КУО/г.

2. Зберігання м'яса в системі вакуумного пакування за режиму ($t \dots + 1,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C} - 15$ діб) виявилось найефективнішим, порівнюючи з пакуванням в пластиковий контейнер або без нього. Оскільки основні представники мікробіоти найповільніше розмножувалися за першого способу і м'ясо можна було зберігати протягом 15 діб без наднормативного зростання мікроорганізмів. Водночас за двох інших способах термін зберігання скорочується до сім – вісім діб.

3. Біохімічні зміни ААА та ЛЖК у м'ясі в системі вакуумного пакування відбувалися також повільніше, ніж за пакування в контейнер. Зокрема кількість ААА та ЛЖК через сім діб була $1,27 \pm 0,02 \text{ мг/г}$ та $5,75 \pm 0,05 \text{ мг/г}$, а у м'ясі, яке зберігалось в пластиковому контейнері 0,1 та 0,11 мг більші. У м'ясі без пакування в середньому на 0,2 мг/г більші. Тільки м'ясо за вакуумного зберігання за вмістом ААА та ВЛЖ через 15 діб ще було задовільної якості.

4. Аналіз мікробіоти за трьох способів пакування й режиму ($t \dots + 6,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 6 діб) виявив схожу тенденцію, як за режиму ($t \dots + 1,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 15 діб). За яких спосіб зберігання у системі вакуумного пакування був найефективніший щодо гальмування мікробіологічних змін у ньому.

5. Біохімічні зміни за режиму ($t \dots + 6,0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 6 діб) виявляли збільшення ААА й ЛЖК на шосту добу у м'ясі в пластиковому контейнеру та без пакування, які можуть давати неприємні відчуття за його варіння і використання такої сировини у подальших технологічних процесах.

Тому для тривалішого зберігання м'яса яловичини ми рекомендуємо спосіб у системі вакуумного пакування.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Охорона праці

4.1. Правила експлуатації та техніка безпека при обслуговуванні автоклавів.

Автоклави – посудини, що працюють, в основному під тиском пари і при високій температурі.

Основна небезпека при обслуговуванні автоклавів полягає в маніпуляціях з кришками, що можуть закріплюватися різними способами: байонетним, напівкільцевим затвором, клиновим або бугельним захватом. У конструкціях з швидко знімними кришками, як правило, не передбачені необхідні засоби для забезпечення безпеки обслуговування. Тому бувають випадки відкривання кришки при наявності тиску в автоклаві, впуск пари в автоклав при незакритій або не повністю закритій кришці. Це може призвести до відриву кришки, аварії, травм обслуговуючого персоналу [68, 69].

У більшості випадків причина аварійних ситуацій полягає в наступних технологічних і конструктивних похибках [68, 69]:

- впуск пари в автоклав при неповному закладанні зубів кришки у відповідні пази;
- несправність пристроїв блокування на початку і на протязі протікання технологічного процесу;
- несправність контрольних приладів.

До використання автоклаву допускаються особи, в віці не менше 18 років, які пройшли медичний огляд, курсове навчання і інструктаж по безпечному обслуговуванню автоклава. Персоналу, що обслуговує автоклав, категорично забороняється:

а) випускати пар в стерилізаційну камеру при неповністю закріпленій кришці.

б) включати автоклав при недостатньому рівні води у водопаровій камері.

в) відкривати кришку автоклава або ослабити її міцність при наявності тиску в стерилізаційній камері, доливати воду у водопарову камеру при наявності тиску в ній.

г) працювати на автоклаві, якщо він не заземлений або пройшли строки гідравлічного дослідження автоклаву і перевірок манометра, при несправному. д) залишати автоклав без нагляду в робочому стані, тобто під тиском. Автоклав повинен бути зупинений, якщо тиск автоклаву піднімається вище дозволеного, не дивлячись на виконання всіх вимог інструкції, а також, якщо на елементах автоклаву працюючих під тиском, знайдені тріщини, здуття або протікання.

На кожний автоклав, що надходить до лабораторії, має бути паспорт і інструкція з монтажу. Автоклави необхідно встановлювати в окремих приміщеннях (автоклавних), площею не менше 10 кв.м. [68].

Приміщення автоклавної повинно мати природне освітлення та примусову витяжну вентиляцію, фрамугу, кватирку.

Двері автоклавної повинні відчинятися назовні. Під час роботи автоклава не можна замикати двері. Не допускається встановлювати в автоклавній заклені двері. Вхід до автоклавної під час роботи дозволяється тільки обслуговуючому персоналу та особам, спеціально допущеним для нагляду за автоклавом.

Автоклав устанавлюється так, щоб його зручно було обслуговувати з усіх боків. Відстань від стін до автоклава повинна бути не менше 0,8м. Шафові автоклави встановлюють на відстані не менше 1,5 м від стіни (в бік відкривання кришки).

Автоклави підключають до електричної мережі згідно з електротехнічними правилами та нормами. Електрощит устанавлюється на висоті 1,5 м від підлоги та не далі як за 1 м від автоклава.

Не допускається вмикання електричного автоклава у штепсельну розетку. Автоклав повинен мати справний манометр.

Якщо немає контрольного манометра, допускається додаткову перевірку проводити перевіреним робочим манометром, який має однакову шкалу й клас точності з манометром, що перевіряється [69].

Манометр не дозволяється застосовувати, якщо:

- відсутня пломба або клеймо з відміткою про проведення перевірки;
- прострочений термін перевірки;
- розбите скло або є інші пошкодження, що можуть позначитися на правильності його показань.

Ремонт автоклава дозволяється проводити тільки спеціалісту, який має посвідчення на право ремонту приладів, які працюють під тиском (автоклавів) [68].

Роботу автоклавів перевіряють хімічними тестами або максимальними термометрами при кожному завантаженні автоклава і щомісячно - бактеріологічним методом.

Перевірку роботи автоклавів (стерилізаторів) бактеріологічним методом виконують згідно із спеціальною методикою [69].

Персонал, який обслуговує автоклав, не повинен:

- залишати працюючий автоклав без нагляду;
- відкривати автоклав або заливати в нього воду, коли він перебуває під тиском;
- працювати з автоклавом, який має дефекти;
- допускати в автоклавну осіб, робота яких не пов'язана з роботою автоклава.

4.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

4.2.2. Організація цивільного захисту на об'єктах переробної промисловості, ліквідація наслідків можливих надзвичайних ситуацій на підприємствах харчової промисловості.

Захист продуктів на об'єктах переробної промисловості від радіоактивних і отруйних речовин, бактеріологічних (біологічних) засобів при зберіганні, в процесі їх технологічної переробки, транспортування і реалізації, а також вододжерел і систем водопостачання від РР, ОР і БЗ є однією з важливих задач цивільного захисту в усіх ланках, де розв'язуються ці питання. Це обумовлюється тим, що з зараженими продуктами і водою радіоактивні отруйні речовини і бактеріальні засоби можуть потрапити в організм людини і викликати небезпечні захворювання і ураження [70].

Радіоактивні продукти ділення і радіоактивні речовини (РР), що утворилися в момент аварії на АЕС і ядерного вибуху, випадають із радіоактивної хмари на місцевість у вигляді опадів і заражають усе, що знаходиться на ній. Якщо запаси продовольства виявляться неукритими або буде порушена цілісність тари і упаковки, то радіоактивні речовини безпосередньо заразять продукти харчування або будуть занесені в їжу з забруднених поверхонь тари, кухонного інвентарю і обладнання, одягу і рук при обробці продуктів [70].

Найбільшу небезпеку створює потрапляння радіоактивних речовин всередину організму: з забрудненою їжею і водою, тому що потрапляння їх у кількостях, більших за встановлені, викликає променеву хворобу. Таким чином, щоб зберегти від зараження радіоактивними, отруйними речовинами і бактеріальними засобами продукти харчування, фураж і воду, необхідно перш за все максимально ізолювати їх від зовнішнього середовища. У домашніх умовах основним засобом захисту продуктів харчування і від забруднення є: герметизація квартир, будинків, комор, зберігання продуктів у герметичній тарі або упаковці із захисних матеріалів, яка за своїми захисними властивостями поділяється на три категорії: **вища, перша і друга** [70].

До **вищої категорії** належать тара, що захищає від радіоактивних, отруйних речовин і бактеріальних засобів. Це герметично закрита металева, скляна тара і деякі види дерев'яної і полімерної тари: фляги з гумовою кільцевою прокладкою; діжки сталеві зварювальні і дерев'яні заливні; банки для консервів; банки із кришкою, що знімається, і прокладкою із фольги, яка прокатана; труби алюмінієві; банки скляні, закатні жерстяними кришками; пляшки з вузькою шийкою, герметичне закриті металевими капсулами або закупорені щільними корковими (поліетиленовими) пробками і алюмінієвими ковпачками; пакети із комбінованого матеріалу, паперу, фольги, поліетилену [70].

Тара **першої категорії**, що захищає продовольство від бактеріальних засобів і радіоактивних речовин: діжки дерев'яні сухотарні; ящики дощаті з поліетиленовими вкладишами, банки і пакети із комбінованого матеріалу (для пакування концентратів круп, молока); пляшки з поліхлорвінілу для рослинної олії та ін.

До **другої категорії** тари, що захищає продовольство тільки від радіоактивних речовин, належать: ящики; барабани дерев'яні без поліетиленових вкладишів, багатошарові паперові мішки тощо. Найбільш перспективною як покривальний матеріал є відносно дешева плівка із поліетилену високого тиску (низької густини).

Овочі слід зберігати у дерев'яних або фанерних ящиках, викладених всередині папером, целофаном, поліетиленовою плівкою, пергаментом або клейонкою, а зовні вкрити брезентом або іншою цупкою тканиною.

При герметизації складів сільськогосподарських підприємств слід добре затулити всі щілини в фундаменті, підлозі, стелі, стінах, дверях, перегородках і покрівлі. Ушкоджене скло треба замінити новим. Ще краще прикрити вікна щільними дерев'яними щитами, обшитими толем, а зайві віконні прорізи закласти цеглою. Двері необхідно обшити з внутрішнього боку повстю, а зовні – клейонкою, між дверима і коробкою набити гуму або смужки тканини, вати, повсті, зробити пристрої притискування.

Якщо овочі знаходяться у полі, то поблизу місця їх зберігання треба викопати котлован глибиною 0,5 м і шириною 1,5 м, засипати в нього картоплю або інші бульбоплоди, зверху покласти мати з соломи, очерету або просто шар соломи (2030 см), зверху насипати землю (2030 см). Захист продовольства, харчової сировини і фуражу при зберіганні, в процесі їх технологічної переробки, транспортування і реалізації, а також вододжерел і систем водопостачання від радіоактивного, хімічного і бактеріологічного зараження з однією із важливих задач цивільної оборони в усіх ланках, де практично розв'язуються ці питання [70].

Важливі заходи по захисту вододжерел і систем водозберігання проводять інженерна і комунально технічна служби цивільного захисту та їх формування.

Заражені радіоактивними, хімічними речовинами і бактеріальними засобами сільськогосподарська продукція і фураж підлягають обов'язковому обеззаражуванню і контролю ступеню зараження до відповідних допустимих величин.

Велике значення має сучасна підготовка до проведення знезараження продовольства і харчової сировини, у тому числі підготовка об'єктних лабораторій до проведення контролю за зараженістю продуктів, комплектування їх спеціальними приладами і обладнанням, створення і навчання невоєнізованих формувань по знезараженню [70].

Після виникнення надзвичайних ситуацій передбачаються необхідні заходи щодо знезараження продовольства і фуражу, а також щодо їх знищення у тих випадках, коли вони не підлягають знезараженню.

Чимала роль у виконання завдань по захисту продовольства і фуражу належить органам управління і об'єктам агропромислового комплексу. Саме в галузях, що входять до агропромислового комплексу, розв'язується ця проблема на етапах виробництва, переробки, зберігання і транспортування.

Висновок

У розділі було розглянуто і встановлено заходи захисту продуктів, харчової сировини, в тому числі використання тари при виробництві різноманітних видів консервів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кухтин М.Д. Мікробіологічні та біохімічні процеси у м'ясі яловичини за холодильного зберігання / Кухтин М.Д., Салата В.З. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2023. – 305 с.
2. Salata, V., Kuhtyn, M., Semanjuk, V., & Perkij, Y. (2017). Dynamics of microflora of chilled and frosted beef during storage. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 19(73), 178-182.
3. Hernández-Macedo, M. L., Barancelli, G. V., & Contreras-Castillo, C. J. (2011). Microbial deterioration of vacuum-packaged chilled beef cuts and techniques for microbiota detection and characterization: a review. *Brazilian Journal of Microbiology*, 42, 1-11.
4. Broda, D. M., Bell, R. G., Boerema, J. A., & Musgrave, D. R. (2002). The abattoir source of culturable psychrophilic *Clostridium* spp. causing 'blown pack' spoilage of vacuum-packed chilled venison. *Journal of Applied Microbiology*, 93(5), 817-824.
5. Broda, D. M., Saul, D. J., Lawson, P. A., Bell, R. G., & Musgrave, D. R. (2000). *Clostridium gasigenes* sp. nov., a psychrophile causing spoilage of vacuum-packed meat. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 50(1), 107-118.
6. Kukhtyn, M., Salata, V., Berhilevych, O. M., Malimon, Z., Tsvihun, A., Gutyj, B., & Horiuk, Y. (2020). Evaluation of storage methods of beef by microbiological and chemical indicators.
7. Kukhtyn, M., Salata, V., Pelenyo, R., Selskyi, V., Horiuk, Y., Boltyk, N., ... & Dobrovolsky, V. (2020). INVESTIGATION OF ZERANOL IN BEEF OF UKRAINIAN PRODUCTION AND ITS REDUCTION WITH VARIOUS TECHNOLOGICAL PROCESSING. *Slovak Journal of Food Sciences*, 14.
8. Dainty, R. H., Edwards, R. A., & Hibbard, C. M. (1989). Spoilage of vacuum-packed beef by a *Clostridium* sp. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 49(4), 473-486.

9. Magdy, T. G. Impact of packaging method on microbial flora and biogenic amines in chicken meat Magdy, Thabet Gerges; El Asuoty, MS and Amany, Omar Selim.

10. Ray, B., & Bhunia, A. (2008). Control by low pH and organic acids. *Fundamental Food Microbiology; CRC Press by Taylor & Francis Group: Boca Raton, FL, USA*, 394-410.

11. Салата, В.З., Кухтин, М.Д., Семанюк, В.І. та Перкій, Ю.Б. (2017). Динаміка мікрофлори охолодженої і примороженої яловичини за її зберігання. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини і біотехнологій імені С.З. Гжицького*, 19 (73), 178–182.

12. Салата, В.З., Кухтин, М.Д. та Перкій, Ю.Б. (2018). Розробка способу виділення психротрофної мікрофлори з примороженого і замороженого м'яса та з обладнання м'ясопереробних підприємств. *Науково-технічний бюлетень НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК*, 6 (1), 30–34.

13. Ščetar, M., & Kurek, M. (2010). Trends in meat and meat products packaging—a review. *Croatian journal of food science and technology*, 2(1.), 32-48.

14. John, L., Cornforth, D., Carpenter, C. E., Sorheim, O., Pettee, B. C., & Whittier, D. R. (2005). Color and thiobarbituric acid values of cooked top sirloin steaks packaged in modified atmospheres of 80% oxygen, or 0.4% carbon monoxide, or vacuum. *Meat Science*, 69(3), 441-449.

15. Marsh, K., & Bugusu, B. (2007). Food packaging—roles, materials, and environmental issues. *Journal of food science*, 72(3), R39-R55.

16. Faustman, C., & Cassens, R. G. (1990). The biochemical basis for discoloration in fresh meat: a review. *Journal of muscle Foods*, 1(3), 217-243.

17. Jayasingh, P., Cornforth, D. P., Brennand, C. P., Carpenter, C. E., & Whittier, D. R. (2002). Sensory evaluation of ground beef stored in high-oxygen modified atmosphere packaging. *Journal of Food Science*, 67(9), 3493-3496.

18. Kirwan, M. J., & Strawbridge, J. W. (2003). Plastics in food packaging. *Food packaging technology, 1*, 174-240.

19. Stiles, M. E. (1991). Modified atmosphere packaging of meat, poultry and their products. In *Modified atmosphere packaging of food* (pp. 118-147). Boston, MA: Springer US.

20. Hood, T. (1984). chemistry of vacuum and gas packaging of meat. In *Recent advances in the chemistry of meat/proceedings of a symposium, ARC Meat Research Institute, Langford, Bristol, 14th-15th April 1983; edited by Allen J. Bailey*. London: The Royal Society of Chemistry, c1984..

21. Gill, C. O. (1992). Application of preservative packagings to chilled raw meats. In *Canadian Meat Science Association Symposium* (Vol. 7, No. 1, p. 8).

22. Hernandez-Macedo, M. L., Zari, A. C., Mui, T. S., Sarantópoulos, C., Padula, M., & Contreras Castillo, C. J. (2009). Identificação e análise da comunidade microbiana em carnes refrigeradas embaladas a vácuo com problema do tipo " Blow Pack". *Impactos da liderança brasileira na produção exportação de carnes na base científica e tecnológica da indústria*.

23. Кухтин, М.Д., Перкій, Ю.Б., Салата, В.З. та Горюк, Ю.В. (2018). Дослідження мийно-дезінфікуючого засобу «Сан-актив» для санітарної обробки обладнання м'ясопереробних підприємств. *Ветеринарна біотехнологія*, 32 (1), 386–393.

24. Hanna, M. O., Stewart, J. C., Carpenter, Z. I., Zink, D. L., & Vanderzant, C. (1979). Isolation and characteristics of *Yersinia enterocolitica*-like bacteria from meats. *Contributions to microbiology and immunology*, 5, 234-242.

25. Berhilevych, O. M., Kasianchuk, V. V., Deriabin, O. M., & Kukhtyn, M. D. Isolation of Shiga toxin-producing strains of *Escherichia coli* from beef and swine carcasses and the characterization of their genes //Regulatory Mechanisms in Biosystems. – 2018. – Т. 9. – №. 2. – С. 275-280.

26. Commonwealth Scientific and Research Organization (CSIRO) Meat technology update. November, 2006. Food Science Australia. A joint venture of Australian Commonwealth Scientific and Research Organization & the Victorian

<http://www.meatupdate.csiro.au/data/MEATTECHNOLOGYUPDATE 00-5.pdf>.

27. Кухтин, М. Д., Перкій, Ю. Б., Семанюк, В. І., & Мурська, С. Д. Сучасні погляди на санітарну обробку технологічного устаткування у харчовій промисловості //Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького. – 2012. – Т. 14. – №. 3-3 (53). – С. 302-307.

28. Labadie, J. (1999). Consequences of packaging on bacterial growth. Meat is an ecological niche. *Meat Science*, 52(3), 299-305.

29. Салата, В.З., Кухтин, М.Д. та Семанюк, В.І. (2018). Ветеринарно-санітарна оцінка примороженого м'яса яловичини за вмістом психротрофних мікроорганізмів. *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин*, 19 (1), 108–115.

30. Ščetar, M., & Kurek, M. (2010). Trends in meat and meat products packaging—a review. *Croatian journal of food science and technology*, 2(1.), 32-48.

31. GREENE, B. E., HSIN, I. M., & ZIPSER, M. Y. W. (1971). Retardation of oxidative color changes in raw ground beef. *Journal of Food Science*, 36(6), 940-942.

32. Mancini, R. A., & Hunt, M. (2005). Current research in meat color. *Meat science*, 71(1), 100-121.

33. Hermansen, P. (1983, June). Comparison of modified atmosphere versus vacuum packaging to extend the shelf life of retail fresh meat cuts. In *Proceedings 35th reciprocal meat conference* (pp. 12-15).

34. Doherty, A. M., & Allen, P. (1998). The Effect of Oxygen Scavengers on the Color Stability and Shelf-Life of Co, Master Packaged Pork. *Journal of Muscle Foods*, 9(4), 351-363.

35. Bell, R. G., & Garout, A. M. (1994). The effective product life of vacuum-packaged beef imported into Saudi Arabia by sea, as assessed by chemical, microbiological and organoleptic criteria. *Meat Science*, 36(3), 381-396.
36. Jeremiah, L. E., Smith, G. C., & Carpenter, Z. L. (1972). Vacuum packaging of lamb: effect of certain factors on retail case-life and palatability. *Journal of Food Science*, 37(3), 463-468.
37. Seideman, S. C., Vanderzant, C., Smith, G. C., Dill, C. W., & Carpenter, Z. L. (1980). Appearance of beef, pork and lamb stored in vacuum or modified gas atmospheres. *Journal of Food Protection*, 43(4), 252-258.
38. SARANTÓPOULOS, C., & Soler, R. (1991). Embalagens com atmosfera modificada/controlada. *Rev Nac Carne*, 209, 32-42.
39. Labadie, J. (1999). Consequences of packaging on bacterial growth. Meat is an ecological niche. *Meat Science*, 52(3), 299-305.
40. Labadie, J. (1999). Consequences of packaging on bacterial growth. Meat is an ecological niche. *Meat Science*, 52(3), 299-305.
41. Egan, A. F. (1983). Lactic acid bacteria of meat and meat products. *Antonie van Leeuwenhoek*, 49(3), 327-336.
42. Салата, В.З., Гутий, Б.В., Кухтин, М.Д. та Перкій, Ю.Б. (2018). Ліполітичні і протеолітичні властивості психротрофних мікроорганізмів виділених з остиглої, охолодженої, примороженої та замороженої яловичини. *Ветеринарна медицина: Міжвідомчий тематичний науковий збірник*, 104, 290–294.
43. Kukhtyn M. et al. Modeling the process of microbial biofilm formation on stainless steel with a different surface roughness //Eastern-European journal of Enterprise Technologies. – 2019. – Т. 2. – №. 11. – С. 14-21.
44. Dainty, R. H., & Mackey, B. M. (1992). The relationship between the phenotypic properties of bacteria from chill-stored meat and spoilage processes. *Journal of Applied Bacteriology*, 73, 103s-114s.
45. Lawson, P., Dainty, R. H., Kristiansen, N., Berg, J., & Collins, M. D. (1994). Characterization of a psychrotrophic *Clostridium* causing spoilage in

vacuum-packed cooked pork: description of *Clostridium algidicarnis* sp. nov. *Letters in applied microbiology*, 19(3), 153-157.

46. Pin, C., García de Fernando, G. D., & Ordóñez, J. A. (2002). Effect of modified atmosphere composition on the metabolism of glucose by *Brochothrix thermosphacta*. *Applied and Environmental Microbiology*, 68(9), 4441-4447.

47. Jones, R. J. (2004). Observations on the succession dynamics of lactic acid bacteria populations in chill-stored vacuum-packaged beef. *International Journal of Food Microbiology*, 90(3), 273-282.

48. Signorini, M. L., Ponce-Alquicira, E., & Guerrero-Legarreta, I. (2006). Effect of lactic acid and lactic acid bacteria on growth of spoilage microorganisms in vacuum-packaged beef. *Journal of Muscle Foods*, 17(3), 277-290.

49. Кухтин, М. Д. (2008). Мікробіологічні нормативи ефективності технологій одержання молока сирого екстра-гатунку. *Ветеринарна медицина України*, 2, 45-46.

50. Кухтин, М. Д. (2010). Концепція розробки та застосування нормативів для виробництва сирого молока гатунку „екстра” за вмістом мікроорганізмів. *Ветеринарна медицина України*, 10, 42-43.

51. Holley, R.A.; Gill, C O. (2005). Usos da embalagem em atmosfera modificada para carnes e produtos cárneos. Available at:

www.ital.sp.gov.br/ctc/eventos/terceiro_congresso/5.doc). Accessed 26 July 2009.

52. Mills, J., Donnison, A., & Brightwell, G. (2014). Factors affecting microbial spoilage and shelf-life of chilled vacuum-packed lamb transported to distant markets: A review. *Meat science*, 98(1), 71-80.

53. Holley, R. A., Peirson, M. D., Lam, J., & Tan, K. B. (2004). Microbial profiles of commercial, vacuum-packaged, fresh pork of normal or short storage life. *International journal of food microbiology*, 97(1), 53-62.

54. Ercolini, D., Russo, F., Nasi, A., Ferranti, P., & Villani, F. (2009). Mesophilic and psychrotrophic bacteria from meat and their spoilage potential in vitro and in beef. *Applied and environmental microbiology*, 75(7), 1990-2001.

55. Horiuk, Y. V., Havrylianchyk, R. Y., Horiuk, V. V., Kukhtyn, M. D., Stravskyy, Y. S., & Fotina, H. A. (2018). Comparison of the minimum bactericidal concentration of antibiotics on planktonic and biofilm forms of *Staphylococcus aureus*: Mastitis causative agents. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 9(6), 616-622.

56. Kukhtyn M. D. Biotype characterization of *Staphylococcus aureus* isolated from milk and dairy products of private production in the western regions of Ukraine / M. D. Kukhtyn, Y. V. Horyuk, V. V. Horyuk, T. Y. Yaroshenko, O. I. Vichko, O. S. Pokotylo // *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. – 2017. – №3, V.8. – P. 384–388.

57. Egan, A. F. (1983). Lactic acid bacteria of meat and meat products. *Antonie van Leeuwenhoek*, 49(3), 327-336.

58. Giraffa, G., Gatti, M., Mora, D., & Neviani, E. (2001). Molecular typing of *Lactobacillus delbrueckii* of dairy origin by RFLP of metabolic genes. In *Dairy Conference on Food Microbes 2001* (pp. 270-274). NIZO.

59. Hernández-Macedo, M. L., Barancelli, G. V., & Contreras-Castillo, C. J. (2011). Microbial deterioration of vacuum-packaged chilled beef cuts and techniques for microbiota detection and characterization: a review. *Brazilian Journal of Microbiology*, 42, 1-11.

60. Elizaquível, P., Chenoll, E., & Aznar, R. (2008). A TaqMan-based real-time PCR assay for the specific detection and quantification of *Leuconostoc mesenteroides* in meat products. *FEMS Microbiology Letters*, 278(1), 62-71.

61. Amann, R. I., Ludwig, W., & Schleifer, K. H. (1995). Phylogenetic identification and in situ detection of individual microbial cells without cultivation. *Microbiological reviews*, 59(1), 143-169.

62. Fontana, C., Cocconcelli, P. S., & Vignolo, G. (2005). Monitoring the bacterial population dynamics during fermentation of artisanal Argentinean sausages. *International journal of food microbiology*, 103(2), 131-142.

63. Corcoran, D., Clancy, D., O'Mahony, M., Grant, K., Hyland, E., Shanaghy, N., ... & Fanning, S. (2006). Comparison of *Listeria monocytogenes*

strain types in Irish smoked salmon and other foods. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 209(6), 527-534.

64. Rodriguez-Palacios, A., Reid-Smith, R. J., Staempfli, H. R., Daignault, D., Janecko, N., Avery, B. P., ... & Weese, J. S. (2009). Possible seasonality of *Clostridium difficile* in retail meat, Canada. *Emerging infectious diseases*, 15(5), 802.

63. Shaltout, F. A. E., Barr, A. A. H., & Abdelaziz, M. E. (2022). Pathogenic Microorganisms in Meat Products. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, 41(4), 32836-32843.

64. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині [текст]: довідник / В. В. Влізла, Р. С. Федорук, І. Б. Ратитч та ін.: за ред. В. В. Влізла. Львів: СПОЛОМ, 2012. 764 с.

65. М'ясна продукція та яйце продукти . Нормативні документи: Довідник: У 4 т. / За заг. ред. В.Л.Іванова. – Львів: НТЦ «Леонорм», 2000. – Т. 3. – 262 с

66. Кухтин, М. Д., & Кравченко, Х. Ю. (2023). Лабораторний практикум з мікробіології молока і молочних продуктів: навчальний посібник. ТНТУ, 157с

67. Бергілевич О.М., Касянчук В.В., Власенко І.Г., Кухтін М.Д.. Мікробіологія молока і молочних продуктів. Суми: Університетська книга. 2010. – 205 с

68. Сапронов Ю. Г. Безпека життєдіяльності: М. Видавничий центр «Академія», 2006. 118 с.

69. Депутат О.П., Коваленко І.В., Мужик І.С. Цивільна оборона Навчальний посібник. Львів, Афіша, 2001. 336с.

70. Безпека життєдіяльності. Є.П. Желібо, К.: Каравела, 2005. 344 с.

ДОДАТКИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА
ПУЛЮЯ
(Україна)
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
(Україна)
ІНСТИТУТ МЕДИЦИНИ ПРАЦІ ІМ. Ю.І. КУНДІЄВА
(Україна)
ВАРМІНСЬКО-МАЗУРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(Польща)
СЛОВАЦЬКИЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(Словацьчина)
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
(Україна)
ПОЛЬСЬКА АКАДЕМІЯ ЗДОРОВ'Я
(Польща)

VII Міжнародна науково-технічна конференція **Стан і перспективи харчової науки та** **промисловості**

Тези доповідей
28 – 29 вересня 2023 р.

Тернопіль

УДК 001 + 664
С 76
ISBN 978-617-7875-66-5

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова

Митник М. – к.т.н., доцент, ректор ТНТУ імені Івана Пулюя

Заступник голови

Марущак П. – д.т.н., професор,
проректор з наукової роботи ТНТУ імені Івана Пулюя

Наукові секретарі:

Кравченко Х. – к.т.н., асистент кафедри харчової біотехнології і хімії

Криськова Л. – асистент кафедри харчової біотехнології і хімії

Члени програмного комітету

Покотило О.	Україна
Кухтин М.	Україна
Юкало В.	Україна
Лещук Р.	Україна
Бридза Ян	Словаччина
Вавренчик М.	Польща
Арсеньєва Л.	Україна
Вітенько Т.	Україна
Гавриляк В.	Україна
Грицак О.	Україна
Ковальчук В.	Україна
Крижовачук О.	Україна
Патика М.	Україна
Полтавченко Т.	Україна
Соколюк В.	Україна
Ткаченко О.	Україна
Шерстюк Р.	Україна
Цісарик О.	Україна
Гамрач В.	Україна

С 76 Стан і перспективи харчової науки та промисловості: тези доповідей VII
Міжнародної науково-технічної конференції. (Тернопіль 28–29 вересня 2023 року)
/ М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-тім. І. Пулюя [та ін.]. –
Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2023. 126 с.

УДК 001 + 664

ISBN 978-617-7875-66-5

© Тернопільський національний технічний
університет імені Івана Пулюя, 2023
© ФОП Паляниця В. А., 2023

Перкій Ю.Б., Болтик Н.П., Рущинська Т.М., Тихонова Б.Є. Контамінація золотистим стафілококом молока-сировини, яке надходить на переробні підприємства Тернопільської області	88
Труханович Т.С., Кухтин М.Д. Бактерицидні властивості нізину щодо Тест-культур s. Aureus і e. Coli	90
Дзюрбас Л.С. Пробіотичні мікроорганізми, які використовуються в технології виробництва кисломолочних продуктів	91
Криса П., Кравченко Х. Способи зберігання мяса за виробництва консервів	93
Яремкевич О. С., Семенюк І. В., Карпенко О.В., Лубенець В. І. Антиоксидантні властивості гумінових кислот	94
Сеник М.Б., Кравченко Х.Ю. Використання шавлії для підвищення харчової цінності хліба	95
Когут Н.З., Вічко О.І, Кушнірук Н.В. Комплексні поліпшувачі для покращення хліба	96
СЕКЦІЯ: БЕЗПЕЧНІСТЬ І КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ	
Дмитруха Н.М., Короленко Т.К., Лагутіна О.С. Оцінка безпечності екстракту β -каротину "LYC-O-BETA" з гриба BLAKESLEA TRISPOR	97
Мадані М. Екологізація закладів ресторанного господарства як запорука мінімізації ризиків небезпек	100
Барська Н.М. Якість та безпека харчових продуктів в сучасних умовах	102
Коновалова С.О., Бегайдарова С.Ю. Впровадження системи HACCP на підприємствах харчової промисловості	104
Холмовой Ю.П., Лобанов Г.Г., Жигadlo Є.В. Визначення кислотності молока методом кольориметричного титрування у хронометричному варіанті	106
Крупельницький Т.В., Соколюк В.М. Деякі аспекти безпечності і якості молока- сировини.	109
Марценюк В.П., Багрій-Заяць О.А., Сверстюк А.С., Климук Н.Я., Кравець Н.О., Кучвара О.М. Математичне моделювання відгуку опенціометричного біосенсора для визначення α -чаконіну	111
Кочетова Г.С., Салата В.З., Кухтин М. Д. Дослідження 17β -естрадіолу у молочних продуктах	115

УДК 664

Крыса П., студент; Кравченко Х., к.т.н.

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

СПОСОБИ ЗБЕРІГАННЯ М'ЯСА ЗА ВИРОБНИЦТВА КОНСЕРВІВ

Krysa P., student; Kravcheniuk K., Ph.D.

METHODS OF STORING MEAT FOR CANNING PRODUCTION

Загальновізвано, що свіжі продукти харчування швидко піддаються псуванню, через ряд ферментативних причин, серед яких метаболіти мікроорганізмів внаслідок їх життєдіяльності відіграють основну роль. Це зумовлює втрати споживчої привабливості продукту, і відповідно термін їх зберігання знижується до декількох годин, що залежить від категорії харчового продукту. Тому з ціллю подовження зберігання якості продукту застосовують різні способи консервування сировини й готових харчових виробів.

У харчовій промисловості консервування – це різного способу обробка харчових продуктів із застосуванням високих температур (пастеризація, стерилізація), холоду (охолодження, примороження, замороження), хімічних біоцидних речовин (консервантів), біоконсервування (соління, мочення), висушування, упакування у різні види тари з газовим середовищем [1]. Усі ці способи покликані подовжити термін зберігання як сировини для виготовлення харчових продуктів, так і самих готових виробів. До того ж застосування способів попередження мікробного псування харчових продуктів дозволяє значно подовжити терміни їх зберігання. Це в свою чергу дозволяє вирішувати такі проблеми харчової промисловості, як створення і збереження запасів сировини і харчових продуктів; рівномірне розподілення продуктів харчування між регіонами; ліквідацію так званої “сезонної” нестачі продуктів харчування [2]. Але саму назву “консервні” вони одержали по основному виду продукції, які випускають – консервам – продуктам в герметичній тарі, зберігання яких забезпечується тепловою обробкою, яка називається стерилізацією або пастеризацією. При такому способу консервування ті мікроорганізми, які знаходились усередині консервної банки, гинуть, а нові збудники, що знаходяться у навколишньому середовищі, завдяки герметичній упаковці усередину банки потрапити не можуть, і таким чином, консерви теоретично можуть зберігатися необмежений час [1, 2]. Для виробництва м'ясних консервів згідно стандартами використовують остигле до температури + 12 °С, охолоджене 0 - +4 °С і розморожене 0 – -1°С у товщі стегна м'яса. М'ясо парне використовують для виробництва фаршированих, шинкованих та інших видів консервів з попереднім солінням. Важливою перевагою парного м'яса є його висока водоутримуюча здатність, а також зниження енергетичних затрат на зберігання. Оптимальним вважають використання охолодженого м'яса після 2-3 діб витримання. Однак останні дослідження показали, що доцільність вироблення консервів з м'яса з строком витримання після забою 4 год. Однак, не завжди складаються умови для виробництва консервів із свіжого мяса, в такому випадку застосовують способи його зберігання.

Література:

1. Кухтин М.Д. Мікробіологічні та біохімічні процеси у м'ясі яловичини за холодильного зберігання / Кухтин М.Д., Салата В.З. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2023. – 305 с.

2. Salata, V., Kuhtyn, M., Semanjuk, V., & Perkij, Y. (2017). Dynamics of microflora of chilled and frosted beef during storage. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 19(73), 178-182.