

Львівський національний університет ветеринарної медицини
та біотехнології імені С.З.Гжицького

Факультет харчових технологій та біотехнології

кафедра технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів

Кваліфікаційна робота

магістр

(освітній ступінь)

на тему: «Удосконалення технології забою та
первинної обробки м'яса птиці
з подовженням терміном зберігання».

Виконав: студент 6 курсу, групи №1

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Медвецький Ярослав Віталійович

Керівник доцент Галух Б.І.

Рецензент

Львів – 2024

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЇ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО

Факультет Харчових технологій та біотехнологій

Кафедра Технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів

Освітній ступінь Магістр

Спеціальність 181 Харчові технології

Освітньо-професійна програма «Технології зберігання, консервування і переробки м'яса»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____
_____/підпис/_____ Уляна ДРАЧУК
(підпис) (ім'я та прізвище)
«_____» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу здобувача вищої освіти

МЕДВЕЦЬКОГО Ярослава Віталійовича

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення технології забою та первинної обробки м'яса птиці з подовженим терміном зберігання

керівник роботи: ГАЛУХ Богдан Іванович, доцент, канд, техн.. наук (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 02 » 04 2024 року №228-4

2. Строк подання здобувачем роботи 05.12.2024

3. Вихідні дані до роботи: провести аналіз основних проблем в системі безпеки і якості виробництва м'яса птиці; вивчити спосіб використання опромінення при виробництві харчових продуктів (зокрема вплив опромінення на пакувальні матеріали); дослідити вплив УФ-опромінення на якісні характеристики і безпеку м'яса курчат-бройлерів; дослідити вплив УФ-опромінення на фізико-хімічні і мікробіологічні показники м'яса курчат-бройлерів; дослідити вплив УФ-опромінення на терміни зберігання залежно від різних видів упаковок; дослідити фактори, які обумовлюють безпеку і якість м'яса птиці.

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ, огляд літератури, матеріали та методи досліджень, результати власних досліджень, економічна ефективність, висновки, перелік використаної літератури, додатки.

5. Перелік графічного матеріалу рисунки, графіки, діаграми, таблиці, принципові технологічні схеми, технологічні лінії виробництва.

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Вступ	доц. Галух Б.І.	/підпис/	/підпис/
2. Огляд літератури	доц. Галух Б.І.	/підпис/	/підпис/
3. Матеріали і методи досліджень	доц. Галух Б.І.	/підпис/	/підпис/
4. Експеримент-альна частина	доц. Галух Б.І.	/підпис/	/підпис/
5. Економічна ефективність	доц. Березівський Я.П.	/підпис/	/підпис/
6. Висновки та список використаних джерел	доц. Галух Б.І.	/підпис/	/підпис/

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Здобувач _____/підпис/_____ **Медвецький Я.В.**
(ПІДПИС) (ІМ'Я ТА ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи _____/підпис/_____ **Галух Б.І.**
(ПІДПИС) (ІМ'Я ТА ПРІЗВИЩЕ)

ЗМІСТ

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

- 1.1. Фактори, які обумовлюють безпеку і якість м'яса птиці: якісна і безпечна сировина.
- 1.2. Основні проблеми в системі безпеки і якості виробництва м'яса птиці
- 1.3. Використання опромінення при виробництві харчових продуктів
- 1.4. Вплив опромінення у поєднанні з різними видами упаковок
- 1.5. Вплив опромінення на пакувальні матеріали

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

- 2.1. Матеріали досліджень
- 2.2. Методи досліджень

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

- 3.1. Вплив УФ-опромінення на якісні характеристики і безпеку м'яса курчат-бройлерів
- 3.2. Вплив УФ-опромінення на сенсорні показники якості м'яса курчат-бройлерів
- 3.3. Вплив УФ-опромінення на фізико-хімічні характеристики м'яса птиці
- 3.4. Вплив УФ-опромінення на мікробіологічні показники м'яса курчат-бройлера
- 3.5. Вплив УФ-опромінення на терміни зберігання залежно від різних видів упаковок
- 3.6. Фактори, які обумовлюють безпеку і якість м'яса птиці

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ДОДАТКИ

ВСТУП

Актуальність роботи. Продовольча безпека - це стан економіки, при якому держава здатна забезпечити фізичну і економічну доступність населенню якісних продовольчих товарів, які б задовільняли фізіологічні норми споживання і демографічного зростання. Згідно визначенню, продовольча безпека тісно пов'язана з економічною безпекою, тобто із станом національної економіки України [2]. У рішенні цієї проблеми роль птахівництва, як галузі тваринництва, особливо велика, оскільки птахівництво проводить два повноцінних збалансованих протеїнових продукти для харчування людини – яйце і м'ясо птиці [3].

Експорт продовольчих товарів в країну помітно поступається імпорту. В цілях забезпечення продовольчої безпеки України розвиток тваринництва з нарощуванню потенціалу імпорту заміщення економіки України, тобто для вирішення проблем продовольчої безпеки країни достатньо резерву для заміщення імпорту продовольства. Не дивлячись на пріоритетну державну підтримку тваринництва і птахівництва державою, Україна залишається імпортозалежною щодо м'яса і м'ясних продуктів.

Птахівництво є найбільш динамічною галуззю сільського господарства в Україні, питома вага виробництва м'яса птиці складає 65 % від загального виробництва. М'ясо птиці і продукти його переробки повинні бути безпечними і придатними для споживання людиною, а їх якість повинна відповідати вимогам допустимого вмісту хімічних, біологічних речовин і їх сполук, мікроорганізмів і інших біологічних організмів, що представляють небезпеку для здоров'я людини і майбутніх поколінь [4].

Ефективні національні системи контролю за харчовими продуктами необхідними не тільки для підтримки безпеки харчових продуктів, але, і щоб захистити внутрішніх споживачів, і для забезпечення безпеки і якості експортованих і імпортованих Продуктів харчування (ФАО/ВООЗ). Із зростанням захворювань харчового походження і погроз безпеці продуктів птахівництва уряд розробляє строгіші і ретельніші системи контролю безпеки харчових продуктів.

Для виробництва м'яса птиці одним з основних завдань є забезпечення якості і безпеки сировини методом ефективної обробки і захисту сільськогосподарської птиці від мікробіологічних і інфекційних захворювань.

Згідно офіційних висновків, в даний час підприємства приймають міри по недопущенню розповсюдження захворювання поголів'я птиці. Для цього проводяться додаткові дезінфекційні роботи для запобігання розповсюдженню вірусу і вимушеної утилізації всього поголів'я курчат і курей несучок.

При впровадженні вимог до належної виробничої практики різні види обробки, в т.ч. радіаційна технологія опромінювання харчових продуктів є безпечною і ефективною.

Пакувальні системи продукції призначені не тільки для пакування, але і для зберігання. Як правило, у харчовій галузі пакувальні системи - один з видів захисту від зростання мікроорганізмів.

Використання пакувальних систем, підданих бактеріостатичній обробці, є ефективною технологією безпеки зберігання Продуктів, що визначає значущість застосування різних упаковок для м'яса птиці, а також вивчити потенційну роль опромінювання, яка впливає на якість сировини.

Питаннями забезпечення безпеки і якості, проблемами обробки м'яса і м'ясних Продуктів займається багато учених в нашій країні і за кордоном, Вивчення можливості застосування обробки за допомогою різних видів випромінювань для збільшення термінів зберігання харчових продуктів, а також забезпечення якості і безпеки м'яса птиці є досить актуальним для науки і практики.

Мета кваліфікаційної роботи: науково-практичне обґрунтування впливу УФ-випромінювання сучасними бактерицидними амальгамними лампами на показники якості і забезпечення безпеки м'яса курчат-бройлерів.

Для досягнення поставленої мети в роботі необхідне було вирішити наступні **завдання**:

- визначення впливу оптимальних параметрів УФ-випромінювання для обробки повітрям середовища утримання птиці і зберігання м'яса курчат-бройлерів на збільшення термінів зберігання;

- теоретичне обґрунтування і експериментальне підтвердження впливу режимів УФ-випромінювання при різних температурних режимах на комплекс якісних показників м'яса курчат-бройлерів при їх зберіганні;
- виявлення недопустимих ризиків, встановлення критичних меж в технологічних процесах виробництва м'яса курчат-бройлерів;
- вплив оптимальних варіантів впливу УФ-випромінювання на різні пакувальні матеріали для збереження свіжості і тривалого терміну зберігання;
- вплив оптимальних варіантів УФ-випромінювання на сенсорні показники з різними видами пакувальних матеріалів при зберіганні м'яса курчат-бройлерів.

Предмет і об'єкт дослідження.

Об'єктом дослідження є приміщення для передзабійного утримання птиці, курчата-бройлерів віком від 4-х до 8-и тижнів, м'ясо курчат-бройлерів до і після обробки УФ-випромінюванням, функціонуюча система якості і безпеки виробництва м'яса птиці в Україні.

Практична значущість роботи:

розроблено, запропоновано вимоги щодо забезпечення якості і безпеки охолодженого м'яса курчат-бройлерів за допомогою УФ-обробки повітрям серед перед забійного вмісту птиці і при зберіганні при різних температурних режимах і в різних видах упаковок;

розроблено методику обробки м'яса курчат-бройлерів УФ-випромінюванням і радіаційною обробкою з використанням електронних пусків для зниження мікробіологічного обсіменіння і збільшення термінів безпечного зберігання охолодженого м'яса;

розглянуто оптимальні варіанти застосування пакувальних матеріалів для збереження свіжості і тривалого безпечного терміну зберігання,

Структура роботи. Кваліфікаційна робота складається огляду науково-технічної і патентної літератури, методики експериментальних досліджень, обговорення результатів, висновків, списку використаних джерел, що включають 35 найменування, 12 таблиць, 26 малюнків і додатків. Робота викладена на 77 сторінках.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Фактори, які обумовлюють безпеку і якість м'яса птиці: якісна і безпечна сировина.

У сучасних умовах ведення птахопереробної галузі в Україні в рамках державної програм імпортозаміщення актуальним стає питання випуску біоекологічної продукції [7]. Продукти з м'яса і птиці чутливі до зараження мікроорганізмами, бактеріями, вірусами і паразитами. Після зараження м'ясо і птиця створюють відмінне середовище для розмноження бактерій. Бактерійне забруднення і зростання є проблемою, оскільки то може привести до захворювань, що передається через їжу. Для підвищення безпеки продукції м'ясної промисловості і птахівництва впроваджують систему управління технологічними процесами, відому як «критична контрольна точка аналізу небезпеки» (НАССР) [8].

Система ХАССП підвищує безпеку продукції, передбачаючи і запобігаючи небезпекам для здоров'я до їх виникнення [8].

Однією складовою частиною системи продовольчої безпеки є м'ясна **промисловість**, як стратегічна галузь аграрного сектору економіки України [9]. Виробництво і переробка м'яса птиці – одна з провідних галузей Українського виробництва м'яса.

Бройлер визначається як «молоде курча (зазвичай у віці до 3 тижнів) будь-якої статі з ніжним м'ясом, м'якою, податливою шкірою і хрящами, грудинкою з гладкою текстурою». Споживання всіх продуктів з м'яса птиці в Україні різко зросло за останніх 20 років. З розвитком генетично покращених м'ясних порід і збалансованих кормів, промисловість продовжувала рости. Компанії, що включають інкубатори, комбікормові компанії, переробні підприємства, зрештою сформувалися по мірі збільшення розмірів галузі [10].

В Україні майже всі виробники зараз вирощують бройлерів на контрактній основі з крупним інтегратором [6,11].

М'ясо бройлерів – це цінний харчовий продукт. Вміст протеїну в м'ясі складає 19-23 %. Білки м'яса птиці мають повноцінний амінокислотний склад:

триптофан - 2,6 %, метіонін - 2-5 %, лізин - 6-7 %. Калорійність 100 г м'яса складає 180-230 ккал і визначається в основному вмістом жиру - 5-16 %, ліпіди багаті поліненасиченими жирними кислотами. В даний час, у зв'язку із зростанням виробництва і широким впровадженням глибокої переробки м'яса птиці частка продуктів з нього зростає [6,11].

1.2. Основні проблеми в системі безпеки і якості виробництва м'яса птиці

У птахопереробній галузі небезпечні мікроорганізми, такі як сальмонела набули широкого поширення при прийманні і переробці. Дані про розмноження також дозволяють відрізнити випадки, викликані перехресним зараженням під час утримання, годування. Проте загальна споживча перевага віддається добре обробленому м'ясу птиці. Це підтверджується оцінками, які вказують на те, що перехресне забруднення і неадекватна температура у приміщенні, утримання птиці, зберігання готової продукції є двома чинниками, часто сприяючими спалаху хвороб харчового походження [12]. До них відносилися такі фактори, як неправильна температура утримання, годування, неадекватна підготовка до забою, пошкоджене обладнання і погана особиста гігієна.

Жива птиця може бути засобом, за допомогою якого патогенні мікроорганізми людини потрапляють в місця громадського харчування і у результаті забруднюють інші харчові продукти.

Перехресне забруднення м'яса птиці визнане важливим механізмом спалаху сальмонели і спорадичних випадків кампілобактеріозу. Неправильне виробництво, відсутність способів обробки також може привести до захворювань харчового походження, що викликаються такими організмами, як *C. perfringens* або *S. Aureus*, які впливають на харчову безпеку населення [13].

За статистичними даними з найбільшою частотою забруднення сальмонелою продукти зустрічалися серед продуктів птахофабрик (тушки, гомілки, субпродукти тощо). Забрудненими виявили 32 % проб. Наступними у цьому ряді після забою були домашня птиця – 25 %, яйця фабричні – 15 %, фермерське м'ясо і фарш – 14 %, риба і рибопродукти – 13 %, ковбаси-сосиски

– 8 %, яйця домашні – 7,5 %, домашнє молоко і молочна продукція 7 %, субпродукти (печінка, нирки і ін.) – 6 %, морозиво – 6 %, овочі – 1,5 %.

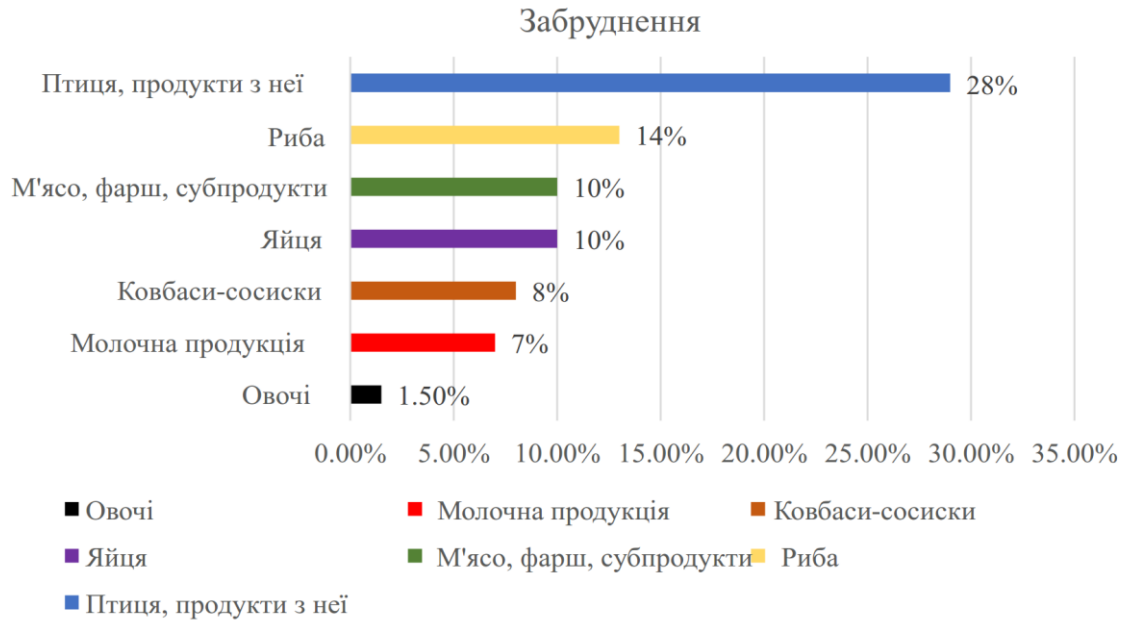


Рис. 1. Частота забруднення сальмонелою Продуктів на ринках.

Обсіменіння м'яса птиці бактеріями роду *Salmonella* на сьогоднішній день в Україні є найбільш поширеним видом.

У таблиці приведені статистичні дані за період з 2014 по 2023 рр. Дані показують, що найчастіше асоціюються з курчатами-бройлерами це сальмонели. Боротьба з сальмонелами складна, оскільки існують чисельні потенційні джерела зараження сальмонелами в інтегрованому птахо господарстві, включаючи курчат, корми, гризунів, птиці, комах, транспорт і навколишнє середовище переробного підприємства. Проте дія сальмонел з будь-якого з тих потенційних резервуарів не гарантує колонізації курчат. Багато факторів впливають на сприйнятливість курчат до колонізації сальмонелами. До них відносяться: 1) вік 2) виживання при проходженні шлункового бар'єру, 3) ефективна конкуренція з іншими бактеріями, 4) визначення місця колонізації, 5) характер харчування, 6) фізіологічний статус курчат, 7) стан здоров'я і хвороби курчат, 8) стреси, 9) дія ліків і 10) генетичний фон.

Результати чисельних досліджень показали, що захворюваність сальмонелою на забите м'ясо птиці, що поступає від переробника або на

роздрібну торгівлю, може варіюватися від 1% до > 50%. Проте рівень патогенів, як правило, низький, в діапазоні до 30 тушок були уражені, що склав 2,13 [14].

Основним джерелом патогенів, пов'язаних з хворобою харчової грудки, є забійні тварини. Під час процесу забою працівники, обладнання і навколишнє середовище можуть служити джерелами забруднення для птиці в процесі забою. У том розділі основна увага буде приділена агентам, які є основною причиною захворюваності і смертності, пов'язані з сирим м'ясом.

У разі золотистого стафілокока основним джерелом зараження, є працівники, обслуговуючі виробництво і переробку птиці [16]. Піддаючи харчові продукти, забрудненню *Salmonella*, дії температури, спостерігається розмноження золотистого стафілокока у великих кількостях і подальша утворення ентеротоксинів. Спалахи асоціюються з приготовленими продуктами, які неправильно зберігали або піддаються дії невідповідних температур, що дозволяє досягати високих показників зростання [17].

На зростання мікробів в м'ясі птиці сильний вплив має температура зберігання. Якщо під час зберігання температуру знизити у бік замерзання, спостерігається значне зниження швидкості росту мікроорганізмів і зменшення різноманітності мікрофлори. При зберіганні при температурі трохи вище точки замерзання (від -2° до $+2^{\circ}$ °C) термін придатності м'яса птиці значно збільшується [24]. При більш високих температурах охолодження ($<5^{\circ}$ °C) видів *Pseudomonas* є основною причиною псування [25]. При температурі $>5^{\circ}$ °C буде рости ширша різноманітність бактерій. Псування м'яса птиці пов'язане з грам негативними бактеріями. У міру зростання температури грампозитивні відіграють все більш важливу роль.

Свіже куряче м'ясо володіє водною активністю (a_w) $> 0,98$, що підтримує зростання широкого спектру бактерій, дріжджів і цвілі. Питома вага a_w на поверхні м'яса птиці залежатиме від ступеня охолодження в сухому повітрі. Проте велика частина м'яса птиці запаковується для запобігання висихання. рН курячого м'яса варіюється залежно від типу м'язів, відображаючи вроджені відмінності у фізіології м'язів і запасах глікогену. Грудні м'язи мають рН 5,7-5,9, тоді як рН м'язів гомілки (темного м'яса) складає 6,4-6,7. рН курячої шкіри

збільшується з віком, в середньому на 6,6 для 9-тижневої птиці в порівнянні з 7,2 для 25-тижневої птиці. Різниця в рН між типами м'язів може привести до відмінностей як в швидкості мікробного псування, так і у складі зіпсованої флори [24, 25].

1.3. Використання опромінювання у виробництві харчових продуктів

Впродовж останніх років дослідження опромінювання харчових продуктів показали, що радіація робить їжу безпечнішою і подовжує терміни зберігання опромінених продуктів. Нові і недостатньо використовувані технології, такі як опромінювання радіацією потребують перегляду для досягнення нових рівнів безпеки для харчових продуктів.

Корисність і практичність опромінювання харчових продуктів використовується вже понад три десятиліття після досліджень і розробок по його технологічних аспектах. Електромагнітна обробка харчових продуктів в даний час визнана ефективним і безпечним процесом. Сьогодні майже 50 різних товарів піддаються радіаційній обробці в більш ніж 25 країнах. Сьогодні електромагнітна обробка харчових продуктів – це перспективна технологія забезпечення безпеки харчових продуктів для поліпшення гігієни і збільшення терміну зберігання і розподілу. Іонізуюче випромінювання використовується для передачі корисних змін в продуктах харчування, і воно було рекомендовано як метод забезпечення безпеки м'ясних продуктів.

Ультрафіолетове світло розряджає і переміщає енергію у вигляді хвиль або частинок через простір, не викликаючи радіоактивності. Ультрафіолет коливається від 100 до 400 нм і підрозділяється на УФ-А (315-400 нм), що відповідає за загар шкіри людини, UV-B (280-315 нм), який може викликати потемніння шкіри і, зрештою, привести до раку шкіри, UV-C (200-280 нм), признано бактерицидним діапазоном, оскільки він ефективно інактивує бактерії і віруси, і вакуумний УФ-діапазон (100-200 нм), в якому майже всі речовини можуть поглинати його і, таким чином, передаються тільки у вакуумі.

Ультрафіолетові промені пошкоджують мікроорганізми безпосередньо шляхом пошкодження ДНК або побічно, утворюючи вільні радикали під час радіолізу води. На відміну від термічної обробки та нетеплова технологія знижує мікробне навантаження без істотної зміни поживних і сенсорних характеристик овочів (фруктів і коренеплодів), а також м'ясних (рибних і курячих) продуктів.

Ультрафіолетове світло ефективно зменшує патогенне бактеріальне навантаження на поверхні туші м'яса птиці, не чинить негативного впливу на колір туші або окиснення ліпідів м'яса. Ультрафіолетове випромінювання потенційно впливає на харчові продукти через генерації вільних радикалів за допомогою широкого спектру органічних фотохімічних реакцій. Можливі небажані ефекти включають окиснення вітамінів, ліпідів і білків, деградацію антиоксидантів, зміни текстури і кольори, а також утворення неприємних смаків і ароматів [26].

Корисність і прийнятність опромінених харчових продуктів були оцінені різними комітетами експертів. Можливості застосування опромінювання різноманітні: від гальмування проростання бульб і цибулин до виробництва технічно стерильних харчових продуктів. Безпека споживання і корисність опромінених харчових продуктів широко вивчалися в рамках міжнародної співпраці. Науковий комітет з харчових Продуктів Європейської комісії прийшли до висновку, що харчові продукти, опромінені за допомогою відповідних технологій, безпечні і поживні (ФАО) ВООЗ і МАГАТЕ, і після розгляду всіх даних було рекомендовано, щоб радіаційне опромінювання харчових продуктів і будь-який харчовий продукт в загальній середній дозі не представляє токсикологічної небезпеки, а також не викликає проблем з харчуванням або мікробіологією. Дози радіації, які перевищують 10 кГц, можуть привести до стерилізації продуктів, як у випадку з м'ясними продуктами, приготовленими для програми космічних польотів НАСА. Застосування радіаційної технології є ефективним способом зниження мікрофлори [30].

Після застосування УФ-опромінення в пташниках високими показниками м'яса птиці був вищим, чим в контрольній групі [31].

Електромагнітна обробка продукції – один з ефективних способів зниження мікробіологічних показників харчових продуктів.

санітарно-показові (кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ), бактерії групи кишкової паличок - БГКП (коліформи), бактерії сімейства *Enterobacteriaceae* етерококи);

умовно-патогенні мікроорганізми (*E. coli*, *S. aureus*, бактерії роду *Proteus*, сульфітредукуючі клостридії, патогенні мікроорганізми, в т.ч. сальмонели і *Listeria monocytogene* і ін.);

мікроорганізми, що викликають псування (дріжджі і плісєневі гриби, молочнокисні мікроорганізми);

мікроорганізми заквашувальної мікрофлори і пробіотичні мікроорганізми (молочнокисні, пропіоновокисні, біфідобактерії, ацидофільні бактерії і ін.).

Отримані дані [26] є підтвердженням перспективності використання методу електромагнітного знезараження з використанням гама-випромінювання.

Як відомо, максимально допустима доза опромінення продуктів харчування не є єдиною для різних країн світової спільноти. Так, в США прийнята доза в 280 мДж/см, в Європейських країнах, наприклад, Бельгія і Голандія, встановлена доза складає 10 мДж/см, у Франції прийнята в 11 кГр. В Україні допустима доза опромінення продуктів харчування не є регламентованим показником, внаслідок відсутності законодавчих нормативних документів [26].

Стерилізованні продукти корисні в лікарнях для пацієнтів з сильно ослабленою імунною системою. Мікробіологічна безпека опромінених харчових продуктів є однієї з основних проблем. Добре відомо, що макролементи істотно не змінюються, проте деякі вітаміни можуть бути охоплені. Опромінювання має різну дію на молочні продукти і яйця, змінюючи їх смак і текстуру. В цілому опромінювання харчових продуктів не приводить

до втрати поживних речовин в тому ступені, в якій чинить несприятливу дію на стан харчування осіб, які споживають ці продукти [3].

Випромінювання взаємодіє з матеріалом, передаючи енергію електронам і іонізуючи молекули, створює позитивні і негативні властивості. Радіаційна обробка харчових продуктів – то контрольована дія на харчові продукти іонізуючого випромінювання, такого як електрони, γ -промені і рентгенівські промені. Радіоізотопи, такі як кобальт-60 і Цезій 137, випускають γ -промені, тоді як електрони і рентгенівські промені генеруються механічними джерелами. Запаковані харчові продукти піддаються дії ефективних доз іонізуючого випромінювання, щоб можна було знищити патогенні мікроорганізми.

Іонізуюче випромінювання інактивує мікроби, ушкоджуючи нуклеїнові кислоти безпосередньо в результаті контакту електронів і фотонів з ДНК і РНК, а також побічно під дією заряджених іонів. Кобальт-60 випускає γ -промені під час свого перетворення на стабільний стан нікелю 602. Переваги опромінювання полягають в ефективній інактивації бактерій, незначних змінах поживних речовин в продукти і можливості обробки після пакування [33].

В даний час у виробництві і організаціях використовуються широко УФ-обробка. Дані установки використовуються для обробки поверхонь і знезараження повітря в приміщенні, також їх можна використовувати для обробки свіжих фруктів і овочів, дезинфекції зернових, бобових, Продуктів з них і спецій. Вона також надає послуги із стерилізації медичних виробів. Ці установки також можуть бути використані збройними силами для продовження терміну придатності цілих туш і птиці з продовженням терміну їх придатності [34, 35].

Зберігання харчових продуктів без збитку для їх якісних характеристик і аспектів безпеки є великою проблемою через зараження і інших фізико-хімічних і мікробіологічних змін якості. Опримінювання тих Продуктів при низьких дозуваннях може мати позитивний ефект у продовженні терміну придатності за рахунок збереження якості [35].

Обробка харчових продуктів, згідно повідомленню *gazette.de* від 23 серпня 2016 року, FSSAI внесла певні зміни до правил 2011 року, що

стосуються опромінювання харчових продуктів. Згідно новому регламенту, «опромінювання харчових продуктів» тепер називається «Радіаційна обробка харчових продуктів» [16].

Промені енергії, які виходять під час опромінювання, безпосередньо ушкоджують ДНК живих організмів і визивають перехресне, у зв'язку і іншими, які роблять організм нездатним рости або розмножуватися. Коли промені з'єднуються з молекулами води в організмі, вони проводять короткоживучі вільні радикали, які можуть викликати подальше непряме пошкодження ДНК [16].

Складні форми життя з великими молекулами ДНК піддаються дії щодо низьких доз. Більш прості організми з меншою ДНК можуть приймати всі більш висок дози. Таким чином, низькою дози менше 0,1 кГр достатньо для знищення комах і паразитів, і зменшення проростання. Середня доза, від 1,5 до 4,5 кГр, усуває більшість бактеріальних патогенів, окрім спор, а більш висока доза від 10 до 45 кГр інактивує бактеральні спори і віруси. Для людини смертельна доза складає 4 Гр. Смертельні дози опромінювання для живих істот приведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Приблизні смертельні дози опромінювання

Організми	Доза (кГр)
Вищі тварини	від 0,005 до 0,1
Комахи	від 0,01 до 1
Бактерії, не спороутворюючі	від 0,5 до 10
Бактеріальні спори	від 10 до 50
Віруси	від 10 до 200

Опромінювання (1 кГр -10 кГр) є успішним методом зниження мікробного навантаження їжі. Опромінювання збільшує термін зберігання м'ясних, курячих і рибних продуктів, оскільки зменшується кількість мікроорганізмів, які викликають псування, і, як і при термічній обробці цей процес також може інактивувати ферменти, які сприяли би псуванню м'яса. Це також знижує мікробне навантаження на такі продукти, як спеції і м'ясні продукти [27].

Опромінювання м'яса є новою альтернативою до традиційних методів консервації такі як копчення, соління, в'ялення, варіння консервація сушіння заморожування охолодження, упаковка в модифікованій атмосфері і обробка під високим тиском. Переваги цієї технології полягають в тому, що це фізичний, холодний і процес, що не містить добавок, який викликає мінімальні зміни в їжі. Його можна наносити на заздалегідь упаковані харчові продукти, і він дуже ефективний в порівнянні з хімікатами і фумігантами [18]. За останні декілька років оброблене радіацією м'ясо і м'ясопродукти продаються в таких країнах, як Франція, Індонезія, Бельгія, Китай, Південна Африка, Нідерланди і Тайланд. У Індії Міністерство охорони здоров'я і соціального забезпечення сім'ї FSSAI, схвалило м'ясо і м'ясопродукти, включаючи м'ясо птиці, для радіаційної консервації відповідно до закону про безпеку харчових продуктів і стандарти 2006 року [39].

Існують чисельні дослідження із радіаційної обробки м'ясних продуктів, таких як бекон, шинка, сосиски і яловичі котлети. На додаток до бактерій, що викликають псування, опромінювання також усуває патогенні бактерії і паразитів в м'ясі і м'ясопродуктах. Дозі опромінювання близько 1 кГр - 4 кГр необхідні для того, щоб інактивувати 90 % мікроорганізмів. Було оцінено мікробіологічний статус м'яса кролика і можливість застосування опромінювання для боротьби з харчовими патогенними бактеріями і збільшення терміну зберігання м'яса в холодильнику. Зразки м'яса кролика опромінювали (0 кГр, 1,5 кГр і 3 кГр) і зберігали при температурі охолодження. Результати показали, що опромінювання зразків значно збільшило кількість реагуючих з тіобарбітуровою кислотою речовин (ТБАР), але впливає на їх загальний вміст леткого нітрогену (ТВН), тоді як зберігання значно збільшило вміст ТБАР і ТВН для опромінених і неопромінених зразків. Застосування радіаційних технологій у поєднанні із заморожуванням, низькою температурою і нагріванням може пом'якшити несприятливі зміни поживної цінності і сенсорних якостей їжі. Крім того, бургери, приготувані з використанням опроміненого м'яса кролика, демонстрували велику сенсорну прийнятність. Декілька досліджень показали, що опромінювання прискорює

окиснення ліпідів при аеробній упаковці м'яса і м'ясних продуктів і приводить до появи небажаного кольору і запаху.

М'ясо курей і баранини є поживною їжею і споживається у всьому світі, проте воно надзвичайно швидко псується і має набагато менший термін придатності. Опромінювання використовувалося у поєднанні з упаковкою для підвищення безпеки і продовження терміну придатності м'яса.

Опромінювання м'яса вважається безпечним і ефективним методом продовження терміну придатності свіжого м'яса і м'ясопродуктів. У зв'язку з відсутністю конкретних нормативних категорій для функціональних харчових продуктів їх регулювання здійснюється за допомогою існуючих правил у відносинах харчових продуктів і лікарств, де (FDA) схвалило опромінювання птиці і червоного м'яса для боротьби з харчовими патогенами і подовженнями термінів придатності [15].

Була ретельно досліджена можливість використання опромінювання разом з природними антиоксидантами для отримання продуктів з хорошою хімічною і мікробіологічною стабільністю. Додавання кон'югованої лінолевої кислоти до вареної яловичини і яловичого фаршу показало зниження значень TBARS в котлетах з опроміненого яловичого фаршу. Було оцінено на м'ясі баранини і свинини під час радіаційної обробки і зберігання, щоб визначити його антиоксидантний потенціал. Дослідження показали обнадійливі результати у вирішенні проблеми окиснення ліпідів [24, 25].

Одна з найбільш перспективних технологій є УФ-опромінювання. УФ-дезинфекція виконується при опромінюванні мікроорганізмів (достатня довжина хвилі для повного знищення мікроорганізмів рівна 260,5 нм), що знаходяться у воді, впродовж певного періоду часу [6].

Практичне використання дії Уф-оромінювання для збільшення термінів зберігання харчової продукції засноване на їх здатності уповільнювати або прискорювати процеси проростання або дозрівання плодів і овочів, здійснювати повне або часткове придушення життєдіяльності збудників псування харчових продуктів [6].

Ультрафіолетове опромінювання ефективно діє тільки на бактерії, присутні на поверхні продукту, таким чином, бактерії, присутні усередині харчової матриці, захищені від ультрафіолетового світла і не піддаються до дії того типу обробки.

Ультрафіолетове світло має безпосередній вплив на бактерійне відновлення, присутнє на поверхні.

Колір є важливою сенсорною характеристикою продуктів харчування і часто вказує на якість і свіжість харчового продукту. Wang W. і ін. (2021) повідомили, що УФ-С опромінювання сприяло збільшенню значень в курячих грудинках після 6 днів холодильного зберігання [48].

Вперше концепцію про можливість передачі інфекції повітряно-капельним шляхом представив William W. запропонував використання бактерицидного УФ-опромінювання для дезинфекції повітря [31]. Використання УФ-опромінювання не тільки зупиняє інфекційні організми в повітрі, але і може розповсюджуватися аерогенно [25].

Діапазон ультрафіолетового випромінювання умовно розбутий на 4 піддіапазони. Випромінювання кожного із цих піддіапазонів має свою специфіку дії на біологічні об'єкти [21, 25].

Ультрафіолетова дія на біологічні речовини буває прямою і побічною. При прямій дії хімічні явища відбуваються в результаті енергії, виділеної випромінюванням в молекулі-мішені, а побічні ефекти виникають в результаті реакційно здатних дифузійних вільних радикалів, що утворюються в результаті радіолізу води, таких як гідроксильний радикал (ОН⁻), гідратований електрон, атом водню, перекис водню (H₂O₂) і водень [31,35].

Опромінювання викликає порушення внутрішнього метаболізму клітин шляхом руйнування хімічних зв'язків. Розщеплювання ДНК приводить до втрати клітинами здатності до розмноження. Вільні радикали утворюються при контакті з харчовими продуктами, що містять воду, і вступають в реакцію з клітинною ДНК, викликаючи радіаційне пошкодження. Опромінювання може побічно утворювати радіологічні продукти / вільні радикали з води (H, OH), які відповідають за 90 % пошкоджень ДНК [26].

Природні і синтетичні антиоксиданти зазвичай використовуються для придушення окиснювальних реакцій, що виникають при переробці м'яса і м'ясопродуктів. Повідомляється, що антиоксиданти, що включають хелати металів, поглиначі вільних радикалів і власне антиоксиданти, знижують утворення неприємного запаху в м'ясі і м'ясопродуктах, які піддані УФ-опромінюванню [27].

Включення антиоксидантів, що володіють активністю до знищення вільних радикалів, допомогло захистити від перекисного окиснення ліпідів опромінене м'ясо і м'ясопродукти. Екстракти розмарину і орегано володіють антиоксидантною здатністю в опроміненних заморожених бургерах з яловичини. Він продемонстрував, що екстракт розмарину (400 мг/кг) опинився ефективним у інгібуванні окиснення ліпідів в порівнянні з екстрактом орегано і в комбінації з гідрокситолуолом (ВНА/ВНТ). Це також допомогло підтримувати значення TBARS нижче 2,0 в опроміненних яловичих котлетах до 90 днів при зберіганні в замороженому виді при температурі -18 °С.

Опромінювання ультрафіолетовим (УФ) світлом є одним з найбільш практичних методів дезинфекції, оскільки воно може інактивувати бактерії віруси бактеріальні спори [9, 10]. Найбільш поширеною лампою для систем ультрафіолетової дезинфекції є монохроматична УФ-лампа низького тиску (LP), тоді як недавно також була застосована поліхроматична УФ-лампа середнього тиску (MP). Повідомлялося, що УФ-лампи MP ефективно інактивують мікроорганізми і пригнічують репарацію в *E.coli*. Бактерицидний ефект дальнього ультрафіолетового випромінювання (УФ- I УФ-В: 220-320 мДж/см²) в основному обумовлений утворенням димерів піримідину в ДНК генома, тоді як ближній ультрафіолетове світло (УФ-А: 320-400 мДж/см²), як відомо, продукує активні речовини, які викликають летальні і сублетальні ефекти. Проте певні організми володіють механізмами для відновлення пошкоджень в геномі, викликаних ультрафіолетовим випромінюванням [5].

Спочатку використовувалися стерилізуючі дози (радапєртизація – теплова стерилізація). Результати показали, що у багатьох випадках якість харчових продуктів погіршувалася, використовувалися нижчі дози або дози

пастеризації (опромінювання або радіація), щоб просто продовжити термін придатності продукту при температурах охолодження [6].

Ці дослідження включали оцінку органолептичного псування (4, 5, 9 балів) і були перераховані загальна кількість і «найбільш поширені» організми, виявлені в продуктах після опромінювання і зберігання [7]. Вплив опромінювання і зберігання на загальну мікрофлору, виявлену в продуктах, рідко вивчалися, і рідко враховували вплив звичайних методів обробки, будь то випадково або навмисно.

У дослідженні була проведена мікробіологічна оцінка впливу радіаційної обробки птиці під час утримання на продовження терміну придатності. Радіаційна стійкість організмів, що викликають харчові отруєння, зазвичай асоціюються зі свійською птицею, по тому були визначені і враховані при виборі дози, що рекомендувалася [8].

Впровадження ХАССП дозволяє забезпечувати контроль якості продукції на кожному з виробничих циклів, а значить підвищити її безпека і конкурентоспроможність як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках збита [7].

У том випадку однієї з найбільш перспективних технологій знезараження повітря і поверхонь є бактерицидне ультрафіолетове (УФ) випромінювання [6].

До переваг ультрафіолетового знезараження повітря і поверхонь відносяться висока швидкість обробки, універсальний механізм знезараження (інактивації) для всіх мікроорганізмів [7].

При великій кількості жирової тканини зменшується відносний вміст білків і при том знижується також засвоюваність м'яса [61].

Так, в м'ясі птиці міститься в середньому 21 % загального білка, повноцінного білка в пташиному м'ясі досягає 19 % [61].

Вчені оцінили позитивний ефект молочної кислоти (1 і 2 %) в оброблених за допомогою бар'єру курячих ніжках, опромінених в дозах 1 кГр і 2 кГр. Включення молочної кислоти в кількості 2 % показало значне зниження вмісту ТБК, загальних карбонілів і негемового заліза в опромінених курячих стегенцях. Опромінювання зразків птиці, обробленої за допомогою бар'єру, 2

кГр 2-процентною молочною кислотою може продовжити термін придатності до 6-7 місяців при температурі 5 °С.

Антиоксидантний ефект морквяного соку (35-процентний і 60-процентний концентрат) був оцінений в опроміненій гама-випромінюванням яловичій ковбасі (0 кГр, 3 кГр і 4,5 кГр) при зберіганні в холодильнику і замороженому вигляді. Згідно цих досліджень, 60-% включення концентрату морквяного соку інгібувало окиснення ліпідів і білків в опроміненій яловичій ковбасі і показало хороші сенсорні властивості в порівнянні з їх контрольними аналогами.

Спеції, як відомо, є одним з багатючих джерел антиоксидантів. Вони використовуються вже декілька сотень років для збереження смаку, кольору і аромату харчових продуктів. Спеції володіють чудовою антиоксидантною активністю, оскільки вони містять флавоноїди, терпеноїди, лігнани, сульфіді, поліфеноли, каротиноїди, кумарини, сапоніни, рослинні стерини, куркуміни і фталіди. Вони використовуються як антиоксиданти у вигляді молотих спецій / трав екстрактів, ефірних олій, емульсій або в капсульованій формі. Відомо, що спеції володіють поряд функціональними властивостями, які можуть бути використані для отримання м'ясних Продуктів, стійких до зберігання. Проведена безліч досліджень, щоб встановити антиоксидантні властивості трав і спецій, таких як розмарин, орегано і екстракти чебрецю, базилику, розмарину, ромашки, лаванди і кориці [6, 7].

Гвоздика здатна запобігати зміні кольору сирі свинини при зберіганні при кімнатній температурі і є сильним антиоксидантом, що уповільнює окиснення ліпідів, серед екстрактів спецій і трав, включаючи корицю, орегано, шкірку граната і виноградні кісточки. Був використаний таноловий екстракт гвоздики ефективно використовують для поліпшення якості зберігання свіжості баранини до 4 днів при температурі 25 ± 2 °С [9]. У іншому дослідженні додавання гвоздичної олії у поєднанні з молочною кислотою або вітаміном С знижувало окиснення ліпідів, підтримувало високу колірну цінність і покращувало колір м'яса буйвола на вітрині [2]. Крім того, було вивчено вплив гвоздичної олії на окиснювальну стабільність ріпакової олії [8].

Науковці оцінили антиоксидантну і антимікробну активність часнику в сирій курячій ковбасі при зберіганні в холодильнику. Часник продемонстрував антиоксидантний ефект, еквівалентний комерційному синтетичному антиоксиданту бутилгідроксианізолу (ВНА). Автори прийшли до висновку, що свіжий часник і його порошок завдяки їх поєднаному антиоксидантному і антимікробному ефекту можуть бути використані як потенційні природні антиоксиданти при консервації м'ясних продуктів.

Додавання розмарину (400 мг/кг) і орегано (400 мг/кг) екстрактів незалежно або шляхом змішування (200 мг розмарину + 200 мг орегано) і або з ВНА/ВНТ (200 мг/кг), або з їх сумішшю (100 мг/кг ВНА/ ВНТ плюс 200 мг/кг розмарину/орегано) в опромінених яловичих котлетах знижувало вміст ТБАР в зразках м'яса, що зберігаються при температурі, - 20 °С впродовж 90 днів. Крім того, розмарин окремо або в суміші з ВНА / ВНТ або орегано показав найбільш високий інгібуєчий ефект серед всіх рецептур.

1.4. Вплив опромінення у поєднанні з різними видами упаковок

За останніх 40 років були проведені обширні дослідження з опромінювання свіжого м'яса і птиці, проте існує необхідність розгляду можливості комбінованого використання з іншими технологіями, такими як упаковка. Деякі з робіт були зосереджені на мікроорганізмах, які викликають псування, і патогенах, тоді як в інших звітах підкреслюється сенсорна якість свіжого м'яса і птиці. Дія опромінювання у поєднанні з упаковкою варіюється в залежності від виду м'яса і птиці і складу атмосфери в упаковці. Опромінювання може привести до втрати смаку і/або запаху і зміни кольору свіжого м'яса і птиці в упаковках, що містять повітря (кисень). Одна з проблем полягає в тому, що патогенні мікроорганізми можуть рости і/або виробляти токсини в опроміненому м'ясі або птиці, запакованих з використанням модифікованої атмосфери через відсутність конкуруючих організмів. Це викликає ще більшу заклопотаність, якщо псування пригнічується і не подає застережливих сигналів. З іншою сторони, не дивлячись на те що є певні відомості щодо зростання патогенних мікроорганізмів в умовах підвищеного

температурного режиму, в більшості повідомлень вказується, що псуванню передувало утворення токсинів. Тому, враховуючи що сенсорна якість і побоювання з приводу безпеки, слід додатково вивчити дію опромінювання у поєднанні з вакуумною або МА-упаковкою свіжого м'яса і птиці. Повніша інформація необхідна для забезпечення належного використання вакуумної або термозсідальної упаковки у поєднанні з опромінюванням для забезпечення безпеки свіжого м'яса і птиці [27].

Методи консервації харчових продуктів були частиною повсякденному життю людини впродовж століть, тому що більшість продуктів починають псуватися відразу після їх одержання [4].

Концепція розм'якшення заснована на активності протеолітичних ферментів, що продовжується, при придушенні діяльності мікроорганізмів. Дія опромінювання на ферменти обмежена, і значна активність ферментів зберігається [17].

Первинне використання високоенергетичного бета- або гама-опромінювання, здавалося, одним з найбільш перспективних методів холодної стерилізації свіжого м'яса і птиці. Проте при опромінюванні м'яса в дозах, необхідних для повної стерилізації (~4,8 Мрад або 48 кГр), спостерігалися помітні зміни запахів, присмаків і кольору, якщо не були прийняті міри обережності для інактивації ферментів і опромінювання при ретельно контрольованих температурах. Це, а також трудність пошуку узгодженого протоколу для перевірки корисності опромінених харчових продуктів привели до зниження інтересу до радіаційних технологій. Останнім часом харчові захворювання, викликані сальмонелою, кампілобактеріями, лістерією моноцитогенес і кишковою паличкою 0157:H7 з м'яса і птиці, стали серйозною проблемою для суспільної безпеки.

Було показано, що використання різних систем пакування запобігає псуванню і продовжує термін придатності продуктів з м'яса птиці [8, 9].

Киснепроникна упаковка

Bruna L. і його колеги [9] повідомили, що свіжі яловичі вирізки, інокульовані псевдомонадами, були успішно опромінені гама-променями від 44

000 до 66 000 радий (від 0,44 до 0,66 кГр) при 5 °С, щоб продовжити термін придатності в чотири-п'ять разів при 2°С. Коли яловичі відруби опромінювали гама-променями до 100 000 радий (1 кГр) і зберігали при 0 °С, термін зберігання збільшувався з 7 днів для контролю до 20-29 днів для опромінених відрубів [10].

Погіршення якості м'яса і птиці при зберіганні є результатом не тільки мікробного псування, але і окиснення жиру. Повідомлялося, що окиснення жиру прискорюється при опромінюванні гама-променями. Софієнко а.А. [80] повідомили, що значення перекису значно збільшувалися залежно від доз опромінювання. Пероксиди є первинними продуктами окиснення жиру при обробці іонізуючим випромінюванням у присутності кисню.

Що стосується аспектів безпеки харчових продуктів, повідомили, що значення D для видів *salmonella*, *Yersinia enterocolitica* і *Campylobacter jejuni* склали 0,78, 0,21 і 0,16 кГр, відповідно, для найбільш стіких штамів. Був зроблений висновок, що дози всього в 1 кГр ефективні для зниження кількості сальмонел приблизно на 1,3-1,8 логарифмічних циклів, *Y. enterocolitica* і *C. jejuni* знижуються більш ніж на 4 логарифмічних цикли при той дозі. Отже, опромінювання сирого яловичого фаршу дозою гама-променів в 1 кГр зменшить кількість *Salmonella spp.*, *Yersinia enterocolitica* і *Campylobacter jejuni*. Коли свіже розфасоване м'ясо буйвола опромінювали 2,5 кГр гама-променів при температурі від 0 до 1 °С і зберігали при температурі від 28 до 30°С, *Clostridium spp.* і представники *Enterobacteriaceae* не були виявлені, тоді як *Staphylococcus spp.* були виявлені тільки через 12 год. Гама-опромінювання також може бути ефективно використані для яловичини для запобігання нормальному зростанню і розмноженню стрічкового черв'яка *Cysticercus bovis*.

Куряче м'ясо було вивчене ширше, ніж червоне м'ясо, відносно обробки опромінюванням за різними причинами: (i) подрібнені тканини, непошкоджені м'язи або цілі тушки можуть бути легко опромінені і вивчені; (ii) м'ясо варіюється від злегка пігментованих грудних м'язів до сильніше пігментованих м'язів ніг для різних колірних ефектів; (iii) курчат легко отримати і з ними легко звертатися в лабораторних масштабах; і (iv) удосконалені методи

консервації патраних курячих тушок були корисні при розподілі домашньої птиці [8].

Опромінені курчата мали більш тривалий мікробіологічний термін зберігання, чим неопромінені курчата. Неопромінені курчата були зіпсуті через 11 днів при температурі 11 °С, тоді як курчата, опромінені 0,83 кГр, були зіпсовані через 20 днів, а курчата, опромінені 4,15 кГр, не були зіпсуті через 20 днів. Затримка мікробного псування була пропорційно більше при нижчих температурах зберігання. При найбільш високій дослідній температурі 14 °С, продовження терміну зберігання досягнуте не було [17]. Ehlermann D. A. також показали, що коли цілі випотрошені курячі тушки опромінювали гама-променями і піддавали зберіганню при температурному режимі межах від 1 до 3 °С, час, необхідний для мікробного псування, був в два рази більшим при опромінюванні 0,25 Мрад (2,5 кГр), ніж для неопромінених зразків. Коли кількість грамнегативних бактерій, рівна $8 \log \text{ КУО/см}^2$, використовувалася як показник початкового псування, термін придатності цілих курячих тушок, опромінених 2,5 кГр гама-променів, збільшувався на 2-9 днів.

При опромінюванні курячих грудинок 2,5 кГр гама-променів, кількість аеробних бактерій знижувалася приблизно на два логарифмічні цикли, досягаючи рівня 10^6 КУО/г ближче до 19 дня після забою [14].

Що стосується мікроорганізмів, що викликають харчові отруєння, опромінювання охолоджених тушок бройлерів 250 крад (2,5 кГр) зменшила загальна кількість сальмонел, що зустрічаються в природі, на 2,5 логарифмічних цикли або в деяких випадках повністю знищило їх. Рівень 4 кГр був достатнім для знищення інокульованої сальмонели (10^5 КУО на штуку) в курячих гомілках. Проте в цілих курячих тушках, інокульованих 10^6 клітинами *Salmonella typhimurium* на грам, дози 5 кГр було недостатньо для елімінації, хоча жодна сальмонела не вижила після 10 кГр. Коли грудинки і стегна бройлерів опромінювали електронними пучками, рівень до 100 крад (1 кГр) знищував рівень сальмонел. При опромінюванні курячих крил живі КУО *Salmonella typhimurium* не були виявлені при дозах гама-випромінювання, які перевищують 1,42 кГр [5].

Опромінювання цілих курячих тушок 2,5 кГр гама-променів значно знизило кількість кампілобактерій на 3,03 і 4,19 логарифмічних одиниць, відповідно.

Сенсорна якість як важний показник безпеки м'яса

Разом з терміном придатності і міркуваннями безпеки харчових продуктів, вплив опромінювання на смакові якості яловичини був ще одним аспектом, що викликає заклопотаність багатьох дослідників. Потенційно небажані хімічні зміни, що виникають в результаті стерилізації опромінюванням, що утворюється в результаті реакції іонізуючого випромінювання з водою [7]. Свіже м'ясо і птиця – це продукти з високим вмістом вологи. Невластиві запахи у опроміненої яловичини можуть виникати через сполук сірки у водорозчинній фракції [8].

Сенсорний показник якості м'яса птиці залежно від вакуумної пакування

Вакуумна упаковка свіжого м'яса і птиці, особливо вакуумна упаковка в шкірці, як відомо, має багато переваг: збільшений термін зберігання, герметичне пакування, підвищена соковитість і аромат м'яса, видимість м'яса, більш тривалий і зручний термін зберігання, зберігання в холодильнику або морозильній камері, можливість централізованого виготовлення нарізок і зниження витрат на робочу силу в магазинах [9]. В той же час вакуумна упаковка може викликати декілька проблем: зміна кольору поверхні, продування, зміни у складі популяцій мікроорганізмів в упаковці через анаеробного середовища і виробництва біогенних амінів [9]. При опромінюванні, навколишній харчовий продукт, так і розчинений в ньому кисень піддаються активації іонізуючим випромінюванням з подальшою взаємодією з акцепторними групами в харчовому продукті, кінцевим результатом чого є потенційні зміни смаку, запаху, кольору або текстури. Отже, в харчових продуктах небажані зміни можуть бути значно зменшені або відсутні, якщо продукти були ретельно очищені від кисню перед опромінюванням. Отже, представляється можливим, що опромінювання було б

більш ефективним для продуктів з вакуумною упаковкою, ніж для пакування, проникного для кисню.

Опромінювання свіжого м'яса і птиці у вакуумі вивчалось не дуже широко. Це може бути пов'язане з тим, що опромінювання у вакуумі вимагає більш високої дози опромінювання для заданого ступеня бактерійної інактивації, ніж потрібний в аеробній атмосфері. Крім того, широко поширено використання кисненепроникної плівки для пакування на роздрібному рівні через переваги в кольорі і вартості. Тоді як турбота про колір може обмежити застосування вакуумного пакування для яловичини, потрібні додаткові дослідження свинини і птиці, оскільки колір не є такою великою проблемою.

Сенсорний показник якості м'яса птиці залежно від пакування з модифікованою атмосферою

При розгляді м'ясних продуктів виділяються чотири основні області, в яких система може вплинути на характеристики продукту. До них відносяться боротьба з бактеріальними патогенами і мікроорганізмами, що викликають псування, зміна кольору м'яса, контроль втрати ваги продукту і зміна ніжності м'яса в результаті старіння. Добре відомо, що високі концентрації вуглекислого газу уповільнюють псування м'яса, але можуть визвати зміну кольору м'яса. Проте було виявлено припущення, що зміна кольору не завжди відбувається через самого діоксиду вуглецю, але, в певних випадках, через невелику кількість кисню, що забруднює атмосферу пакування. Були сумніви з приводу зростання анаеробних патогенів в MAP, що містять різні кількості вуглекислого газу, оскільки зростання патогенів може бути дозволений або навіть стимулює вуглекислим газом [9]. Навіть якщо мікроорганізми пригнічуються вуглекислим газом при зберіганні при низьких температурах, відсутність охолодження у будь-який час під час зберігання може дозволити їм рости, оскільки бактерицидна і бактеріостатична дія вуглекислого газу залежить від температури. В умовах температури продукту. при зловживанні патогенні мікроорганізми можуть рости практично в будь-якій атмосфері. Отже, розвиток

патогенів в порівнянні з розвитком організмів, є більш важливим, ніж визначення умов, в яких можуть рости патогени.

Оскільки опромінювання збільшує термін зберігання м'яса і птиці за рахунок інактивації мікроорганізмів, що викликають псування, також можуть потребувати додаткової обробки для боротьби з хімічним псуванням, такий як згірклість свіжого м'яса. Комбінація MAP у поєднанні з опромінюванням відкриває можливості для створення атмосфери пакування, яка може мати унікальну дію на підтримку якості. Проте було проведено не так багато досліджень, що вивчають комбінований ефект цих двох методів обробки свіжого м'яса і птиці.

Не дивлячись на те, що свіжа яловичина в MAP в даний час доступна на ринку в Європі, було проведено мало досліджень дії MAP і опромінювання в низьких дозах на яловичину. Деякі роботи по опромінюванню були проведень у поєднанні з газовою атмосферою азоту в упаковці, щоб порівняти азот з дією кисню. Опромінювання яловичого фаршу в атмосфері азоту приводило до незначного збільшення вмісту перекису і карбонілів, а руйнування пігментів гематину було приблизною функцією дози опромінювання. Проте повідомлялося, що опромінювання азотом приводило до істотної різниці в оцінці смаку в порівнянні з неопроміненими зразками.

Як і у випадку зі свининою і птицею у вакуумній упаковці, все зразки в MAP зазвичай псуються (з неприємним запахом і знебварвленням) до того, як вони стають токсичними [6]. Отже, побоювання з приводу утворення токсинів, що відбуваються до псування, можуть бути обґрунтованими тільки в тому випадку, якщо для опромінювання м'яса використовувалися дози вище 3 кГр.

Як і у випадку з яловичиною, відносно домашньої птиці було не так багато повідомлень про дію опромінювання у поєднанні з MAP.

При опромінюванні цілісного курячого фаршу, упакованого в азоті, катодними променями до 0,25 Мрад (2,5 кГр), термін зберігання при 5 °С поступово збільшувався із збільшенням дози опромінювання. Незначні зміни відбулися впродовж 3 тижнів в зразках, опромінених 0,25 Мрад (2,5 кГр).

1.5 Вплив опромінення на пакувальні матеріали

Оскільки більшість продуктів з м'яса і птиці упаковується перед обробкою опромінюванням, пакувальні матеріали також піддаються різним дозам опромінювання. Бар'єрні властивості, необхідні для більшості продуктів, означають, що пакувальні матеріали найчастіше є складні багат шарові полімери. Опромінювання може чинити значну дію на полімерні матеріали, включаючи зшивання або розрив полімерних ланцюгів [10]. Ці ефекти можуть змінювати фізичні властивості матеріалів, такі як міцність і характеристики розчинника. Опромінювання може також привести до утворення коротко ланцюгових полімерів і інших сполук, які можуть взаємодіяти з упакованим продуктом, змінюючи сенсорні властивості або токсикологічну безпеку [11].

Ряд пакувальних матеріалів був схвалений для використання при опромінюванні в дозах нижче 10 кГр [12] але навіть вони, як було показано, при опромінюванні утворюють декілька низькомолекулярних продуктів. Ці низькомолекулярні продукти включали цілий ряд летких сполук, таких як альдегіди, кетони, спирти, вуглеводні і карбонові кислоти. Потенційна можливість міграції тих продуктів в запаковані харчові продукти і прискорення органолептичних змін була запропонована на основі модельних систем [12], проте практична ситуація з харчовими продуктами не була визначена.

У більшості досліджень, що стосуються дії опромінювання на пакувальні матеріали, вивчалися відносно прості полімери і сополімери, такі як поліетилен, полістирол і поліпропілен. Дія опромінювання на багат шарові матеріали з різних полімерів не була досліджено однаковою мірою. Це важлива область для подальших досліджень, пов'язаних з комбінованим застосуванням опромінювання з технологією пакування.

РОЗІДЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.

2.1. Об'єкти і методи досліджень.

Експериментальна робота проведена на кафедрі «Технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів» ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького, та на базі підприємства ТОВ «Агроль». с. Підгайчики, Львівського р-ну, Львівської обл.

Для вирішення проблем мікробіологічного забруднення повітря і систем вентиляції, а також кондиціонування традиційно використовуються пристрої ультрафіолетового опромінювання на основі ртутних ламп низького тиску.

У дослідному боксі на висоті 2 м від підлоги був встановлений відкритий бактерицидний УФ-опромінювач потужністю 300 Вт із без озоною амальгамовою лампою потужністю бактерицидного УФ-випромінювання на довжині хвиль 200 мДж/см² 254 мДж/см² (Рис. 2).

УФ-опромінювач був адаптований під можливості використання у присутності птиці, для цього бокові сторони захисних решіток були заклеєні металізованим скотчем [6].

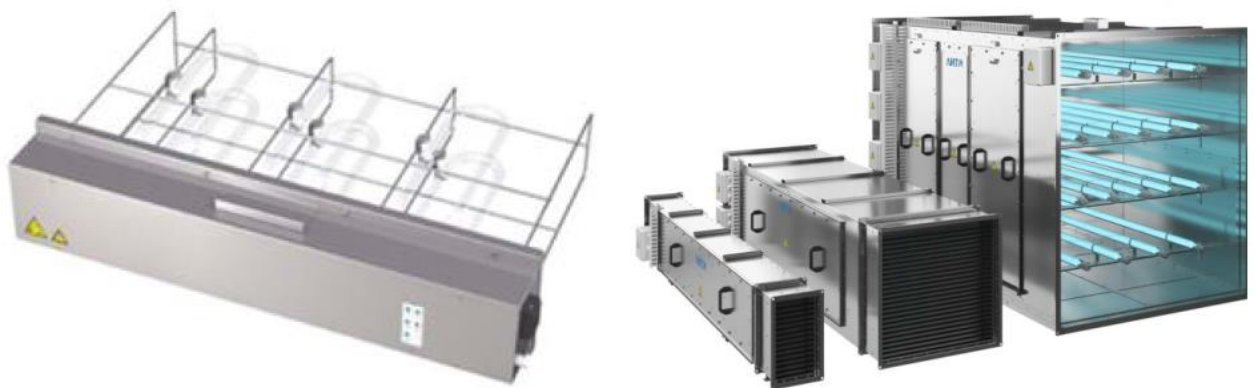


Рис. 2. Пристрій ультрафіолетового опромінювання OV3-B.

У таблиці 2 приведені технічні характеристики УФ-опромінювача.

Таблиця 2.

Технічні характеристики OV3-B.

Найменування	Маса, кг	К-ть Ламп, шт	Потужність УФ-випромі- нення, Вт	Споживана потужність, Вт	Габаритні розміри, ВхШхД, мм
OV3-B	19,8	2	200	300	330x950x1000

При дії ультрафіолетового випромінювання на живі мікроорганізми існує оптимальний діапазон довжин хвиль від 200 мДж/см² 254 мДж/см² для їх інактивації.

Бактерицидні модулі ОВЗ-В застосовуються в системах вентиляції і кондиціонування любих громадських і промислових будівель, зокрема з особливими вимогами до асептики (фармацевтичне і харчове виробництво тощо), а також на с-г. підприємствах (свиноферми, птахофабрики, корівники) і в приміщеннях, що використовують режим рециркуляції повітря.

Бактерицидні модулі ОВЗ-В забезпечують:

- зниження мікробного забруднення відповідно до вимог галузевих нормативних актів;
- безпечна експлуатація завдяки відсутності рідкої ртуті в лампі - відсутній ризик отруєння
- пари ртуті у разі пошкодження колби лампи;
- високий рівень бактерицидного потоку при знезараженні великих об'ємів повітря завдяки підвищеній потужності амальгамних ламп;
- економічність: термін служби лампи досягає 16 00 годин безперервного горіння, це близько 2 років служби;
- ефективний ККД (у 1,5- 3 рази вищий, ніж у традиційних ртутних ламп) при низьких температурах повітря і високих швидкостях обдування;
- високий ступінь інтеграції у вентиляційні системи;
- мають низькі втрати тиску, низьке енергоспоживання і невеликі габарити.

Бактерицидні модулі ОВЗ-В знезаражують великі потоки повітря в системах приточно-витяжної вентиляції ультрафіолетовим випромінюванням, а також запобігають розповсюдженню хвороботворних мікроорганізмів усередині системи повітрообміну і кондиціонування повітря. Вони відповідають сучасним вимогам з погляду шуму і електробезпеки.

Сучасні люди проводять до 85 % свого часу в приміщенні. По тому забезпечення санітарно-епідеміологічної безпеки всередині приміщень відграє

важливу роль при будівництві і реконструкції будівель. Повітря в приміщенні може бути у декілька разів небезпечніше, ніж повітря зовні.

Більшість патогенних мікроорганізмів передаються повітряно-крапельним шляхом. Це особливо гостро відчувається в місцях масового скупчення людей -- в промислових і громадських будівлях, де повітря миттєво розподіляється системами вентиляції і кондиціонування [14-18].

Системи кондиціонування повітря заражені бактеріями, вірусами і спорами цвілі в теплообміннику і піддонах для конденсату. Комфортна температура, недостача сонячного світла і висока вологість сприяють бистрому зростанню патогенних мікроорганізмів в системах вентиляції. Отже, органічні забруднювачі з повітрям розповсюджуються далі по системах повітряних каналів в приміщення з людьми, що знаходяться всередині, завдаючи шкоди здоров'ю. Зараження самих систем вентиляції і кондиціонування повітря приводить до збільшення експлуатаційних витрат, несправності систем і зношування обладнання. Крім того, існує ряд приміщень (бібліотеки, складські приміщення, вокзали, спортивні споруди), в яких сучасні будівельні норми допускають рециркуляцію повітря з метою зниження енергоспоживання (зменшення кількості припливного повітря знизить затрати енергії на опалювання і охолодження). Використання режиму рециркуляції вимагає обов'язкових мір з очищення і знезараження повітря.



Бактерицидні лампи ОВЗ-В призначені для знезараження ультрафіолетовим випромінюванням повітряних потоків в існуючих каналах і

системах вентиляції і кондиціонування на підприємствах і птахогосподарствах, їх технічні характеристики представлені в таблиці 3.

Таблиця 3

Технічні характеристики бактерицидних осередків ОВЗ-В .

Група	К-ть голів	Обробка УФ- випромінюванням	Час роботи УФ- випромінювання в хв/добу	доза УФ- випромінювання мДж/см ²	доза УФ- випромінювання при утрим.
Контроль	50	-	-	-	-
		12:00-12:30	30	150-200	472-936
Дослід	50	17:00-17:30	30	200-254	2432-5216
		21:00-21:30	30	260-300	3576-7289

Сировиною для досліджень служило м'ясо курчат-бройлерів, отримане відразу після забою. М'ясо птиці було оброблене УФ-випромінюванням і радіаційною обробкою на прискорювачі і упаковано в стандартні пакети для зберігання в холодильнику.

Об'єктами досліджень були птиця курчата-бройлери віком від 4-х до 8-и тижнів, які були отримані від місцевого виробника м'яса птиці ТОВ «Агроль».

Робота проводилася в 3-х напрямках:

Обробка повітря УФ-випромінюванням (лампами) ОВЗ-У від 200 мДж/см² до 254 мДж/см² приміщення, де утримували птицю підчас передзабійного утримання;

Обробка м'яса курчат-бройлерів УФ-випромінюванням після забою і радіаційною обробкою на електронному прискорювачі - МУЛУ-10 до 10 кГр. у ТОВ «Агроль». Зразки м'яса до обробки були упаковані в поліетиленові пакети і лотки. Філе грудинок зі всієї партії без обробки, але в пізніших експериментах аналізувався шматочок від кожної птиці після обробки. Експерименти проводилися з кожною групою випромінювання, що складається з 8 зразків, чотири грудинки в лотку складали один зразок і чотири стегнової частини. На установці для опромінювання зразки методом відбору проб розділені на дві групи УФ-випромінювання по 200 мДж/см² - 254 мДж/см² і контрольну групу не отримуючи обробки, також радіаційною обробкою на прискорювачі -

МУЛУ-10 дозами до 10 кГр. Ультрафіолетова установка використовувався для нанесення необхідної кількості випромінювання на зразки, при якому опромінювання вступало в контакт з сировиною зверху і знизу зразка.

Обробка м'яса курчат-бройлерів УФ-випромінюванням в неупакованому і у вакуумній упаковці для вивчення мікробних показників і терміну зберігання.

2.1 Матеріали і методи дослідження

Методи мікробіологічних досліджень:

Мікробіологічний аналіз Продуктів забою курчат-бройлерів проводили згідно ДСТУ 8381:2015 «М'ясо та м'ясні продукти. Організація і методи мікробіологічних досліджень».

Після опромінювання визначали радіаційну стійкість мікроорганізмів на тушці птиці.

Для виявлення сальмонел проводили попереднє збагачення, поміщаючи 50 мл промивної води в пляшки для розведення і витримували їх впродовж ночі в інкубаторі при 37 °С. Додаткові 35 мл ополіскувача зберігали при 0°С для підрахунку. Наступного дня 0,1 мл промивки інокулювали в бульйоні Рапапорта-Василіадіса, 6 і 0,5 мл інокулювали в бульйоні тетратіонату для селективного збагачення і інкубували впродовж 24 год при 37 С. Потім зразки наносили смугами на пластини з агаровою основою XLT4 і інкубували впродовж 48 год при 37 °С. Чорні колонії на пластинках XLT4 вважалися позитивними на сальмонелу і були підтверджені за допомогою триразового підсолоджування залізним агаром.

Визначення кількості КМАФАнМ). Для визначення кількості мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (далі - КМАФАнМ) був використаний метод посіву в агаризовані поживні середовища при (30 ± 1) °С впродовж 72 год.

Метод заснований на висіві проби води і (або) її розведень в агаризоване живильне середовище, інкубації посівів, підрахунку утворених колоній. У 1 мл зразка визначається вміст КМАФАнМ, що вирослих на живильному агарі за (72 ± 3) год при температурі (30 ± 1) °С у аеробних умовах.

Результати оцінювали за кожною пробою окремо.

Метод розрахунку процесу обробки ультрафіолетовим випромінюванням

При ультрафіолетовій обробці випромінюванням під час передзабійного утримання курчат-бройлерів температура амальгамової лампи рівна $K=0, 10, 20, 30, 40^{\circ}\text{C}$ і ступені чорноти $\epsilon_i=0,8; 0,65; 0,52; 0,35$ і $0,21$.

Для інших значень температур і ϵ_1 розрахункові дані за визначенням щільності променистого потоку q_1 зводимо в таблицю 4.

Таблиця 4.

Значення щільності променистого потоку d_1 .

ϵ_i	$t_2, ^{\circ}\text{C}$				
	0	10	20	30	40
0,8	240	203	162	110	56
0,65	195	160	130	92	48
0,52	156	130	103	70	36
0,35	106	88	70	48	25
0,21	62	52	44	28	15

Графік залежності щільності променистого потоку від температури і ступенів обробки м'яса курчат представлений на рис. 8.

Залежність значення променевого потоку від температури.

Залежність значення променевого потоку від температури

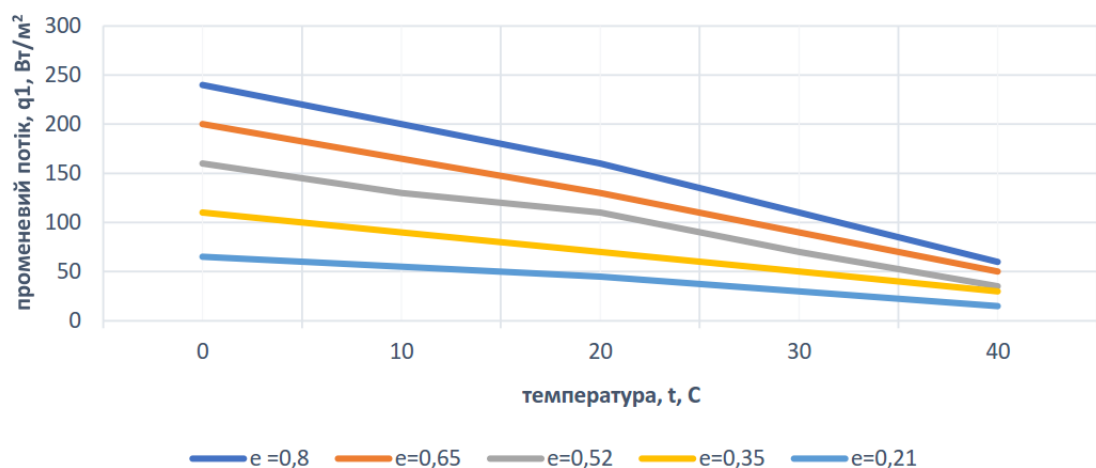


Рис. 3. Залежність значення променистого потоку від температури

Щоб визначити очікуване значення результуючого УФ-випромінювання, ми використовуємо залежність результуючого випромінювання [134].

Обробка м'яса курчат-бройлерів УФ випромінюванням

Бактерицидні модулі легко інтегруються з існуючими спроектованими системами вентиляції і кондиціонування повітря. Модуль вмонтовується у повітропровід після систем підготовки повітря за допомогою сполучного вузла зменшення перехідних елементів дифузора повітропроводу.

Бактерицидна камера ОВЗ-В є панеллю з неіржавіючої сталі з бактерицидними лампами з амальгами, які захищені від випадкової дії рамою з нержавіючої сталі. На іншій стороні панелі знаходиться блок харчування, управління і моніторингу. Пристрій обладнаний системою автоматичного контролю перегріву ламп. Універсальність бактерицидних осередків дозволяє використовувати їх для дезинфекції повітря і поверхонь каналів як в системах припливною, так і витяжною вентиляцією. Вони відповідають всім сучасним вимоги з щодо шуму і електробезпеки. Установка осередків здійснюється в існуючий вентиляційний канал, що дозволяє модернізувати.

Після УФ-обробка в цеху після забою тушки упаковувались, прямували в камеру охолодження і тривалого зберігання при температурі $0+2^{\circ}\text{C}$ впродовж 0, 14 і 28 діб, також при $0-18^{\circ}\text{C}$ впродовж 1,5, 3 і 4,5 місяців (45, 90 і 135 діб) [6].

Основною метою опромінювання є контроль (скорочення кількості) патогенних бактерій в свіжому або замороженому червоному м'ясі і м'ясі птиці, щоб забезпечити безпеку продуктів харчування для споживання [6].. ДСТУ 8381:2015 М'ясо та м'ясні продукти. Організація і методи мікробіологічних досліджень [29].

Фізико-хімічні методи досліджень

Визначення загального хімічного складу проводили методом однієї наважки дослідної проби.

Органолептична оцінка готової продукції оцінювалася на дегустаційних комісіях за п'ятибальною шкалою. Органолептичну оцінку якості паштетів проводили за 5-бальною шкалою.

Фізико-хімічні дослідження м'яса курчат-бройлерів визначали через добу після забою птиці існуючими відомими методами.

Визначення рН м'яса. Визначення проводили потенціометричним методом. Визначення вмісту води проводили методом висушування. вміст води розраховували по формулі (3):

$$x_1 = (m_1 - m_2) \times 100 / (m_1 - m), \quad (3)$$

де: x_1 - вміст води %;

m_1 - маса наважки з бюксою до висушування, г; m_2 - маса наважки з бюксою після висушування, г; m - маса бюкси, г.

Вміст жиру визначали за формулою (4):

$$x_2 = (m_1 - m_2) \times 100 / m_0 \quad (4)$$

де: x_2 - вміст жиру %;

m_1 - маса бюкси з наважки після висушування до знежирення, г;

m_2 - маса бюкси з наважки після знежирення, г; m_0 - маса наважки, г.

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.

3.1. Вплив УФ-випромінювання на якісні характеристики і безпеку м'яса курчат-бройлерів

Вплив УФ-випромінювання на показники санації повітря і поверхонь при передзабійному утриманні курчат-бройлерів

Застосування ультрафіолетового (УФ) світла в технології переробки птиці має підвищений інтерес у зв'язку з прагненням поліпшити умови вмісту птиці і оптимізувати виробництво. Птиця може бачити в УФ-спектрі (довжина хвиль УФ-А: 320-400 нм), тому включення тих коротших довжин хвиль може розглядатися як природніше, але зазвичай виключається при звичайному штучному освітленні. Крім того, довжина хвиль УФ-В чинить фізіологічну дію за рахунок стимуляції шляхів надходження вітаміну D, які потім можуть поліпшити здоров'я кісткової тканини. Проте, перед практичним впровадженням необхідно краще зрозуміти ефективність УФ. УФ-світло має позитивний вплив на зниження реакції на страх і стрес, але в певних дослідженнях він значно збільшує втрату пір'я з віком на впродовж виробництва. УФ світло значно поліпшить здоров'я скелету, але для отримання цієї переваги необхідна оптимальна тривалість дії. Відносні переваги добавок УФ-випромінювання в різному віці потребують подальшої перевірки разом з комерційними дослідженнями, щоб підтвердити позитивну або шкідливу дію додавання довжин хвиль УФ-світла. Необхідні подальші дослідження, щоб визначити, чи дійсне додавання довжин хвиль природного світла в приміщенні є позитивним кроком на шляху до оптимізації систем перед забійного утримання.

Світло є важливим компонентом систем утримання птиці, оскільки він може впливати на поведінку птиці, її ріст, здоров'я, а головне на м'ясну продуктивність. Існує цілий ряд чинників, що впливають на дію світла на птицю, включаючи джерело світла, рівень інтенсивності, тривалість (фотоперіод) і колір (довжина хвиль), і всі вони по-різному впливають на птицю. У міру ускладнення систем утримання птиці для оптимізації продуктивності і благополуччя птиці, а також для підвищення стійкості

системи необхідно розуміти навколишнє середовище, в якому знаходиться птиця, і її подальша дія. Постійно ведеться пошук модифікацій технологій, які підвищують продуктивність системи і/або покращують умови утримання птиці для розвитку галузі. Що стосується освітлення, довжина хвиль ультрафіолетового (УФ) випромінювання можуть бути засобом поліпшення.

Таблиця 5

Вміст мікробних тіл в 1 м³ повітря до УФ-зnezараження повітря і після нього.

Зразки проб	до обробки	після обробки	Відсоток зnezараження %
1	2,41x10 ²	1,043 x10 ²	56,650
2	3,02x10 ²	1,11x10 ²	63,340
3	1,71x10 ²	1,18x10 ²	29,40
Всього	2,42x10 ²	1,11x10 ²	54,20

Як видно з даних таблиці 5, концентрація мікроорганізмів в повітрі дослідного боксу після двогодинного УФ-опромінення знизилася більш ніж в 2 рази.

Були визначені такі параметри як температура і вологість повітря і їх вплив на організм курчат 3-тижневого віку (таблиця 10).

Таблиця 6.

Оптимальні норми температурного режиму і вологості повітря [65].

Партія птиці	Температура повітря, ° C		Відносна вологість %
	на підстилці	у цеху	
1	33	24	68
2	28	22	65
3	23	21	65
4	20	20	65
5	18	18	60

3.2. Вплив УФ-опромінювання на сенсорні показники якості м'яса курчат-бройлерів

Колір сирого м'яса птиці має вирішальне значення для вибору споживачем, тоді як колір приготованого м'яса має вирішальне значення для

кінцевої оцінки. Основними чинниками, що впливають на колір м'яса птиці, є вміст міоглобіну, хімічний стан і реакції міоглобіну, а також рН м'яса. Було показано, що вміст міоглобіну в першу чергу залежить від виду, типу м'язів і віку тварини). Концентрація міоглобіну відрізняється, як показано в таблиці 7.

Таблиця 7

Концентрація міоглобіну (мг/г) в м'ясі з птиці

Найменування частини м'яса птиці	№ 1 (6 тижнів)	№ 2 (7 днів)	№ 3 (8 тижнів)	№4 (9 тижнів)
Грудинка куряча	0,10	5,60	3,40	2,60
Стегнові м'язи	0,12	5,90	3,60	2,80

У птиці грудні м'язи часто мають різну концентрацію міоглобіну, що в цілому відображає їх роль в розвитку. М'язи, що беруть участь в тривалих діях, що повторюються, таких як дихання, містять більш високу концентрацію міоглобіну, ніж м'язи, які використовуються рідше. Як показано в таблиці 7, грудні м'язи птиці бройлера, використовувана для переробки, світліші, ніж м'язи ніг, тобто залежить від віку птиці.

Вміст міоглобіну в м'ясі і візуальне забарвлення залежить від виду птиці, типу м'язів і віку птиці. Біле м'ясо 6-тижневої птиці має найнижчий вміст міоглобіну (0,10 мг/г м'яса) в порівнянні з білим м'ясом 1-тижневої птиці (0,01 мг/г м'яса), 7-тижневої (5,60 мг/г), темним м'ясом вважається 8-тижневе м'ясо птиці (3,40 мг/г), темне м'ясо в 9-тижневому м'ясі птиці (2,60 мг/г) відповідно. Вміст міоглобіну в грудних м'язах бройлерів значно вищий, ніж в стегових м'язах (таблиця 8). Проте не було виявлене істотної різниці у вмісті міоглобіну в м'язах стегна між 2-х зразків. М'язи стегна після 7 днів містили більш високий вміст міоглобіну, ніж в грудні м'язи, тоді як між двома типами м'язів курчат-бройлерів не було виявлено суттєвих відмінностей. Більш високий вміст міоглобіну в м'язах стегна місцевої птиці сприяв більш високому значенню колірного показника і нижчому значенню в порівнянні з нижчим вмістом міоглобіну в грудних м'язах.

Подальше дослідження було застосування ультрафіолетової обробки і визначити ефективність випромінювання дозами 200 мДж/см^2 – 280 мДж/см^2 на якісні характеристики м'ясо курчат-бройлерів.

Сенсорна оцінка проводилася за участю фахівців учасників дискусії на базі кафедри «Технологія м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів», в якій взяли участь 10-15 учасників дискусії. Зразки з кожної групи обробки відбирали хаотичним чином, перепаковували в пакети для готування і зберігали впродовж 1, 5 і 14 днів при $0...+2 \text{ }^\circ\text{C}$ у упаковці, не проникній кисень. Приготоване філе нарізували кубиками розміром $2 \times 4 \text{ см}$ і помістили в пластикові контейнери, яким заздалегідь привласнили трьохзначні номери. Учасникам дискусії подавали по одному зразку за раз і просили оцінити кожен зразок, використовуючи модифіковану дев'ятибальну шкалу. Шкала включала атрибути зовнішнього вигляду (подобається або не подобається), текстури (від вологої до сухої), смаку (подобається або не подобається) і загальної прийнятності (подобається або не подобається). Тільки на перший день кожного учасника дискусії попросили візуально оцінити філе курячих грудинок і вказати, який зразок має найбільш бажаний колір.

Завдяки органолептичній оцінці можна найбільш швидко отримати зведення про показники продукції, які обумовлюють колір, смак, аромат, консистенцію, соковитість і інші властивості, необхідні для науково-обґрунтованих рекомендацій використання м'яса птиці [6].

Для порівняльної оцінки смакових якостей бульйону і вареного м'яса курчат-бройлерів контрольної і дослідної груп була проведена дегустація, результати якій представлені в таблиці 12 [6].

Як видно з отриманих даних смакові і ароматичних показників бульйону були на досить високому рівні. Бульйон був ароматним, прозорим, світло-солом'яного кольору. Значущих відмінностей між групами виявлено не було. Сторонніх запахів і присмаку у бульйону як дослідної, так і контрольної груп, не відмічено [6].

При дегустації вареного м'яса курчат-бройлерів, також, як і при дегустації бульйону, суттєвих відмінностей за смаковими якостями між

групами виявлено не було. Грудинки і стегові м'язи курчат контрольної групи були більш ароматними на 9,2 балів, а м'язи курчат дослідної групи відрізнялися більш високою ніжністю на 9,3 бали. Середня оцінка грудних м'язів і ножних м'язів дослідної групи була вище, ніж у контрольній групі на 9,3 відповідно. Стороннього присмаку і запаху варене м'ясо як контрольної, так і дослідної групи, не мало [6].

Аналогічні результати в дослідженні, які проведені для визначення прийнятності при дегустації УФ-випромінювання продуктів з м'яса птиці. Учасникам було запропоновано оцінити приготовлені зразки на основі кольору, зовнішнього вигляду, смаку, відчуття в роті і загальній прийнятності, використовуючи дев'ятибальну шкалою.

Візуальна оцінка м'яса курчат-бройлера показала, що у міру збільшення рівня випромінювання їх бажаність зростала.

УФ випромінювання не тільки впливає на мікробіологічну якість і безпеку, але також може впливати на інші якісні характеристики м'ясних Продуктів, такі як смак і текстура, через збільшення окиснення ліпідів. У том дослідженні результати сенсорної оцінки показують, що на 1-й день не було виявлено відмінностей між обробками на вигляд, текстурі, смаку і загальній прийнятності (таблиця 12). На 5-й день, хоча не було виявлено відмінностей між контрольною групою і групами, що піддалися опромінюванню, на вигляд і загальній прийнятності, спостерігалася різниця в текстурі і смакових якостях між неопроміненими групами і групами, що піддалися опромінюванню. Не було виявлене ніякої різниці в текстурі і смаку між обробками 200 мДж/см^2 – 254 мДж/см^2 . Результати показали, що сухість збільшувалася із збільшенням рівня випромінювання, а смак зменшувався із збільшенням рівня опромінювання (табл. 8). На 14-й день показники текстури, смаку і загальної прийнятності були вище для контрольних зразків, і не було ніякої різниці в показниках якості між зразками, опроміненими 200 мДж/см^2 – 254 мДж/см^2 . Що стосується зовнішнього вигляду, то не було ніякої різниці між контрольною групою і групою, що отримувала випромінювання 200 мДж/см^2 , проте у групи,

що отримувала випромінювання 254 мДж/см², був нижчий показник зовнішнього вигляду в порівнянні з іншими групами.

Таблиця 8

Сенсорна оцінка м'яса курчат-бройлерів, оброблених підвищеним рівнем УФ-випромінювання і що зберігається при +2 °С впродовж 14 днів

Час, діб	Обробка	Зовнішній вигляд	Текстура	Аромат	Соковитість	Смак
1	Контроль	9,3	9,3	9,2	9,3	9,0
	200 мДж/см ²	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3
	254 мДж/см ²	9,3	9,4	9,3	9,3	9,5
Середній бал		9,3	9,33	9,2	9,3	9,26
5	Контроль	9,3	9,3	9,3	9,3	9,0
	200 мДж/см ²	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3
	254 мДж/см ²	9,3	9,3	9,3	9,3	9,5
Середній бал		9,3	9,33	9,3	9,3	9,26
14	Контроль	9,3	9,3	9,3	9,3	9,0
	200 мДж/см ²	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3
	254 мДж/см ²	9,3	9,4	9,3	9,3	9,5
Середній бал		9,3	9,33	9,3	9,3	9,26

Що стосується сенсорної прийнятності курячого філе для загального враження (таблиця 12), було виявлене, що обробка, що отримала найбільш високі бали по тому показнику, полягала в незапакованому у поєднанні з опромінюванням 200 мДж/см². Далі слідувала вакуумна упаковка, оброблена 254 мДж/см², потім 200 мДж/см², потім в неупакованому, опромінена 254 мДж/см², і, нарешті, неопромінений зразок, в неупакованому. У роботі опромінювання 200 мДж/см² - 254 мДж/см² поліпшило загальний зовнішній вигляд зразків. Результати показують, що УФ-опромінення не вплинуло на зовнішній вигляд (вологість і яскравість) курячих грудинок і стегон, охолоджених в сирому вигляді, опромінювання курячого м'яса викликало незначні зміни в прийнятності продукту відносно зовнішнього вигляду, аромату, текстури і смаку.

Грунтуючись на коментарях учасників дискусії, зразки візуально сприймалися як більш розові і свіжі, тоді як контрольні зразки сприймалися як

що мають більш сірий колір. Результати нашого дослідження показують, що, хоча вважається, що ультрафіолетові промені володіють меншою проникаючою здатністю, та є ефективні для знищення бактерій, як і гама-промені, що використалися в інших дослідженнях.

Нами були визначено вплив опромінювання при 200 мДж/см^2 – 254 мДж/см^2 на загальний колір продукту. Результаті визначення кольору показують, що дози опромінювання 200 мДж/см^2 – 254 мДж/см^2 не мали впливу на значення L^* в порівнянні з неопроміненим контролем.

Наступні дослідження проводилися для визначення кольоровості м'яса птиці у вакуумній упаковці в порівнянні. Кольори зразків додатково досліджували за допомогою колориметра.

Запаковані курячі грудинки без кісток і шкіри були отримані на підприємстві з виробництва і переробки птиці і транспортували після обробки УФ-випромінюванням. Запаковані зразки температурою (4°C) були поміщені в пінополістирол і транспортували після обробки.

Філе грудинок з кожного з 10 лотків для зразків були проаналізовані шляхом проведення середніх вимірювань в трьох місцях на верхній поверхні філе грудинок.

Слід зазначити, що доза опромінювання 200 мДж/см^2 також була ефективна для поліпшення кольору філе грудинок. Сенсорна оцінка показала, що обробка УФ випромінюванням приводило до зменшення текстури, смаку і загальної прийнятності продукту у міру збільшення терміну зберігання.

Споживчі смакові панелі (продукт зберігався впродовж 1, 5 і 14 днів при $0+2^\circ\text{C}$) показали, що на 1-й день не було відмінностей між контрольною і обробленою групами ні по одному з дослідних показників якості. На 5-й день властивості текстури і смаку були нижче в опромінених групах. На 14-й день зразки, опромінені 200 мДж/см^2 і 254 мДж/см^2 , були менш бажаними із зменшеною текстурою, смаком і загальною прийнятністю. Опромінені зразки також мали більш високі значення a^* , що вказує на те, що вони були рожевішого кольору.

3.3. Вплив УФ-опромінення на фізико-хімічні характеристики м'яса курчат-бройлерів.

Як відомо рН м'яса в контрольних зразках в першу чергу пов'язаний з біохімічним станом м'язів під час забою і після посмертного залякання м'яса. Це впливає як на світло відбиваючі властивості м'яса, так і на хімічні реакції міоглобіну. рН м'язів і колір м'яса сильно корелюють. В ході дослідження було виявлено, що колір м'яса грудинки коливається при значному світлі від 43,1 до 48,8 з сильною негативною кореляцією з рН м'язів. Більш високий рН м'язів асоціюється з більш темним м'ясом, тоді як нижчі значення рН м'язів асоціюються з більш світлим м'ясом. У крайніх випадках м'ясо з високим рН часто характеризується як темне, тверде і сухе, а світліше м'ясо – як бліде, м'яке і з виділеннями. Вплив рН на колір м'яса є складним. Один з ефектів, як наголошувалося раніше полягає в тому, що багато реакцій, пов'язані з гемом, залежать від рН. Крім того, рН м'язів впливає на вологозв'язуючу природу білків і, отже, безпосередньо впливає на фізичну структуру м'яса і його світло відбиваючі властивості. Крім того, рН впливає на ферментативну активність мітохондріальної системи, тим самим змінюючи доступність кисню для реактивності гема. М'язевий рН місцевої птиці складав 5,80...6,9 од. для грудних м'язів і 5,85...6,06 для стегнової частини м'язів, виявлений більш високий м'язевий рН для обох м'язів місцевої птиці, що пов'язано з нижчим значенням в м'язах. Більш високий рН м'язів асоціюється з більш темним м'ясом, ніж у м'ясі з нижчим рН і про низьке кінцеве значення рН в м'язах курчат бройлерів, особливо в м'язах стегна.

За наслідками фізико-хімічних показників охолодженого і замороженого м'яса птиці і представлена оцінка його доброякісності і безпеки для споживачів [6, 11].

У наших дослідженнях значення рН охолодженого м'яса і інші хімічні показники визначалися через 5 і 14 діб після забою і УФ-випромінювання а також при різних термінах зберігання. З даних, представлених на рис. 9 видно, що показник рН в м'ясі курчат-бройлерів через 5 і 14 діб після зберігання при

температурі від 0°C до +2 °C і обробці дозами 200 мДж/см² -280 мДж/см² відрізняється незначно (Рис. 4, 5).

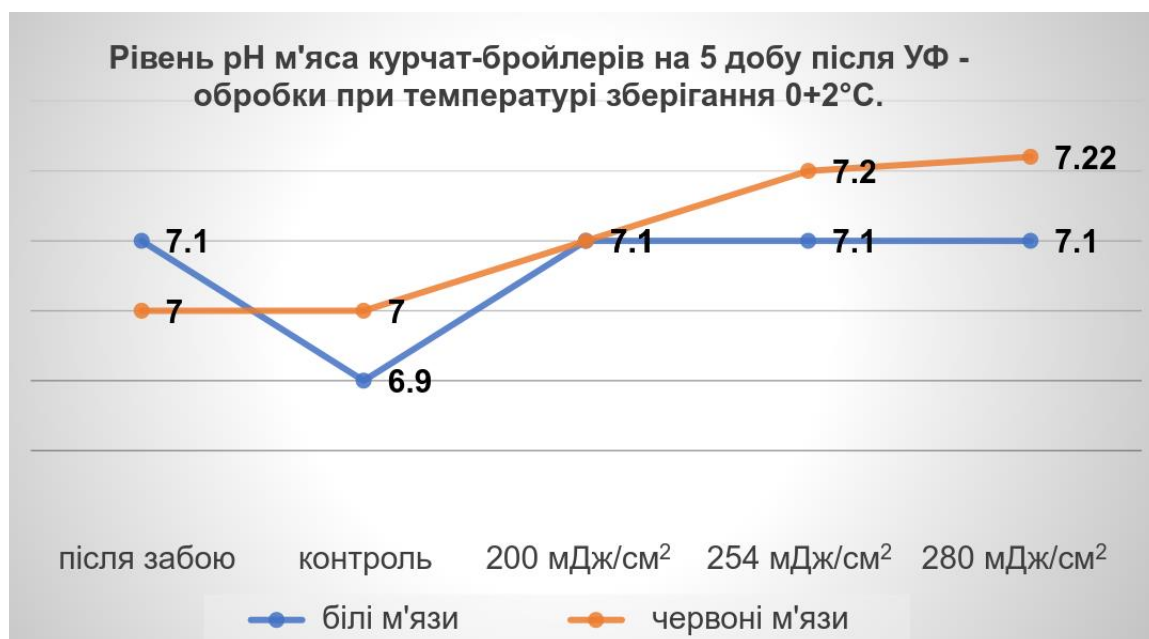


Рис.4. Показник рН (5 діб зберігання).

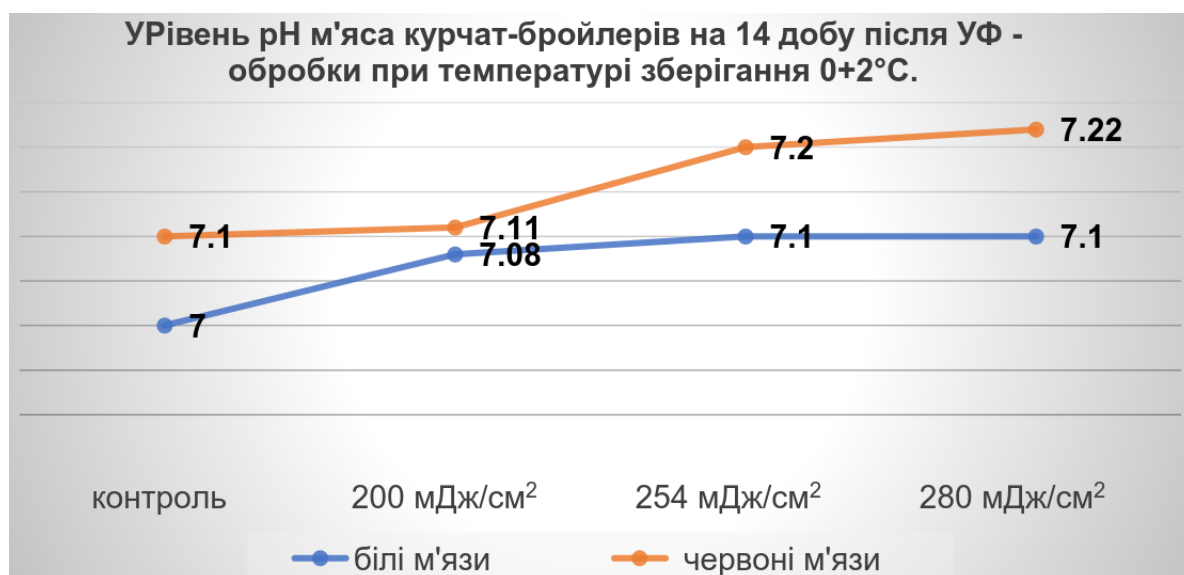


Рис. 5. Показник рН (14 діб зберігання).

Аналіз отриманих даних рН свідчить про зміни рівня рН в м'язах м'яса курчат залежно від термінів зберігання, так при опромінюванні дозою 200 мДж/см², після 5 діб зберігання рівень рН склав 7,14, при тому контрольній групі показник рН склав 6,91. При збільшенні УФ-випромінювання до 254 мДж/см², показник рівня рН склав 7,14 і при 280 мДж/см² – 7,2. При збільшенні

термінів зберігання (14 діб) спостерігається зниження рівня рН в порівнянні з контрольним зразком на 0,28 %.

Аналіз впливу дози опромінювання на кислотність рН досліджуваної сировини при тривалості зберігання від 1,5 до 4,5 місяців при зберіганні при -18 °С (Рис. 6) показав, що рН складає 6,9 (доза 200 мДж/см²), 7,0 (доза 254 мДж/см²) 7,2 (доза 280 мДж/см²).

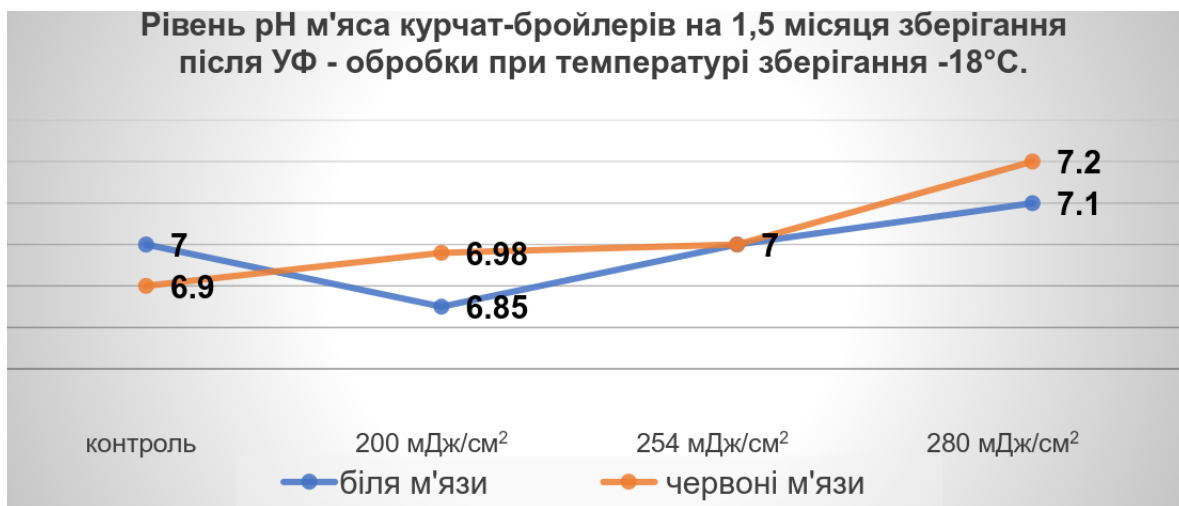


Рис.6 Показник рН (1,5 місяця зберігання)

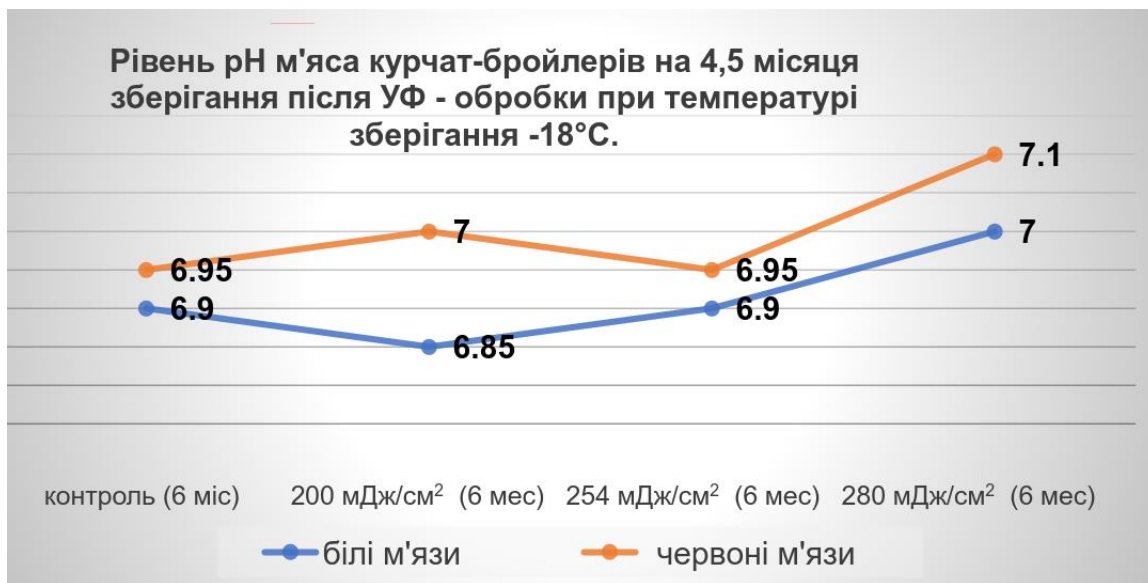


Рис. 7. Показник рН (4,5 місяця зберігання)

Ніжне м'ясо – це сукупність механічної міцності скелетних м'язів і її ослаблення при посмертному заляканні м'яса. При посмертному зберіганні в холодильнику відбувається поліпшення ніжності м'яса, – називають дозріванням м'яса. Основним чинником, що відповідає за посмертне поліпшення ніжності м'яса, є деградація м'язевих білків. Для отримання м'яса

високої якості потрібна посмертна витримка м'яса при температурі біля $+4^{\circ}\text{C}$ впродовж певного періоду. Період старіння зазвичай перевищує 0,5 - 1 добу для птиці. За то час видержки поліпшуються як ніжність, так і смак. Місцеве куряче м'ясо мало повільніше зниження рН і містило більш високий вміст молочної кислоти в порівнянні з м'ясом бройлерів, що приводило до нижчого кінцевого значення рН. М'ясо бройлерів мало більш високу ступінь протеолізу, ніж м'ясо курчат місцевого походження, про що свідчить значне збільшення вмісту розчинних пептидів, особливо на ранніх стадіях.

Вплив дози опромінювання, умов зберігання приведені на рис. 13 і 14. Дані свідчать про збільшення кислотного числа до 3,8 мг КОН/г у контрольних зразків при температурному режимі зберігання $+2^{\circ}\text{C}$ (тривалість зберігання 5 діб) Проте при збільшенні дози УФ-випромінюванні від 200 до 280 мДж/см², спостерігається зниження кислотного числа від 3,9 до 3,36 мг КОН/г.

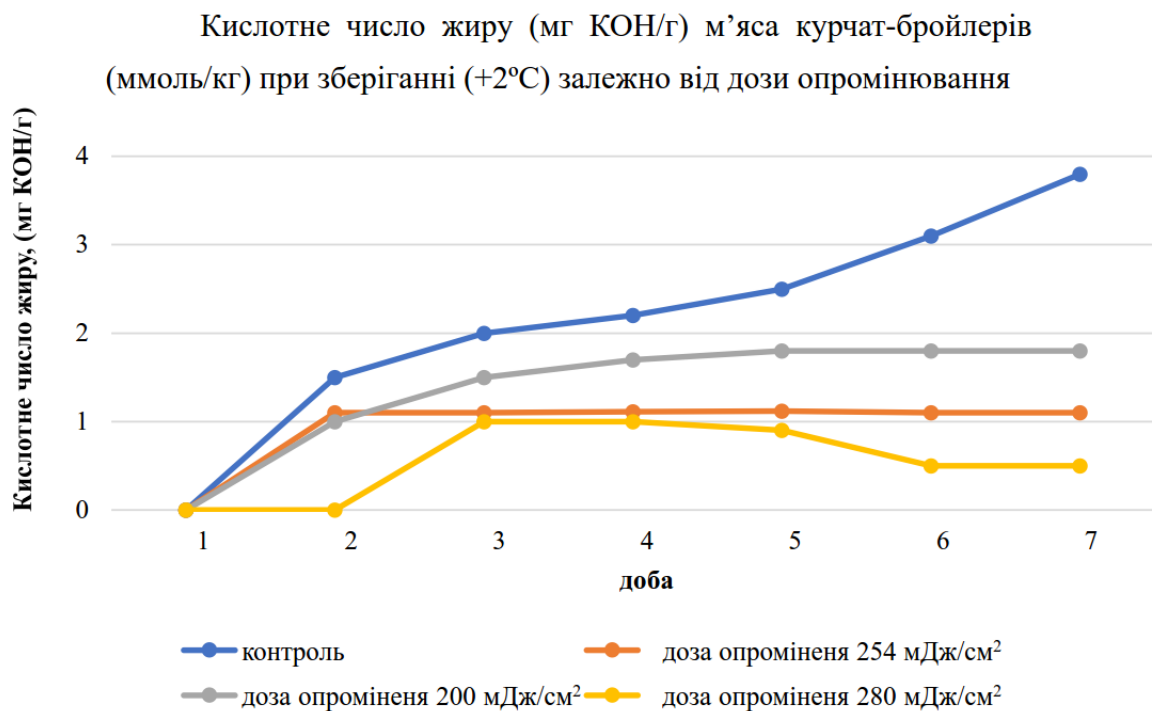


Рис. 8 Кислотне число жиру (мг КОН/г) залежно від дози опромінювання

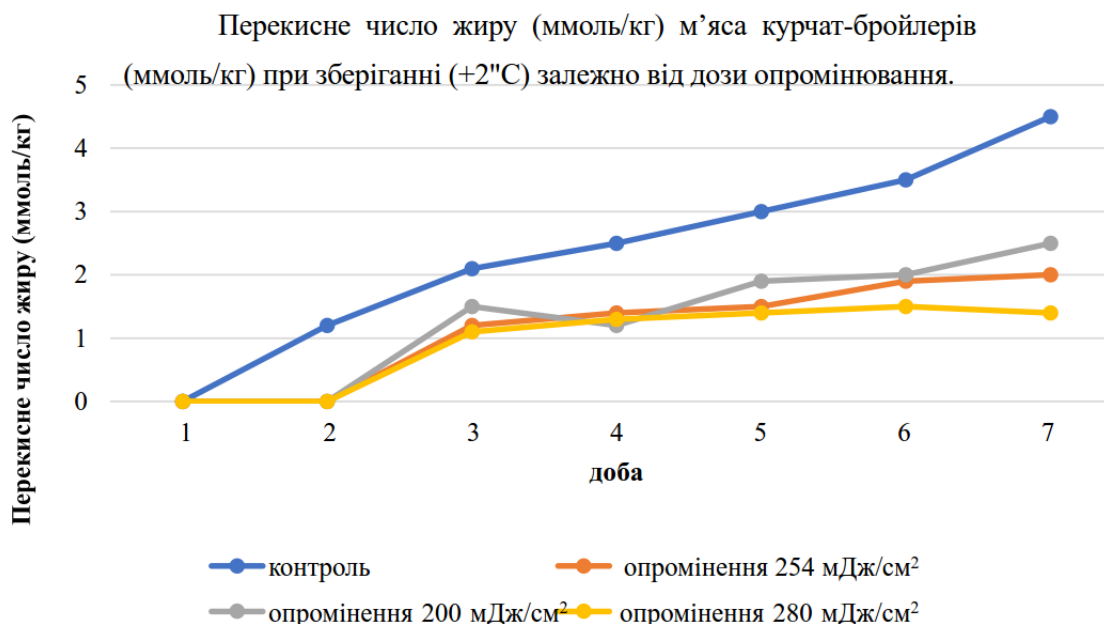


Рис. 9. Перекисне число жиру

П'ять основних характеристик формують загальну харчову якість м'яса. Це смак, текстура, соковитість, зовнішній вигляд і запах. Серед цих характеристик текстура, ймовірно, вважається найбільш важливим атрибутом для середнього споживача. Механічні фактори (ніжність) і соковитість (соковитість) сприяють утворенню різної текстури м'яса. Ніжність м'яса – це сукупність механічної міцності скелетної м'язової тканини і її ослаблення під час посмертного заляккання м'яса. Перше залежить від виду, породи, віку, статі і індивідуальної скелетної м'язової тканини тварин і домашньої птиці. Ніжність м'яса обумовлена структурними і біохімічними властивостями волокон скелетних м'язів, особливо міофібрил і проміжних волокон, а також сполучної тканини, які складаються з колагенових волокон. Привабливий зовнішній вигляд місцевого курячого м'яса для споживача визначається формою тушки, кольором шкіри або м'яса, які можуть бути пов'язані з генотипами курчат, кормами, системою вирощування або навіть умовами обробки. Існує безліч внутрішніх і зовнішніх чинників, включаючи генотип або породу, вік, систему вирощування, корми, хімічний склад, структуру і властивості м'язів, а також різні якісні характеристики м'яса птиці. Таким чином, в цьому дослідженні вивчення хімічного складу, хімічний склад м'яса птиці бройлерів вирощених в різні тижні без обробки УФ-випромінюванням, всі зразки приведені в таблиці 9.

Хімічний склад і якісні характеристики зразків м'яса птиці

Найменування показників %	№ 1 (6 тижнів)	№ 2 (7 днів)	№ 3 (8 тижнів)	№4 (9тижнів)
Грудні м'язи				
Вологість	72,10	72,90	73,40	73,00
Білок	24,40	24,70	24,20	24,10
Жир	0,53	0,51	0,20	0,22
М'язи стегна				
Вологість	74,10	75,70	74,80	74,20
Білок	21,70	20,40	21,40	20,70
Жир	2,81	2,94	0,48	0,56

Курячі грудинки і м'язи стегон мали більш високий вміст жиру. Різниця в колірному профілі м'язів між обома породами курей сприяла значно нижчим сенсорним показникам колірних переваг курчат. Вологоутримувальна здатність м'язів грудинки і стегна не відрізнялася. Зразки, які відповідали якості втрат при приготуванні. Не було виявлено відмінностей в сенсорній оцінці кольору, соковитості, смаку і ніжності між приготовленим м'ясом птиці. Все отримані дані показують, що різні зразки мають більший вплив на типові колірні характеристики сирого м'яса в порівнянні з курчатами різного віку. Це привело до нижчої величини зрушення м'язів сирого і вареного м'яса птиці і більш високим значенням кольору шкіри птиці. Таким чином, вирощування курчат з повноцінними кормовими добавками забезпечувало курчатам високий відсоток грудних м'язів, які були більш ніжними і мали кращу якість м'язевого білка, ніж м'язи, отримані з допомогою екстенсивної системи.

Відомо, що вік тварин впливає на хімічний склад, властивості і структуру м'язів, що може вплинути на якість м'яса. Зміни в складі, структурі, властивостях м'язевого білка і якості м'яса в період зростання від 6 до 8 тижнів. Під час вирощування місцевої птиці вміст вологи в м'язах знизився з 77,8 до 71,6 %, тоді як вміст білка і жиру збільшився з 21,4 до 24,0 % і з 1,36 до 3,9 %, відповідно. Колір шкіри м'язів грудей збільшився. Відповідний вік для курчат, щоб мати економічну живу масу і високу якість м'яса, знаходиться в діапазоні

6-8 тижнів. Проте курчата мають відповідний вік для споживання від 4 до 8 тижнів, з 1,2-1,5 кг живої ваги в товарному вираженні.

При вивченні хімічного складу м'яса курчат-бройлерів, що піддалося обробкою різними дозами, при УФ-опромінюванні і при зберіганні, установлені певні зміни в порівнянні з контрольною групою (Рис. 10, 11).

Кількість вологи в м'ясі курчат-бройлера при зберіганні від 0 до +2 °С через 5 і 14 днів більше всього зменшується при опромінюванні дозою 280 мДж/см² на 6,13 і 12,35 %, а в красних м'язах - на 7,05 і 13,49 % відповідно.

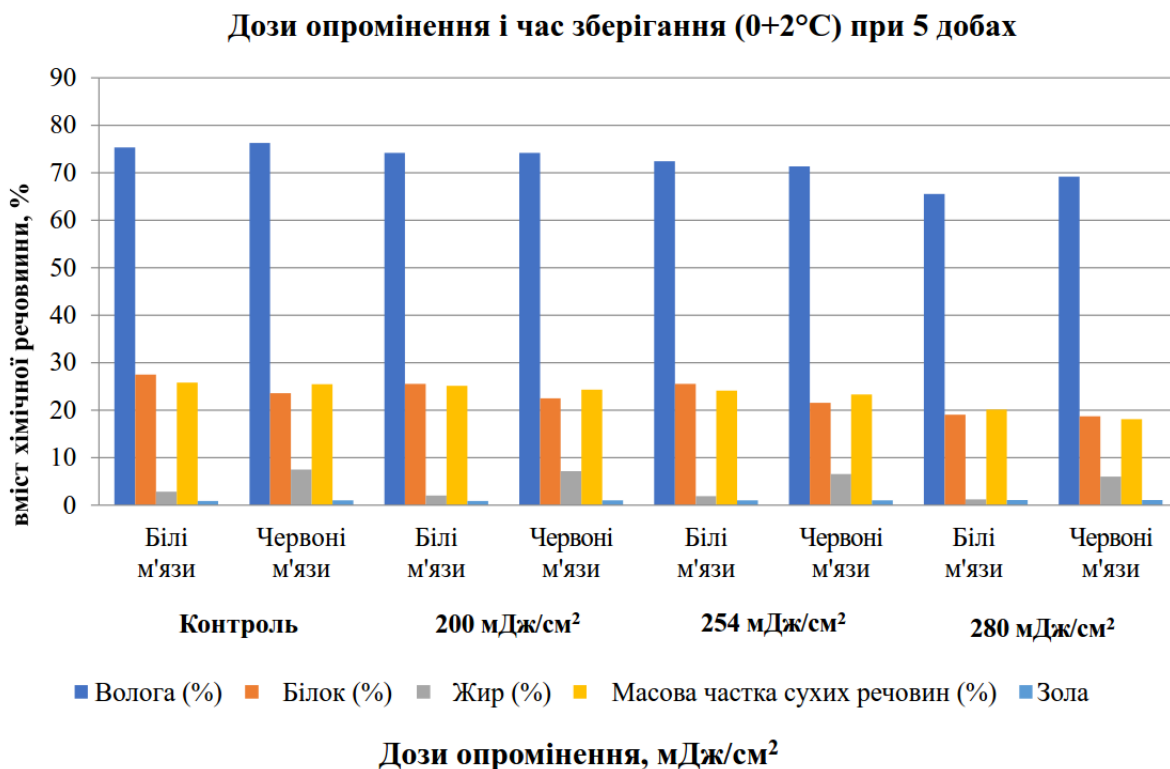
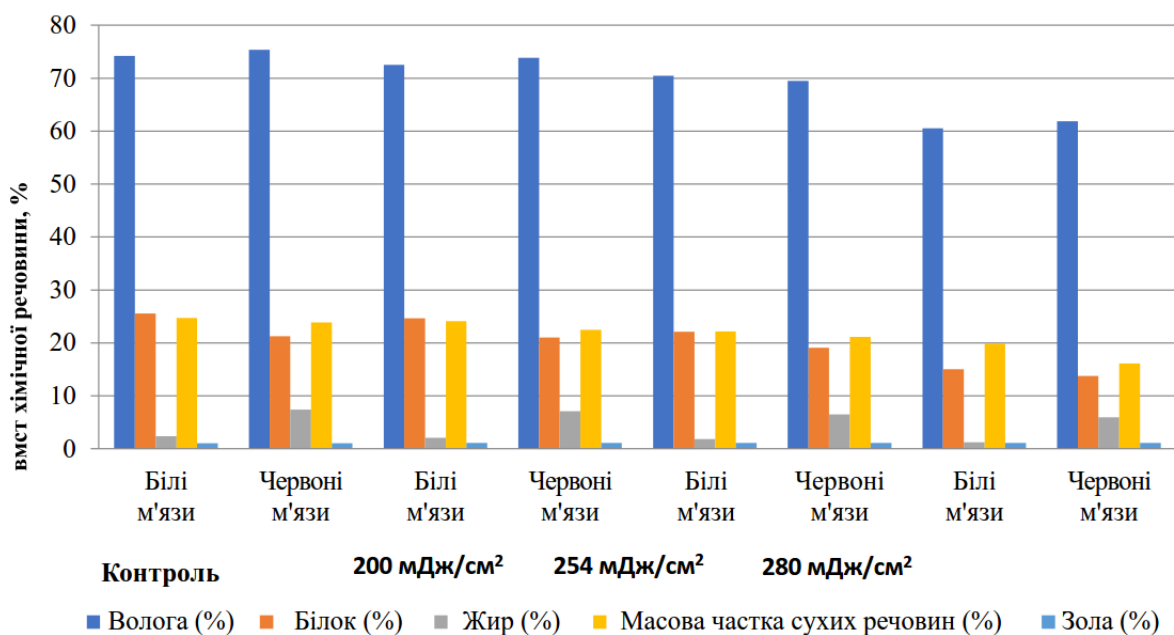


Рис. 10. Результати хімічного складу м'яса курчат-бройлерів після УФ-обробки + 2°C через 5 діб.

Дози опромінення і час зберігання (0+2°C) при 14 добах



Дози опромінення, мДж/см²

Рис. 11. Результати хімічного складу м'яса курчат-бройлерів після УФ-обробки + 2 °C через 14 діб

Аналіз результатів досліджень (Рис. 12, 13) вмісту і зміни основних фізико-хімічних показників: білок, жир, зола показав, що дози УФ-випромінювання впливають на зниження їх вмісту. Як видно з графіків, за температурних умов зберігання від 0 до +2 °C, дози опромінювання у 200 мДж/см² призвели до зниження білку, жиру, масової частки сухих речовин і золи в межах 6,5 %, при збільшенні дози опромінювання від 254 мДж/см² до 280 мДж/см² середнє зниження складає, відповідно, 8,4 % і 13,7 %. Зниження вмісту води при вибраній дозі опромінювання від 254 мДж/см² до 280 мДж/см² складає, відповідно, 15,1 і 15,9 %, у м'язевій частині цей показник знижується при відповідних дозах опромінювання, відповідно, – на 13,1 і 14,9 %

Проведені дослідження зміни хімічного складу м'яса курчат-бройлерів, що відбуваються при зберіганні 4,5 місяців (заморожування) і опромінюванні дозою в 200/254/280 мДж/см², вміст білків знизилися на 4,9 %, 6,6 % і 6,9 %, відповідно.

Вміст жиру при зберіганні при температурному режимі +2 °С знизилося на 1,0 і 2,6 % при зберіганні в режимі заморожування. Також спостерігалось збільшення показника вмісту золи: при температурному режимі зберігання +2 °С збільшується - на 0,76 % і при заморожуванні - 18 °С на 0,07 %.

Аналіз отриманих даних якісних показників хімічного складу дослідних зразків засвідчує доброякісність і безпека його для споживачів.

У наших дослідженнях значення рН м'яса і інші хімічні показники визначалися через 1 день і після УФ-опромінювання. Показник рН в м'ясі курчат-бройлера через 5 і 14 діб при температурі від 0 °С до +2 °С і обробці дозами 254 і 280 мДж/см² відрізняється трохи.

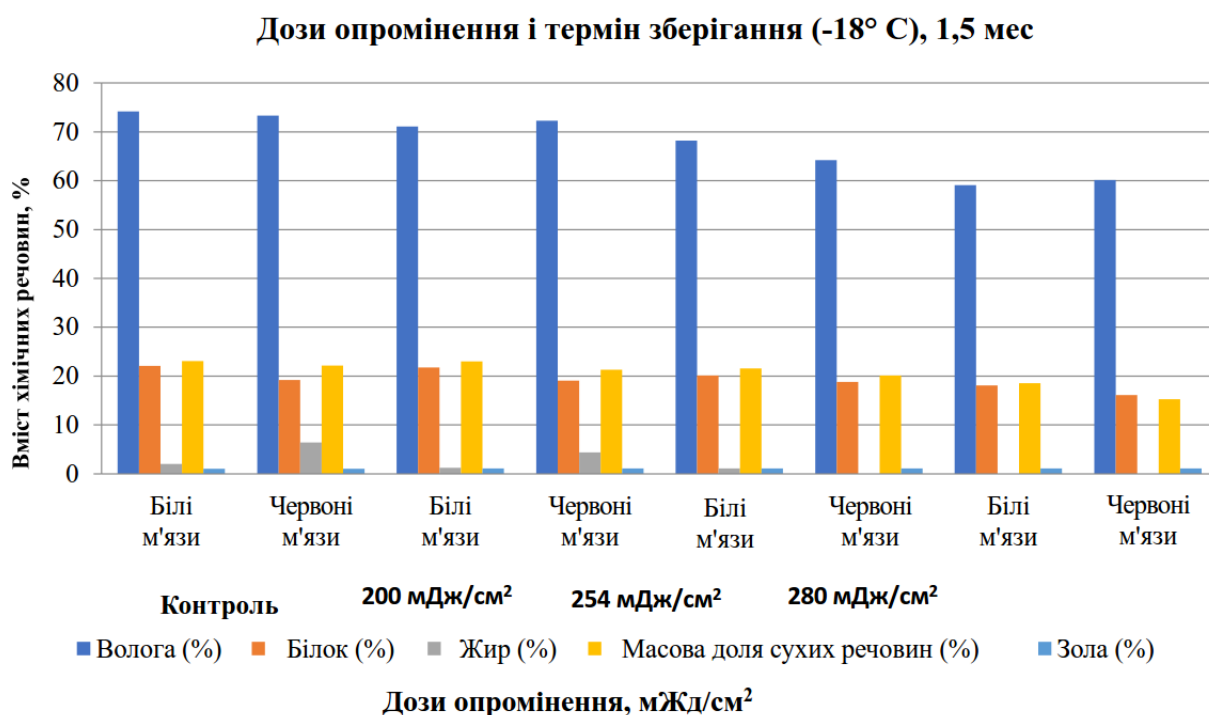


Рис. 12. Результати хімічного складу (-18 °С, 1,5 місяця)

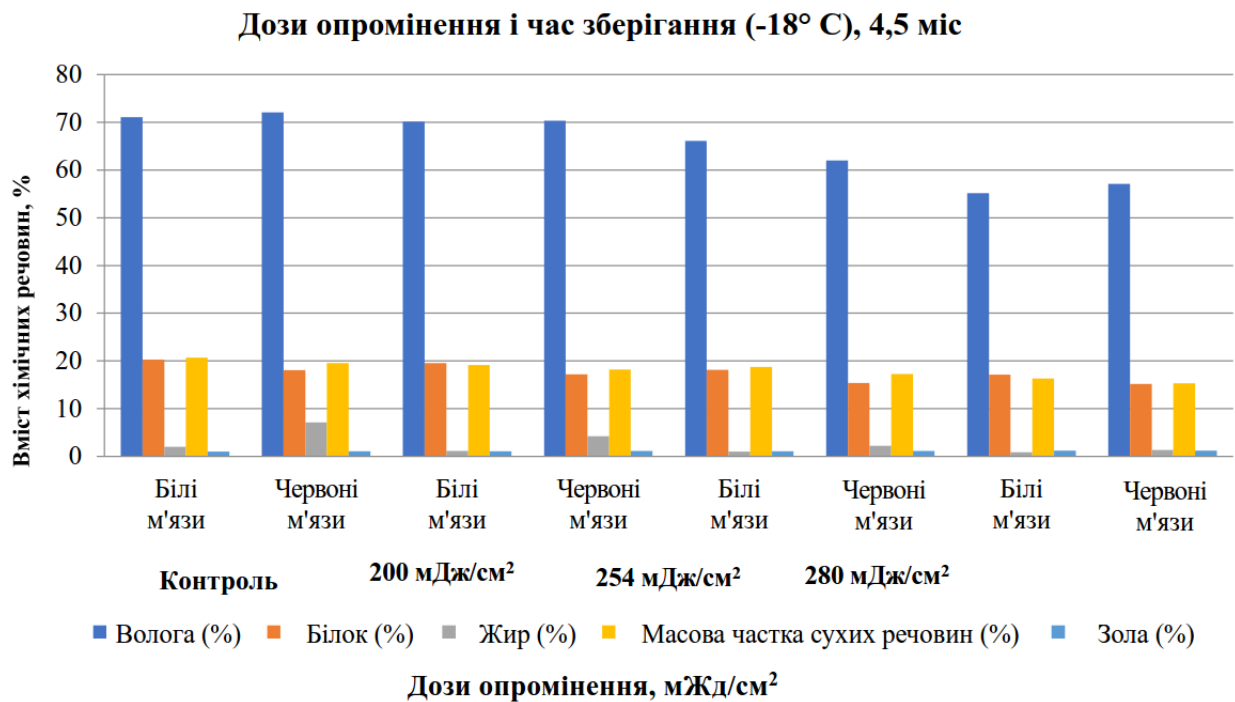


Рис. 13. Результати хімічного складу (-18 °C, 4,5 місяця)

Таким чином, кислотне число жиру м'яса курчат-бройлерів при зберіганні від 0+2 °C впродовж 7 діб збільшується в контрольній групі від 2,32 до 3,8 мг КОН/г, при випромінюванні дозою 200 мДж/см² - до 3,9 мг КОН/г, при дозі 255 мДж/см² - до 3,76 мг КОН/г і при дозі 280 мДж/см² - до 3,35 мг КОН/г.

Встановлено певні зміни хімічного складу м'яса курчат-бройлерів в порівнянні з контрольною групою, що піддалося обробці різними дозами випромінювання і при зберіганні.

Кількість вологи в м'ясі при зберіганні від 0 до + 2 °C через 5 і 14 днів більше всього знизилося при опромінюванні дозою 280 мДж/см² – на 6,13 і 12,37 % і на 7,05 і 13,48 %, відповідно. Також знизився показник вологи в м'ясі, що піддалося опромінюванню, так при заморожуванні -18°C і зберіганні 1,5 і 6 місяців при 280 мДж/см² на 15,1 і 15,9 % – на 13,1 і 14,9 %, відповідно.

Таким чином, проведені дослідження показали, що м'ясо курчат – бройлери, оброблені УФ-випромінюванням в дозах 200 мДж/см² - 254 мДж/см² впродовж різних термінах зберігання до 14 днів, що дає підставу використовувати його в харчових цілях без обмеження.

Існує два основних аспекти якості м'яса: «якість харчування», яке є об'єктивним, і «харчова якість», що сприймається споживачем, яке у високому ступені суб'єктивно. М'ясо птиці містить декілька важливих класів поживних речовин і відрізняється низьким вмістом калорій. Жир містить незамінні жирні кислоти, білки є хорошими джерелами незамінних амінокислот, а також відмінні джерела водорозчинних вітамінів і мінералів, таких як залізо і цинк. М'ясо птиці містить близько 16,46...23,30 % білка, 0,37...7,20 % жиру, 0,19...6,52 %. Вміст води 80,82 %. Було показано, що хімічний склад м'яса птиці залежить від виду, породи, типу м'язів, статі, віку і способу обробки туш, які показали значні відмінності в вмісті жиру між курчатами-бройлерами і місцевими курчатами. У м'язах курчат місцевого походження міститься більш високий вміст білка, але менший вміст жиру і золи в порівнянні з м'ясом бройлерів. При обробці дозами 254 і 280 мДж/см² відрізняється трохи. Різні породи і типи м'язів м'ясо птиці також розрізняються за хімічним складом.

Велика частина цінності білкової їжі заснована на вмісті в ній амінокислот, при том висока поживна цінність пов'язана з високим вмістом незамінних амінокислот. Амінокислоти складають понад 90 % сирого білка в організмі домашньої птиці.

У обох м'язах було дуже багато глютамінової кислоти, аргініну, лейцину, аспарагінової кислоти і лізину. Проте ніяких суттєвих відмінностей у присутності амінокислот не спостерігається між м'ясом бройлерів і місцевих курчат, за винятком глютамінової кислоти. У місцевої птиці вміст глютамінової кислоти було дещо вищий, ніж в м'язах бройлерів ($P < 0,05$). Було виявлено, що глютамінова кислота має помітний вплив на смак курячого м'яса, і то може сприяти відмінностям у смаку між видами м'яса. Вміст глютамінової кислоти значно вищий в м'ясі індички і гусей в порівнянні з м'ясом бройлерів і місцевої птиці.

Вміст жиру і жирнокислотний склад триацилгліцеринів в м'язах тісно пов'язані з якістю м'яса, особливо з поглядом смаку, соковитості і ніжності. Також високе споживання ненасичених жирів може бути рекомендований для людини, проте ненасичені жирні кислоти більш схильні до окиснення. У м'язах

курчат-бройлерів міститься більш високий відсоток насичених жирних кислот ($P < 0,05$) і нижчий відсоток поліненасичених жирних кислот ($P < 0,05$) в порівнянні з митцями курчат-бройлерів.

Профіль жирних кислот в місцевих курячих м'язах відрізнявся у різних порід або генотипів курчат. Також було викликано відмінностями в раціонах харчування та породами. Різний склад жирних кислот в м'язах, ймовірно, впливає на стабільність ліпідів і смакові якості. Проте є повідомлення, які вказують на те, що, хоча курка отримувала однаковий раціон харчування, спостерігалися відмінності в таких компонентах м'яса, як ненасичені жирні кислоти. Ймовірно то було пов'язано з відмінностями в харчовій поведінці між породами.

Куряче м'ясо може бути оброблено в багатьох формах і в основному доступно свіжим, охолодженим або замороженим, запеченим у духовці, а іноді і у поєднанні з іншими інгредієнтами і харчовими продуктами.

Також на якість курячого м'яса і продуктів з м'яса птиці може впливати спосіб його обробки і температура. Температура, при якій птиця зберігається в охолоджену вигляді, в значній мірі визначає термін її придатності.

Охолоджена птиця, що зберігається при температурі 2-4 °C, має термін придатності не більше одного-двох днів перед відправкою в роздрібні точки і може зберігатися на день довше, якщо зберігається при -1 °C. Птиця, що зберігається в замороженому вигляді при температурі, -18 °C, може зберігатися до 6 місяців. Під час охолоджування або замороженого зберігання сира або варена птиця піддається ряду змін, таких як ріст мікроорганізмів, хімічні і фізичні зміни, які можуть вплинути на її якісні характеристики, що може привести до зниження споживчого сприйняття.

Окиснення ліпідів є одним з найбільш важких процесів розкладання при охолоджуванні м'яса. У грудинках м'яса птиці місцевого виробництва вміст ТБАР збільшується на 23 % впродовж 6 днів зберігання в охолоджену вигляді і на 73 % впродовж 14 днів зберігання в охолоджену вигляді.

3.4. Вплив УФ-опромінювання на мікробіологічні показники м'яса курчат-бройлера.

Метою того дослідження було вивчення впливу ультрафіолетової обробки з використанням електронного прискорювача – МУЛУ-10, а також визначення ефективності випромінювання дозами 200 мДж/см^2 – 254 мДж/см^2 на знищення вмісту бактерій в курячих грудинках без кісток і шкіри [19], також порівняно з радіаційною обробкою.

Основною метою експериментів було визначення впливу опромінювання на можливість продовження терміну придатності свіжіше птиці і на зниження мікроорганізмів без дії або регулювання процесів на виробництві.

У наших дослідженнях в зразках виявлено БГКП, бактерій роду *Salmonella* і *Proteus*. В цілому, свіжі туші, відвантажені з виробництва, були заражені від $1,87\text{--}2,72 \times 10^5$ КУО/г шкірного матеріалу (таблиця 10).

Таблиця 10

Мікробіологічні показники м'яса птиці без обробки УФ випромінюванням.

№ зразків	КМАФАнМ, КУО/г	БГКП (коліформи)	Бактерії роду <i>Salmonella</i>	<i>Proteus</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>
Контроль	Не більше 1×10^5	Не більше 1,0 г	Не більше 25 г	Не більше 1,0 г	Не більше 25 г
1	$(2,72 \pm 0,21) \times 10^5$	$1,5 \pm 0,21$	$29 \pm 0,14$	$1,68 \pm 0,24$	$30 \pm 0,55$
2	$(4,19 \pm 1,23) \times 10^5$	$1,76 \pm 0,11$	$31 \pm 0,24$	$2,1 \pm 0,49$	$31 \pm 0,65$
3	$(1,38 \pm 0,22) \times 10^5$	$1,74 \pm 0,32$	$30 \pm 0,24$	$2,2 \pm 0,44$	$31 \pm 0,24$
4	$(2,48 \pm 0,5) \times 10^5$	$2,6 \pm 0,33$	$35 \pm 0,35$	$2,3 \pm 0,28$	$32 \pm 0,64$
5	$(1,55 \pm 0,30) \times 10^5$	$2,6 \pm 0,53$	$28 \pm 0,65$	$1,4 \pm 0,23$	$35 \pm 0,37$
6	$(1,87 \pm 0,22) \times 10^5$	$2,8 \pm 0,44$	$31 \pm 0,47$	$1,635 \pm 0,13$	$36 \pm 0,55$

Результати без обробки УФ-опромінювання впливають на чисельність сальмонел, які розмножуються в сирих видах м'яса птиці, якщо їх витримувати при відповідній температурі від $+2^\circ$ до $+4^\circ\text{C}$ через її високу температурної межі.

Можливість зростання рівня патогенів також була вивчена при зберіганні 2-4 ° С, в процесі забезпечувало меншу кількість бактерій, які викликають псування продукту.

При зберіганні +4°C при 5 діб виявлено 33 % БГКП, природна флора розмножувалася і видавала неприємний запах до моменту виявлення першого токсичного зразка, також бактерії роду *Salmonella* склали 14 % (Рис. 14-15).

Ця інформація вказує на те, що запобігання перехресному зараженню від сирової птиці до вареної птиці або іншим готовим до вживання продуктам є важливим чинниками, який необхідно контролювати для запобігання захворюванням, викликаних цими бактеріями.

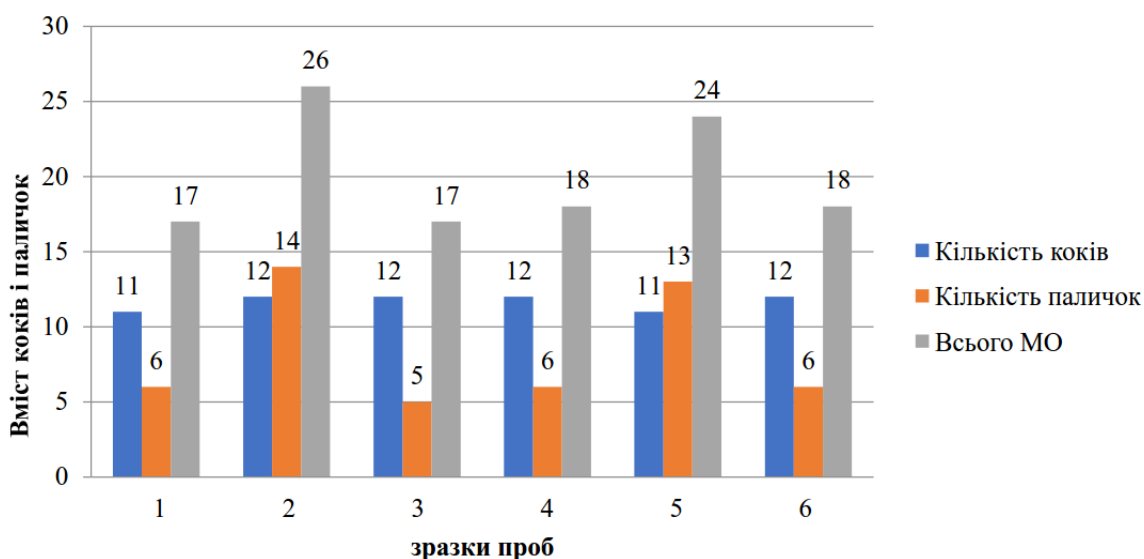


Рис. 14. Результати мікроскопії м'яса курчат-бройлерів при зберіганні 5 діб, t від +2 °С до +4 °С

При цьому зразки 1,3,4 і 6 характеризувалися сумнівним ступенем свіжості, а зразки 2 і 5 - з ознаками псування I ступеня.

Аналіз дослідження на електронному прискорювачі МУЛУ-10

Після того, як зразки були транспортовані з установки для випромінювання зразків м'яса птиці пучком заряджених електронів або тормозним випромінюванням на прискорювачі МУЛУ-10 дозами до 10 кГр, їх витримували при температурі +4 °С, щоб гарантувати, що зразки були при тій же температурі для тестування. Філе грудинок було протестоване на вміст мікробів. Кожна група опромінювання складалася з 8 зразків, причому чотири грудинки на лотку складали як один зразок.

Ефективність випромінювання проти патогенів в основному обумовлена утворенням перекису водню, який виникає в результаті утворення вільних радикалів під час опромінювання. Перекис водню діє як могутній протимікробний засіб і зрештою може привести до утворення стійкого гіпохлориту, який дуже токсичний для патогенів. Результати дослідження показують, що дози випромінювання 2 - 8 кГр - 254 мДж/см² були ефективними для знищення бактерій у філе курячих грудінок без кісток.

Обробка МУЛУ-10 при 2-8 кГр зменшувала кількість коліформ, кишкової палички, аеробних бактерій і психротрофів у порівнянні з контрольною групою, що не отримувала опромінювання.

Проте, у жодній з мікробних популяцій не було виявлено відмінностей між групами, що отримували випромінювання 2-8 кГр. Хоча БГКП, КМАФАнМ і *Proteus* були знищені за допомогою випромінювання 2-8 кГр, популяції аеробних бактерій були значно знижені, але не знищені повністю. Доза випромінювання МУЛУ-10 променями всього 2 кГр приводить до зменшення загальної кількості аеробних організмів на 2-3 рази, але не приводить до повного знищення організмів в грудинках і стегнах бройлерів. Доза випромінювання 8 кГр ефективна для зниження кількості ентеробактерій, а також коліформних і загальної кількості мезофільних бактерій в спеціях. Спостерігалось зниження мікробіологічних показників на 2-3 рази.

Таблиця 11

Рівні популяції бактерій у філе курячих грудінок до і після опромінювання

Назви показників	Популяція (log10 КУО/200 мл обполіскувача)		
	Контроль	2 кГр	8 кГр
Бактерій			
БГКП	3,12a ± 0,06	<1,13b ± 0,00	<1,11b ± 0,00
КМАФАнМ	3,24a ± 0,05	<1,14b ± 0,00	<1,12b ± 0,00
<i>Proteus</i>	1,91a ± 0,21	<1,12b ± 0,00	<1,12b ± 0,00
Загальна кількість пластин	4,62a ± 0,07	2,22b ± 0,08	1,51c ± 0,09

Дослідження показало, що показники для контрольної групи були відносно низькими в порівнянні з іншими дослідженнями. Відносно низькі показники були обумовлені тим фактом, що філе грудінок без кісток і шкіри,

таке як використане в дослідженні, як очікується, матиме низьке мікробне навантаження, оскільки у філе немає шкіри, до якої могли б прикріплюватися бактерії. Вважається, що частини птиці, такі як стегна, у яких є шкіра, матимуть більш високе мікробне навантаження, тому що бактерії в основному локалізуються на шкірі.

Також було проведено ряд інших досліджень для визначення ефективності випромінювання проти інших бактерій, таких як організми, що викликають псування м'яса птиці, які зазвичай містяться в продуктах з м'яса птиці. Дози випромінювання всього 2-8 кГр призводили до зниження мікробів. Вказано, що в зразках, опромінених при 8 кГр, не було виявлено життєздатних колоніє утворюючих одиниць.

У поточному дослідженні також було визначено вплив випромінювання 2-8 кГр на популяції сальмонел і кампілобактерій. Процедура MPN використовувалася для підрахунку популяцій сальмонел і кампілобактерій, але оскільки їх кількість було настільки низькою, буде повідомлений відсоток виявлених позитивних зразків.

Результати показують, що 40 % зразків в контрольних групах були позитивними на сальмонелу (Рис. 15).

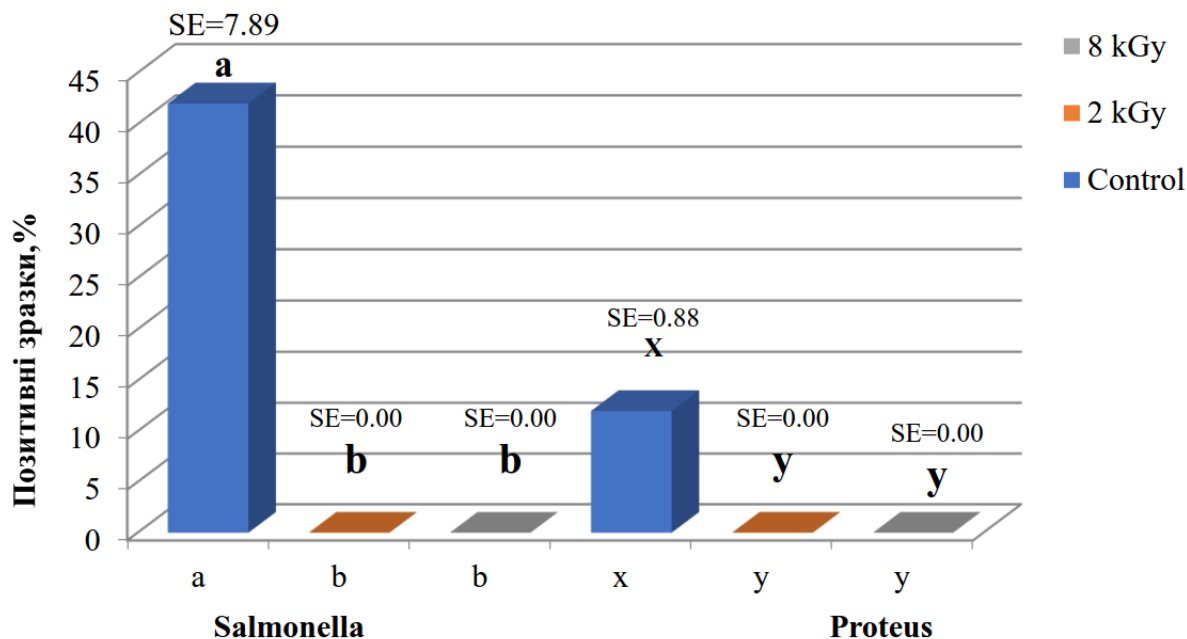


Рис. 15. Відсоток позитивних проб на Salmonella і Proteus в опромінених і неопромінених зразках.

Проте жоден із зразків не був позитивним щодо впливу на сальмонелу в групах випромінювання 2 - 8 кГр, що вказує на те, що випромінювання знищило сальмонелу. Оскільки сальмонела зникла при дозах 2 - 8 кГр, не було виявлено відмінностей між групами опромінювання. Результати також показують, що 13 % зразків були позитивними на *Proteus*, але жоден з опромінених зразків не був позитивним (Рис. 23). Аналогічно до результатів по сальмонелі, дози опромінювання 2 - 8 кГр знищили кампілобактер із зразків. Проте не було виявлено ніяких відмінностей між групами випромінювання 2 - 8 кГр. Результати показують, що випромінювання електронними променями в дозі 2 кГр може повністю знищити сальмонелу в грудинках і стегнах бройлерів. Показано, що доза опромінювання 2 кГр призводила до зниження рівня популяції *Proteus* в м'ясі птиці. Проте ефективність випромінювання розрізнялася у інших штамів *Proteus*.

Грунтуючись на результатах дослідження, обробка УФ- випромінюванням є ефективним засобом знищення бактерій з філе грудинки навіть при мінімальній дозі 2 кГр. Доза опромінювання 2 кГр також була ефективною для поліпшення кольору філе грудинки.

У дослідженні була проведена мікробіологічна оцінка впливу обробки УФ-випромінювання і радіаційної обробки птиці під час утримання, зберігання на продовження терміну придатності. Радіаційна стійкість організмів, яка викликає харчові отруєння, зазвичай асоціюються зі свійською птицею, тому були визначені і враховані вибір дози [6].

На рис. 16-17 представлено дані щодо дослідження мікробіологічних показників в зразках м'яса курчат після опромінювання УФ-опроміненням дозами 200 мДж/см² - 254 мДж/см² і на електронному прискорювачі дозами від 2- 8 кГр після забою, через 5 діб і 14 діб при зберіганні м'яса при температурі від 0 °С до +2 °С і через 1,5 і 4,5 місяця зберігання при температурі -18 °С.

Дані свідчать про те, що значення КМАФАнМ у контрольній групі склало в середньому 3,2-3,7x10² КУО/г, а при УФ-опромінюванні дозою 200 мДж/см² - 254 мДж/см² цей показник зменшився до 1,7-1,9x10² КУО/г і 4,7-5,0x10² КУО/Г, відповідно, через 5 діб показник КМАФАнМ в м'ясі контрольної групи

збільшився в 2,2 рази, а через 14 діб він склав в середньому $1,1-2,6 \times 10^4$ КУО/г, що перевищувало значення гігієнічних нормативів в 2 рази.

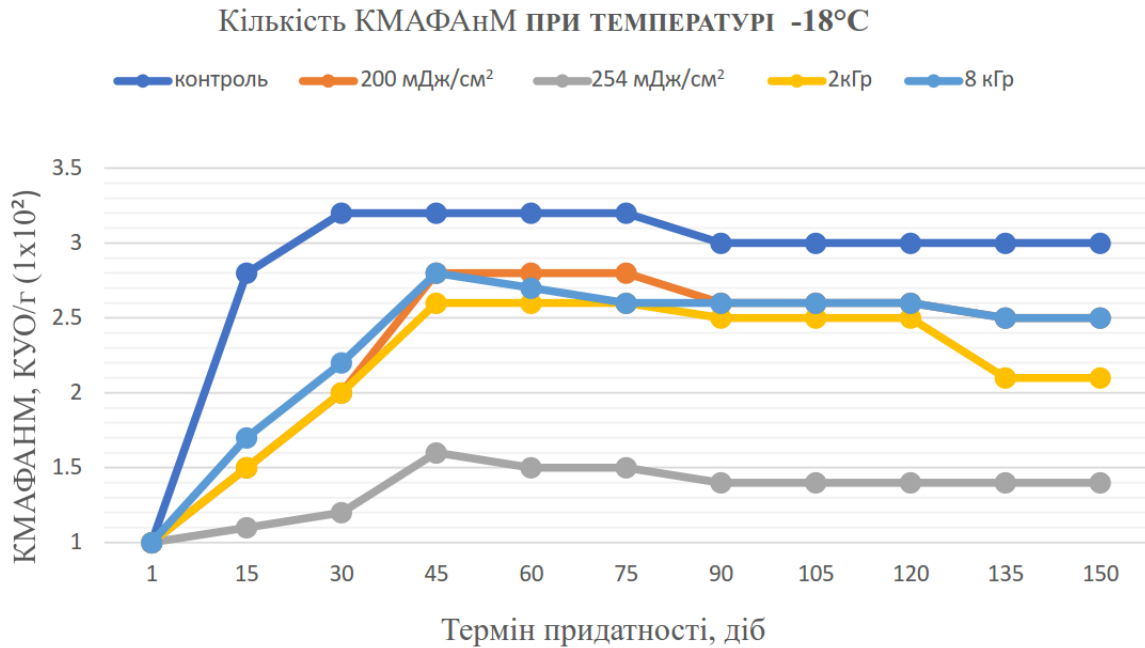


Рис. 16. КМАФАнМ (загальне мікробне число) в м'ясі курчат-бройлерів після обробки різними видами і зберіганні при температурі -18°C .

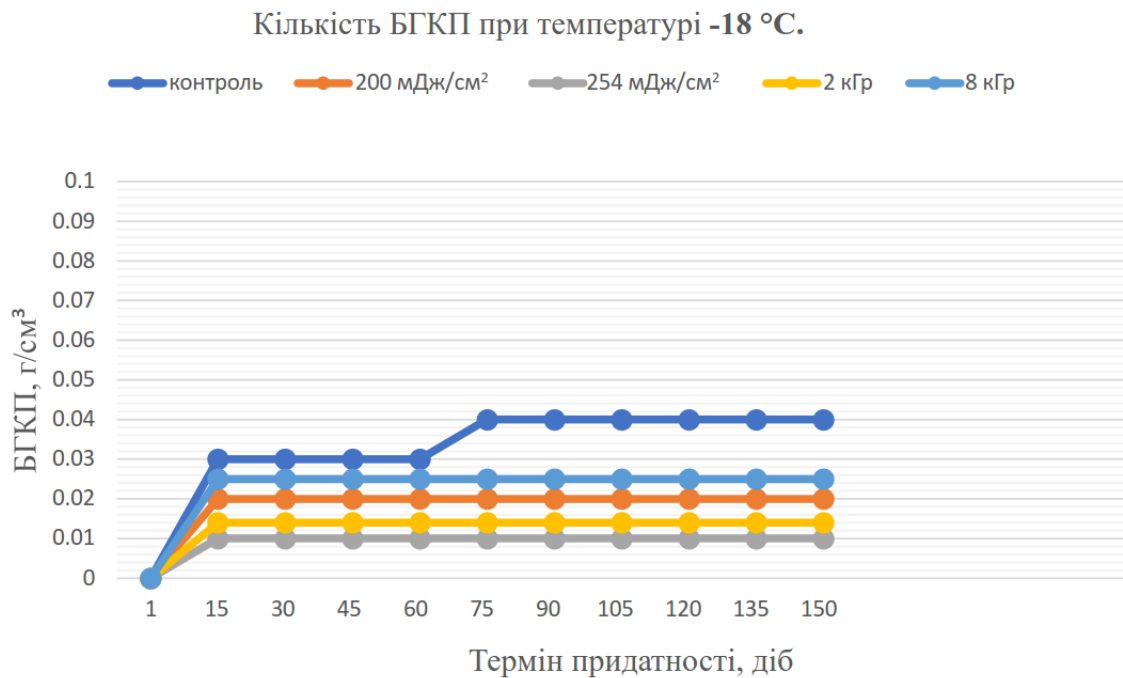


Рис. 17. Вміст бактерій групи кишкової палички (БГКП) після обробки, і зберігання -18°C

На рис. показано, що кількість КМАФАнМ знизилася після обробки УФ-опромінюванням дозами 200 мДж/см^2 , в контрольній групі цей показник склав

в 1,9 і 12,9 разів менше через 5 діб, а через 14 діб – в 6,1 і в 3,5 разів менше відповідно.

При заморожуванні м'яса через 1,5 місяця зберігання при температурі - 18 °С спостерігалось зниження КМАФАнМ, що склало в контрольній групі - 3.2×10^2 КУО/г, а в обробленому м'ясі при УФ-опромінуванні дозою 200 мДж/см² - $1,6 \times 10^2$ КУО/г, а при дозі 254 мДж/см² - $4,8 \times 10^2$ КУО/г то у 2 і 6,6 разів менше відповідно.

При зберіганні замороженого м'яса впродовж 3-х місяців показник КМАФАнМ залишався в тих же межах і склав порівняно з контролем в 6,5 разів менше. Після 4,5 місяців зберігання м'ясо бройлерів, оброблене УФ випромінюванням мало загальне мікробне число КМАФАнМ у 5,8 і 17,6 разів менше відповідно, ніж м'ясо контрольної групи.

Таким чином, проведені дослідження показали, що м'ясо курчат-бройлерів, оброблене УФ-опромінуванням в дозах 200 мДж/см² 254 мДж/см² впродовж різних термінів зберігання: до 14 днів - охолоджене м'ясо і до 4,5 місяців – в замороженому вигляді відповідає вимогам стандарту, що дає підставу використовувати його в харчових цілях без обмеження.

За наслідками досліджень, м'ясо курчат-бройлерів, що піддалось обробкою УФ-опромінуванням в дозі 200 мДж/см² 254 мДж/см² і що зберігалось при температурі від 0 °С до +2 °С, має показник зниження КМАФАнМ склав $5,0 \times 10^2$ КУО/г після забою, і через 5 діб він склав $4,2 \times 10^2$ КУО/г, а заморожене м'ясо при температурі - 18 °С - від $4,8 \times 10^2$ КУО/г до $1,4 \times 10^2$ КУО/г відповідно.

Після обробки УФ-опромінуванням (ОБЗ-В) тушки курчат-бройлерів оцінювали на якість і тривалість зберігання при різних дозах випромінювання. Обробка впродовж 30 хвилин за допомогою приладу ОБЗ-У вплинуло на якість м'яса птиці.

При нормальних температурах охолодження +2 °С було встановлене, що свіжі туші є органолептично придатні впродовж періоду від 5 до 135 днів.

Бактеріальні показники в цілому збільшилися в порівнянні з вихідним числом. Опромінування при температурі +2 °С привело до негайного зниження

чисельності бактерій. При зберіганні організми що вижили при 25 °C розмножувалися при 200 – 280 мДж/см², на тушах птиці, опромінених при 240 мДж/см². В результаті при обробці 254 мДж/см² збільшився термін придатності приблизно до 14 - 45 днів, обробка 280 мДж/см² – до 90-135 днів.

У певних випадках окремі туші не спостерігалось псування після тривалого зберігання навіть впродовж 14 діб, хоча їх мікробний показник наближалася до 3 %, від числа організмів на грам шкірного матеріалу. Вивчення організмів, виділених з туш опромінених птиці, що зберігаються впродовж тривалого часу, показало, що мікрофлора складалася з відносно невеликої кількості видів, а в певних випадках з одного або двох різних організмів з температурою 25 °C.

Результати такого дослідження мають незначне значення для визначення безпеки процесу з погляду суспільного здоров'я. Найбільш поширені організми, що викликають псування туш домашньої птиці, такі як *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Flavobacterium* і так далі, не виявляються відразу після опромінювання 200 мДж/см² або більше. Проте залежно від умов зберігання після опромінювання ці організми можуть розмножуватися.

Крім того, можливо, що в деяких населених пунктах різні радіаційно стійкі організми можуть бути місцевими. В результаті, залежно від дози опромінювання, часу і температури зберігання, різні типи організмів можуть бути представлені у великих кількостях з або без помітним органолептичним псуванням. Деякі з цих організмів також можуть бути патогенними.

При цьому є впевненість в тому, що ці організми не представляють додаткової небезпеки для здоров'я населення. Проте, такі екологічні зрушення в мікробній популяції опроміненої і домашньої птиці повинні бути проаналізовані детальніше, перш ніж повністю виключити будь-які небезпеки для здоров'я населення від потенційно патогенних організмів, які час від часу виявляються під час утримання птиці. У тому відношенні радіаційну стійкість організмів, належить до родів *L. monocytogenes*.

Явною перевагою попереднього опромінювання є усунення загальних видів мікроорганізмів не роблячи продукт небажаним для споживача. Ми

підраховували, що кількість сальмонел в наших тушах складає приблизно 2 на 10 грамів м'яса. При запропонованій дозі 200 мДж/см² мікроорганізми можуть бути зменшені в кількостях. Таким чином обробка усунула стійкі організми.

За результатами експерименту можна оцінити вірогідність повторного зараження птиці або сальмонелами, або стафілококами, або і тим, і іншим разом. Щоб це явище відбувалося при рівній дозі опромінювання до половини дози, що рекомендувалася, від 200 до 254 мДж/см² туші повинні містити не менше 10 гр сальмонел в м'ясі птиці. Крім того, необхідно, щоб опромінені туші зберігалися при підвищених температурах (+4 °C), щоб забезпечити знищення любых виживших сальмонел до рівнів, що наближаються до 10 грам. Якщо цей рівень не буде досягнутий, то після другого опромінювання виживших не залишиться. Крім того, якщо ці умови будуть дотримані, туші, ймовірно, будуть сильно зіпсуті і будуть відбраковані для подальшої обробки і, таким чином, знищені. Враховуючи всі ці фактори, абсолютно очевидно, що вірогідність утилізації тих патогенних організмів, що зустрічаються в промислових масштабах на птахофермі, була б мінімальною.

Доза радіації, що рекомендується, складає 200 мДж/см² - 254 мДж/см², що збільшує термін придатності при температурі +2°C приблизно на 14 днів. Ця обробка також привела до зниження кількості життєздатних видів різних мікроорганізмів, в т.ч. сальмонел на 10 і 11 КУО/од.

3.5. Вплив УФ-опромінювання на терміни зберігання залежно від різних видів упаковок

Аналіз літературних даних показав, що м'ясо птиці є поживним продуктом харчування, і його споживають у всьому світі через його щодо низької вартості і низького вмісту жиру. Проте він дуже швидко псується і має відносно короткий термін придатності навіть при зберіганні в холодильнику.

Актуальним є розробка більш відповідних технологій для зберігання м'яса птиці. Для збільшення терміну придатності м'ясних продуктів використовується вакуумна упаковка, але і вона не дає можливості продовження терміну придатності упакованого продукту впродовж тривалого

часу. Спеціалісти рекомендували використання УФ-опромінювання у поєднанні з упаковкою і без пакування з метою виявлення впливу на безпеку і подальшого збільшення терміну придатності м'яса.

Поєднання різних методів консервації харчових продуктів слід розглядати як альтернативу в харчовій промисловості, наприклад, використання вакуумного пакування, радіаційної обробки, УФ-випромінювання і охолодження. Проте, щоб гарантувати, що сумісне використання тих методів не приведе до зміни початкових характеристик продуктів, необхідно провести тестування сенсорного сприйняття.

Метою даного дослідження було визначити ефективності УФ-випромінювання (200 мДж/см^2 - 254 мДж/см^2) в незапакованої і вакуумно запакованої для консервації охолодженого курячого філе. З метою визначення продовження терміну придатності дослідження проводили шляхом моніторингу параметрів зростання кількості мікроорганізмів

Експерименти проводилися в два етапи. Впродовж першого дня першої фази (нульовий день) на птахофабриці після забою 2 кг охолодженого філе курячих грудинок, укладених в коробки з пінополістиролу, наповнених льодом, починаючи з нульового дня були проведені всі бактеріологічні аналізи: підрахунок аеробних мезофільних бактерій, підрахунок загальних форм кишкової палички. Кожне філе було асептично розділене на 4 частини по 18 г, і кожен із зразків був упакований в пластиковий пакет, що має багат шарову структуру з низькою проникністю для газів. Два види різних пакувальних матеріалів були досліджені в двох наборах, що включають по 8 зразків в кожному: 1) з незапакованою (контроль) і 2) з вакуумною запаковкою. Зразок з кожної обробки аналізували індивідуально після 1, 5 або 14 днів зберігання при температурі $0^\circ\text{C} + 2^\circ\text{C}$.

Отримані дані показали, що фаза затримки після опромінювання збільшується із збільшенням дози, що приводить до збільшення терміну придатності. Аналогічні результати були також отримані авторами, які прийшли до висновку, що опромінювання може бути ефективно використано при консервації курячого м'яса.

Вплив на тривалість терміну зберігання без пакування і у вакуумній упаковці

При вивченні можливості продовження термінів зберігання без пакування і у вакуумній упаковці було встановлено, що зразки з найбільш тривалим терміном зберігання були упаковані у вакуум і оброблені УФ-опромінюванням 254 мДж/см^2 , за яким слідували зразки в повітряній упаковці, також оброблені 254 мДж/см^2 . Потім слідували зразки, піддані дії 200 мДж/см^2 (у повітряній і вакуумній упаковці), за якими слідували неопромінені зразки, спочатку у вакуумній упаковці і, нарешті, в повітряній упаковці. Як і очікувалося, в зразках, опромінених 254 мДж/см^2 , було виявлено зменшення популяції бактерій, що привело до збільшення терміну придатності. Вакуумна упаковка у поєднанні з опромінюванням при 254 мДж/см^2 привела до збільшення терміну придатності до 14 днів, що більш ніж в два рази в порівнянні з неопроміненими зразками в повітряній упаковці, які залишалися придатними тільки впродовж п'яти днів.

Було вивчено вплив УФ-опромінювання на терміни зберігання залежно від різних видів упаковок.

Опромінювання гетеротрофних аеробних мезофільних бактерій 254 мДж/см^2 зменшило кількість аеробних мезофільних бактерій в зразках, упакованих в повітря, приблизно на 2 логарифмічних цикли, тоді як для філе у вакуумній упаковці, обробленого тією ж дозою, було виявлено набагато менше зниження.

Час подвоєння був вищий в зразках, упакованих у вакуум, ніж в зразках, упакованих в повітрі, що вказує на те, що мезофільні бактерії не змогли почати зростання у вакуумі, оскільки вони легше росли на повітрі. Це узгоджується з результатами підрахунку бактерій в кінці зберігання, коли в зразках, упакованих у вакуум, кількість бактерій була нижчим.

Самій високий зростання бактерій в курячих грудинках, загорнутих в повітря, в порівнянні з курячими грудинками у вакуумній упаковці. Показано швидке зростання життєздатних бактерій в зразках, упакованих в герметичну

упаковку, чисельність яких досягла 8 логарифмічних КУО/г після 4-х і 5-ти днів зберігання при $+2^{\circ}\text{C}$; використання вакуумної упаковки збільшило час, необхідний для того, щоб загальна кількість бактерій досягла 8 логарифмічних КУО/г, до 2-х або 3 дні зберігання. У той роботі продовження терміну придатності було в основному пов'язано з продовженням фази, викликаній опромінюванням, яке було вищим для зразків, оброблених при 254 мДж/см^2 .

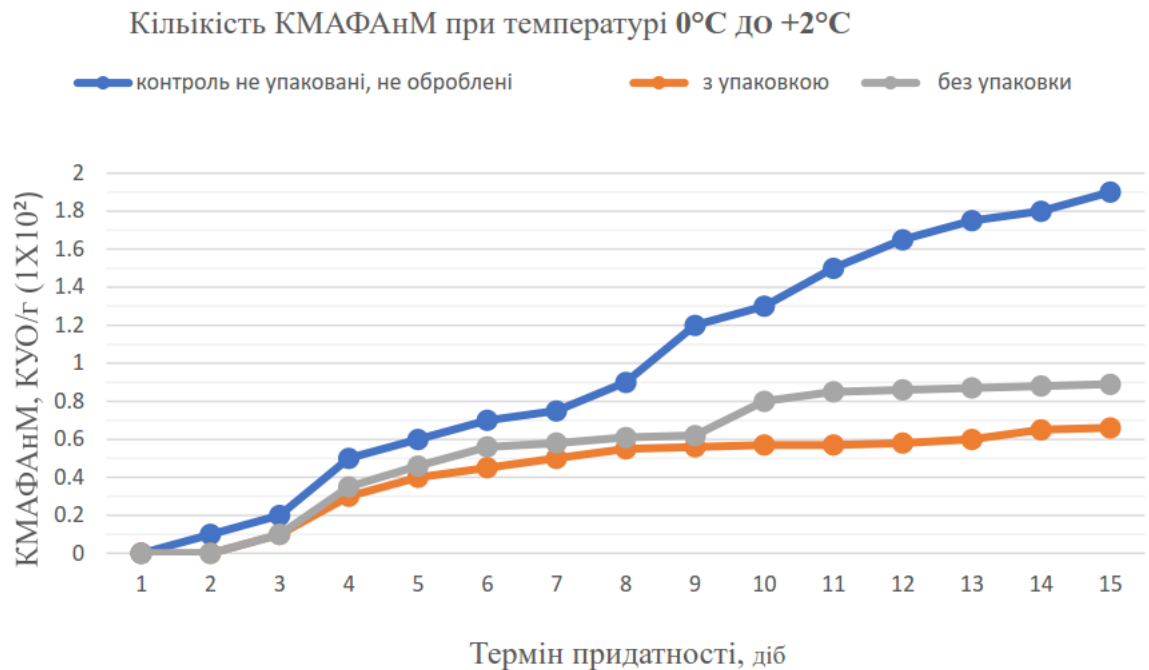


Рис. 18 Термін придатності і параметри зростання бактерій, виявлених в упакованому у вакуум і неупакованому м'ясі курчат-бройлерів, обробленому УФ-опромінюванням при дозах 200 мДж/см^2 , – 254 мДж/см^2 і що зберігається від 5 до 14 днів при $+2^{\circ}\text{C}$

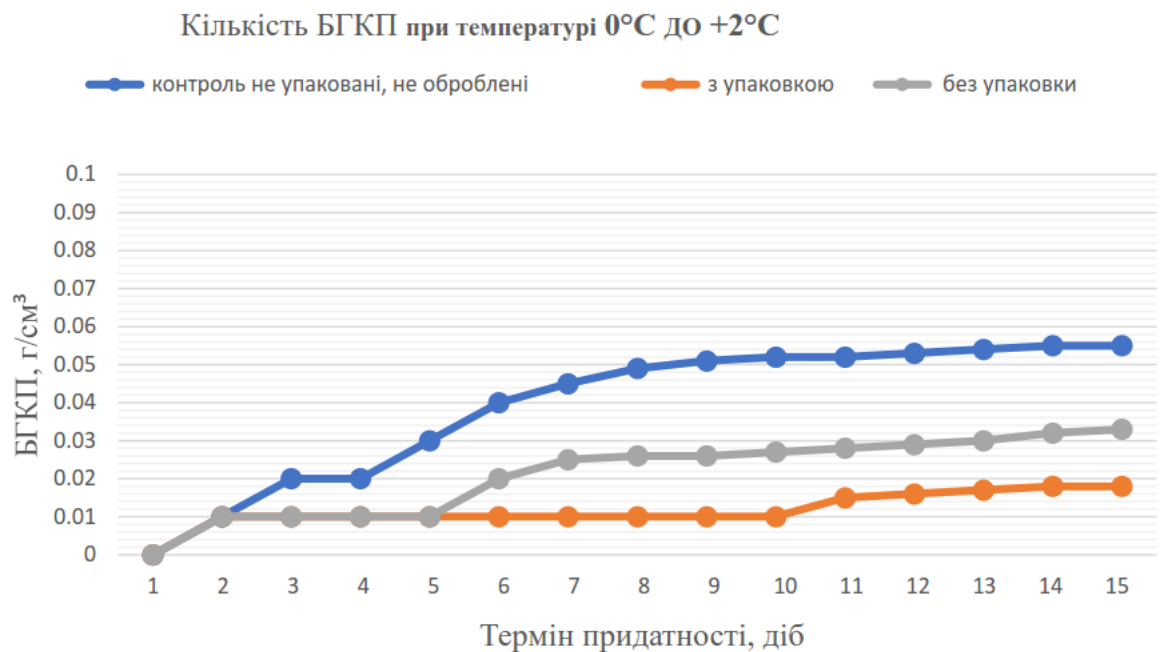


Рис. 19. Термін придатності і параметри зростання бактерій, виявлених в упакованому у вакуум і неупакованому м'ясі курчат-бройлерів, обробленому УФ-опромінюванням при дозах 200 мДж/см² - 254 мДж/см² і що зберігається від 5 до 14 днів при +2°C

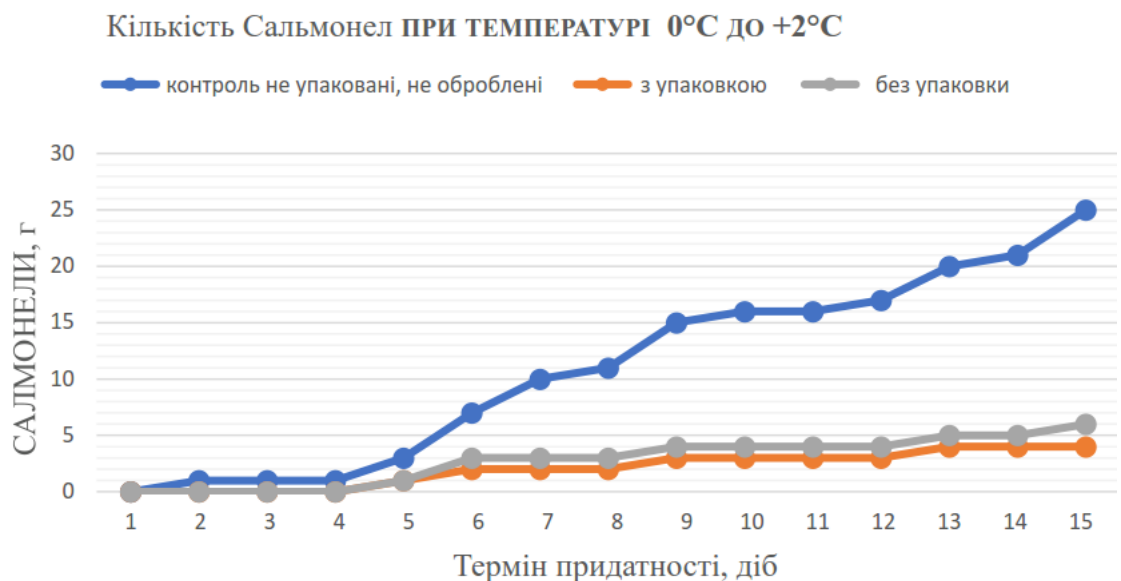


Рис. 20. Термін придатності і параметри зростання бактерій, виявлених в упакованому у вакуум і незапкованому м'ясі курчат-бройлера, обробленому УФ-опромінюванням при дозах 200 мДж/см², - 254 мДж/см² і що зберігається від 5 до 14 днів при +2°C

Сальмонели не можуть рости в зразках, упакованих у вакуумі, і в опромінених зразках та були виявлені тільки в неопроміненому філе,

упакованому на повітрі. Загальна група кишкової палички не показала помітного зростання в зразках, опромінених при 254 мДж/см².

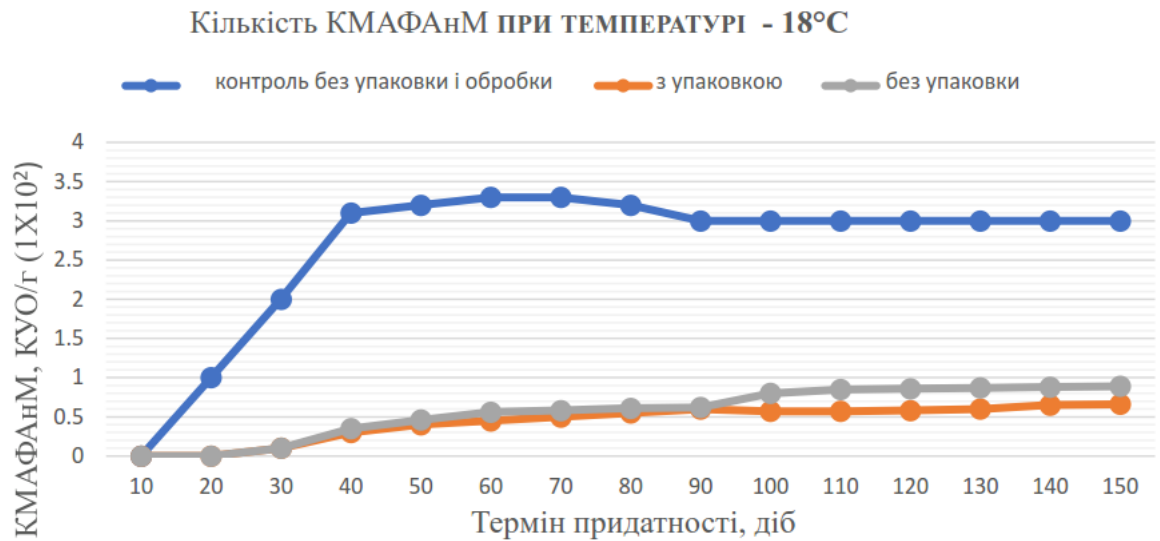


Рис. 21. Термін придатності і параметри зростання бактерій, виявлених в упакованому у вакуум і незапакованому м'ясі курчат-бройлера, обробленому УФ-опромінюванням при дозах 200 мДж/см², - 254 мДж/см² і що зберігається від 1,5 до 4,5 місяців при -18°C.

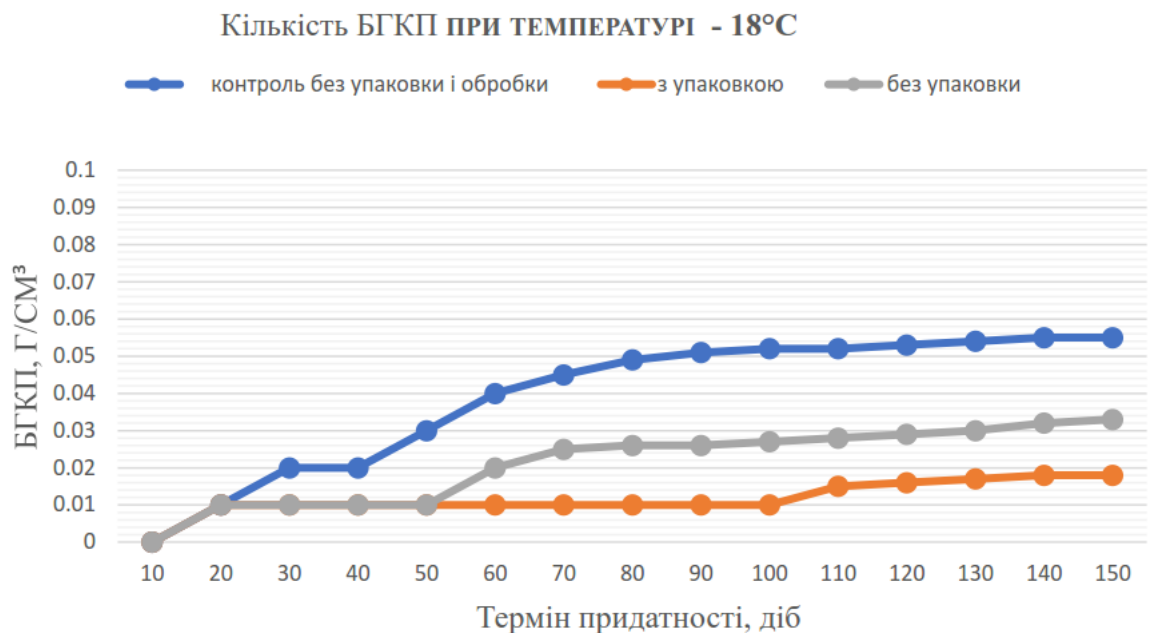


Рис. 22. Термін придатності і параметри зростання бактерій, виявлених в упакованому у вакуум і незапакованому м'ясі курчат-бройлера, обробленому УФ-опромінюванням при дозах 200 мДж/см², - 254 мДж/см² і що зберігається від 1,5 до 4,5 місяців при -18°C

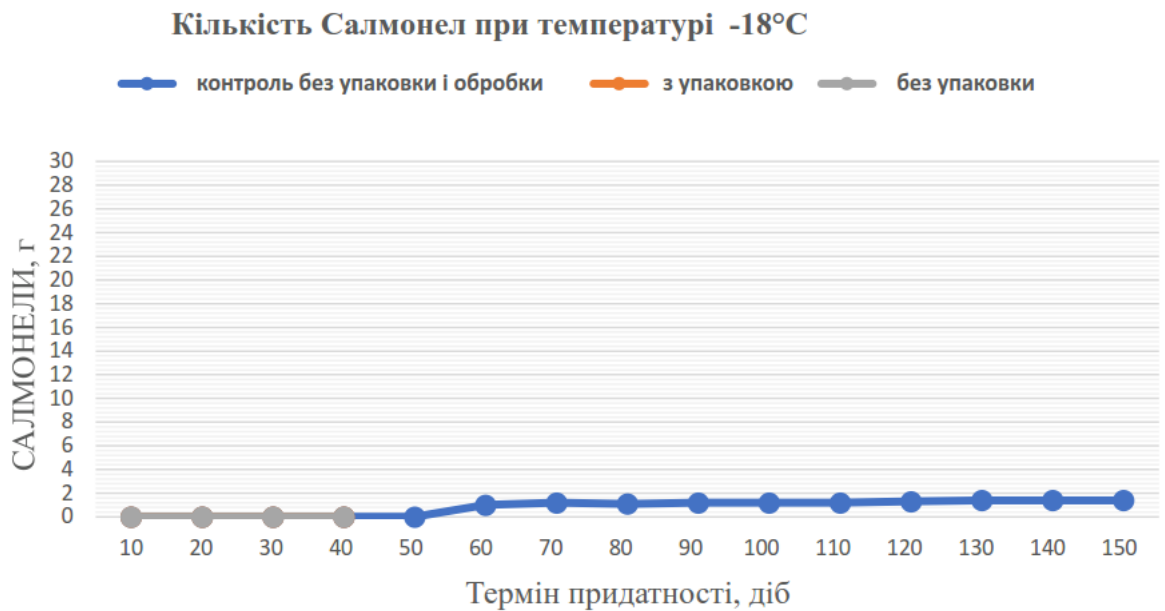


Рис. 23. Термін придатності і параметри зростання бактерій, виявлених в упакованому у вакуум і незапакованому м'ясі курчат-бройлера, обробленому УФ-опромінюванням при дозах 200 мДж/см², - 254 мДж/см² і що зберігається від 1,5 до місяців при -18°C.

У дослідженні той рід був виявлений тільки в зразках, упакованих в повітря і вакуум, які опромінені 200 мДж/см² – 254 мДж/см²).

Поясненням цього могло бути і те, що така бактерія не росла в середовищах, де їй доводилося стикатися з конкуренцією з іншими мікроорганізмами, як то було на початку експерименту.

Таким чином, зниження кількості мікроорганізмів (КУО/см²) в неупакованих зразках варіювалося від 1,2 до 2,4 після 5-секундної обробки для протеус і 60-секундної обробки для сальмонел, відповідно.

Грунтуючись на отриманих результатах, кращими є для неупакованих зразків 15-секундна і 30-секундна обробка, при якому знижуються кількість салмонел. Проте, враховуючи зміну кольору, обробка не повинна перевищувати 15 с. Таким чином, зниження рівня сальмонел впродовж 15 с можна прийняти як якнайкраща умова обробки.

Вплив на тривалість терміну зберігання без пакування

Дослідження показало, що ультрафіолетове світло здатне знижувати рівні ряду організмів на пакувальних матеріалах і на поверхнях, що контактують з харчовими продуктами, і було найбільш ефективним для зниження

мікроорганізмів на останніх матеріалах. Відносно пориста природа останнього може сприяти проникненню бактерій під поверхню матеріалу, в якому може мати місце захист від ультрафіолетового випромінювання, що створює ефект затінювання, який був раніше описаний для нерівних поверхонь.

Також було показано, що ультрафіолетова обробка є ефективним методом знезараження пакувальних матеріалів і поверхонь, зв'язаних з підготовкою сирової птиці до продажу, що може знизити ризик від її споживання споживачами (Рис. 24).

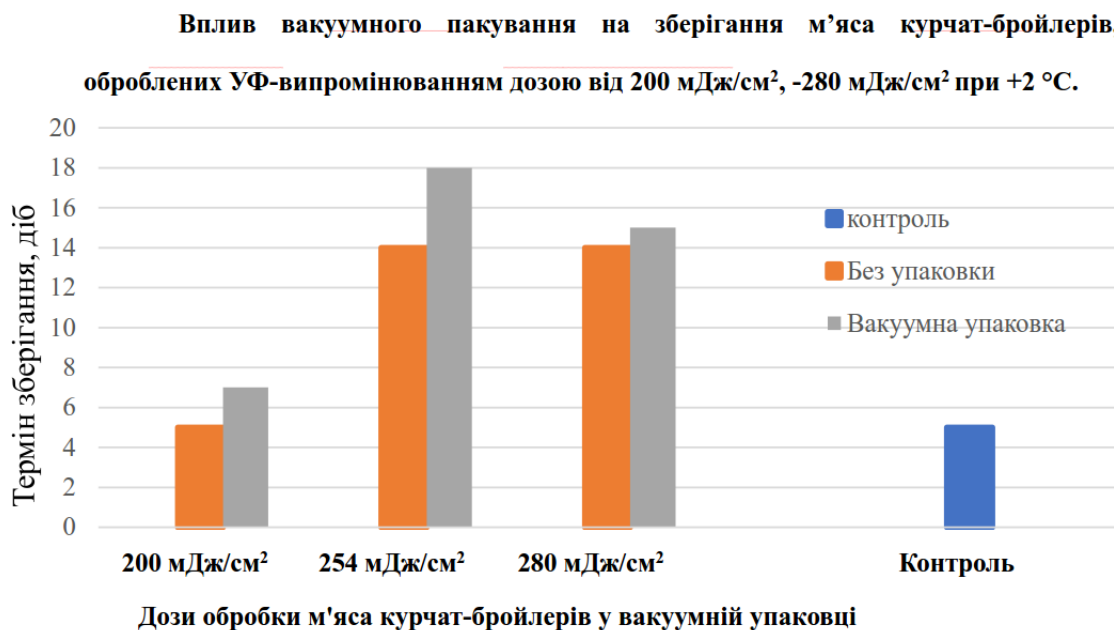
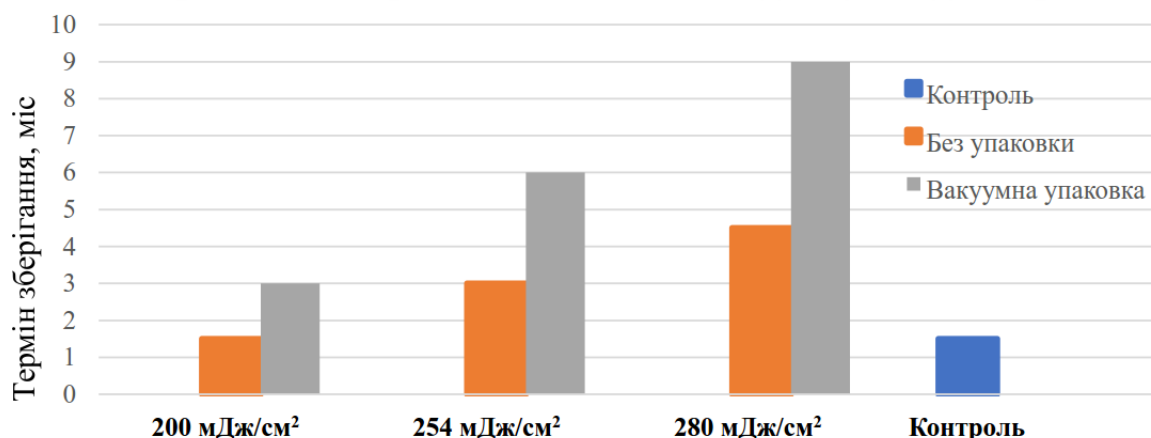


Рис. 24. Вплив вакуумної упаковки на зберігання м'яса курчат-бройлерів, оброблених УФ-опромінюванням.

**Вплив вакуумного пакування на зберігання м'яса курчат-бройлерів,
оброблених УФ-випромінюванням дозою від 200 мДж/см², -280 мДж/см² при -18 °С.**



Дози обробки м'яса курчат-бройлерів у вакуумній упаковці

Рис. 25. Вплив вакуумної пакування на зберігання м'яса курчат-бройлерів, оброблених УФ-опромінюванням

Як і очікувалося, в зразках, опромінених 254 мДж/см², було виявлене зменшення популяції бактерій, що, привело до більшого збільшення терміну придатності.

Вакуумна упаковка у поєднанні з опромінюванням при 254 мДж/см² для охолодженого м'яса привела до збільшення терміну придатності до 14 днів, а замороженого м'яса термін зберігання збільшується на 3 місяці, що більше ніж в два рази в порівнянні з неопроміненими зразками в не упакованій тарі.

Таким чином, було встановлене, що зразки з найбільш тривалим терміном зберігання були упаковані у вакуум і опромінені УФ-опромінюванням 254 мДж/см², за якими слідували зразки в неупакованому вигляді, також оброблені 254 мДж/см², потім слідували зразки, піддані дії 200 мДж/см² в неупакованій і вакуумній упаковці, за якими слідували неопромінені зразки, спочатку у вакуумній упаковці і, нарешті, в неупакованій.

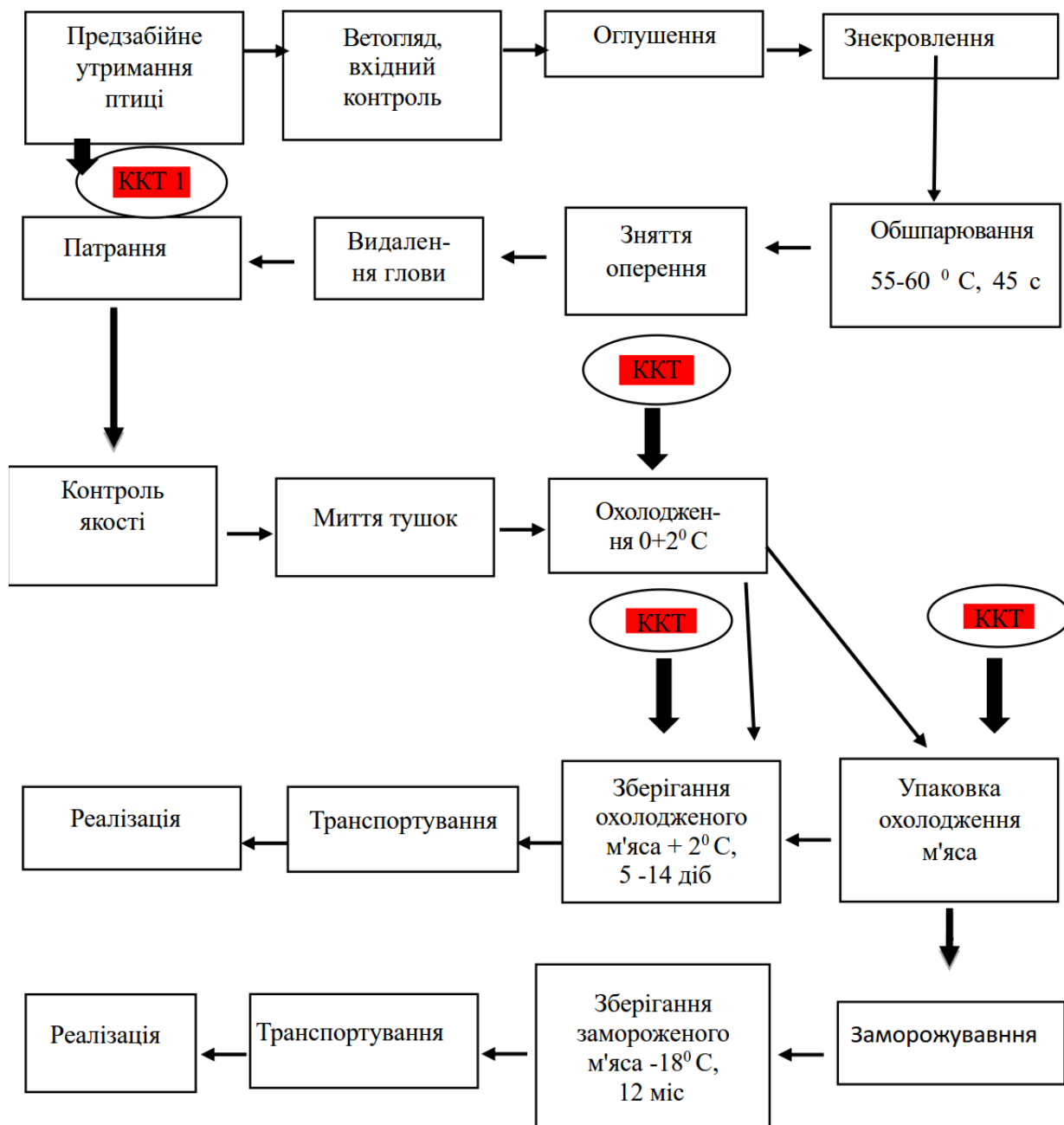


Рис. 26. Перелік потенційних небезпек і критичні контрольні точки процесів виробництва і переробки птиці.

Не дивлячись на те, що операції забою птиці не включають термічний процес, що забезпечує знищення патогенних мікроорганізмів, ряд етапів обробки можна контролювати, щоб звести до мінімуму і зменшити мікробіологічну небезпеку. У тому дослідженні спостерігався високий рівень загальної кількості мезофільних бактерій, що вказує на відсутність належної практики очищення, що зрештою відіграло велику роль в перехресному зараженні м'яса птиці.

ВИСНОВОК

Проведена комплексна обробка з використанням бактерицидного УФ-опромінювача з амальгамовою лампою потужністю бактерицидного випромінювання 300 Вт, для знезараження повітря в передзабійному утриманні птиці, що сприяло зниженню мікробного обсіменіння повітря середовища на 56%, також після забою птиці і отриманні готової продукції на стадії охолодження і зберігання з використанням УФ випромінювання на установці ОВЗ-У в дозах 200 мДж/см^2 - 254 мДж/см^2 і електронному прискорювачі МУЛУ-10 дозами від 2 до 10 кГр, проведено порівняльний аналіз по ступеню зниження і обсіменіння мікроорганізмами в готовому продукті.

Представлений аналіз сенсорної оцінки м'яса курчат-бройлера впродовж 1, 5 і 14 днів при $0+2^\circ\text{C}$ показали, що на 5-й день властивості текстури і смаку були нижчим в опромінених групах, на 14-й день зразки, опромінені 200 мДж/см^2 і 254 мДж/см^2 , були менш бажаними із зменшеною текстурою, смаком і загальною прийнятністю, що не відрізняються від м'яса контрольних груп курчат і показує поверхню тушок дослідних груп має біло-рожевий відтінок, м'язи пружні, на розрізі помірної вологості, внутрішній жир жовтуватого відтінку.

Встановлені дози УФ випромінюванням впродовж різних термінів зберігання, при вивченні фізико-хімічних показників м'яса курчат-бройлерів, що піддалося обробкою різними дозами УФ-випромінювання і при зберіганні, до 14 днів – охолоджене м'ясо при 200 мДж/см^2 - 254 мДж/см^2 відповідає вимогам стандартів на м'ясо птиці, що дає підставу використовувати його в харчових цілях без обмеження.

Показники кислотного числа жиру м'яса курчат-бройлерів при зберіганні $+2^\circ\text{C}$ впродовж 7 діб збільшився в контрольній групі до 3,8 мг КОН/г, при УФ-опромінюванні з дозою 200 мДж/см^2 – до 3,9 мга КОН/г %, при УФ-опромінюванні дозою 254 мДж/см^2 - до 3,75 мг КОН/г і при дозі 280 мДж/см^2 - до 3,36 мг КОН/г. Фізико-хімічні показники м'яса свідчать про його доброякісність і безпеку для споживачів.

Проведений аналіз показників рН в м'язах м'яса курчат-бройлера в контрольній групі через 5 діб зберігання, який склав 6,9, при УФ-опромінюванні дозою 200 мДж/см² – 7,1 і при Уф-опромінюванні дозою 254 мДж/см² – 7,1 і при 280 мДж/см² – 7,2. При зберіганні м'яса бройлерів через 14 днів показник рН склав менше в порівнянні з контролем в середньому на 0,27 %.

При зберіганні замороженого м'яса при температурі - 18 °С впродовж 1,5 і 4,5 місяців показник рН склав при Уф-випромінюванні дозою 200 мДж/см² - 6,9, при дозі 254 мДж/см² – 7,0 і при дозі 280 мДж/см² – 7,2 відповідно.

Показаний аналіз застосування різних видів упаковок, проведена оцінка дії УФ-опромінювання на зниження рівня мікроорганізмів *БГКП*, *Proteus*, *Salmonella* в неупакованій (контроль) і упакованій в різні пластики сирого м'яса курчат бройлера. Зниження кількості мікроорганізмів (КУО/см²) в неупакованих зразках варіювалося від 1,2 до 2,4 після 5-секундної обробки для протеус і 60-секундної обробки для сальмонел, відповідно, оптимальний час зниження сальмонел впродовж 15 с як якнайкраща умова обробки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Баль-Прилипко, Л. В. Інноваційні технології якісних та безпечних м'ясних виробів : монографія / Л. В. Баль-Прилипко ; за ред. С. Д. Мельничука. Київ : НУБіП, 2012. 207 с.
2. Віннікова, Л. Г. Технологія м'яса і м'ясних продуктів : посібник / Л. Г. Віннікова. Київ : Інкос, 2006. 600 с.
3. Галух Б.І., Драчук У.Р., Басараб І.М., Коваль Г.М. Навчальний посібник «Сучасні технології переробки птиці» для студентів спеціальності 181 «Харчові технології» ОС «Бакалавр» Львів: ЛНУВМБ імені С. З. Ґжицького, 2020. 230 с.
4. ДСТУ ISO 1442:2005. М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення вмісту води (контрольний метод) (ISO 1442:1997, IDT). Нац. стандарт України [Чинний від 2008-03-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт, 2014. 9 с.

5. ДСТУ ISO 2917:2001 М'ясо і м'ясні продукти. Визначення рН (контрольний метод) (ISO 2917:1974, IDT). Нац. стандарт України. [Чинний від 2003-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт, 2003.10 с.
6. Пешук, Л. В. Технологія переробки вторинних продуктів м'ясної галузі : підручник / Л. В. Пешук ; НУХТ. Київ : ЦУЛ, 2018. 366 с.
7. Порівняння пенетраційних властивостей фаршевих мас з м'яса птиці / Охріменко Ю. І. та ін. // Інноваційний розвиток харчової індустрії: Збірник наукових праць за матеріалами VI Міжнародної науково -практичної конференції. Київ, 20 листопада 2018 р. ІПР НААН, Київ. С. 48-50.
8. Ромашко І.С., Білик О.Я., Галух Б.І, Коваль Г.М.. Навчально-методичний посібник «Стандартизація, метрологія, сертифікація та управління якістю». Львів: ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького, 2020. 70 с.
9. Ряполова, І. О., & Теленик, Я. С. (2023). Сенсорні показники якості і безпечність розроблених комбінованих м'ясних паштетів. Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки, (3), 70-78.
10. Технологія м'яса та м'ясних продуктів: Підручник / М.М.Клименко, Л.Г.Віннікова, І.Г.Береза та ін.; За ред. М.М.Клименка. К.: Вища освіта, 2006. 640 с.
11. Технологія м'ясопродуктів із нетрадиційної м'ясної сировини : підручник / Л. В. Пешук, М. О. Янчева, О. І. Гащук, С. Г. Кириченко ; Нац. ун -т харч. технол., Харк. держ. ун-т харч. та торг. Київ : ЦУЛ, 2017. 300 с.
12. Усатенко, Н.Ф., Змієвська, Т.М., Охріменко, Ю.І., Клишова, Т.Ю., Соколова, С.Я., Бондар, С.В. & Вербицький, С.Б. (2015). Інноваційна рецептура формованих продуктів із м'яса птиці. Науково-інформаційний бюлетень завершених наукових розробок «Аграрна наука - виробництву», 2 (72), 27.
13. Цехмістренко, С. І. Біохімія м'яса та м'ясопродуктів : навч. посібник / С. І. Цехмістренко, О. С. Цехмістренко. Біла Церква, 2014. 192 с.
14. Ayari S. et al. (2016). Effects of gamma radiation, individually and in combination with bioactive agents, on microbiological and physicochemical properties of ground beef // Food control. T. 64. С. 173-180.

15. Baselet B. et al. (2019). Pathological effects of ionizing radiation: endothelial activation and dysfunction //Cellular and molecular life sciences. T. 76. C. 699-728.
16. Canto A. C. V. C. S. et al. (2019). Effect of UV-C radiation on Salmonella spp. reduction and oxidative stability of caiman (*Caiman crocodilus yacare*) meat //Journal of Food Safety. T. 39. №. 2. C. e12604.
17. Chaplot S. et al. (2019). Atmospheric cold plasma and peracetic acid-based hurdle intervention to reduce Salmonella on raw poultry meat //Journal of food protection. T. 82. №. 5. C. 878-888.
18. Cil G. I. et al. Effect of lactic acid and steam treatments on *Campylobacter jejuni* on chicken skin //Emirates Journal of Food and Agriculture. - 2019. - C. 143147.
19. Cribb D. M. et al. Risk factors for campylobacteriosis in Australia: outcomes of a 2018-2019 case-control study //BMC Infectious Diseases. 2022. T. 22. №2. 1. p. 586.
20. Eriksson D. et al. (2023). Survival of *Campylobacter jejuni* in frozen chicken meat and risks associated with handling contaminated chicken in the kitchen // Food Control. T. 145. p. 109471.
21. Havelaar A. H. et al. (2022). Burden of foodborne disease due to bacterial hazards associated with beef, dairy, poultry meat, and vegetables in Ethiopia and Burkina Faso, 2017 //Frontiers in Sustainable Food Systems. C. 521.
22. Kaavya R. et al. (2021). Emerging non-thermal technologies for decontamination of Salmonella in food //Trends in Food Science & Technology. T. 112. C.400-418.
23. McLeod, A., K. Hovde Liland, J.-E. Haugen, O. Sørheim, K. S. Myhrer, and A. L. Holck 2018 / Chicken fillets subjected to UV-C and pulsed UV light: reduction of pathogenic and spoilage bacteria, and changes in sensory quality. J. Food Safety 38:// 2018 e12421.
24. Shalginbayev D.B., Uazhanova R.U., Antipova L.V., Baibaturov T.A. (2020). Study of Sensory Characteristics of Poultry Meat Obtained with the Use of

Modern Stunning Technology // International Journal of Advanced Science and Technology. Vol. 29. No. 7. Pp. 1339-1345.

25. White A. E. et al. (2022). Foodborne illness outbreaks reported to national surveillance, United States, 2009-2018 //Emerging infectious diseases. T. 28. №. 6.

26. Zhang L. et al. (2022). Effects of bacterial-derived antimicrobial solutions on shelf- life, microbiota and sensory attributes of raw chicken legs under refrigerated storage condition // International Journal of Food Microbiology. T. 383. p. 109958.

27. Zhao Y. M. et al. (2019). Principles and recent applications of novel non-thermal processing technologies for the fish industry - A review //Critical reviews in food science and nutrition. T. 59. №. 5. C. 728-744.