

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Кафедра м'яса, риби та морепродуктів



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**
на тему **Удосконалення технології виробництва виробів зі свинини з
використанням акустичних технологій**

(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

Здобувача Тагірова Р.А
(прізвище, ініціали)

VI курсу ТМ-61 групи

Керівник Патюков С.Д. к.т.н., доцент
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: Дідух С.М. к.т.н. доцент
(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від _____ 2023 р., протокол № _____.

Завідувач(ка) кафедри МРiМП _____
(назва кафедри) (підпис) (Ім'я ПРiЗВИЩЕ)

Одеса - 2023 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет ТтаТХПіПБ

Кафедра ТМРiМ

Ступінь вищої освіти магістр

Спеціальність 181 «Харчові технології»
(шифр і назва)

Освітня програма Технології у м'ясній і рибопереробній галузі

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ТМРiМ

к.т.н., доц. Лариса АГУНОВА

“ _____ ” _____ 2023 р

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Тагірова Руслана Альбертовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології виробництва виробів зі свинини з використанням акустичних технологій

Затверджена наказом ОНТУ від “ 28 ” 09 2021 року наказ №771-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи 15.06.2023 р.

3. Вихідні дані роботи Сировина – свинина, продукція – сиров'ялені делікатеси аналог хамону серано. Технологія виробництва з використанням акустичних коливань високої частоти

4. Перелік питань, які потрібно розробити

Вступ, аналітичний огляд літератури, матеріали і методи досліджень, експериментальна частина (вивчення впливу ультразвуку на властивості сировини та готової продукції, розробка технології виробництва продукції), техніко-економічні показники, охорона праці, висновки та рекомендації, література.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): ілюстрації у форматі PowerPoint загальною кількістю не менше 20 слайдів

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Дідух Сергій Мирославович		

7. Дата видачі завдання _____ 30.09.2021 р. _____

Керівник _____ Патюков Сергій Дмитрович

Завдання прийняв до виконання _____ Тагіров Руслан Альбертович

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	10.04.22	виконано
2	Аналітичний огляд літератури	10.06.22	виконано
3	Матеріали і методи досліджень	01.10.22	виконано
4	Експериментальна частина	10.04.23	виконано
5	Технологічна схема виробництва	15.04.23	виконано
6	Техніко-економічна частина	10.05.23	виконано
7	Охорона праці	20.05.23	виконано
8	Висновки та рекомендації,	30.05.23	виконано
9	Література	13.05.22	виконано
10	Презентація	10.06.23	виконано

Здобувач _____ Тагіров Руслан Альбертович

Керівник роботи _____ Патюков Сергій Дмитрович

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач _____ Тагіров Руслан Альбертович

Зміст

Анотація	4
Вступ	5
Розділ 1. Аналітичний огляд літератури	7
1.1. Опис технології виробництва хамону серрано	7
1.2. Недоліки класичної технології	10
1.3. Поняття про акустичні методи обробки	14
1.4. Ефект кавітації у харчовій промисловості	17
1.5. Вплив кавітації на ферменти м'яса	20
1.6. Особливості застосування токоферолу	22
Розділ 2. Матеріали і методи досліджень	26
2.1. Об'єкти досліджень і їх характеристика	26
2.2. Організація експериментальних досліджень	26
2.3. Методи експериментальних досліджень.	29
Розділ 3. Експериментальна частина	40
3.1. Визначення частоти ультразвуку	40
3.2. Визначення амплітуди кавітатора	45
3.3. Визначення часу обробки	47
3.4. Розрахунок кількості токоферолу	48
3.5. Визначення рН продукту, масової частки вологи та виходу готової продукції	52
3.6. Визначення органолептичних показників	55
3.7. Визначення термінів зберігання	57
3.8. Технологічна схема виробництва за новою технологією	59
Розділ 4. Техніко-економічні показники	64
Розділ 5. Охорона праці	79
Розділ 6. Висновки та рекомендації	83
Список використаної літератури	84
Додатки	89

Анотація

Робота присвячена розробці технології сиров'ялених цільном'язових делікатесів – хамон серрано що відноситься до іспанської національної кухні.

В роботі розглядається можливість застосування сучасних способів обробки м'яса та м'ясопродуктів з ціллю інтенсифікувати технологічні процеси виробництва продукції за стародавніми технологіями. Це дозволить значно знизити собівартість продукту, зробіть технологію більш доступною для виробників та забезпечить безпеку готового продукту.

Як спосіб сучасної обробки були обрані акустичні технології, а саме – ультразвукове випромінювання. Даний вибір обґрунтований малими витратами на впровадження цієї технології. Крім того, використання ультразвуку не тільки прискорює процеси посолу та ферментації, але робить можливим використання різних частин туши.

Використання ультразвуку значно прискорює дифузійні процеси при посолі, що дозволяє використовувати меншу кількість солі порівняно з традиційною технологією. До того ж, досягається рівномірний розподіл хлориду натрію по всьому об'єму м'яса.

Використання α -токоферолу та аскорбінової кислоти дозволяє не тільки зберегти жирову тканину від окиснення у процесі посолу хамону, але й надалі забезпечує високу якість жиру.

Техніко-економічними розрахунками підтверджено високу економічну ефективність реалізації даного проекту – строк окупності інвестицій 0,7 роки.

Вступ

М'ясна промисловість стикається з постійним попитом на інноваційні технології, які можуть підвищити ефективність виробництва, якість і безпечність м'ясних продуктів. Особливо це стосується продукції, яка виробляється за старовинними технологіями. Складність забезпечення належної безпеки та якості полягає в тому, що виробники ставляться до класичних технологій як до нематеріальної цінності. До таких цінностей відноситься технологія виробництва хамону, який має багату історію.

В Іспанії хамон виробляють ще з часів маврів (VIII-XV ст.). Традиційна технологія прижилася в культурі і хамон став національним делікатесом. Незважаючи на це, багато технологічних операцій потребують модернізації. Це пов'язано з високим ризиком мікробіологічного зараження, зокрема *Clostridium botulinum*.

Сьогодні на сучасних виробництвах використовується концепція НАССР, яка спрямована на забезпечення повної безпеки харчових продуктів для здоров'я людини. У цій роботі ми адаптуємо класичну технологію виробництва хамона серрано до сучасних вимог. Акустичні технології, включаючи ультразвук і акустичну кавітацію, надають можливості для досягнення цих цілей.

Актуальність роботи

Хамон серрано — популярний делікатес, національне надбання Іспанії. Іспанський хамон експортується до багатьох країн, зокрема й в Україну. Висока ціна робить цей продукт недоступним для багатьох верств суспільства. Однак це пов'язано не з нестачею сировини, а з надзвичайно тривалим виробничим процесом. Пропонована технологія значно скорочує час виробництва хамона, за рахунок чого різко знижується його собівартість.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб..					«Удосконалення технології виробництва виробів зі свинини з використанням акустичних технологій»	Лит.	Лист	Листів
Перев..								5
Реценз								
Н. Контр.								
Затверд.								

В'ялене м'ясо містить велику кількість білка, завдяки відсутності термічної обробки зберігає вітаміни А, В та РР, містить мікроелементи (магній, залізо, фосфор, кальцій, цинк). В'ялене м'ясо більш поживне порівняно з іншими видами м'ясних продуктів за рахунок зниженої кількості вологи та високої концентрації сухих речовин. Крім того, хамон має тривалий термін зберігання, що робить його зручним для використання у далеких поїздках та походах.

Розроблена технологія прискорить процес виробництва хамону серрано, здешевить виробництво та забезпечить безпеку для споживача.

Новизна роботи полягає у застосуванні сучасних акустичних технологій щодо традиційної технології виробництва хамону серрано. Спосіб обробки м'яса для хамона ультразвуком не зустрічається в літературі і може вважатися унікальним. Впровадження сучасних методів обробки дозволить адаптувати класичну технологію до сучасного обладнання, завдяки чому покращиться якість продукції та, при цьому, збережеться етнічна унікальність хамону.

Метою науково-дослідної роботи є розробка технології виробництва сиров'яленого м'ясного делікатесу – хамона серрано шляхом модернізації традиційної іспанської технології із застосуванням сучасних методів обробки. При цьому, використання прискореної технології дозволяє позбутись мікробіологічних та органолептичних дефектів. Також передбачені кроки для покращення смакових якостей готового продукту.

Для досягнення цієї мети необхідно виконати такі **завдання**:

- Вивчити традиційну технологію виробництва хамона серрано;
- Розробити спосіб обробки м'ясної сировини ультразвуком;
- Вивчити переваги даної технології в порівнянні з аналогами;
- Вивчити вплив ультразвуку на органолептичні властивості;
- Вивчити вплив ультразвуку на терміни придатності продукту;
- Підібрати потрібні складові та режими обробки;
- Розробити рецептуру та технологію в'ялених м'ясних продуктів;
- Дослідити можливість подовження строку зберігання ліпідів м'яса.

Розділ 1. Аналітичний огляд літератури

1.1. Опис технології виробництва хамону серрано

Хамон — національні іспанський делікатес, який в основному готують зі свинячого окісту. Термін хамон серрано регулярно використовується як загальний кулінарний термін для всього в'яленого хамону, що виробляється в Іспанії, на відміну від хамону де Йорк, який готується з цільного окісту на кістки [27].

Однак найточніше він відноситься до хамону з білих та неіберійських порід свиней. Це найпоширеніший і споживаний вид хамону в Іспанії. Більшість хамону серрано виробляється з білих свиней породи ландрас або комерційних порід, таких як дюрок. Хамон серрано виготовляється з білих свиней, яких годують комбікормом.



Рис. 1.1.1 – Хамон серрано (біле копито); Рис. 1.1.2 – Хамон іберіка (чорне копито)

Процес виробництва хамону включає такі операції.

Підготовка м'яса. Окости відділяють з парних туш відразу після забою, підвішують на гаки для полегшення знекровлення та охолоджують не менше доби при температурі 0-3°C. Крижова кістка повністю видаляється, за винятком невеликої частини, яка залишається на подушечці, щоб уникнути утворення порожнистої форми. Потім ніжки без стоп відокремлюють від м'яса на 6 см нижче виступу стегна, щоб надати округлу правильну форму. Як правило, ніжки, які переробляються в хамон, важать в середньому 11-13 кг, щоб

відповідати вимогам згідно з якими в'ялений окіст після дозрівання повинен важити не менше 7 кг. Хамон, згрупований за ваговими категоріями, укладають на сталеві стелажі та витримують 24-36 годин при зниженій температурі (1-4°C) до досягнення однорідної температури. Вони не повинні відрізнятись більш ніж на 2-3 ° С між зовнішнім та внутрішнім шарами окісту.

Соління

Морська сіль середнього та великого розміру додається до чана з м'ясом відразу після знекровлення. Кількість солі, що додається, повинна повністю покривати окіст. Розкладені на стелажах стегенця поміщають холодильник першого посолу при температурі 1-4°C. Необхідно підтримувати відносну вологість повітря високому рівні (75-90%). Сіль оновлюють через 5-6 днів після видалення залишків солі. Кількість солі, що використовується на цьому етапі, зазвичай на 1% менше, ніж кількість, що використовується при першому засолуванні, і трохи додаткової солі посипається на область виступу, яка вважається більш схильною до псування. Розкладені на чистих стелажах пересолені стегенця витримують ще 3 тижні в так званій камері другого посолу при температурі 1-4°C відносної вологості 70-80%, що сприяє помірному зневодненню.



Рис. 1.1.3 – Процес посолу хамону

Після завершення цього етапу стегна опріснюють, масажують і відрізають зайве м'ясо навколо коміра. Кінці сідничної кістки також механічно обрізаються, щоб отримати більш гладку та рівну поверхню. Хоча обрізка вимагає багато часу та сил, всі виробники виконують обрізку для покращення зовнішнього вигляду і, що важливіше, для полегшення наступного сушіння.

Відпочинок

Шинку, підвішену на шпагаті навколо гомілки, тримають від 2 до 3 місяців, щоб вирівняти концентрацію солі та знизити активність води. Цю обробку зазвичай проводять у два послідовних етапи, званих першим і другим етапами відпочинку, які істотно різняться за показниками відносної вологості при температурі в одному діапазоні (1-4°C). Вологість повітря першому етапі досягає значень до 50-60%. Через 2 тижні хамон переносять у холодильну камеру, де відносна вологість повітря підвищується до 70-90% для запобігання утворенню кірки у зовнішніх шарах і, як наслідок, утворення кишень вологи всередині шинки.

Промивка та сушіння

Сіль на поверхні та сліди мікробного слизу змиваються з поверхні хамона замочуванням та чищенням щіткою вручну.

Вологі стегенця поміщають у сушильну камеру при 20°C на 12 годин, після чого температуру поступово знижують до 15°C протягом 6 днів. Вищі температури цьому етапі більше не використовуються, оскільки можуть призвести до неконтрольованої активації ферментів.

Дозрівання хамону

Тривалість дозрівання 10...12 міс. Дозрівання проводять при температурі 15...18°C відносної вологості повітря 75...65%. Через 6-7 місяців стегенця змащують пастоподібним свинячим жиром і паштетом з рисового борошна, щоб уникнути надмірного висушування нежирного м'яса. Залежно від погодних умов і складу жирного фаршу окіст, що зріє може бути схильним до зараження цвіллю і дріжджами, що більш ймовірно в невеликих приміщеннях, де немає системи кондиціонування повітря [48].

1.2. Недоліки класичної технології

Традиційна схема виробництва хамона передбачає використання цілого хамону, без розрізання на більш дрібні частини. Тому технологія включає тривале соління з великою кількістю солі. Це призводить до того, що зовнішні шари хамону більш солоні, ніж глибші шари. Нерівномірне просолювання компенсується тривалою витримкою у прісній воді, але цього часто недостатньо для вирівнювання концентрації солі у м'ясі.

Основним недоліком класичної технології є тривалий час як соління, так і ферментації та сушіння хамону. При тривалому вимочуванні в чанах зростає ризик розвитку патогенної мікрофлори, що згодом призведе до псування продукту. Ферментація, яка здійснюється протягом 12, а іноді і більше місяців, є найбільш ризикованою частиною виробництва продукту. Труднощі у стабілізації та контролі необхідних умов дозрівання (температури, швидкості руху повітря та відносної вологості) призводять до того, що вони не дотримуються повною мірою. У подальшому продукт втрачає свої якості через «закал» (при високій швидкості повітря), появи плісняви на поверхні або мікробіологічного псування (при порушенні температурно-вологісного режиму), а також появи інших ознак втрати якості.

Мікробні дефекти

Проблеми мікробного походження вже давно впливають на виробництво хамону та далеко не повністю усунуті. Початок мікробного псування легко і дешево оцінити за допомогою методу «зонд-енд-нюх», який полягає у швидкому введенні та обнюхуванні тонкої кінської кістки у вибрані ділянки в'яленої шинки, де найімовірніше розвиток сторонніх присмаків.

Більшість дефектів характерна сезонна залежність, у холодні місяці переважає псування глибоких м'язів окісту, а влітку - поверхневих ділянок. Загалом поява неприємних запахів систематично знижувалось протягом останніх десятиліть з двох причин: мікробіологічні дослідження виявили межі та значення NaCl для пригнічення бактерій, що викликають псування. А також з початку 1970-х років більшість заводів були оснащені охолоджувачами для

забезпечення виробництва протягом усього року. Температурний контроль призвів до більш ефективного запобігання внутрішньому псуванню окісту, тоді як в іншому випадку м'ясо зберігалось при неконтрольованих температурах навколишнього середовища, коли їх активність води була ще занадто висока, щоб запобігти псуванню [7].

На відміну від глибокого псування, температурне кондиціонування мало вплинуло на поверхневі запахи. Натомість для їх запобігання було потрібне інтенсивне холодне сушіння в ранній фазі відпочинку, що було досягнуто деякими виробниками тільки з середини 1980-х років, що призвело до пізнішого зменшення поверхневих запахів. В даний час збереження поверхневих дефектів у літній час вказує на те, що буде потрібно скоріше зниження активності води, щоб впоратися з сильнішою контамінацією свіжого м'яса, що характерно для спекотного сезону. На пізніх стадіях дозрівання запах фенолу чи картоплі іноді може впливати на нежирову тканину біля крижів. На відміну від інших поверхневих дефектів, цей неприємний присмак був пов'язаний з певними типами цвілі або бактеріями, що ростуть усередині крижів і надають неприємний присмак або присмак навколишньому м'ясу, залежно від штамів.

Під час тривалого зберігання м'яса, яке перевищує пів року, існує дуже висока вірогідність того, що м'ясо буде інфіковано патогенною пліснявою, яка виробляє дуже небезпечні для людини мікотоксини. Серед яких: мікотоксин B1, B2, G1, G2 та багато інших. Усього біля 80 різних видів плісняви продукує більше ніж 100 різних мікотоксинів, які здатні викликати не тільки харчові отруєння, але й уражати мозок людини, печінку, нирки, інші органи та системи. Мікотоксини володіють мутагенною та канцерогенною активністю. Тобто здатні викликати мутацію клітин, викликати дефекти ембріона, спричиняти рак. Чим більший короткий виробничий цикл, тим менше вірогідність розвитку небажаної мікрофлори. Тому запропонована технологія з використанням ультразвуку дозволяє отримати не тільки значний економічний ефект, але й набагато більш здоровий продукт.

Звичайні виробничі зразки хамону з звичайної роздрібної торгівлі наведені на наступних фото.



Рис. 1.2.1 – В'ялена свинина уражена пліснявою (ймовірно *Aspergillus niger*, *Aspergillus ustus*)



Рис. 1.2.2 – В'ялена свинина уражена пліснявою

У країнах південної Європи 93% усіх випадків ботулізму викликає сиров'ялена свинина. Причиною є те що *Clostridium botulinum* є звичайним мешканцем кишечника свиней. Для того щоб запобігти його розвитку, потрібно використовувати комбінацію двох факторів: нітрит натрію у бактеріостатичній концентрації, а також низьку температуру (на перших етапах соління температура не повинна перевищувати +4°C; на подальших етапах – не вище

+12...+16°C). Традиційна технологія не передбачає використання нітриту натрію. А під час тривалої ферментації дуже важко забезпечити безпечні режими. Тому запропонована технологія дозволяє підвищити безпечність хамону не тільки по відношенню до мікроскопічних грибів, але й по відношенню до *Clostridium botulinum*.

В процесі обробки рідини ультразвуком в ній виробляється перекис водню, який згубно діє на мікрофлору. Крім перикису водню на мікрофлору впливають також інші чинники, які виникають під дією кавітації: ударні хвилі, електромагнітне випромінювання, ультрафіолетове випромінювання, та інші.

Органолептичні дефекти

Колір

Як правило, приймається стійке однорідне червоне забарвлення м'язової тканини. Потьмяніння кольору через невеликі коричневі плями на пісній поверхні — досить часто явище і основна причина браку.

Погана колірна оцінка також пов'язана з широкими коричневими відтінками або швидким знебарвленням, яке іноді впливає на поверхню свіжозрізаного хамону.

Як правило, вищезгадані дефекти не є наслідком мікробіологічного псування, що підтверджується мікробними посівами, які зазвичай виявляються в знебарвлених стегенцях. Швидше за все, оглушення свиней електричним струмом і меншою мірою чадним газом є першопричиною появи невеликих плям бурої крові, що поширюються в м'язах ніг, зокрема, в м'язах окісту. Також відразу після розрізу з'являється коричнево-сіре знебарвлення. Встановленою причиною останнього є аномальний розпад білка, спричинений ендогенними м'язовими ферментами. Вважається, що неконтрольоване розщеплення білка порушує цілісність міоглобіну, що має першорядне значення у м'ясному продукті, що не містить нітратів, такому як пармський хамон.

Білі кристали

Основним недоліком пакувальників для хамону є утворення на поверхні зрізу білих кристалів у вигляді порошкоподібної плівки або крейди внаслідок

осадження нерозчинних пептидів та вільних амінокислот (переважно тирозину). Цілковито біохімічне, немікробне явище, кристали тирозину (як їх часто називають виробники) пов'язані з протеолітичною активністю ендogenous ферментів, в основному катепсину.

Процес сильно активується високими температурами сушіння та посилюється при обробці з низьким вмістом солі.

Текстура

Аномальна м'якість може вплинути як на поверхню м'яса, так і на внутрішні м'язи, погіршення здатності нарізатися та погіршення смакових якостей витриманої шинки. Розм'якшення поверхні є результатом неправильного нанесення жирного фаршу, де рання обробка або занадто щільне покриття може призвести до затримки вологи зовнішнім шаром м'яса. М'якість внутрішніх м'язів, що частіше зустрічається у важких окістів або окістів, що містять мало солі, через неповне вирівнювання рівня води або обмежене набування волокон.

Рідше аномальна м'якість виникає через втрату скелетних властивостей м'язових пучків внаслідок неконтрольованого розпаду білка. Було показано, що погана текстура, пов'язана з протеолізом, залежить від того механізму, який описаний для осадження білих кристалів.

Шинка з дефектною текстурою набагато схильніша до утворення кристалів тирозину або знебарвлення білої плівки [27, 7].

1.3. Поняття про акустичні методи обробки

В останні роки ультразвук (УЗ) у харчовій промисловості став предметом досліджень та розробок. Великий інтерес до ультразвуку обумовлений тим, що промисловість може бути забезпечена практичним та надійним ультразвуковим обладнанням. В даний час його поява як зелена нова технологія також привернула увагу до його ролі в забезпеченні стійкості навколишнього середовища [3].

У технології виробництва м'яса використовується низка способів обробки сировини та доведення його до кулінарної готовності. Основні з них – термічна

обробка, мікрохвильове випромінювання, механічна обробка в масажерах, вакуумування, ферментація та ін. Один із нетривіальних способів обробки м'яса – звуковий. Для досягнення різних цілей у техніці може використовуватися як ультразвук – від 20 кГц до 1 ГГц, так і інфразвук – до 20 Гц [12].

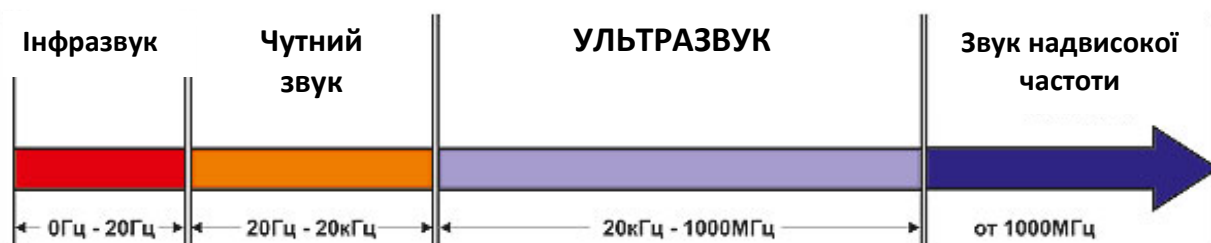


Рис. 1.3.1 – Звукові частоти

Основною перевагою використання ультразвукової енергії у харчовій промисловості є прискорення безлічі технологічних операцій.

За допомогою ультразвуку можна значно інтенсифікувати дифузійні процеси. На певних частотах проявляється ефект кавітації. Це дозволяє прискорити розчинення солей у розчині, прискорити масоперенос. Наприклад, при засолюванні м'яса ультразвук значно прискорює процес проникнення солі [8]. Доцільно використовувати комбінацію ультразвуку, масажера та вакууму при засолюванні м'яса в розсолі для досягнення максимального результату в найкоротші терміни.

Переваги використання ультразвуку для обробки харчових продуктів включають більш ефективне перемішування і мікроперемішування, більш швидко передачу енергії і маси, зниження температурних і концентраційних градієнтів, зменшення кількості обладнання, збільшення продуктивності та виключення деяких технологічних операцій [14].

З допомогою ультразвуку помітно прискорюється процес сушіння м'ясних виробів. Під впливом ультразвуку підвищується проникність клітинних мембран, що полегшує процес вилучення вологи. Використання ультразвуку дозволяє проводити процес сушіння з тією ж швидкістю за більш низької температури [16].

Маринування використовуються для різних овочів і м'ясних продуктів. Більшість сучасних процесів засолювання або соління-ферментації мають три основні недоліки: при засолюванні потрібен дуже високий вміст хлориду натрію, що може вимагати процесу знесолювання перед відправкою в продаж; існує потенційна відсутність контролю за ферментацією через виникнення природного зовнішнього вторгнення «дикої» ферментації; і процес витримки в розсолі може призвести до ферментативної зміни текстури та структурних ушкоджень [21].

Всі ці три побічні ефекти завдають шкоди швидкому та ефективному збереженню продуктів харчування, тому альтернативні технології становлять інтерес для виробників продуктів харчування. Ультразвук дозволяє значно скоротити час маринування продуктів. Він також забезпечує спосіб виробництва маринаду з низьким вмістом натрію хлориду в порівнянні з маринадом, представленим в даний час на ринку.

Звичайна термічна пастеризація та стерилізація є найпоширенішими методами, які використовуються в даний час для інактивації мікроорганізмів та ферментів у харчових продуктах. Інтенсивність обробки, час і температура процесу також пропорційні величині втрат поживних речовин, розвитку небажаних присмаків та погіршення функціональних властивостей харчових продуктів. Ультразвук забезпечує метод покращення таких процесів за рахунок ефектів кавітації [24]. Використання ультразвуку в пастеризації, як і раніше, представляє великий інтерес для харчової промисловості. Він виявився ефективним для знищення *E. coli*, *Pseudomonas fluorescens* та *Listeria monocytogenes* без шкідливого впливу на загальний білок [5]. Механізм знищення мікробів в основному пов'язаний з витонченням клітинних мембран, локальним нагріванням та утворенням вільних радикалів [25]. Дослідження ефективності ультразвуку також показали інактивацію ферментів, таких як пектинметилестераза, поліфенолоксидази та пероксидази, що впливають на якість продукції. У поєднанні з теплом ультразвук може прискорити швидкість стерилізації харчових продуктів, зменшуючи тривалість і інтенсивність

термічної обробки, а також пов'язані з цим пошкодження [28]. Переваги ультразвукової пастеризації в порівнянні з тепловою пастеризацією включають мінімізацію втрати смаку, більшу однорідність обробки та значну економію енергії.

Однак необхідно розраховувати інтенсивність обробки та частоту звуку, оскільки ультразвукові хвилі можуть викликати коагуляцію білків, що небажано при проведенні деяких технологічних операцій. Крім того, ультразвукова обробка викликає інактивацію ферментів, що може вплинути на процес ферментації м'ясних виробів.

Встановлено, що ультразвук здатний впливати на текстуру м'яса. Є дані про те, що УЗ викликає пошкодження перимісальної сполучної тканини, що призводить до покращення текстури м'яса. Також, стерилізація м'яса за допомогою тепла та ультразвуку призводить до розм'якшення тканин [29].

Використання інфразвуку частотою близько 200 Гц може застосовуватися для розм'якшення низькосортного м'яса з високим вмістом сухожиль та сполучної тканини. Інфразвук м'яко впливає на тканини та не здатний зруйнувати клітинну структуру [31]. Застосування інфразвукової обробки разом із ферментними препаратами дозволяє значно поліпшити органолептичні властивості готового м'ясного продукту.

Використання поєднання акустичних методів обробки з традиційними дозволяє не лише прискорити технологічні процеси, а й значно покращити якість та смакові властивості готової продукції.

Застосування інфра- та ультразвукової обробки дозволяє значно скоротити тривалість технологічних процесів, знизити енерговитрати та підвищити продуктивність [32]. При цьому, щоб вплив був адресним, необхідно ретельно вивчити вплив виду обробки складові компоненти речовини і на кінцеві властивості готового продукту.

1.4. Ефект кавітації у харчовій промисловості

Кавітація використовується в різних галузях науки та промисловості. Це явище використовується в медицині, металургії, хімічній та нафтогазовій

промисловості. Завдяки своїм властивостям її широко використовують у харчовій промисловості [2]. Доступність, ефективність та простота обладнання дозволила поширити використання кавітації у безліч процесів виробництва харчових продуктів. Такими операціями є: емульгування, сепарація, екстракція, посол та маринування, пастеризація та стерилізація тощо [4]. Більш глибоке вивчення механізму кавітації дозволить знайти нові шляхи застосування цього ефекту.

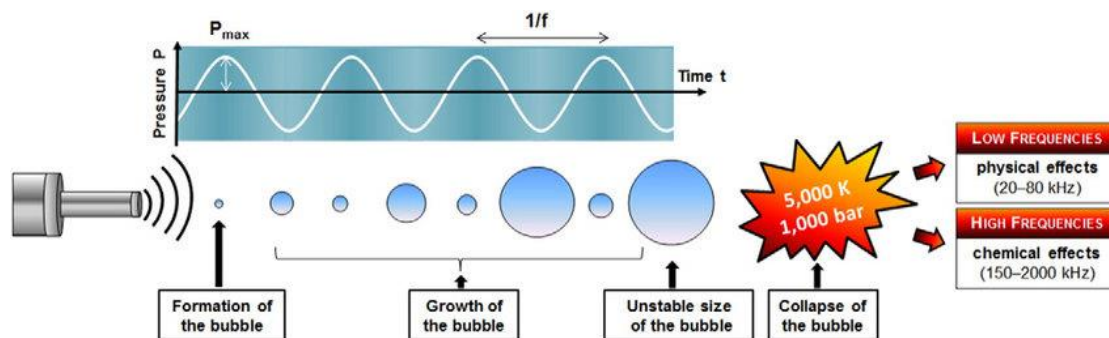


Рис. 1.4.1 – Механізм утворення кавітації

Кавітація визначається як комбіноване явище утворення, зростання та подальшого схлопування мікропухирців або порожнин, що відбувається протягом надзвичайно короткого інтервалу часу (мілісекунди) з виділенням великих величин енергії в місці трансформації [11]. Дуже високі щільності енергії (енергія, що виділяється на одиницю об'єму) виходять локально, що призводить до високих тисків (в діапазоні 100-5000 бар) та температур (в діапазоні 1000-10 000 К). Кавітація також призводить до утворення високореакційноздатних вільних радикалів, збільшення площі поверхні твердих каталізаторів та підвищення швидкості масопереносу через турбулентність, що виникає в результаті циркуляції рідини [17].

Кавітація зазвичай поділяється на чотири типи залежно від способу генерації, а саме. акустична, гідродинамічна, оптична чи корпускулярна кавітація. Серед них акустична кавітація (АК) та гідродинамічна кавітація (ГК) зазвичай застосовуються в харчовій промисловості через простоту експлуатації та можливість досягнення бажаних властивостей харчового продукту [19]. Акустична кавітація, що зазвичай створюється ультразвуком, ефективно

використовується в харчовій промисловості для різних хімічних (наприклад, полімеризації, стерилізації тощо) і фізичних (наприклад, емульгування, руйнування клітин, гомогенізації тощо) процесів [22].

Гідродинамічна кавітація успішно використовується в різних цілях, включаючи руйнування мікробних клітин, очищення стічних вод, попереднє оброблення біомаси, а також у виробництві біодизеля. ГК підвищує ефективність сушіння під час безнакипного нагріву, розпилювального сушіння та емульгування [35]. Інші сфери застосування ГК включають мікробну стерилізацію, вивільнення внутрішньоклітинних ферментів і радикалів.

Одним із прикладів використання акустичної кавітації є покращення екстракції біологічно активних речовин із рослинної сировини. Коливання, спричинені акустичною кавітацією, можуть зруйнувати клітинні стінки та звільнити біологічно активні речовини, що може збільшити їх вилучення з рослинної сировини [2]. Це може бути особливо корисним при виробництві функціональних продуктів, таких як напої, біодобавки і т.д.

Акустична кавітація може бути використана для обробки рідких продуктів, таких як молоко, соки, пиво і т.д. Вона покращує якість продукту, збільшує термін його зберігання та покращує смак та текстуру. Також, акустична кавітація використовується для зменшення розміру частинок у рідинах, що покращує стабільність та смак продукту [11].

На додаток до цього, акустична кавітація може використовуватися для обробки та знищення мікроорганізмів, таких як бактерії та віруси, що знижує рівень мікробного забруднення у харчових продуктах [19].

Гідродинамічна та акустична кавітація відрізняється механізмом утворення порожнин.

Гідродинамічна кавітація виникає в результаті зміни тиску в рідині, викликаного прискоренням руху рідини у вузьких каналах або на поверхні тіл, що обтікають. При гідродинамічній кавітації у рідині утворюються бульбашки газу, що вибухають, створюючи потужні імпульси [30].

Акустична кавітація відбувається під впливом ультразвукових хвиль, які створюють коливання рідини, що призводять до утворення та колапсу бульбашок газу всередині рідини. При колапсі бульбашок виникає потужний імпульс із вивільненням великої кількості енергії [3, 25].

У цьому проекті було надано перевагу акустичної кавітації. Це обґрунтовується тим, що для отримання цього типу кавітації потрібне простіше обладнання, яке не потребує частого обслуговування. Ультразвукові випромінювачі можуть бути встановлені практично будь-яку ємність. Вони легко замінюються та керовані.

1.5. Вплив кавітації на ферменти м'яса

Руйнування ферментів під впливом кавітації може відбуватися через кілька механізмів. Один з них пов'язаний з фізичними ефектами кавітації, такими як механічні сили, що створюються під час вибуху бульбашок, і хвилі ударної хвилі, що поширюються навколо бульбашок [31].

Ці сили та хвилі можуть призвести до деформації та розриву молекул ферментів, що призводить до їх інактивації чи зниження активності. Крім того, підвищена температура і тиск, що утворюються при вибуху бульбашок, також можуть завдавати шкоди ферментам, оскільки вони можуть бути чутливими до екстремальних умов [3].

Однак ступінь впливу кавітації на ферменти може залежати від різних факторів, таких як конкретні умови кавітації (інтенсивність, тривалість), характеристики ферментів (стабільність, чутливість до фізичної дії) та склад м'яса [32].

Також слід зазначити, деякі дослідження вказують на можливі позитивні ефекти кавітації на ферменти. Наприклад, кавітаційна обробка може сприяти активації деяких ферментів або підвищенню активності шляхом руйнування бар'єрів, які можуть перешкоджати їх дії [35].

Кавітація впливає протеази, ферменти, відповідальні руйнування білків у м'ясі. Вплив кавітації на протеази може бути двостороннім і залежить від

кількох факторів, включаючи інтенсивність кавітації, час обробки та особливості протеаз [32].

З одного боку, кавітація може призводити до інактивації протеаз та зниження їх активності. При високій інтенсивності кавітації та тривалому впливі можуть відбуватися фізичне руйнування протеаз та їх денатурація. Це може призвести до втрати їхньої каталітичної активності та здатності руйнувати білкові структури в м'ясі [21].

З іншого боку, деякі дослідження вказують на позитивні кавітаційні ефекти на протеази. Короткочасні та помірні дії кавітації можуть стимулювати активність протеаз та посилити їх ефект у руйнуванні білкових зв'язків. Це може призвести до покращення м'якості та текстури м'яса [14, 3].

Кавітація впливає на ліпази, які є ферментами, відповідальними за гідроліз жирів у м'ясі. Як і у випадку з протеазами, вплив кавітації на ліпази залежить від кількох факторів.

Кавітація може призводити до активації ліпазу та підвищення їх активності. Помірні ударні хвилі, що створюються при кавітації, можуть стимулювати ферментативну активність ліпазу та сприяти їх більш ефективній гідролізу жирів. Це може призвести до більш інтенсивного розщеплення жирів на гліцерин та жирні кислоти у м'ясі [11].

Однак, при високій інтенсивності та тривалій експозиції кавітації може відбуватися інактивація ліпазу. В результаті ліпази можуть втратити свою каталітичну активність і здатність гідролізувати жири.

Різна інтенсивність кавітації руйнує чи активує амінотрансферази, ферменти, відповідальні за перенесення аміногрупи між амінокислотами у м'ясі.

Інтенсивна кавітація може призводити до фізичного руйнування амінотрансфераз та їх денатурації, що може призвести до зниження їхньої активності. При цьому можлива втрата каталітичної здатності амінотрансфераз у перенесенні аміногруп між амінокислотами в м'ясі [19].

З іншого боку, деякі дослідження показують, що помірна кавітація може стимулювати активність амінотрансфераз та посилити їхній ефект в утворенні ароматичних сполук у м'ясі. Короткочасний та помірний вплив кавітації може активувати ферменти та сприяти їх каталітичній активності [21].

Виходячи з вищесказаного, необхідно взяти до уваги важливість правильного розрахунку потужності та тривалості кавітації для досягнення необхідних результатів.

1.6. Особливості застосування токоферолу

Оскільки при виробництві в'яленої продукції ферменти відіграють важливу роль в отриманні якісного продукту, наше завдання використовувати ультразвукову енергію з метою активації м'яса. Так як активність буде збільшуватися і у ліпазу, необхідно передбачити спосіб збереження жиру від розкладання ферментами та окислення.

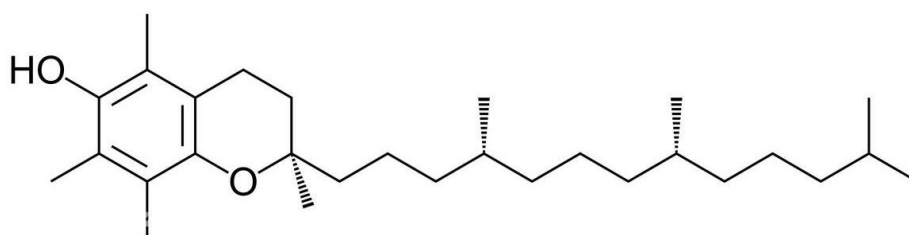


Рис. 1.6.1 – Молекула токоферолу

Для цього доцільне використання токоферолу. Токоферолі мають біологічну активність і називаються вітаміном Е. Вітамін Е - антиоксидант, він запобігає окисленню ненасичених ліпідів і тим самим захищає біологічні мембрани від руйнування [20]. Завдяки цьому вітамін Е широко застосовується як харчова добавка.

Є дані про те, що токоферол руйнується під впливом ультразвуку [15]. Пюре авокадо (джерело вітаміну Е) піддавали ультразвуковому випромінюванню при різних потужностях і за температури 25 і 40°C [6].

Не спостерігалось значного розкладання токоферолу, коли пюре з авокадо зазнавало впливу ультразвуку у ванні (ванни 150 та 170 Вт; ванни 25 та 40 кГц) в умовах навколишнього середовища. Значна деградація спостерігалася

за потужності від 1000 до 5000 Вт/л. Зниження вмісту токоферолу на 79% спостерігалось за потужності 5000 Вт/л на ранніх стадіях обробки (між 5 і 15 хв). Зниження рівня токоферолу може бути пов'язане з його функцією антиоксиданту та регулятором концентрації H_2O_2 у клітинах. Концентрація H_2O_2 підвищується за допомогою ультразвуку. Початкове зниження вмісту токоферолу могло бути викликане прямою реакцією з H_2O_2 і похідним від неї синглетним киснем, а також непрямими реакціями [1].

Збільшення вмісту токоферолу через 10–15 хв ультразвукової обробки може бути пов'язане з регенерацією токоферолу аскорбіною кислотою. Токоферол має більш високий окисно-відновний потенціал, ніж аскорбінова кислота, і відбиратиме електрони від аскорбінової кислоти, щоб регенерувати себе [23]. Рівні токоферолу були аналогічні до вихідного вмісту токоферолу після 30 хв обробки ультразвуком. Аналогічні тенденції спостерігалися і дослідів, проведених при 40°C. Однак утримання вітаміну Е було вищим, ніж при температурі 25°C [36], що може бути результатом зменшення кавітації і меншого утворення перекису водню, що спостерігається під час застосування ультразвуку при вищих температурах.

Взаємодія токоферолу з аскорбіною кислотою та нітритом натрію

У м'ясних продуктах аскорбат натрію забезпечує стійкий та рівномірний посол, стабілізує забарвлення, дозволяє зменшити дозування нітриту натрію та знизити залишковий вміст його у готовому продукті [39].

Механізм дії аскорбату натрію заснований на тому, що в процесі витримки м'яса в посоле внесений нітрит натрію взаємодіє з білками м'яса, утворюючи нітрозоміоглобін і нітрозогемоглобін яскраво-червоного кольору, і м'ясо в процесі теплової обробки не втрачає природного забарвлення [40]. Нітрозоміоглобін у зв'язку з окисненням може переходити в метміоглобін, що має сірий колір. Додавання аскорбату натрію (аскорбінової кислоти) при посоле, значною мірою, захищає від окислення, завдяки цьому м'ясні вироби після посолу та термообробки зберігають яскравий колір [46].

У 1970 році було виявлено, що аскорбінова кислота (вітамін С), антиоксидант, пригнічує утворення нітрозамінів. Крім того, включення α -токоферолу (вітамін Е) пригнічує вироблення нітрозамінів. α -токоферол, аскорбінова кислота та ериторбінова кислота інгібують вироблення нітрозамінів завдяки своїм окисно-відновним властивостям [1].

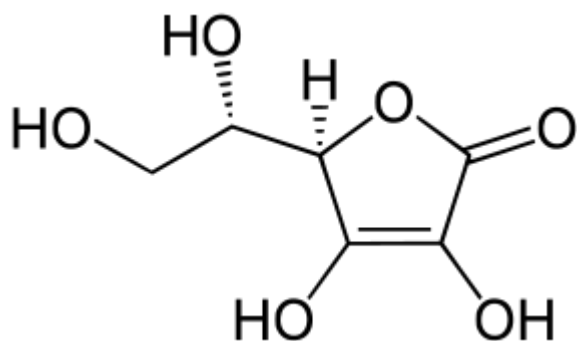


Рис. 1.6.2 – Молекула аскорбінової кислоти

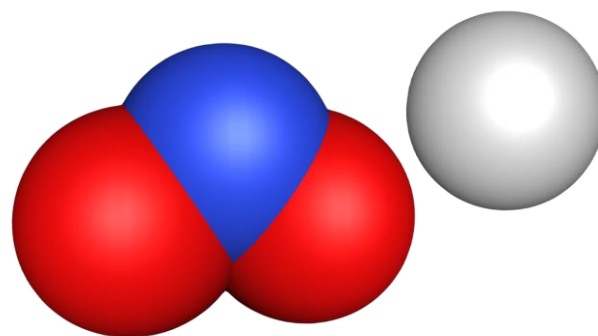


Рис. 1.6.3 – Молекула нітриту натрію

Аскорбінова кислота при окисленні утворює дегідроаскорбінову кислоту, яка у присутності нітрозонію, потужного нітрозуючого агента, що утворюється з нітриту натрію, відновлює нітрозоній до оксиду азоту [46]. Слід мати на увазі, що вільна аскорбінова кислота бурхливо реагує з нітритом натрію, тому їх не можна вводити одночасно.

Оскільки кількість токоферолу, що додається, залежить від потужності ультразвуку, температури, наявності інших антиоксидантів, необхідно провести дослідження, спрямовані на встановлення оптимальних режимів обробки і кількості токоферолу, що вводиться.

При окисненні ліпідів утворюються їх гідропероксида. Для їх знешкодження у клітинах живих організмів, включаючи клітини тварин, існує спеціальний ферментативний антиоксидантний захист на основі глутатіонпероксидази, проте для активації цієї системи необхідна присутність значних доз токоферолу та аскорбінової кислоти, які при їх спільній присутності сприяють включенню селену до складу активного центру глутатіонпероксидази, при цьому глутатіонпероксидаза знешкоджує гідропероксида ліпідів.

Враховуючи, що свинина містить високу кількість селену, додавати його в продукт не є необхідним, проте розкрити антиоксидантний потенціал селену може добавка вітаміну Е і С.

Вітамін Е є універсальним протектором як ліпідів, так і клітинних мембран від ушкодження перекисами, особливо з урахуванням високої схильності ненасичених ліпідів свинячого жиру до окислення.

Антиоксидантні властивості токоферолу зумовлені також іншими механізмами. Гідроксил ядра молекули токоферолу може безпосередньо взаємодіяти з вільними радикалами кисню (O_2 , HO , HO_2), вільними радикалами ненасичених жирних кислот (RO , RO_2) і перекисами жирних кислот. Мембраностабілізуюча дія вітаміну проявляється і в його властивості захищати від окислення сульфгідрильні групи мембранних білків. Його антиоксидантна дія полягає також у здатності захищати від окислення подвійні зв'язки в молекулах каротину та вітаміну А. Вітамін Е також контролює біосинтез убіхінону – головного антиоксиданту мітохондрій.

Окислена форма вітаміну може реагувати з донорами водню (наприклад, з аскорбіновою кислотою) і в такий спосіб знову перетворюється на відновлену форму.

Оскільки окислені форми в організмі відновлюються, їх зазвичай не знаходять у тваринних чи рослинних клітинах і тканинах.

Розділ 2. Матеріали і методи досліджень

2.1 Об'єкти досліджень і їх характеристика

В роботі, як об'єкт досліджень, використовували, свинину нежирну і напівжирну (ДСТУ 4590:2006), сіль кухонну (ДСТУ 3583-97), цукор білий (ДСТУ 4623:2006), нітрит натрію та токоферол відповідно до нормативних документів. Як джерело ультразвукової енергії використовувався акустичний стенд АМ-4 з можливістю регулювання частоти від 4 Гц до 40 000 Гц



Рис. 2.1.1 – Акустичний стенд АМ-4
(ауд. Д-119, каф. ТМРiМ)

Для проведення мікробіологічних

досліджень використовувались: мікроскоп, термостат, чаші Петрі, піпетки, пробірки згідно з нормативними документами. Як поживну середу для посіву використовували агар та м'ясо-пептонний бульон.

Ваги, що забезпечують зважування до 100 г з похибкою не більше 0,001 г.

2.2. Організація

експериментальних досліджень.

У даній роботі досліджувалася можливість:

- використання акустичних технологій при виробництві сирю в'ялених м'ясних виробів;
- застосування токоферолу для попередження псування жиру при використанні ультразвуку.

На перших етапах розроблялася технологія виробництва сирю в'ялених м'ясних делікатесів - хамон серрано з оптимальною потужністю ультразвуку, температурою та часом впливу. Для цього були перевірені режими обробки:

частота від 20 до 40 кГц, потужність від 60 до 200 Вт, температура від +4 до +15°C.

На других етапах досліджувався вплив токоферолу на зниження швидкості окислення жирів та дія ультразвуку на токоферол. Для цього у суміш для посолу вводили δ -токоферол у кількості 300-800 мг/кг м'ясної сировини.

Після цього в лабораторних умовах були отримані зразки продуктів. В отриманих зразках визначали функціонально - технологічні, фізико - хімічні, органолептичні властивості, хімічний склад готового продукту та строк його придатності.

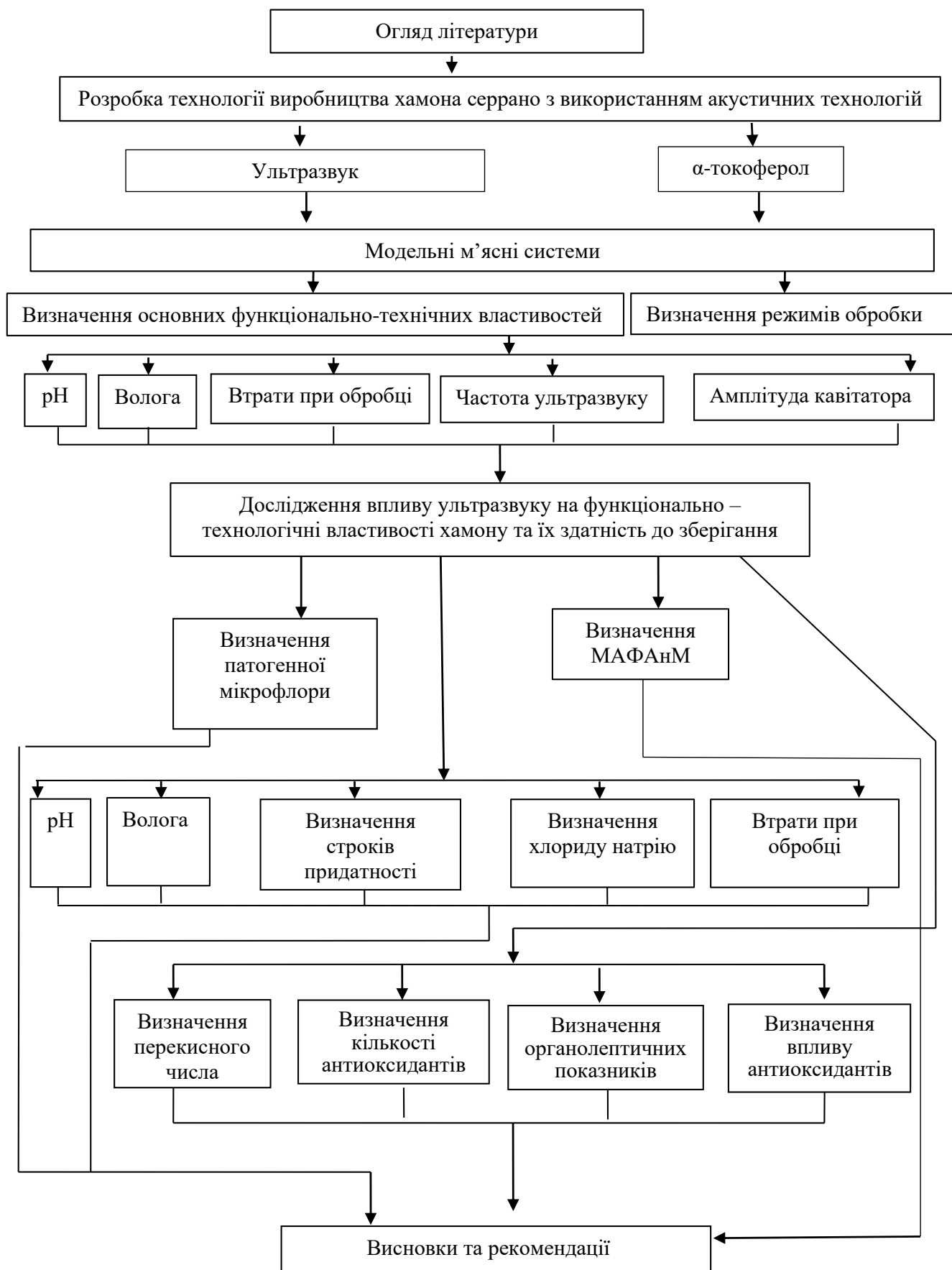


Рис. 2.2.1 - Схема проведення досліджень

2.3. Методи експериментальних досліджень.

Досліджувані показники і методика їх визначення:

- вміст вологи;
- визначення рН;
- визначення хлористого натрію;
- визначення масової частки жиру методом екстрагування;
- визначення перекісного числа;
- визначення виходу продукту;
- визначення мікробіологічних показників;
- визначення перетравності виробів;
- визначення органолептичних властивостей готового продукту.

Масову частку вологи визначали методом висушування до постійної маси. Подрібнену наважку м'яса близько 3 г поміщають в попередньо висушену до постійної маси бюксу з піском і скляною паличкою і зважують на технічних, а потім на аналітичних вагах з точністю до 0,0002 г, кладуть в сушильну шафу з температурою 150 ° С на 1 годину. Після висушування бюксу з навішуванням нещільно закрити кришкою і охолодити в ексікаторі протягом 40 хв, потім щільно закрити кришку і зважити. Зміст масової частки вологи розраховують за формулою, %:

$$X = (a - б) * 100 / B \quad (2.3.1)$$

де а і б - маса бюкси з навішуванням відповідно до і після висушування, г;
В - маса навішення продукту, м

Визначення хлористого натрію. Метод Мору

Метод заснований на титруванні іону хлору, виділеного з м'яса, м'ясних та м'ясосодержащих продуктів. іоном срібла в нейтральному середовищі в присутності калію хромово-кислого як індикатор.

Приготування реактивів

Приготування розчину азотнокислого срібла молярної концентрації
 $c(\text{AgNO}_3) 0,05 \text{ моль/дм}^3$

Приготування розчину срібла азотнокислого молярної концентрації $c(\text{AgNO}_3) = 0.05$ моль/дм³.

Приготування розчину калію хлористого молярної концентрації $c(\text{KCl})$ в 0.05 моль/дм³

Розчиняють $3,727$ г хлористого калію в склянці місткістю 100 см³ в $40-50$ см³ дистильованої води і кількісно переносять у мірну колбу місткістю 1000 см³. Доводять об'єм до мітки дистильованою водою та перемішують. Розчин зберігають за нормальної температури 18 °С — 20 °С трохи більше 1 міс.

Приготування розчину хромово-кислого калію в 100 г/дм³

Розчиняють 10 г хромово-кислого калію в склянці місткістю 100 см³ $40-50$ см³ дистильованої води і кількісно переносять у мірну колбу місткістю 100 см³. Доводять об'єм до мітки дистильованою водою та перемішують. Розчин зберігають при температурі 18 °С - 20 °С не понад року.

Визначення коефіцієнта поправки до розчину срібла азотнокислого молярної концентрації $c(\text{AgNO}_3) * 0.05$ моль/дм³

10 см³ розчину хлористого калію вносять у склянку місткістю 100 см³ або 150 см³, додають 0.5 см³ розчину хромово-кислого калію і титрують розчином срібла азотнокислого до появи жовто-жовтогарячого фарбування.

Коефіцієнт виправлення (К) розраховують за формулою

де V - обсяг розчину хлористого калію, взятий для титрування, см³:

V_2 - обсяг розчину азотнокислого срібла, що пішов на титрування, см³.

Коефіцієнт виправлення розраховують з точністю до четвертого десяткового знака.

Проведення аналізу

5 г підготовленої аналізованої проби зважують із записом результату зважування до другого десяткового знака.

Додають 100 см³ дистильованої води та нагрівають на водяній бані до температури 40 °С і витримують при цій температурі 45 хв.

Охолоджують до температури 20 °, фільтрують через паперовий фільтр.

5-10 см³ фільтрату вносять у склянку місткістю 150 см³, додають 0.5 см³ розчину хромово-кислого калію і титрують розчином срібла азотнокислого до появи помаранчевого забарвлення.

Обробка результатів

Масову частку хлористого натрію X.%. обчислюють за формулою
 $0.00292 \cdot K \cdot V - 100 - 100$

де 0.00292 - кількість хлористого натрію, еквівалентне 1 см³ 0.05 моль/дм³ розчину азотнокислого срібла, г/см³:

K - коефіцієнт поправки до титру 0,05 моль/дм³ розчину азотнокислого срібла:

V - об'єм 0.05 моль/дм³ розчину азотнокислого срібла, витрачений на титрування аналізованої проби, см³;

100 - обсяг, до якого розбавлена аналізована проба, см³;

100 - коефіцієнт перерахунку у відсотки;

Ц - обсяг фільтрату, взятий для титрування, см³;

t - маса аналізованої проби, г.

Обчислення проводять до другого десяткового знаку.

За остаточний результат приймають середньоарифметичне значення двох паралельних вимірів. округлене до першого десяткового знаку, якщо задовольняються умови повторюваності (збіжності).

Визначення масової частки жиру. Метод заснований на екстрагуванні жиру з продуктів органічними розчинниками при постійному струшуванні з подальшим висушуванням екстракту в бюксе до постійної маси.

Наважку м'яса або субпродуктів масою 1,5 г вносять в колбу і додають 15 мл хлороформу. Потім колбу поміщають на майданчик лабораторного Струшувач "ТІ" і проводять екстракцію протягом 1 ч. Отриману приспати витяжку фільтрують через паперовий фільтр, відбирають 5 мл фільтрату і переносять у зважену бюксу. Бюксу поміщають в сушильну шафу і висушують при 100 ° С близько 1 ч до постійної маси. Після охолодження в ексикаторі бюксу зважують на аналітичних вагах.

Масову частку жиру (X) розраховують за формулою, %:

$$X = (M1 - M2) * V1 / M3 * V2 * 100 \quad (2.3.2)$$

Де M1, M2, і M3 - маса відповідно бюкси з жиром, порожній бюкси і навішування, г;

V1, V2 - обсяг відповідно хлороформу і фільтрату, мл.

Визначення перекісного числа. Метод визначення заснований на окисленні йодисто-водневої кислоти перекису, що містяться в жирі. Йод, що виділився, титрують тиосульфатом натрію. Величина перекісного числа характеризує ступінь окислювального псування жиру. Наважку жиру (близько 1 г), зважену в конічній колбі з притертою пробкою з точністю до 0,002 г, розплавляють на водяній бані. По стінці, змиваючи сліди жиру, вливають з циліндра 10 мл хлороформу, потім 10 мл крижаної оцтової кислоти і 0,5 мл свіжоприготованого розчину йодистого калію, закривають колбу пробкою і ставлять в темне місце. Точно через 3 хв в колбу додають 100 мл дистильованої води, 1 мл 1% -го розчину крохмалю і титрують суміш 0,01н розчином тиосульфату натрію до зникнення синього забарвлення.

Перекисне число жиру (X) визначають за формулою, %:

$$X = (Y - Y_1) * K * 0,00127 * 100 / a \quad (2.3.7)$$

де Y - кількість 0,01 н розчину тиосульфату натрію, витраченого при титруванні дослідного розчину, мл;

Y₁ - кількість 0,01 н розчину тиосульфату натрію, витраченого при титруванні контрольного розчину, мл;

K - поправочний коефіцієнт до титру 0,01 н розчину тиосульфату натрію; 0,00127 - кількість йоду, еквівалентну 1 мл 0,01 н розчину тиосульфату натрію, г;

a - маса навішення жиру, м.

Визначення вологозв'язуючої здатності. Визначення вологозв'язуючої здатності проводять за методом Грау і Хамма в модифікації Кельмана і Воловінської. Метод заснований на визначенні кількості води, що виділяється з м'яса при легкому пресуванні на фільтрувальну папір. Розмір отриманого при

цьому на папері вологого плями залежить від здатності м'яса пов'язувати вологу.

Беззольний фільтр діаметром 9-11 мм поміщають на скляну пластинку розміром 100x100 мм, зважують наважку м'яса 0,3 г на кружечку поліетилену діаметром 15-20 мм і переносять на фільтрувальний папір так, щоб навішування була внизу під поліетиленом. Наважку зверху накривають іншою скляною пластинкою такого ж розміру, на яку встановлюють вантаж вагою 1 кг. Пресування продовжують протягом 10 хв, після чого фільтрувальний папір з навішуванням звільняють від навантаження і нижній скляній Пластинки і окреслюють хімічним олівцем контур плями навколо відпресованих м'яса. Контур вологого плями вимальовується сам при висиханні фільтрувального паперу на повітрі.

При визначенні вологозв'язуючої здатності і ніжності м'яса (фарш) необхідно обводити олівцем контур вологого плями навішування, площа плям, утворених відпресованих м'ясом і виділилася вологою, вимірюється планіметром в квадратних сантиметрах.

Розмір вологого плями визначається по різниці між площею зовнішнього плями і площею плями, утвореного відпресованих м'ясом. Зміст пов'язаної води в м'ясі розраховують за формулою:

$$B1 = (A - \text{до} * B) * 100 / M; \quad (2.3.3)$$

$$B2 = (A - \text{до} * B) * 100 / A; \quad (2.3.4)$$

Де B1 і B2 - зміст пов'язаної води відповідно до м'яса і загальної води, %;

A - зміст води в навішуванні, мг;

до - кількість води в 1 см² вологого плями, мг, до = 8,4;

B - площа вологого плями, см²;

M - навішування м'яса, мг.

Кількість води, міцно пов'язаної 1г сухих речовин фаршу, визначається за формулою, г / 1г:

$$P_{\text{св}} = (y - \omega) / 100 \quad (2.3.5)$$

Де у - вологість фаршу, %;

ω - кількість вільної вологи, у% до загальної вологи.

Площа вологого плями характеризує вода зв'язує здатність, а площа, яку займає навішуванням - ніжність (пластичність) м'яса.

Визначення рН. До навішування м'яса 10 г додають 100 мл дистильованої води, перемішують скляною паличкою протягом 25 хв і фільтрують через складчастий фільтр, рН визначають на рН-метрі потенціометричним методом.

Визначення втрат маси продукту. Кількісне значення втрати маси продукту при тепловій обробці визначається за формулою, %:

$$X = (m_1 - m_2) / m_1 * 100 \quad (2.3.6)$$

Де m_1 і m_2 - маса зразка відповідно до і після обробки, м

Отримані дані заносять в протокол і роблять висновок про зміну якісних показників м'яса.

Обробка результатів. Отримані результати піддають математичній обробці, визначають середнє значення і середньоквадратичне відхилення за формулами:

$$X_{\text{ср}} = \Sigma X_i / m \quad (2.3.7)$$

$$S_i N = \pm \sqrt{\Sigma (X_i N)^2 / m - (X_i N)^2} \quad (2.3.8)$$

де $X_{\text{ср}}$ - середнє значення окремого показника;

ΣX_i - сума експериментальних даних паралельних дослідів одного з показників;

m - повторність досвіду.

За отриманими даними в системі координат P , τ і V_1 , τ_1 (де P - маса, V - об'єм зразків м'яса, одержуваних в процесі одного з видів теплової обробки, τ - тривалість обробки, хв) будуються графіки зміни маси, об'єму в залежності від виду теплової обробки, тривалості, апаратурного оформлення. Проводиться аналіз графіків. Порівняти вихід готової продукції в залежності від виду і способу теплової обробки, зміна вологозв'язуючої здатності і рН.

Підготовка проб харчових продуктів до бактеріологічного дослідження.

Харчові продукти поділяються за фізичними властивостями на щільні і рідкі, отже, і способи обробки їх перед дослідженням повинні бути різними. Перед дослідженням проби спочатку готують навішення, яка повинна охарактеризувати всю доставлену пробу. Наважки продукту беруть в умовах боксу стерильно з різних місць проби, з поверхні і з глибини.

Підготовка навішування проб харчових продуктів, на які є ДСТУ на методи дослідження, здійснюється відповідно вимог останніх.

Для дослідження на сальмонели з усередненої проби відбирається окрема навішування масою 25 г.

Приготування розведень харчових продуктів для посіву. Для харчових продуктів рідкої і напіврідкої консистенції, що не вимагають попереднього роздрібнення і розтирання, розведення готують наступним чином: Беруть ряд пробірок (звичайно не більше 5-ти), кожна пробірка повинна містити 9,0 мл стерильного 0,1% розчину пептона або ізотонічного розчину натрію хлориду. В першу пробірку стерильною градуйованою піпеткою вносять 1,0 мл досліджуваного продукту, потім новою стерильною піпеткою після досить ретельного перемішування вміст 1-й пробірки в кількості 1 мл переносять в наступну пробірку, не торкаючись до поверхні рідини в цій пробірці і т.д.

В результаті досліджуваній продукт виявляється розведеним в 10, 100, 1000 і більше разів відповідно до кількості взятих пробірок. 1 мл суспензії в першій пробірці містить 0,1 г (мл) продукту (1-е розведення), у другій пробірці - 0,01 г (мл) продукту (2-е розведення) і так далі.

При дослідженні харчових продуктів щільної консистенції в якості першого розведення використовують 10% -у суспензію, отриману після механічної обробки продукту в ступці або гомогенізаторе, описаним вище способом.

Метод визначення кількості мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів в 1 г (мл) продукту - (Загальне мікробне число ОМЧ). Метод заснований на здатності мезофільних аеробів і факультативних анаеробів рости на поживних середовищах певного складу при температурі 30 °

С з утворенням колоній, видимих при збільшенні в 2 рази. Для визначення кількості мезофільних бактерій слід вибирати розведення, при посіві яких на чашках виростає на менше 30 і не більше 300 колоній. З кожної проби роблять посів глибинним методом на 2 паралельні чашки Петрі з 2-3 послідовних розведень а кількості 1,0 мл, використовуючи для цього 2% -й агар, приготовлений з сухого живильного агару. Контролювати температуру надійніше і простіше, якщо агар розливають невеликими порціями в пробірки (12-15 мл). Агар в пробірках швидше розплавляється і охолоджується більш рівномірно до потрібної температури. Чашки заливають розплавленим і охолодженим до 45 ° С агаром відразу ж після внесення матеріалу. В іншому випадку може спостерігатися нерівномірний розподіл колоній у вигляді окремих скупчень в товщі агару; для більш рівномірного розподілу посівного матеріалу, крім того, вміст чашки перемішують обертальними рухами. Після застигання агару чашки з посівами поміщають в термостат догори дном, інкубують за рекомендацією ФАО / ВООЗ при 30 ° С протягом 72 годин; при необхідності попередній облік проводять через 48 годин. Кількість колоній підраховується на кожній із засіяних чашок. Рахунок колоній на чашках виробляють за допомогою приладу для рахунку колоній бактерій або лупи. Для кращої видимості вважають колонії на темному тлі (під чашку кладуть темну папір), чашки поміщають дном догори. Кожну колонію відзначають на дні чашки чорнилом або тушшю. При підрахунку дотримуються наступних правил: а) якщо на чашці виросло невелике кількість колоній, приблизно 100, підраховують всі колонії; б) якщо колонії розподілені рівномірно і їх кількість вимірюється кількома сотнями (200 - 300 колоній), допускається підрахунок колоній не менше ніж на 1/3 площі чашки. У цих випадках дно чашки ділять олівцем на 6 секторів і вважають колонії в 3 секторах. Потім роблять перерахунок на всю площу чашки: обчислюють середню кількість колоній на площі одного сектора і отримане кількість колоній на одному секторі множать на 6; в) якщо на чашці виростає більше 300 колоній, вони розподілені рівномірно і не представляється можливим повторити аналіз, то, застосовуючи

прилад для рахунку колоній бактерій, підраховують 10 полів зору площею по 1 см² в різних місцях чашки. Отримані числа складають і виводять середнє арифметичне. Щоб обчислити кількість колоній на всій чашці, отримане середнє число множать на площу чашки (πR^2). Зазвичай діаметр чашки дорівнює 8,5 - 10 см, $\pi = 3,14$. Підставивши дані в формулу, отримуємо при діаметрі чашки, що дорівнює 10 см, площа чашки 78,5 см². При відсутності приладу для рахунку колоній бактерій можна використовувати звичайну міліметровий папір, в якій вирізують «віконце» площею 1 см². Підрахунок колоній виробляють з лупою, як зазначено вище.

Число колоній, що вирости на чашці, має відображати кількість життєздатних мікроорганізмів, що містяться в засіяному об'ємі досліджуваного матеріалу. Оскільки останній, як правило, засівають в розведеному вигляді, число вирости на чашці колоній множать на ступінь взятого розведення, розраховують середнє арифметичне і встановлюють кількість мезофільних аеробних мікроорганізмів в 1 г (мл) продукту. При встановленні кількості мезофільних бактерій не всі чашки можуть бути використані для обчислення середнього арифметичного: а) не можна використовувати посіви для обчислення середнього арифметичного, якщо кількість колоній, що вирости на чашках менше 30. В цьому випадку в протокол досліджень вносять показники обсіменіння, отримані при підрахунку колоній тільки по одній або двома чашкам, число колоній на яких більше 30. у разі зростання колоній на засіяних чашках в кількості менше 30, в результатах аналізу рекомендується наступна формулювання: «зростання одиничних колоній при посіві (вказати кількість засіяного продукту)». Б) не використовуються посіви для обчислення середнього арифметичного показника на тих чашках, на поверхні яких більше на $\frac{1}{2}$ площі відзначається повзуче зростання спороутворюючих мікроорганізмів, останні можуть маскувати зростання інших бактерій.

Можливі випадки, коли на чашках з усіх розведень отримано зростання спорових мікроорганізмів, і підрахунок ізольованих колоній практично не

можливий. У цих випадках в протоколі дослідження слід вказувати: «Зростання спороутворюючих мікроорганізмів».

Для отримання більш точних даних щодо кількості мезофільних бактерій, доцільно зіставляти результати підрахунку колоній, отримані на чашках з посівами матеріалу з послідовних розведень. Числа підрахованих колоній повинні приблизно відповідати кратності взятих розведень. Якщо кількість колоній на чашках с посівами з наступних розведень (1:10, 1: 100) майже збігається або мало між собою різниться, то це вказує на недостатнє перемішування посівного матеріалу при приготуванні розведень і перед посівом.

Метод визначення кількості і титру бактерій групи кишкових паличок.

Для приведення у відповідність показника «бактерій групи кишкових паличок» з прийнятою міжнародною номенклатурою (Coliformes - ФАО / ВВВ і РЕВ), а також з діючими ДСТУ 7525:2014 («Вода питна») до бактерій групи кишкових паличок віднесені грамнегативні, не утворюють спор палички, зброджують лактозу з утворенням кислоти і газу при температурі $36\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$. При необхідності проводиться подальше дослідження з ідентифікацією до E.coli. У тих випадках, коли на продукт є норматив - відсутність бактерій групи кишкових паличок в певній масі продукту (альтернативний показник), то результат записується відповідно до кількості продукту, що зазнає мікробіологічному аналізу.

Методика посіву продуктів при альтернативному визначенні БГКП.

Для посіву використовується то кількість продукту, в якому у відповідній НТД передбачається відсутність БГКП. При цьому продукти рідкої консистенції (напої, киселі, компоти) засівають безпосередньо в середу Кесслер з лактозою (з поплавком) або в середу КОДА, дотримуючись співвідношення продукту і середовища 1:10. Продукти щільної консистенції готують відповідно до п.4.1. Посіви поміщають в термостат при температурі $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ на 24 години. При відсутності ознак росту - газоутворення або зміни кольору середовища дають висновок про відповідність досліджуваного продукту нормативу

(наприклад, БГКП в 1 г відсутні). При наявності ознак зростання на середовищі КОДА дають висновок про невідповідність продукту нормативу на БГКП. При наявності ознак зростання на середовищі Кесслер з лактозою необхідно для остаточного висновку про присутність в продукті БГКП зробити висів з газ-позитивних пробірок на чашки із середовищем Ендо. Чашки поміщають в термостат з температурою 37 ° С на 18-20 годин. Посіви переглядають з колоній, підозрілих або типових для БГКП, готують мазки, фарбують за Грамом і проводять мікроскопію. Виявлення грамнегативних паличок вказує на наявність БГКП.

Розділ 3. Експериментальна частина

Результати експериментальних досліджень

3.1 Визначення частоти ультразвуку

З літературних джерел було з'ясовано, що частота ультразвуку значною мірою впливає швидкість дифузії хлориду натрію, текстуру продукту і здатна руйнувати чи активувати ферменти м'яса.

У цій роботі ми націлені за допомогою ультразвукової енергії домогтися скорочення часу посолу, розм'якшення сполучної тканини та активації ферментів, які прискорять процеси автолізу і тим самим скоротиться час витримки продукції.

Для досягнення поставленої мети необхідно використовувати частоту ультразвуку від 20 до 40 кГц, так як менше значення не дасть ніякого ефекту, а значення вище руйнують ферменти.

Для визначення оптимальної частоти свинину помістили ультразвукову ванну, де був приготовлений розсіл (сіль, нітрит натрію, цукор). Свинину розділили на складові (грудинка, шия, окіст і корейка). Кожна частина проходила посол, сепарований від інших. Це різним вмістом жирової тканини, що може вплинути на підсумковий результат.

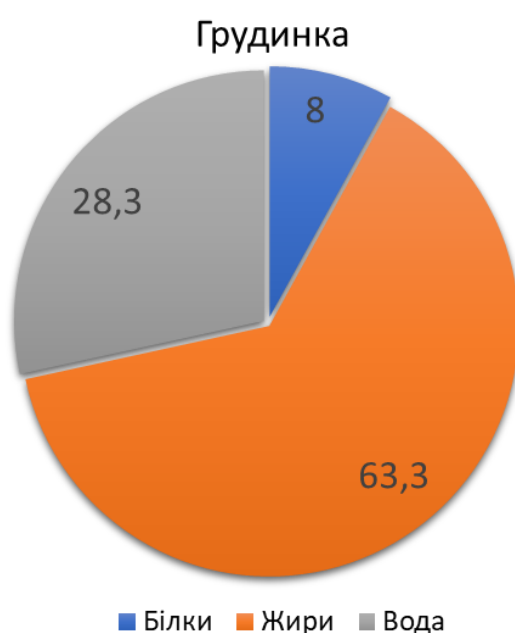


Рис. 3.1.1 – Хімічний склад грудинки свинячої

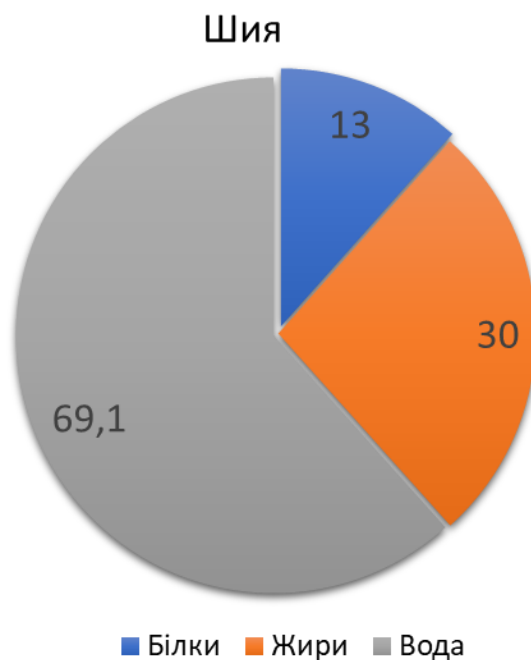


Рис. 3.1.2 – Хімічний склад ший свинячої

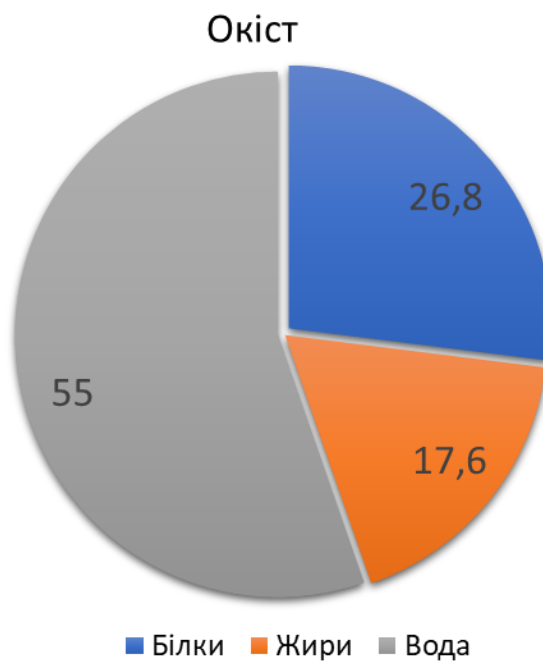


Рис. 3.1.3 – Хімічний склад окісту свинячого

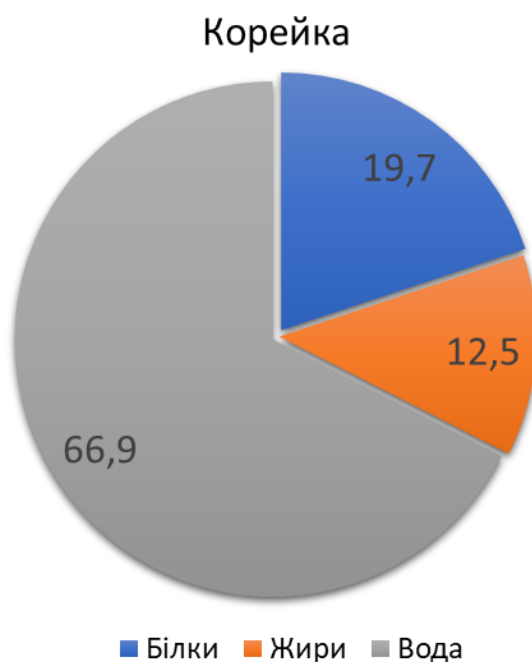


Рис. 3.1.4 – Хімічний склад корейки свинячої

Потім м'ясо, розділене на порційні шматки (600...800 г), помістили в УЗ ванну з розсолем і обробляли при температурі +2...+4°C. Для визначення оптимальної частоти ультразвуку на даному етапі досліджень встановили середні значення амплітуди та часу обробки. Для амплітуди значення становить 2 мм, для часу обробки – 8 годин. Концентрація кухонної солі у розсолі – 25%.

Визначення вмісту натрію хлориду в залежності від частоти ультразвуку представлено на наступних графіках.

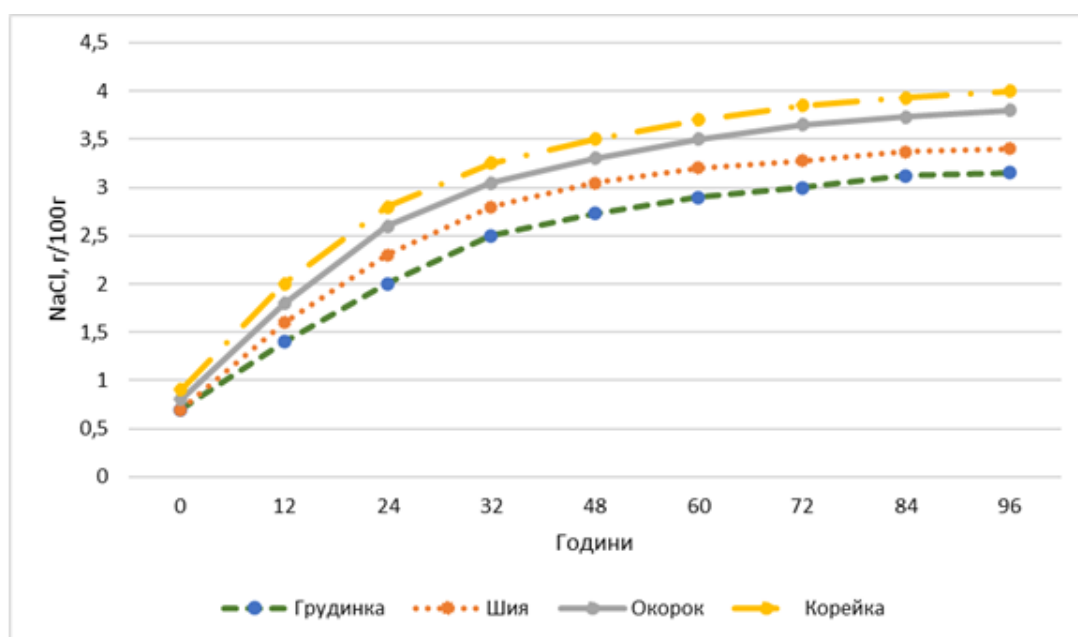


Рис. 3.3.5 – Залежність вмісту хлориду натрію у м'ясі без застосування ультразвуку.

Оптимальною концентрацією солі в м'ясі є 3,5...4 г/100 г. Ця кількість солі дозволить знизити активність води та вберегти м'ясну сировину від мікробіального псування у процесі ферментації. Після сушіння концентрація солі в м'ясі збільшиться, що створить звичний смак цього продукту. Така концентрація солі без використання ультразвуку досягалася до 48 годин посолу.

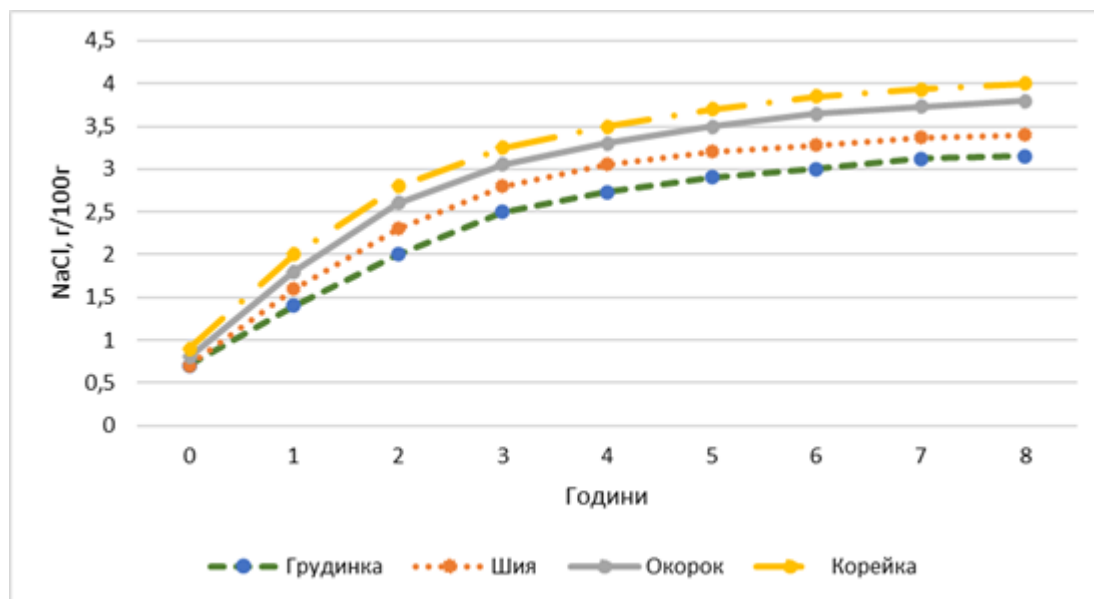


Рис. 3.1.6 – Залежність вмісту натрію хлориду в м'ясі при частоті ультразвуку 20кГц.

Значне скорочення посолу з 48 до 8 години досягалося при використанні ультразвуку частотою 20 кГц. Під впливом УЗ на мембрани клітин збільшувалася їхня пропускна здатність, що прискорило процес посолу в 6 разів.

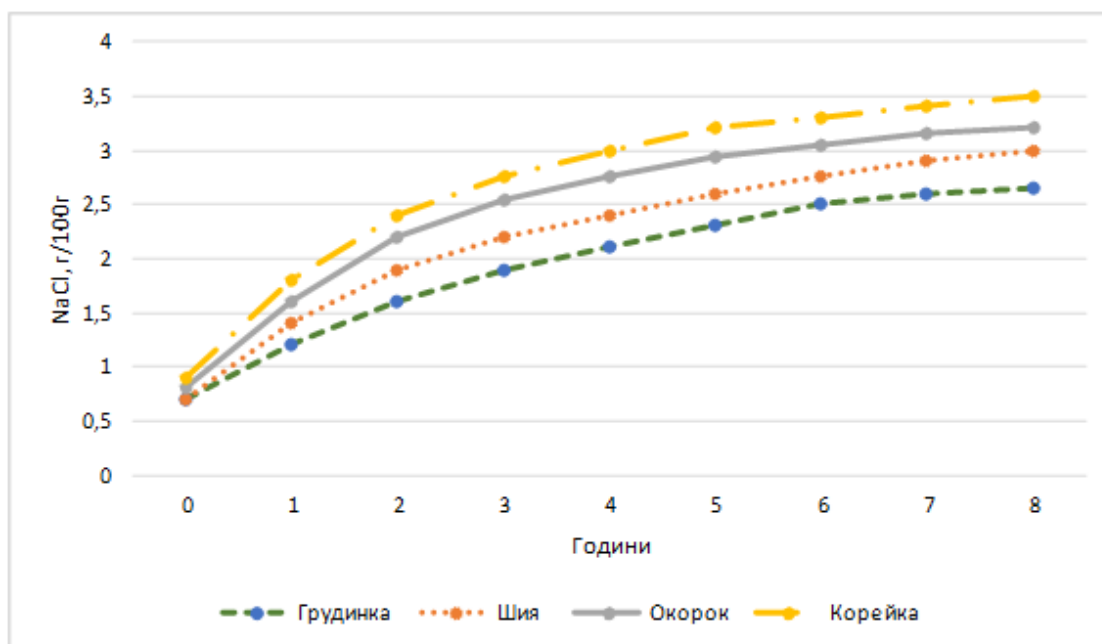


Рис. 3.1.7 – Залежність вмісту натрію хлориду в м'ясі при частоті ультразвуку 30кГц.

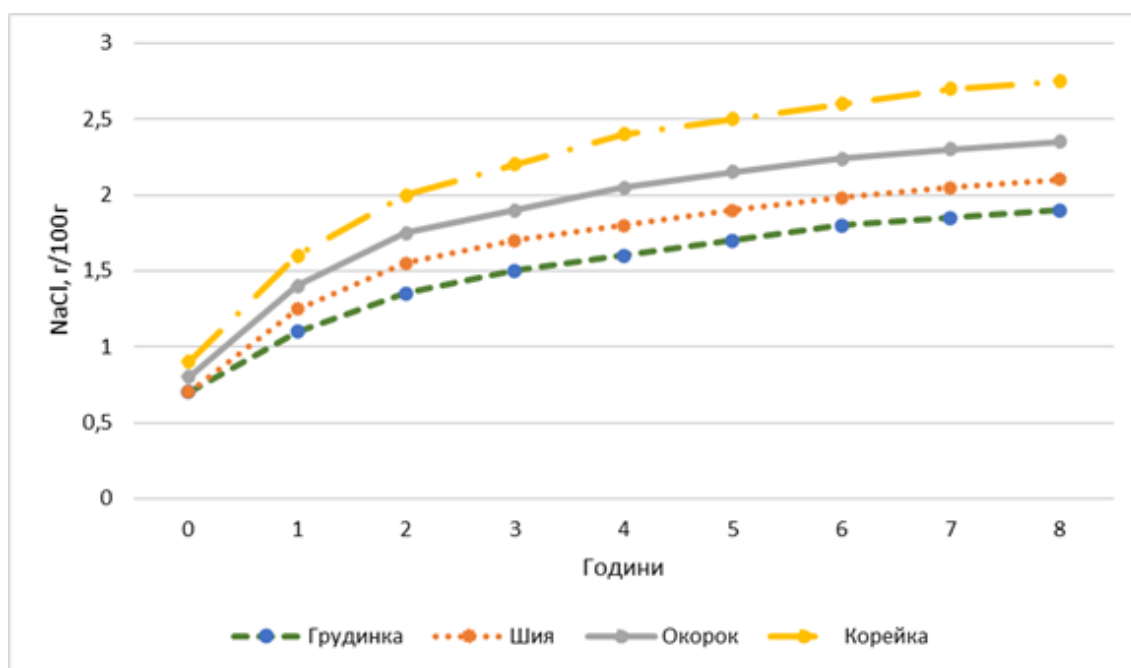


Рис. 3.1.8 – Залежність вмісту натрію хлориду в м'ясі при частоті ультразвуку 40кГц.

Як видно з наведених вище діаграм, зі збільшенням частоти ультразвуку знижуються дифузійно-осмотичні процеси у м'ясі. Це може бути пов'язано з тим, що високі частоти ультразвуку здатні руйнувати білкові молекули та призводить до їх коагуляції. Внаслідок руйнується капілярно-пориста структура

і за рахунок цього сіль не проникає в м'язову тканину. Таким чином, наступні етапи дослідження проводитимуться при частоті ультразвуку 20кГц.

3.2 Визначення амплітуди кавітатора

Амплітуда є важливим показником у процесі посолу м'яса з використанням ультразвуку. Висока і низька амплітуда здатні активізувати процеси посолу і подальшої ферментації, так і уповільнити перебіг технологічних операцій або порушити біохімічні процеси в м'ясі. Нами було випробувано три значення амплітуди: 1, 2 та 3 мм. Раніше була прийнята частота ультразвуку 20 кГц як оптимальна. Час обробки та концентрація солі залишається незмінною.

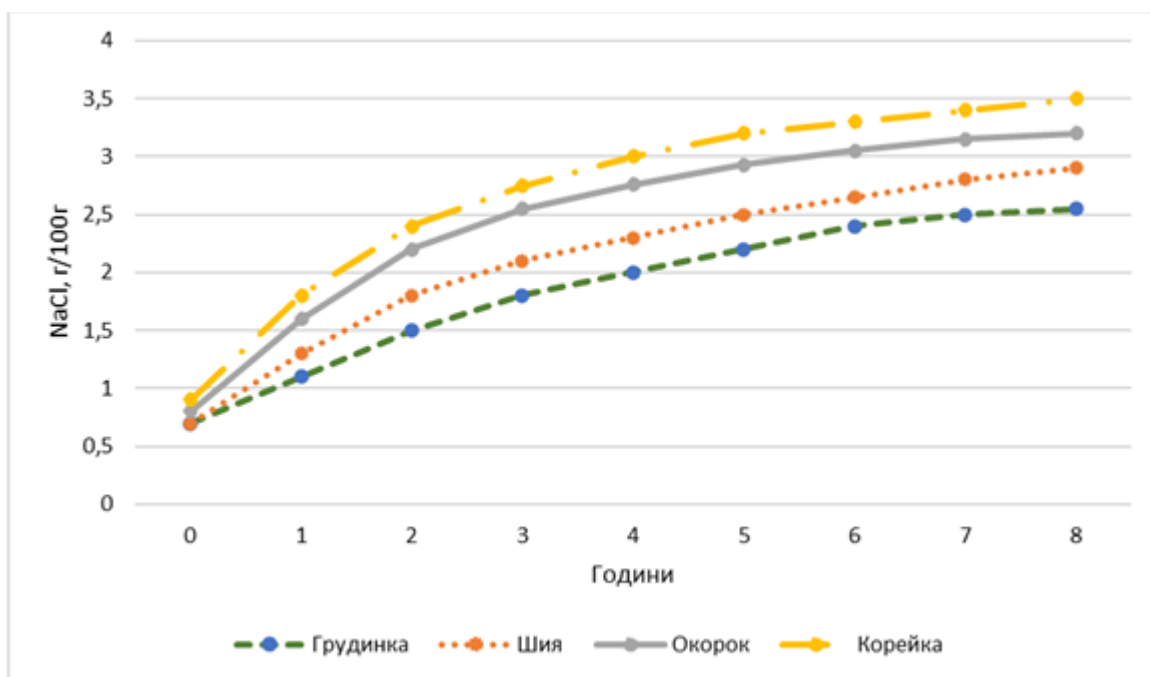


Рис. 3.2.1. – Залежність швидкості посолу від амплітуди ультразвуку 1 мм

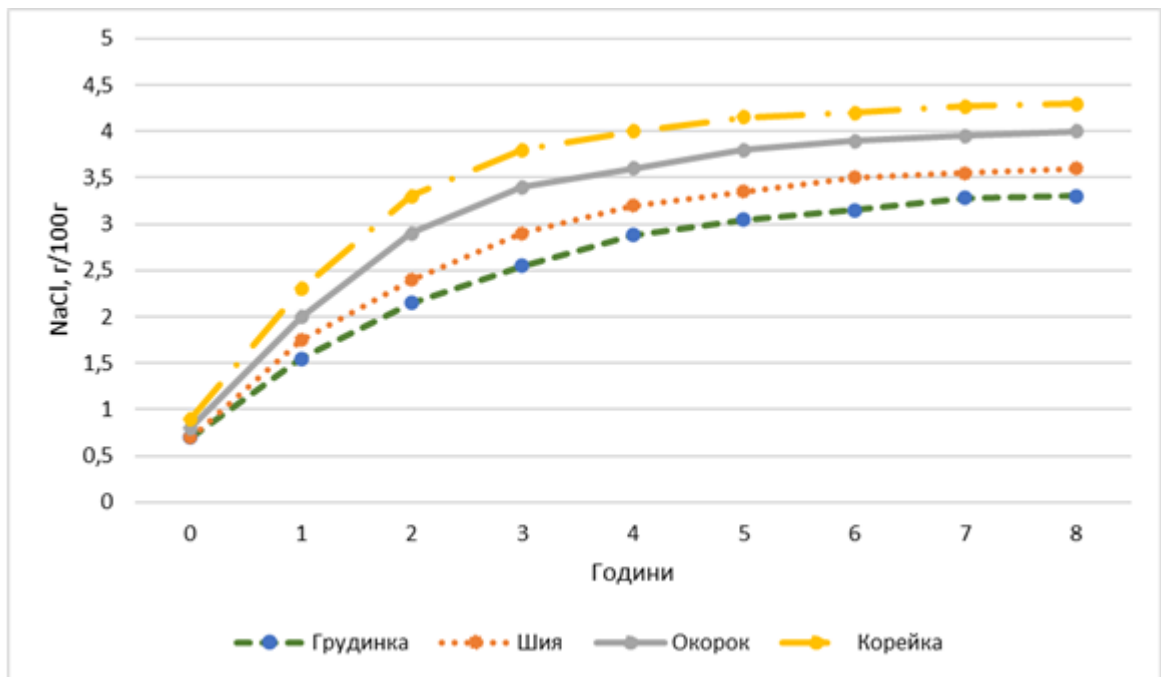


Рис. 3.2.2. – Залежність швидкості посолу від амплітуди ультразвуку 3 мм
Графік залежності швидкості посолу від амплітуди ультразвуку 2 мм
відповідає рис. 3.1.2.

При зниженні потужності (тобто амплітуди) швидкість посолу падала. Дифузійні процеси проходили найшвидше при амплітуді 3 мм. Проте, за цих умов помічалася різка зміна структури м'язової тканини. Вона втрачала цілісність та монолітність. Подальші технологічні операції ставали неможливими.

Отже, було вирішено використовувати значення амплітуди ультразвуку 2 мм при подальших дослідженнях.

3.3 Визначення часу обробки

Як було зазначено раніше, ми використовуємо різні складові свинини при розробці даної технології. Ці частини у своєму складі містять різний відсоток жиру, який має гідрофобні властивості. Оскільки сіль та інші компоненти посолу розчинені у воді, жир уповільнює процес посолу за рахунок уповільнення дифузійно-осмотичних процесів прямо пропорційно вмісту жиру в м'ясі (рис. 3.1.1-3.1.3). Крім відсотка жиру продукті велике значення має топографічне розподіл жиру на розрізі шматка м'яса. Можливий варіант, коли

навіть тонкий шар жиру значно уповільнює дифузію, якщо цей жир з усіх боків оточує ділянку м'язової тканини. Найбільш помітно це для свинячої шиї.

З ілюстрацій вище видно, що в грудинці та шиї концентрація солі зростає повільніше, ніж у стегені та корейці. Отже, необхідно визначити час обробки жирних частин свинини задля забезпечення рівномірної концентрації солі у всіх складових частинах.

Необхідно, щоб до кінця обробки м'ясі концентрація солі була не нижче 3,5 г/100г. Так як це значення в окіст і корейці досягнуто за 8 годин (рис. 3.1.2), слід визначити термін, за який цього значення досягнуть грудинка та шия.

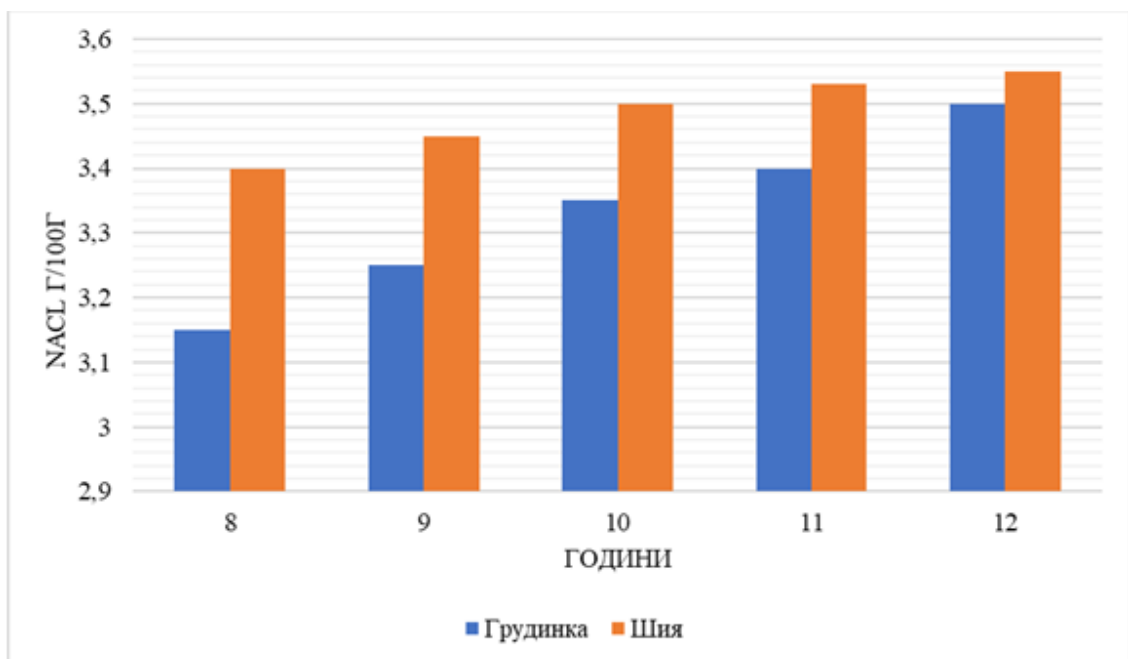


Рис. 3.3.1 – Залежність часу обробки концентрації жирової тканини в м'ясі.

Необхідної концентрації солі в шиї досягли на 10 годину обробки з використанням ультразвуку. Для грудинки знадобилося 12 годин. Таким чином, було з'ясовано вплив жирової тканини на швидкість протікання дифузійних процесів у м'ясі та встановлений час обробки кожної складової свинини, яка використовується в даній технології.

3.4 Розрахунок кількості токоферолу

Використання ультразвуку призводить до руйнування мембран лізосом, з яких вивільнюються ферменти – протеази, ліпази, амілази, нуклеази та десятки

ІНШИХ.

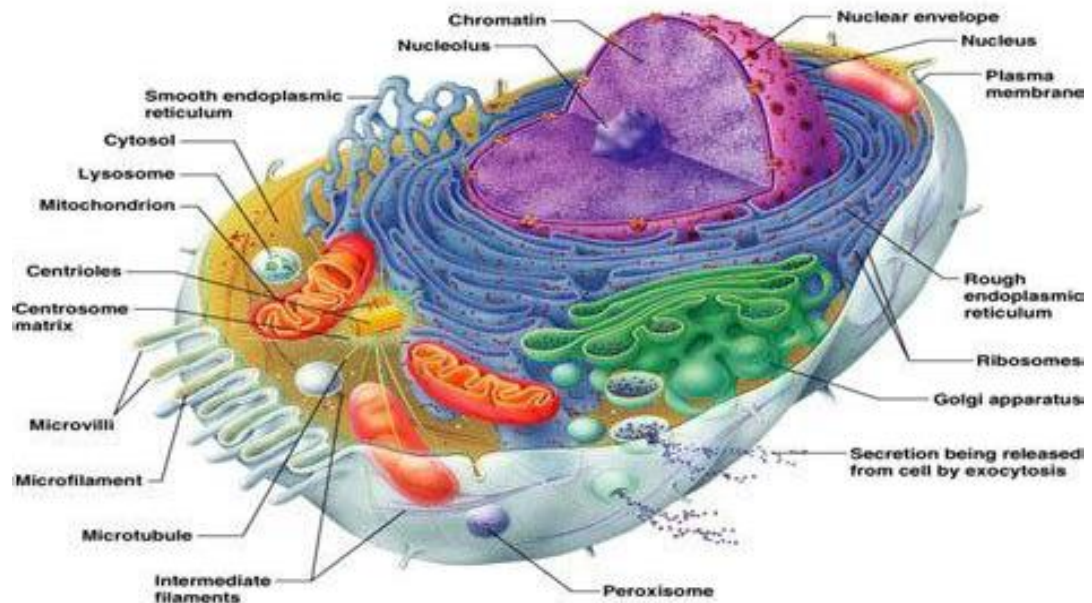


Рис. 3.4.1 - Будова клітини

Вивільнення та активація гідролітичних ферментів призводить до різкого прискорення процесів автолізу та, відповідно, прискорення дозрівання продукту. Протеази гідролізують протеїни м'яса до олігопептидів та вільних амінокислот та їх солей, серед яких особливе місце у формуванні смаку належить глютаміновій кислоті та глютамату натрію. Нуклеази гідролізують нуклеїнові кислоти, які містяться в ядрах всіх клітин, включаючи м'язові, до п'ять-штрих-рибонуклеотидів – інозинату натрію та гуанілату натрію, які є синергістами глютамату натрію і роблять важливий внесок у формування букету смаку та аромату дозрілого.

Клітини м'язових волокон містять дуже багато ядер у кожній клітині лежить на поверхні волокна.

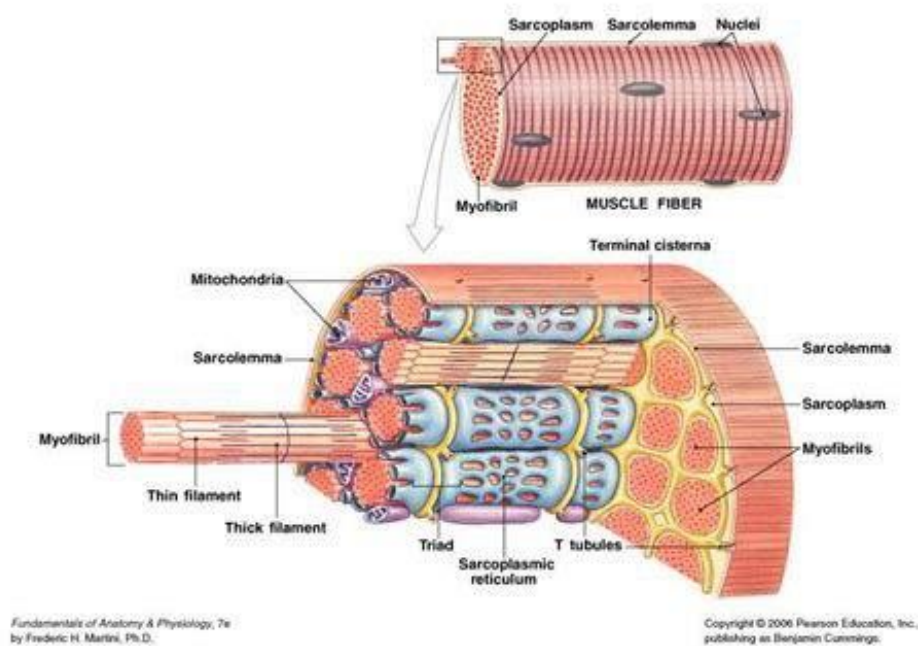


Рис. 3.4.2 – Будова м'язового волокна

Правильніше називати їх не клітини, а симпласти, але в технічній і в технологічній літературі прийнятий термін клітини, тому і ми будемо використовувати цей термін. У кожному ядрі містяться нуклеїнові кислоти, які при гідролізі під впливом ферментів нуклеаз і утворюють п'ять-штрих-рибонуклеотиди (5'-рибонуклеотиди).

У традиційних технологічних схемах без використання ультразвуку або інших акустичних технологій вивільнення ферментів з лізосом відбувається досить повільно. Цим пояснюється досить тривала ферментація в'ялених продуктів. Як і гідролази, ліпоксигенази також вивільняються поступово і окислювальні процеси, а після псування жирів, відбувається на пізніх стадіях зберігання. Жир, хоч і повільно, але окислюється, тому перед вживанням хамона в їжу жир видаляють.

У нашому випадку за рахунок ультразвукової енергії ми намагаємося прискорити автолітичні процеси, але це призводить до того, що жири швидко окислюються і це значно скорочує термін придатності продукту.

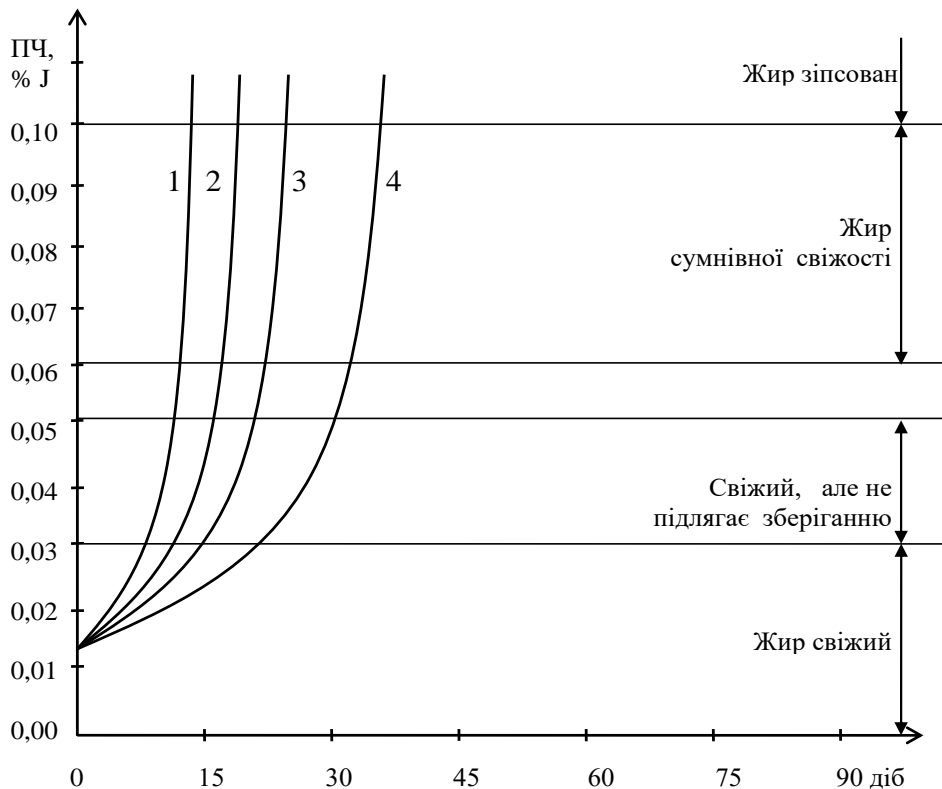
Для вирішення цієї проблеми доцільно використання антиоксидантів, які уповільнять окислювальні процеси у жирних кислотах. Токоферол -

антиоксидант, він запобігає окисленню ненасичених ліпідів і тим самим захищає біологічні мембрани від руйнування. До того ж токоферолі мають високу біологічну активність і називаються вітаміном Е.

З літературних джерел з'ясовано, що оптимальне дозування токоферолу 100-500 мг/кг продукту. При перевищенні цього дозування токоферол виявляє прооксидантні властивості. Відомо, що ультразвук здатний руйнувати токоферол, але він може відновитися, відбираючи електрони у аскорбінової кислоти. Тому передбачено додавання аскорбінової кислоти дозування 300-400 мг/кг.

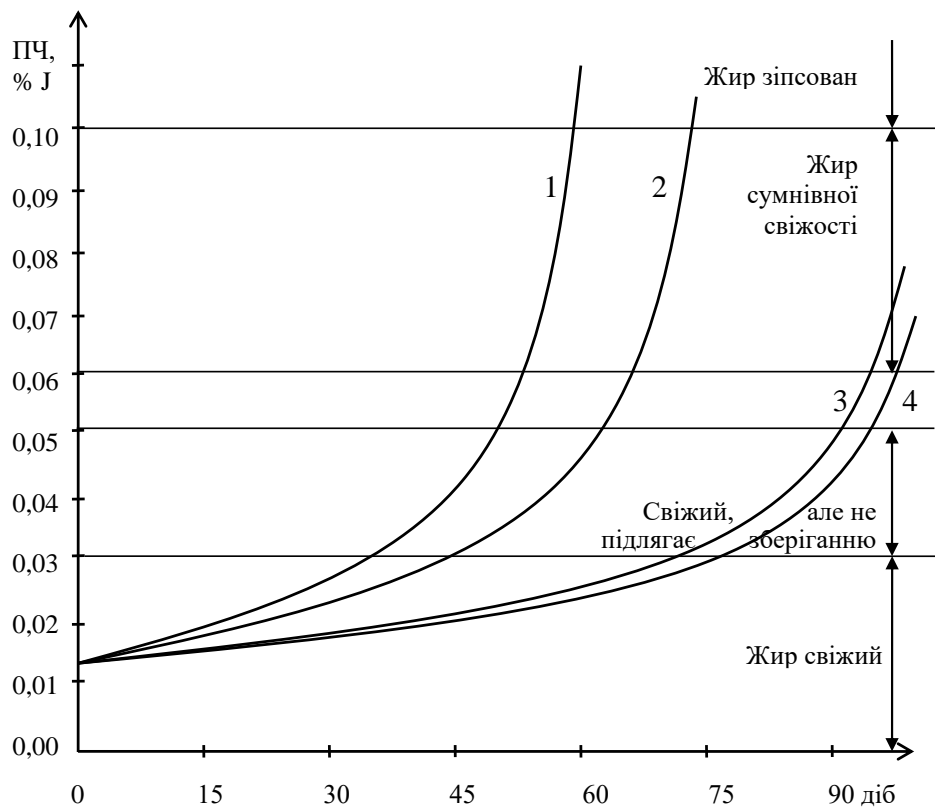
Оскільки свинина є високожирним продуктом, мінімальна кількість токоферолу становить 200мг/100г.

Кількість токоферолу вважається оптимальною, якщо перекисне число не перевищує 0,05% J протягом 90 днів. Експеримент проводився за температури +18...+20°C. Графіки впливу токоферолу на перекисне число наведено нижче.



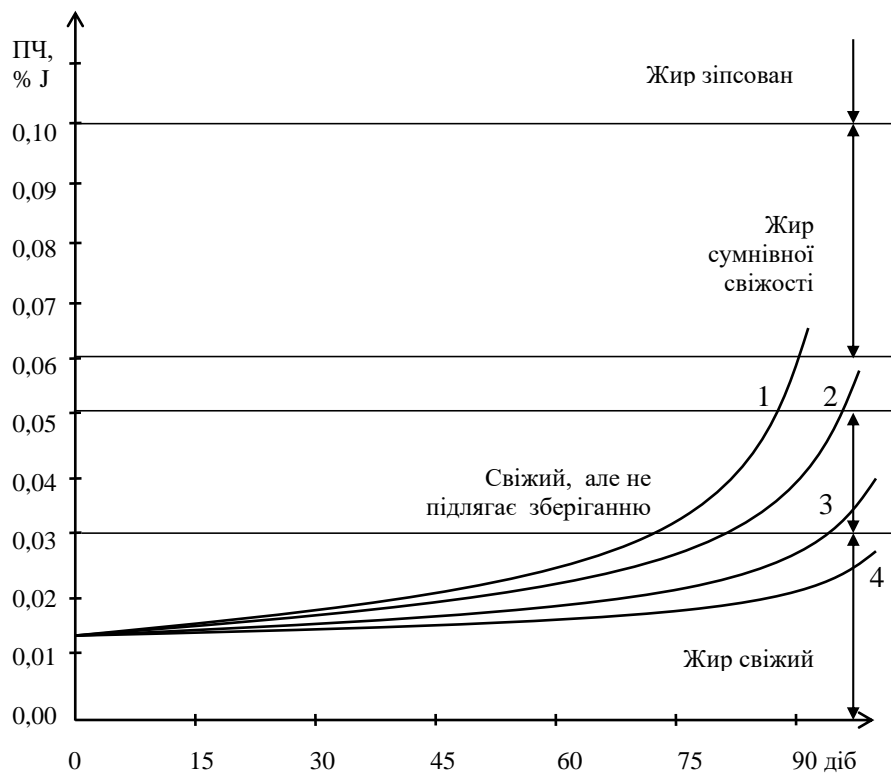
1 – грудинка; 2 – шия; 3 – окіст; 4 – корейка.

Рис. 3.4.3 – Динаміка зміни перекисного числа продукції без введення токоферолу та аскорбінової кислоти при зберіганні



1 – грудинка; 2 – шия; 3 – окіст; 4 – корейка.

Рис. 3.4.4 – Динаміка зміни перекисного числа продукції при введенні 200 мг/кг токоферолу та 300 мг/кг аскорбінової кислоти при зберіганні



1 – грудинка; 2 – шия; 3 – окіст; 4 – корейка.

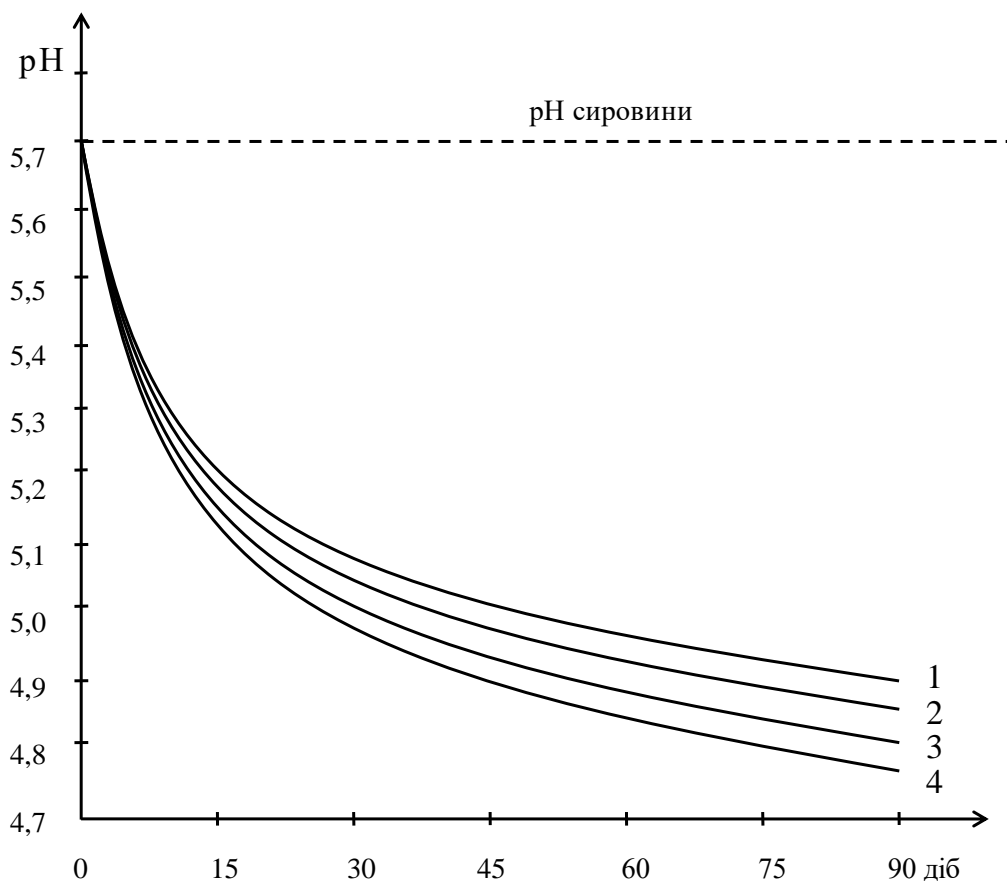
Рис. 3.4.5 – Динаміка зміни перекісного числа продукції при введенні 400 мг/кг токоферолу та 400 мг/кг аскорбінової кислоти при зберіганні

На графіках видно пряму залежність уповільнення окислення жирних кислот від кількості токоферолу, що вводиться, і аскорбінової кислоти. Слід зазначити, що для жирнішої сировини знадобилося збільшення кількості токоферолу вдвічі. Це відповідає відсотковому співвідношенню жирової тканини у складових частинах туші. В результаті отримано продукт, який не виявляє ознак окисного псування протягом 90 днів.

3.5 Визначення рН продукту, масової частки вологи та виходу готової продукції

Масова частка вологи та вихід продукції розраховували напротязі процесу ферментації. Це обумовлюється тим, що за технологічною схемою виробництва передбачено нарізання на слайси та пакування у модифіковану газову середу із зниженою кількістю кисню та без доступу до навколишньої середи. Тому втрата вологи та маси продукту зупиняється.

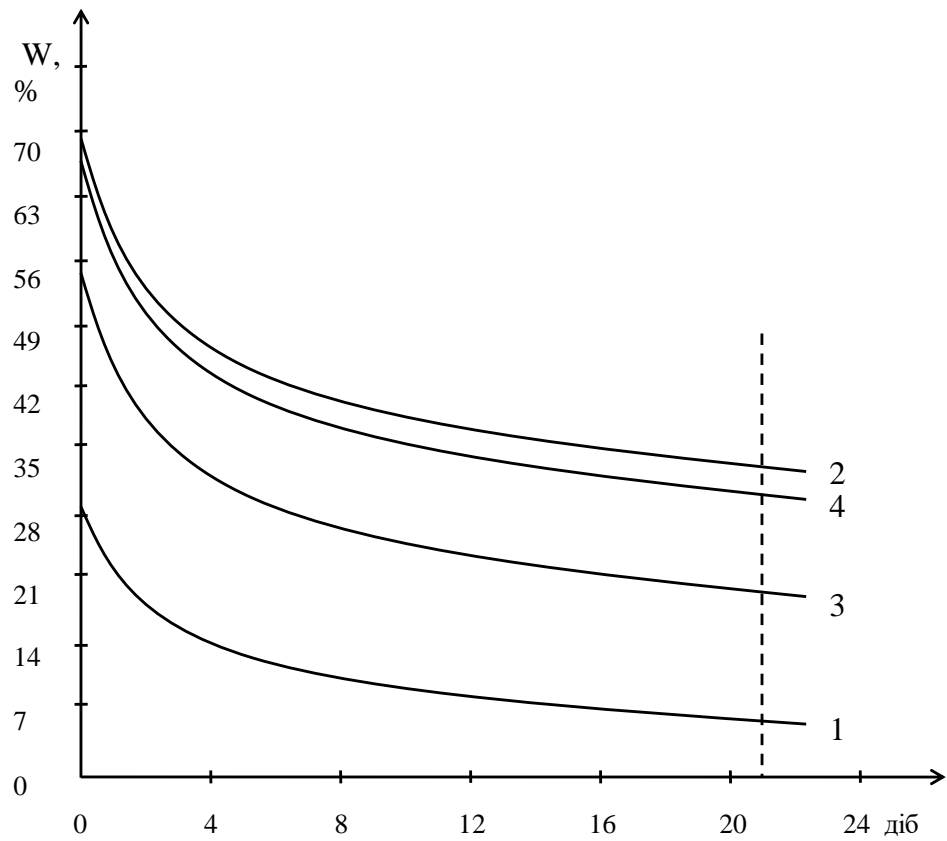
рН визначається напротязі всього строгу зберігання, оскільки цей показник змінюється постійно та є необхідність за відстежуванням рН. Це дозволяє контролювати та відстежувати збої у процесі ферментації та зберігання продукції.



1 – грудинка; 2 – шия; 3 – окіст; 4 – корейка

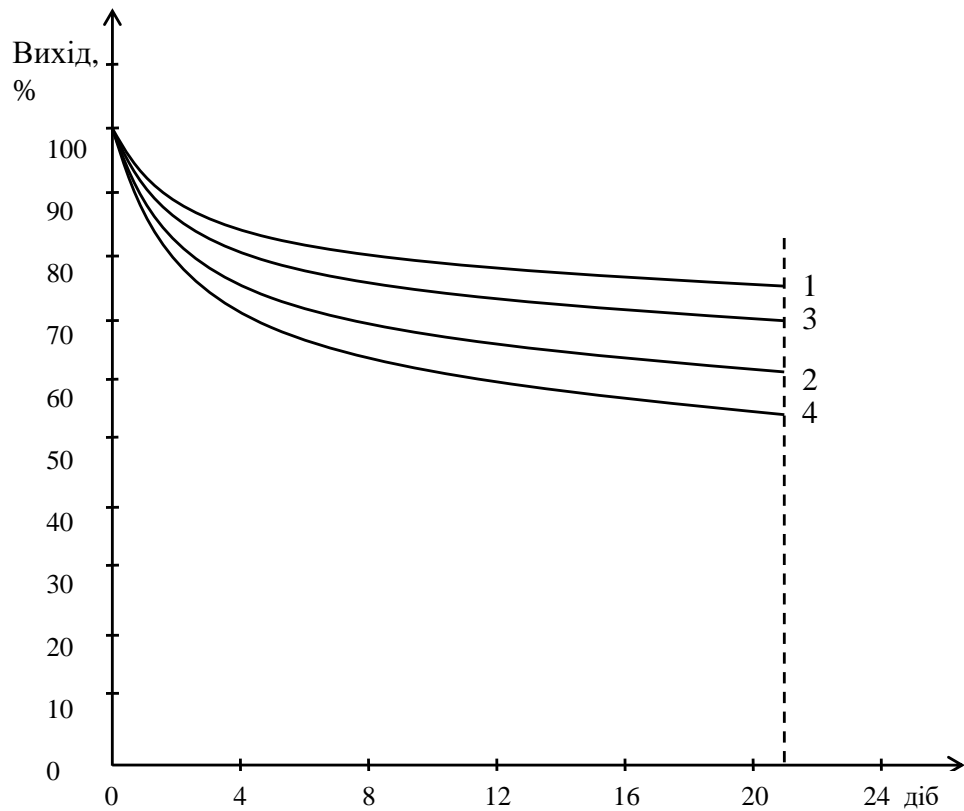
Рис. 3.5.1 – Зміна рН хамону в процесі зберігання

Відстежується пряма залежність зміни рН від вмісту жирової тканини у м'ясі. При досягненні стабілізації окислювальних процесів жирних кислот, рН середина падає у більшості за рахунок автолітичних процесів у м'ясі. Проте, в цілому, ріні рН відповідають даному виду продукції. Нормою вважається рН в діапазоні 4,8...5,0. Така кислотність згубно впливає на патогенну мікрофлору, але не завдає шкоди молочнокислим бактеріям, для яких такі умови є оптимальними для росту і розвитку.



1 – грудинка; 2 – шия; 3 – окіст; 4 – корейка

Рис. 3.5.1 – Зміна масової частки вологи хамону в процесі ферментації



1 – грудинка; 2 – шия; 3 – окіст; 4 – корейка

Рис. 3.5.1 – Зміна виходу продукції в процесі ферментації

Як видно з наведених вище графіків, масова частка вологи та вихід поступово знижувався. Це притаманно сиров'яленим продуктам, оскільки вони є продуктами тривалого зберігання. Отже, чим нижчий вміст вологи в продукті, тим нижча активність води, що унеможливило зростання та розвиток мікроорганізмів. У слід за втратою вологи знижується вихід продукції. Оскільки у цій роботі ми розробляємо технологію виробництва сиров'ялених делікатесних продуктів, низький відсоток виходу продукції не є недоліком.

3.6 Визначення органолептичних показників

Органолептичні показники оцінювали за 9-бальною шкалою, порівнюючи хамон, приготований без ультразвуку (за традиційною технологією) і хамон, приготований із застосуванням ультразвуку та додаванням токоферолу та аскорбінової кислоти. Традиційний хамон проходив сухий посол упродовж 48 годин, витримку – 90 днів. Хамон за нашою технологією проходив посол у 25% розсолі при частоті ультразвуку 20 кГц, амплітуді в 2мм протягом 8, 9 та 10 годин. Ферментували хамон протягом 21 днів.

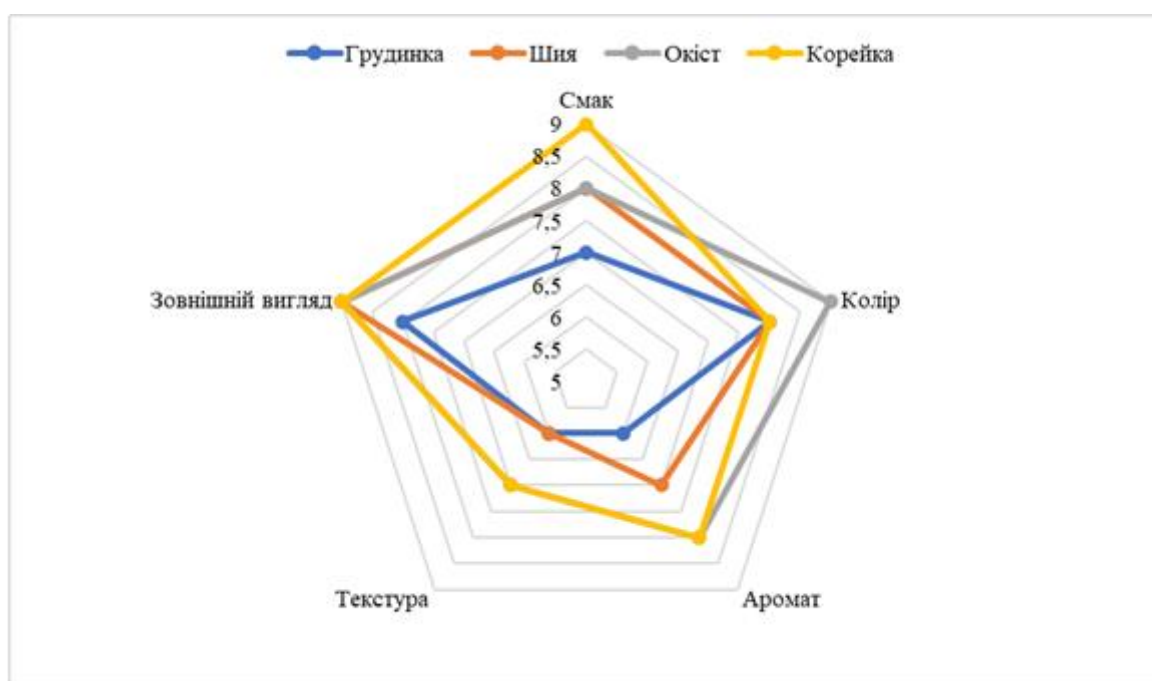


Рис. 3.6.1 – Органолептична оцінка хамону за традиційною технологією (контроль)

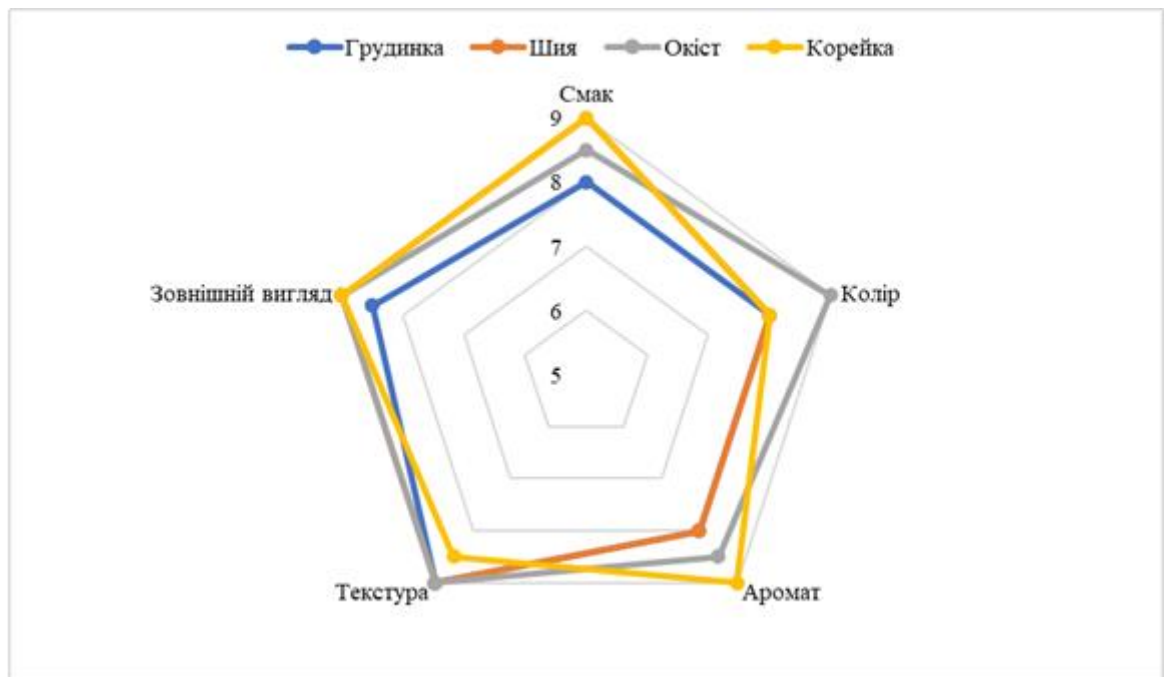


Рис. 3.6.2 – Органолептична оцінка хамону за розробленою технологією

Як видно на ілюстраціях, за розробленою технологією вдалося значно покращити текстуру продукту. За рахунок відсутності в м'ясі ферментів, які розм'якшували або руйнували сполучну тканину, при втраті вологи м'ясо стає твердим. Особливо це стосується грудинки, де жирова тканина містить досить багато прожилок із сполучної тканини. Застосування ультразвуку впливає на всі білки м'яса, у тому числі колаген та фібриноген. Розм'якшення цих білків призводить до ніжнішої текстури готового продукту.

Для виготовлення хамона обов'язковою умовою є використання саме свинячого стегенця. Це пояснюється тим, що товстий шар шкіри та жирової тканини покриває м'яз, не дає йому обвітритися та виключає появи кірки підсихання. Інші частини туші непридатні для цієї технології. Це показано на малюнку 3.8.1, де помічено, що такий продукт, як грудинка, не відповідає смаковим уподобанням. Це прямо пов'язано з топографічним розташуванням жирової тканини, яка відкрита для окислення, внаслідок чого погіршується як смак, так і аромат. У розробленій технології ми виключили момент окиснення жиру, що дозволило нам використовувати різні, раніше непридатні для хамону, частини туші.

Загалом можна зробити висновок, що застосування ультразвуку з додаванням токоферолу та аскорбінової кислоти покращує органолептичні показники готового продукту.

3.7 Визначення термінів зберігання

Для визначення термінів зберігання були проведені аналізи зразків хамону в лабораторних умовах. В процесі зберігання змінюються мікробіологічні показники, які впливають на придатність в їжу, тому, в отриманих зразках були проведені мікробіологічні дослідження.

У зразках, які зберігали при температурі +18...+20°C перевіряли культуральні та морфологічні ознаки мікроорганізмів. В кінці кожної неділі перевіряли на кількісні показники (КУО) шляхом виділення конкретних мікроорганізмів. Результати досліджень наведені в таблиці 3.6.4. (Див. додаток А)

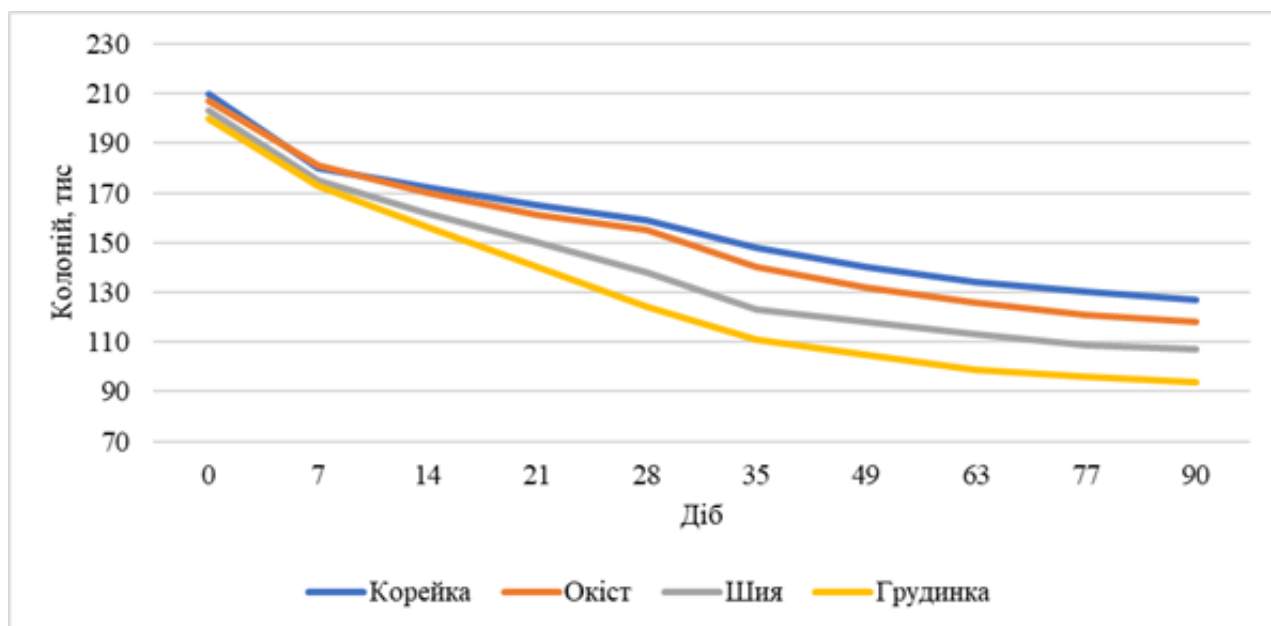


Рис. 3.7.1 – Кількість КУО МАФAM у 1 г хамону без застосування ультразвуку

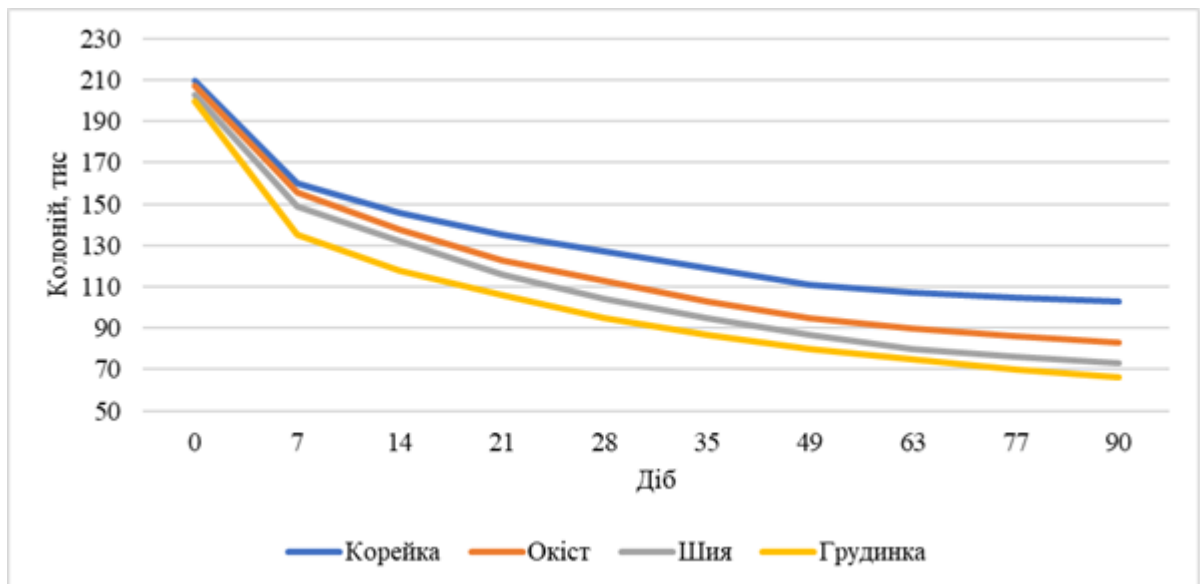


Рис. 3.7.1 – Кількість КУО МАФАМ у 1 г хамону із застосуванням ультразвуку

Бактеріальні дослідження показали відсутність колоній БГКП та сальмонел в 1 г продукту на протязі всього строку зберігання продукції.

В ході технологічного процесу виготовлення сиров'ялених виробів створюються умови, які уповільнюють але не виключають життєдіяльність мікроорганізмів в продукті. Тому у продукті розмножуються деякі групи мікроорганізмів. Потім загальна кількість мікроорганізмів поступово знижується і до кінця сушки (приблизно через 18-20 днів) зменшується в кілька разів.

В процесі дозрівання хамону груповий склад мікроорганізмів стає більш однорідним. Відбувається поступове збільшення кількості молочнокислих бактерій, мікрококів. В кінці дозрівання сиров'ялених виробів молочнокислі бактерії і мікрококи складають найбільш значну частину загальної кількості мікрофлори продукту.

Мікроби-антагоністи мають значну солестійкість, що дозволяє їм більш активно розмножуватися в процесі поступового зневоднення продукту. В результаті життєдіяльності молочнокислих бактерій і мікрококів відбувається поступове витіснення грамнегативних бактерій, аеробних гнильних бацил, стафілококів. Антагонізм молочнокислих бактерій і мікрококів обумовлюється

виробленням антибіотичних речовин і зрушенням рН фаршу в кислу сторону, несприятливу для розмноження гнильних і умовно-патогенних бактерій.

Видно залежність швидкості скорочення кількості МАФАМ від відсоткового співвідношення жирової тканини у м'ясі. Термін зберігання м'ясних продуктів обумовлюється двома факторами: мікробіологічне та окислювальне псування. Мікробіологічному псуванню підвладна білкова складова продукту, тоді як окисному - жирова. Це пояснює початковий знижений вміст КУО у високожирних продуктах. За рахунок введення токоферолу вдалося сповільнити процеси окислення жиру, проте не зупинити повністю. Тобто у процесі руйнування жирних кислот утворюються такі речовини, як перекисні сполуки, кетони, альдегіди, які згубно впливають на мікроорганізми.

Бактеріологічні дослідження винесені у додаток А.

Відбір проб м'яса і м'ясопродуктів та їх мікробіологічні проводили згідно Регламенту комісії ЄС №2073 / 2005

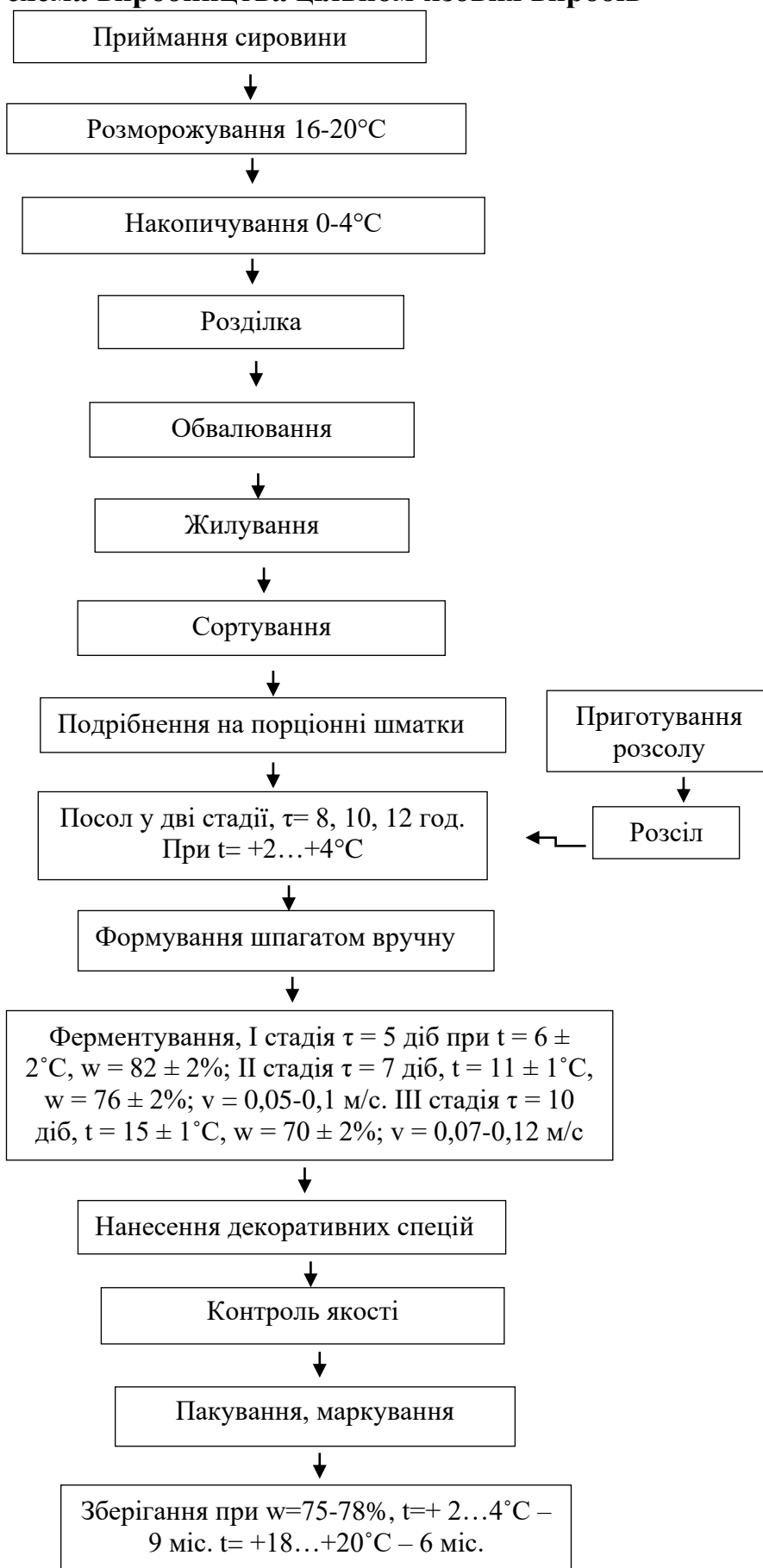
На підставі отриманих нами даних рекомендовані такі режими зберігання готової продукції:

Відносна вологість повітря 75-78%, температура +2...+4°C – 9 міс.; температура +18...+20°C – 6 місяців.

3.8 Технологічна схема виробництва за новою технологією

Нами розроблена технологічна схема виробництва сиров'ялених м'ясних делікатесів – хамону серрано з використання ультразвуку частотою 20 кГц та амплітудою 2 мм. Технологічну схему виробництва хамону вибираємо максимально наближену до традиційної. Це дозволяє в максимальному ступені використовувати сучасне технологічне обладнання, що забезпечує високу якість продукту. Технологічний процес здійснювали відповідно до технологічної схеми виробництва сиров'ялених цільном'язових делікатесів представленої в даному розділі.

Технологічна схема виробництва цільном'язових виробів



Підготовка м'ясної сировини

Сировина в цех надходить з холодильника у вигляді напівтуш по підвісному шляху в накопичувач (температура від 0 до 4 ° С). При прийомі уточнюють категорію вгодованості, перевіряють свіжість, стан туалету. Потім напівтуші поступають у відділення зачистки і ветеринарного контролю, де проводять зачистку напівтуш, видаляють побитости, клейма, бахрому і синці.

Після цього напівтуші зважують на монорейкових вагах. Потім напівтуші надходять в сировинне відділення, де відбувається операція оброблення, обвалки, жиловки і сортування м'яса.

Для виробництва делікатесної продукції використовується свинина вищого. Відбирають грудинку, шия, окіст та корейку. М'ясо нарізають на порційні частини масою 600...800 г та направляють на наступну операцію.

Підготовка посолочних сумішей.

Для посолу використовується сіль харчова, цукор білий, нітрит натрію, жирова емульсія токоферолу та аскорбінова кислота. У зв'язку з тим, що нітрит натрію вступає в реакцію з аскорбіновою кислотою, готують дві суміші окремо. Температура суміші 0...+4°С.

Посол в використаннім ультразвуку

Процес посолу проводиться в ультразвукових ваннах, де постійно підтримується температура посолочної суміші +2...+4°С.

Посолочна суміш готується окремо за двома різними рецептурами: №1 - сіль 25%, нітрит натрію 0,2 %, цукор 2%, токоферол 0,03-0,05%.

№2 - сіль 25%, цукор 2%, токоферол 0,03-0,05%, аскорбінова кислота 0,04-0,05%.

Після приготування суміші, м'ясо занурюють у ванну та включають ультразвукові випромінювачі. Тривалість посолу: корейка та окіст – 8 годин, шия – 10 годин, грудинка – 12 годин. Цикл роботи ультразвукових випромінювачів: 10 хв. через 10 хв.

Посол проводиться у дві стадії:

1 стадія: тривалість - 4 години (корейка та окіст); 5 годин (шия); 6 годин (грудинка). Під час першої стадії м'ясо проходить посол у розсолі № 1.

2 стадія: тривалість - 4 години (корейка та окіст); 5 годин (шия); 6 годин (грудинка). Під час другої стадії м'ясо проходить посол у розсолі № 2.

Поділ посолу на дві стадії обумовлюється тим, що аскорбінова кислота бурно реагує з нітритом натрію, тому необхідно досягти дифузії нітриту натрію по усьому об'єму м'яса перш ніж вводити аскорбінову кислоту.

Формовка.

Після засолу м'ясо направляють на формовку за допомогою джгута вручну, обтирають сумішшю спецій (пажитник, суміш перців, чабер, паприка, часник) і відправляють на ферментацію.

Ферментація.

Процес ферментації проходить у три стадії: I стадія $\tau = 5$ діб при $t = 6 \pm 2^\circ\text{C}$, $w = 82 \pm 2\%$; II стадія $\tau = 7$ діб, $t = 11 \pm 1^\circ\text{C}$, $w = 76 \pm 2\%$; $v = 0,05-0,1$ м / с. III стадія $\tau = 10$ діб, $t = 15 \pm 1^\circ\text{C}$, $w = 70 \pm 2\%$; $v = 0,07-0,12$ м / с.

Готову продукцію упаковують, маркують і направляють на зберігання при $w = 75-78\%$, $t = +2...+4^\circ\text{C}$ - 9 місяці, $t = +18...+20^\circ\text{C}$ - 6 місяців.

Розділ 4. Техніко-економічні показники

М'ясна промисловість стикається з постійним запитом на інноваційні технології, які можуть підвищити ефективність виробництва, покращити якість та безпеку м'ясних продуктів. Особливо це стосується продуктів, які виготовляються за давніми технологіями. Складність забезпечення належної безпеки та якості полягає в тому, що виробники ставляться до класичних технологій як нематеріальної цінності. Такий продукт, як хамон, має багату історію.

В Іспанії хамон виробляють із часів маврів (VIII-XV століття). Традиційна технологія зміцнилася у культурі та стала національною делікатесом. Незважаючи на це, багато технологічних операцій потребують модернізації.

Хамон серрано є популярним делікатесом, національним надбанням Іспанії. Експортується іспанський хамон до багатьох країн, у тому числі й до України. На вітчизняному ринку на 2023 рік ціна хамона серрано складає близько 800-1000 грн. за кілограм. Для середнього українця це досить висока вартість.

В'ялений окіст містить велику кількість білка, за рахунок відсутності термообробки в ньому зберігаються вітаміни А, В і РР, містять мікроелементи (магній, залізо, фосфор, кальцій, цинк). В'яле м'ясо є більш поживним у порівнянні з іншими видами м'ясної продукції у зв'язку зі зниженою кількістю вологи та високою концентрацією сухих речовин. Крім того, хамон має довгі терміни зберігання, що робить його зручним до вживання у тривалих поїздках та туристичних походах.

Розроблена технологія дозволить прискорити процес виробництва хамону серрано, знизити собівартість продукції та забезпечити безпеку для споживача.

4.1.1 Загальна ситуація в галузі виробництва м'ясопродуктів

Ринок свіжого м'яса і субпродуктів становить 1,2% всього агропродовольчого ринку України. В українському агросекторі тваринництво знаходиться на другому місці за значимістю для економіки.

Ринок свіжого м'яса і субпродуктів включає в себе наступні сегменти: яловичина, свинина, м'ясо птиці, м'ясо інших тварин (баранина, козлятина і т.д.), включаючи субпродукти.

Особливість ринку м'яса та м'ясопродуктів (в тому числі крафт та органіка) в Україні в тому, що в даний час в тваринницькій галузі України склалася непроста ситуація. Спостерігається скорочення поголів'я тварин майже всіх видів, окрім птиці.

В основному, зниження поголів'я свиней спостерігається через спалах африканської чуми. У 2019 спостерігалось зменшення кількості спалахів смертельної хвороби до 40 випадків, в загальному з 2012 року в Україні було зафіксовано 508 випадків африканської чуми свиней. Для боротьби з хворобою тільки в 2019 році було знищено понад 170 тис. голів свиней. Також, на галузь негативно впливає поганий технічний стан ферм і ряд інших ризиків тваринництва, які важко передбачити: несприятливі погодні умови, падіж худоби (загибель тварин від хвороб, голоду тощо.).

На ринку м'яса та м'ясопродуктів (в тому числі крафт та органіка) в Україні одним з найбільш доступних видів м'яса є м'ясо птиці, яке можна віднести до соціальних продуктів. Так, в Україні за офіційними даними Держстату у 2019 р. споживали 53,6 кг м'яса на 1 особу, з яких м'ясо птиці складало 26 кг або 49%.

В 2020 році через пандемію Коронавірусу та карантинні заходи поголів'я всіх сільськогосподарських тварин зменшилось.

У лютому 2022 року ситуація погіршилась з початком бойових дій. Та разом с цим, вдавалось задовольнити попит населення через те, що спостерігалось різке скорочення населення через масову евакуацію.

В Україні загальний обсяг пропозиції м'яса за 2022 рік становив 2 271 тис. тон, що на 435 тис. тон менше, ніж минулого року.

Як зазначається в презентації від Міністерства аграрної політики та продовольства України, це дозволить в нинішніх умовах забезпечити споживання м'яса на кожну людину в розмірі 53,1 кг/рік.

Зокрема, згідно з балансом попиту та пропозицій м'яса та м'ясопродуктів, на 2022 рік прогноз виробництва свинини становитиме 625 тис. тон. Виходячи з цього, споживання на кожну людину становитиме 20 кг свинини на рік.

Що стосується 2023 року, попри численні виклики минулого року, 63% опитаних свинарів (94 підприємства із загальним поголів'ям 1,4 млн свиней) зберегли поголів'я на довоєнному рівні.

4.1.2 Мета і робоча гіпотеза проектування, результати, які очікуються

Економічною метою науково-дослідної роботи є створення нових м'ясних продуктів, а саме цільном'язових в'ялених виробів – хамону серрано, які відрізняються тим, що для прискорення технологічних процесів використовується ультразвук. Окремо додавали tokoферол – антиоксидант, який запобігає окисленню ненасичених ліпідів.

Створення такого продукту дозволить підвищити прибуток за рахунок пролонгування термінів придатності виробів та значному скороченню часу на виробництво продукції.

Підприємствам вигідно впроваджувати у виробництво новий делікатесний вид продукції, оскільки у сучасних економічних умовах вони мають високий рівень рентабельності .

Очікувані економічні результати – збільшення прибутку підприємства завдяки:

- приросту реалізації продукції;
- розширення ринку збуту та асортименту продукції;
- збільшиться рентабельність внаслідок виробництва делікатесної продукції.

4.2. Техніко-економічні показники проекту

Згідно робочої гіпотези очікується отримання додаткового прибутку за рахунок отримання нової лінійки делікатесних продуктів за рахунок використання акустичних технологій, а саме – ультразвуку.

4.2.1 Визначення інноваційного бюджету та інвестицій у виробництво

Розмір інвестицій на реалізацію проекту визначається за формулою

$$I = I_{\text{ін}} + I_{\text{вир}}, \quad (4.2.1.1)$$

де $I_{\text{ін}}$ – інноваційний бюджет (інвестиції на проведення науково-дослідних робіт – НДР);

$I_{\text{вир}}$ – інвестиції у виробництво для впровадження результатів НДР.

Інноваційний бюджет визначається за формулою:

$$I_{\text{ін}} = V_{\text{кон}} + C_{\text{ндр}} + V_{\text{пкр}} + V_{\text{екс}} + V_{\text{дор}} + V_{\text{сер}} + V_{\text{пат}}, \quad (4.2.1.2)$$

де $V_{\text{кон}}$, $V_{\text{пкр}}$, $V_{\text{екс}}$, $V_{\text{дор}}$, $V_{\text{сер}}$, $V_{\text{пат}}$ – витрати на формування концепції, виконання проектно-конструкторської розробки пробного зразка; експериментальні дослідження; доробку пробного зразка; сертифікацію продукції; патентування новації (нової технології, нового засобу тощо).

$C_{\text{ндр}}$ – ціна НДР (вартість проведення прикладних науково-дослідних робіт);

$V_{\text{кон}}$ – 50 % від $C_{\text{ндр}}$;

$V_{\text{пкр}}$ – 50-100 % від $C_{\text{ндр}}$;

$V_{\text{екс}}$ – 50-100 % від $C_{\text{ндр}}$;

$V_{\text{дор}}$ – 10 % від $C_{\text{ндр}}$;

$V_{\text{сер}}$ – 20 % від $C_{\text{ндр}}$;

$V_{\text{пат}}$ – 10-20 % від $C_{\text{ндр}}$.

Ціна НДР визначається за формулою

$$C_{\text{ндр}} = V_{\text{ндр}} + П + ПДВ, \quad (4.2.1.3)$$

де $V_{\text{ндр}}$ – витрати на проведення прикладних НДР;

$П$ – прибуток від НДР (приймаємо рентабельність 20%);

$ПДВ$ – податок на додану вартість.

1. Витрати на сировину Вндр визначаються на підставі складання кошторису витрат на проведення НДР у таблиці 4.2.1.1

Таблиця 4.2.1.1 – Кошторис витрат на сировину на проведення НДР

Вид сировини	Маса на порцію (г/100г)	Ціна за одиницю (1кг), грн	Витрати на 1 кг, грн	Витрати на весь обсяг виробництва, тис. грн
Виров'ялений цільном'язовий делікатес «Хамон Серрано» загальним обсягом 30 кг (кожного окремого виду – 7,5 кг)				
Свинина вищого сорту				
Грудинка	131,5	174,0	228,81	1,71
Шия	163,0	234	381,42	2,8
Окіст	142,8	194	277,032	2,07
Корейка	185,1	244	451,644	3,3
Матеріали				
Цукор	10	33,9	3,39	0,10
Сіль кухонна	15	25,2	3,78	0,11
Токоферол 30%	0,65	1310	8,515	0,25
Аскорбінова кислота	0,65	218	1,417	0,04
Нітрит натрію	0,2	217	0,434	0,013
Декоративна посипка				
Перець чорний	0,5	237	1,185	0,03
Перець красний	0,08	212	0,1696	0,005
Чабер садовий	0,4	248	0,992	0,029
Часник сухий	0,7	326	2,282	0,068
Пажитник	2,5	274	6,85	0,205
Паприка	5,0	172	8,6	0,25
Разом				11,27

Примітка: у таблиці використані роздрібні ціни на сировину.

2. Допоміжні витрати

Витрати на реактиви для проведення НДР складають 10 % від вартості сировини. Відповідно витрати на матеріали складуть $0,1 \cdot 11,27 = 1,27$ тис. грн.

Відповідно загальні витрати на сировину та проведення дослідів складають:

$$V_{см} = 11,27 + 1,27 = 12,39 \text{ тис.грн}$$

3. Витрати на електроенергію

$$Вел = \sum t \cdot N \cdot T, \quad (4.2.1.4)$$

де, t – кількість годин роботи приладу;

N – потужність приладу;

T – тариф на електроенергію (1,68 грн/кВт/год).

Таблиця 4.2.1.2 – Розрахунок витрат електроенергії, необхідних для проведення НДР

Устаткування	Термін роботи, год	Потужність приладу, кВт	Тариф електроенергії, грн/кВт	Витрати електроенергії, грн (Вел.ен)
Камера розморожування	64	1,5	1,68	161,28
Морозильна камера	72	1,1	1,68	133,05
Акустический стенд АМ-4	120	1,4	1,68	282,24
Холодильник	32	0,38	1,68	20,42
Камера сушки	1008	0,9	1,68	1524,09
Ваги аналітичні	12	2,0	1,68	40,32
Всього:				2161,42

$$В_{ел} = 2161,42 \text{ грн}$$

1. Витрати на заробітну плату та відрахування на соціальні заходи

Відрахування на соціальні заходи складають 22 % від величини заробітної плати відповідно до законодавства.

Таблиця 4.2.1.3 – Розрахунок заробітної плати

Учасник НДР	Місячна заробітна плата, грн	Тривалість роботи, міс	Ступінь участі, %	Оплата праці за НДР, грн
Студент-дослідник	5300	3	100	15900
Науковий керівник технологічної кафедри	10982,41	3	10	3294,72

Науковий керівник з економічної частини	10982,41	2	5	1098,24
Лаборант	4200	3	5	630
Всього:				20922,96
Відрахування на соціальні заходи				4603,05
Всього:				25526,01

1. Амортизаційні відрахування

Амортизаційні відрахування становлять 20 % від вартості устаткування, яке використовують при проведенні НДР (устаткування основного та додаткового) і 5 % від вартості орендованих приміщень відповідно.

Вартість обладнання, необхідного для проведення науково-дослідних робіт складає 312 тис. грн.

Оскільки обладнання використовується лише 3 місяців, то річна амортизація дорівнюватиме:

$$V_{a\text{ об}} = V_y \times 0,20/3, \quad (4.2.1.5)$$

Таким чином, амортизаційні відрахування від вартості обладнання складають:

$$V_{a\text{ об}} = 312 \times 0,20/3 = 20,8 \text{ тис. грн}$$

Загальна площа орендованої лабораторії складає 42 м².

Вартість 1 м² площі приміщення складає 9800 грн., тому загальна вартість приміщення лабораторії складатиме 411 тис. грн.

Оренда даного приміщення на рік обійдеться в: 411 × 0,05 = 20,5 тис. грн.

Але приміщення буде експлуатуватись лише 90 днів, тому витрати на оренду приміщення: $A_{\text{пр}} = 20,5 \times 90/365 = 5054$ грн.

Загальні витрати на обладнання та приміщення складають:

$$V_A = 20,8 + 5,0 = 25,8 \text{ тис. грн.}$$

2. Інші витрати

Інші витрати беремо у розмірі 10 % від суми витрат по статтях 1-5:

$$V_{\text{інш}} = (41304,0 + 2161,42 + 20922,96 + 4603,05 + 25800) \times 0,1 = 6901,7 \text{ грн.}$$

3. Накладні витрати

Накладні витрати беремо у розмірі 20% від суми витрат по статтях 1-6:

$$V_{\text{накл}} = (41304,0 + 2161,42 + 20922,96 + 4603,05 + 25800 + 6901,7) * 0,2 = 15183,79$$

грн.

Таблиця 4.2.1.4 – Кошторис витрат на проведення прикладних НДР

№ з/п	Найменування статей витрат	Сума витрат, грн.
1	Матеріали	11271,93
2	Паливо та енергія	2161,4
3	Заробітна плата (основна та допоміжна)	20922,9
4	Відрахування на соціальні заходи	4603
5	Амортизаційні відрахування	25800
6	Інші витрати	6901,7
7	Накладні витрати	15183,7
Всього:		77234,62

$$Ц_{\text{НДР}} = (77234,62 + 77234,62 \times 0,2 + 77234,62 \times 0,2) / 1000 = 108,12 \text{ тис. грн.}$$

Таким чином витрати на розробку інновації дорівнюватимуть:

$$I_{\text{ін}} = 108,12 + 108,12 \times 0,5 + 108,12 \times 0,5 + 108,12 \times 0,5 + 108,12 \times 0,1 + 108,12 \times 0,2 + 108,12 \times 0,1 = 313,57 \text{ тис. грн.}$$

Визначення інвестицій у виробництво – I вир

Інвестиції у впровадження інновації у виробництво (I вир) при впровадженні результатів наукових досліджень пов'язані з необхідністю реконструювати або утворити нові основні виробничі фонди (ОВФ) та оборотні кошти (ОК).

Вони визначаються за формулою

$$I_{\text{вир}} = I_{\text{овф}} + I_{\text{ок}} + I_{\text{рек}}, \quad (4.2.1.6)$$

де $I_{\text{овф}}$ – інвестиції у придбання додаткових основних виробничих фондів;

$I_{\text{ок}}$ – інвестиції у додатковий оборотний капітал;

$I_{рек}$ – інвестиції у рекламу для забезпечення необхідного обсягу збуту продукції.

Інвестиції в основні виробничі фонди розраховують за формулою:

$$I_{овф} = I_{буд} + I_{уст} , \quad (4.2.1.7)$$

де $I_{буд}$ – витрати на будівництво та/або монтаж (5% від вартості обладнання);

$I_{уст}$ – інвестиції на придбання устаткування.

У даному проекті є потреба у впровадженні додаткового обладнання – ультразвукових випромінювачів 32 шт – 7200 грн/шт та ультразвукового генератора – 85000 грн. Тому

$$I_{уст} = 32 \times 7200 + 85000 = 315,4 \text{ тис грн.}$$

$$I_{буд} = 315,4 \times 0,05 = 15,7 \text{ тис грн.}$$

$$I_{овф} = 315,4 + 15,7 = 331,1 \text{ тис грн.}$$

Інвестиції у оборотний капітал визначають на основі використання коефіцієнту оборотності оборотних коштів за формулою

$$I_{ок} = РП / K_{ок}, \quad (4.2.1.8)$$

де $K_{ок}$ – коефіцієнт оборотності оборотних коштів підприємства;

РП – додатковий обсяг реалізації продукції (п.4.3).

Тоді

$$I_{ок} = 168695,08 / 4 = 42173,7 \text{ тис грн.}$$

Інвестиції у рекламу для забезпечення необхідного обсягу збуту продукції приймаємо на рівні 3% від приросту обсягу реалізованої продукції:

$$I_{рек} = 42173,7 \times 0,03 = 1265,2 \text{ тис.грн}$$

Інвестиції для впровадження інновації у виробництво складають:

$$I_{вир} = 331,1 + 42173,7 + 1265,2 = 43770,0 \text{ тис. грн}$$

Загальна сума інвестицій:

$$I = 313,57 + 43770,0 = 44083,66 \text{ тис. грн.}$$

4.3. Планування виробничої програми

Виробнича програма цеху визначається як в натуральному, так і у вартісному вираженні.

Ґрунтуючись на встановленій змінній потужності, коефіцієнту використання виробничої потужності, плановому робочому періоді цеху в 250 днів на рік і асортименті продукції визначається можливий обсяг випуску продукції за рік в натуральному вираженні. У натуральному виразі обсяг виробництва продукції (ОП) визначаємо множенням потужності (М) на прийнятий при проектуванні коефіцієнт використання потужності ($K_{ім}$) по кожному виду продукції і число змін роботи підприємства в році ($K_{зм}$) за формулою 6.2.1.:

$$ОП = М \times K_{ім} \times K_{зм}; \quad (4.3.1)$$

Обсяг виробленої продукції в грошовому вираженні визначаємо виходячи з річного обсягу виробництва продукції в натуральному вираженні і діючої оптової ціни за одиницю продукції. Розрахунок річного обсягу виробництва наведений в таблиці 4.3.1.

Таблиця 4.3.1 – Розрахунок обсягу виробництва продукції цеху в натуральному та вартісному виразі

Найменування продукції	Виробітка в зміну, кг	$K_{ім}$	$K_{зм}$	ОП, т	Діюча оптова ціна за одиницю без ПДВ, грн.	Обсяг виробленої продукції без ПДВ, тис. грн.
Цільном'язові вироби «Хамон Серрано»						
Хамон «Barriga de cerdo» (Грудинка)	581,7	0,7	250	101,81	340,65	34680,32
Хамон «Cuello de cerdo» (Шия)	469,3	0,7	250	82,13	549,09	45097,67
Хамон «Jamón de cerdo» (Окіст)	535,7	0,7	250	93,75	434,70	40753,42
Хамон «lomo de cerdo» (Корейка)	413,3	0,7	250	72,33	665,93	48163,67
Всього	2000,1			350,01		168695,08

Таким чином, обсяг виробленої продукції – 350,01 т на рік на суму 168695,08 тис. грн.

4.4. Розрахунок собівартості виробленої продукції

Повну собівартість продукції розраховуємо по елементах витрат.

Вартість сировини, основних і допоміжних матеріалів визначаємо виходячи з змінних витрат сировини і матеріалів, кількості змін роботи підприємства в році (з урахуванням коефіцієнту використання виробничої потужності) і оптової ціни за одиницю сировини, яка склалась в сегментах ринку. Розрахунок вартості сировини наведений в табл. 4.4.1

Таблиця 4.4.1 – Визначення вартості сировини

Вид сировини	Маса на порцію (г/100г)	Ціна за одиницю (1кг), грн	Витрати на 1 кг, грн	Витрати на весь обсяг виробництва, тис. грн
Виров'ялений цільном'язовий делікатес «Хамон Серрано»				
Свинина вищого сорту				
Грудинка	131,5	117,75	154,84	15763,78
Шия	163	153,12	249,59	20498,94
Окіст	142,8	138,37	197,59	18524,28
Корейка	185,1	163,53	302,69	21892,58
Цукор	10	25,7	2,57	899,54
Сіль кухонна	15	15,4	2,31	808,53
Токоферол 30%	0,65	1310	8,515	2980,37
Аскорбінова кислота	0,65	218	1,417	495,97
Нітрит натрію	0,2	217	0,434	151,91
Декоративна посипка				
Перець чорний	0,5	146	0,73	255,51
Перець червоний	0,08	137	0,1096	38,36
Чабер садовий	0,4	156	0,624	218,41
Часник сухий	0,7	210	1,47	514,52
Пажитник	2,5	117,5	2,9375	1028,17
Паприка	5	94	4,7	1645,06
Разом				85715,92

Примітка: у таблиці використані оптові ціни на сировину.

Витрати на допоміжні матеріали складають 5 % від вартості сировини:

$$B_{\text{мат}} = 85715,92 \times 0,05 = 4285,8 \text{ тис.грн}$$

Для виробництва сиров'яленої продукції витрачаються електроенергія та вода. Пара не витрачається, оскільки відсутні операції, для яких вона потрібна.

Вартість електроенергії та води на технологічні цілі та господарські потреби розраховано в табл. 4.4.2 та 4.4.3 на основі нормативних витрат енергоресурсів на виробництво одиниці продукції.

Таблиця 4.4.2 – Вартість електроенергії на виробництво продукції

Вид продукції	Обсяг виробництва, т/зм	Витрата ресурсів, кВт*Г/т продукції	Витрата ресурсів, кВт*Г/зм.	$K_{\text{зм}}$	Річна потреби енергоресурсів	Вартість одиниці ресурсів, грн.	Вартість ресурсів, тис. грн.	
Цільном'язові делікатеси «Хамон Серрано»	1,4	262,5	367,5	250	91875	1,68	154,35	
Разом							154,35	
На госп. потреби	20% від технологічної потреби							30,87
Усього							185,22	

Таблиця 4.4.3 – Вартість води на виробництво продукції

Вид продукції	Обсяг виробництва, т/зм	Витрата ресурсів, куб.м/т продукції	Витрата ресурсів, куб.м/змину	$K_{\text{зм}}$	Річна потреби енергоресурсів	Вартість одиниці ресурсів, грн.	Вартість ресурсів, тис. грн.	
Цільном'язові делікатеси	1,4	8,2	11,48	250	2870	32,27	92,61	
Разом							92,61	
На госп. потреби	30% від технологічної потреби							27,78
Усього							120,40	

Фонд оплати праці розраховано в таблиці 4.4.3 за формулою (4.4.1):

$$\text{ФОП} = \text{ЗП}_{\text{СЕР}} \times \text{Ч} \times \text{n} \quad (4.4.1)$$

де $\text{ЗП}_{\text{СЕР}}$ – середня заробітна платня даної категорії працівників у регіоні відповідно до даних Державного управління статистики України (значення може бути скореговане при наявності об'єктивних передумов);

Ч – чисельність працівників;

n – кількість періодів роботи на рік (n = 12).

Результати розрахунків зводимо в табл. 4.4.3

Таблиця 4.4.4 – Фонд оплати праці

Категорії працівників	Чисельність, осіб	ЗП _{СЕР} , грн	ФОП, тис. грн.	Відрахування в соціальні фонди, тис. грн. (22 %)
1	2	3	4	5
Робітники основного виробництва	8	11315	1086,24	239,0
Робітники допоміжного виробництва	4	8150	391,2	86,1
Керівники, фахівці і інші службовці	2	17400	417,6	91,9
Всього	14		1895,04	416,9

Відрахування в соціальні фонди визначено в табл. 4.4.3 відповідно до установлених відсотків від величини фонду оплати праці (22 %).

Проектом передбачено впровадження додаткового обладнання – ультразвукових випромінювачів 32 шт та ультразвукового генератора, то приріст амортизаційних відрахувань буде складати:

$$A = (32 \times 7200 + 85000) \times 10\% = 31,5 \text{ тис грн.}$$

Інші операційні витрати (загальновиробничі витрати, витрати на ремонт тощо) розраховуємо в розмірі 10% від витрат за всіма попередніми статтями, окрім вартості сировини.

Повна собівартість продукції наведена в табл. 4.4.5.

Таблиця 4.4.5 – Кошторис витрат на виробництво продукції

Елементи економічних витрат	Сума витрат, тис. грн
1	2
1. Матеріальні витрати	90001,7
у тому числі	
Сировина	85715,9
Допоміжні матеріали	4285,8
2. Вода і електроенергія	305,6
3. Витрати на оплату праці	1895,0
4. Відрахування до соціальних фондів	416,9
5. Амортизаційні витрати	31,5
6. Інші витрати	2620,7
Всього витрат (собівартість виробленої продукції)	95271,5

4.5. Розрахунок економічної ефективності проекту

Прибуток (П) визначаємо за формулою (4.5.1):

$$П = ОВ - С; \quad (4.5.1)$$

де П – прибуток за рік, тис. грн.

ОВ – обсяг виробленої продукції, тис. грн.

С – собівартість виробленої продукції, тис. грн.

$$П = 168695,08 - 95271,5 = 73423,58 \text{ тис. грн.}$$

Чистий прибуток, тобто прибуток, що залишається в розпорядженні підприємства, розраховуємо за формулою (4.5.2):

$$ЧП = П - П \times 0,18; \quad (4.5.2)$$

де 0,18 – процентна ставка податку на прибуток (18%);

$$ЧП = 73423,58 - 73423,58 \times 0,18 = 60207,33 \text{ тис. грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень (інвестицій) (Т) без врахування коефіцієнта визначаємо за формулою (6.6.1):

$$Т = К : ЧП; \quad (4.5.3)$$

$$Т = 44083,66 : 60207,33 = 0,73 \text{ (років).}$$

Термін окупності менше ніж п'ять років, отже, капітальні вкладення економічно ефективні. Досить короткий термін окупності обумовлений тим, що втілення проекту відбувається на існуючих площах підприємства, з використанням існуючих інженерних мереж та при малих затратах на нове обладнання.

Техніко-економічні показники проекту представлені в табл. 4.5.2.

Таблиця 4.5.2 – Основні техніко-економічні показники проекту

Найменування показника	Значення показника
1. Виробнича потужність, т/зм	1,4
2. Річний обсяг продукції в натуральному виразі, т	350
3. Коефіцієнт використання виробничої потужності	0,7
4. Вироблена продукція в діючих оптових цінах, тис. грн.	168695,08
5. Чисельність працюючих, осіб	14
6. Середньорічне вироблення продукції на одного працюючого, тис. грн./особу	12049,6
7. Собівартість виробленої продукції, тис. грн.	95271,5
8. Витрати на 1 грн виробленої продукції, грн/грн	0,56
9. Прибуток, тис. грн.	73423,58
10. Чистий прибуток, тис. грн.	60207,33
11. Капітальні вкладення, тис. грн.	44083,66
Інвестиції в оборотні кошти	42173,7
Інвестиції на рекламу	1265,2
Інвестиції на розробку технології	313,57
12. Термін окупності капітальних вкладень, років	0,73
13. Режим роботи, змін в році	250

Висновок: результати розрахунків свідчать, що на реалізацію інноваційного проекту необхідні інвестиції у розмірі 44083,66 тис. грн., які будуть окуплені на протязі 0,73 років.

Таким чином, можна зробити висновок, що реалізація інвестиційного проекту є економічно доцільною. Представлений проект є економічно ефективним за умови забезпечення визначеного в розрахунках обсягу реалізації.

Розділ 5. Охорона праці

Охорона праці – це система збереження життя і здоров'я працівників у процесі трудової діяльності, що включає правові, соціально-економічні, організаційно-технічні, санітарно-гігієнічні, лікувально-профілактичні, реабілітаційні та інші заходи.

1. Правові заходи щодо охорони праці

Правові заходи щодо охорони праці полягають у створенні системи правових норм, що встановлюють стандарти безпечних та здорових умов праці та правових засобів щодо забезпечення їх дотримання.

2. Соціально-економічні заходи з охорони праці Соціально-економічні заходи з охорони праці включають заходи державного стимулювання роботодавців щодо підвищення рівня охорони праці, встановлення компенсацій та пільг при виконанні робіт у шкідливих та небезпечних умовах праці, захист окремих, найменш соціально захищених категорій працівників, обов'язкове соціальне страхування та виплату компенсацій у разі виникнення професійних захворювань та виробничих травм.

3. Організаційно-технічні заходи з охорони праці Організаційно-технічні заходи з охорони праці полягають у створенні системи управління охороною праці – єдиного комплексу взаємопов'язаних та взаємодіючих між собою елементів, що встановлюють політику та цілі в галузі охорони праці в конкретній організації та процедури досягнення цих цілей.

4. Санітарно-гігієнічні заходи щодо охорони праці

Санітарно-гігієнічні заходи з охорони праці полягають у проведенні робіт, спрямованих на зниження рівня впливу на працівників шкідливих та небезпечних виробничих факторів з метою забезпечення сприятливих умов праці та запобігання професійним захворюванням.

5. Лікувально-профілактичні заходи щодо охорони праці

Лікувально-профілактичні заходи з охорони праці включають організацію попередніх, періодичних та позачергових медичних оглядів, обов'язкових

психіатричних оглядів працівників, видачу молока та лікувально-профілактичного харчування.

6. Реабілітаційні заходи щодо охорони праці

Реабілітаційні заходи з охорони праці полягають у здійсненні комплексу заходів, спрямованих на відновлення здоров'я та працездатності працівників, які постраждали внаслідок нещасного випадку на виробництві та професійних захворювань.

Соціальною сутністю охорони праці є підтримка здоров'я та працездатності економічно активного населення на максимально можливому рівні, а також соціальний захист постраждалих на виробництві та членів їхніх сімей.

Економічною сутністю охорони праці є мінімізація втрат суспільства при здійсненні ним виробничої діяльності шляхом запобігання випадкам виробничого травматизму та професійної захворюваності.

Охорона праці може розглядатися у трьох аспектах:

1. Охорона праці інституту трудового права.
2. Охорона праці як елемент трудових правовідносин.
3. Охорона праці як суб'єктивне право працівника.

Як інститут трудового права охорона праці – це сукупність правових норм, вкладених у забезпечення безпечних і здорових умов праці працівників.

Як елемент трудових правовідносин охорона праці являє собою зустрічні (кореспондуючі один з одним) права та обов'язки працівника та роботодавця (адміністрації) щодо дотримання вимог безпеки праці, безпечної експлуатації техніки та безпечного здійснення технологічних процесів.

Як суб'єктивне право працівників охорона праці полягає у законодавчому закріпленні такого становища працівників, у якому їм мають бути забезпечені безпечні та здорові умови праці. Це реалізується у конкретних трудових правовідносинах. Суб'єктивне право кожного працівника - право на безпечні та здорові умови купа при здійсненні тієї трудової функції, яку він зобов'язався виконувати за трудовим договором.

У трудовому праві прийнято розуміти охорону праці в широкому значенні як всю сукупність норм законодавства про працю, спрямованих на охорону та захист трудових прав працівників, їх становище у сфері праці.

Основне завдання охорони праці – профілактика та запобігання виробничому травматизму, професійним захворюванням та мінімізація соціальних наслідків. Іншими словами, основне завдання охорони праці полягає в тому, щоб забезпечити на кожному робочому місці соціально прийнятний ризик.

Основні принципи охорони праці

Основними принципами охорони праці як системи заходів є:

1. Забезпечення збереження життя, здоров'я та працездатності працівників у процесі трудової діяльності.
2. Соціальне партнерство роботодавців та працівників у сфері охорони праці.
3. Гарантії захисту права працівників на працю в умовах, що відповідають вимогам охорони праці.
4. Визначення та виплати компенсацій за важкі роботи та роботи зі шкідливими та (або) небезпечними умовами праці.
5. Соціальне страхування працівників від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань.
6. Медична, соціальна та професійна реабілітація працівників, які постраждали від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань.

Вимоги безпеки до технологічних процесів мають бути викладені у технологічних документах, затверджених у встановленому порядку.

Технологічна документація повинна містити вимоги безпеки не тільки основних, а й процесів прибирання технологічних відходів з робочих місць та виробничих приміщень, їх зберігання, переробки та відправки на утилізацію.

Технологічні процеси не повинні супроводжуватися забрудненням навколишнього середовища (повітря, ґрунту, водойм) шкідливими речовинами

в концентраціях, що перевищують гранично допустимі рівні, встановлені нормативними документами.

Технологічні процеси, машини, механізми, виробниче обладнання повинні відповідати вимогам нормативних правових актів з пожежної безпеки, затверджених в установленому порядку.

Заходи захисту від вибуху, вимоги безпеки повинні викладатися у технологічній документації у вигляді вказівок, приписів на безпечне виконання роботи, а також застосування засобів захисту працівників.

Перелічені принципи лежать в основі, є вихідними положеннями охорони праці та підлягають не тільки визнанню, а й повсякденному втіленню в життя. Їх реалізація є гарантом безпеки праці.

Розділ 6. Висновки та рекомендації

1. Показана перспективність використання акустичних технологій при виробництві сиров'ялених цільном'язових делікатесів.
2. Вивчено вплив ультразвуку на ферментативну активність у м'ясній тканині. Ультразвук високої потужності руйнує ферменти, тоді як низька потужність дозволила інтенсифікувати процес визволення ферментів з лізосом.
3. Вивчено вплив ультразвуку на структурно-механічні та фізико-хімічні властивості м'ясних систем і органолептичні властивості готової продукції.
4. Вивчено вплив токоферолу на перекісне число у жировій тканині та розраховано кількість токоферолу в залежності від процентного вмісту жиру у м'ясі.
5. Розроблено технологію посолу з використанням ультразвуку та додаванням токоферолу та аскорбінової кислоти. Вирішено проводити процес посолу у дві стадії з ціллю використання нітриту натрію та аскорбінової кислоти сепаровано.
6. Були підібрані режими ультразвуку при засолі цільном'язових виробів виходячи з динаміки дифузії хлориду натрію. Показано, що при частоті УЗ 20 кГц та амплітуді 2 мм – дифузійно-осматичні процеси прискорюються з 48 годин до 8, 10 та 12 годин залежно від виду сировини.
7. Було вивчено вплив ультразвуку терміни зберігання готового продукту. Показано, що кількість МАФАНМ падає при зберіганні. Це зв'язано не тільки з падінням активності води, але з тим, що сировина, яка пройшла обробку ультразвуком біль стерильна на початкових етапах ферментації.
8. Розроблено технологічну схему виробництва цільном'язових делікатесів з використанням ультразвуку.
9. Економічними розрахунками підтверджена ефективність розробленої технології

Список використаної літератури

1. Alpaslan, M., Gündüz, H. The effects of growing conditions on oil content, fatty acid composition and tocopherol content of some sunflower varieties produced in Turkey. *Nahrung/Food*, 2000, 44(6), 434–437.
2. Asaithambi, N., Singha, P., Dwivedi, M. Hydrodynamic cavitation and its application in food and beverage industry: A review. *Journal of Food Process Engineering*, 2019, e13144.
3. Awad T.S., Moharram H.A., Shaltout O.E. Applications of ultrasound in analysis, processing and quality control of food: A review, *Food Res. Int.* 48 2012, 410-427.
4. Cerecedo L.M., Dopazo C., Gomez-Lus R. Water disinfection by hydrodynamic cavitation in a rotor-stator device, *Ultrason. Sonochem.* 48, 2018, 71–78
5. Dong, Z., Qin, Z. Experimental study of pathogenic microorganisms inactivated by Venturi-type hydrodynamic cavitation with different throat lengths. *Journal of the Civil Engineering Forum*, 4(3), 2018, 209–214.
6. Fernandes, F. A. N., Oliveira, V. S., Gomes, W. F. Degradation kinetics of vitamin E during ultrasound application and the adjustment in avocado purée by tocopherol acetate addition. *LWT - Food Science and Technology*, 69, 2016, 342–347.
7. Flores, M., Aristoy, M. C., Antequera, T., Barat, J. M. Effect of brine thawing/salting on endogenous enzyme activity and sensory quality of Iberian dry-cured ham. *Food Microbiology*, 29(2), 2012, 247–254.
8. Inguglia, E. S., Zhang, Z., Burgess, C. Influence of extrinsic operational parameters on salt diffusion during ultrasound assisted meat curing. *Ultrasonics*, 83, 2018, 164–170.
9. Inguglia, E. S., Zhang, Z., Tiwari, B. K. Salt reduction strategies in processed meat products – A review. *Trends in Food Science & Technology*, 59, 2017, 70-78.

10. ISO/FDIS 21807, 2004. Microbiology of Food and Animal Feeding Stuffs—Determination of Water Activity. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
11. J.T. Tervo, R. Mettin, W. Lauterborn, Bubble cluster dynamics in acoustic cavitation, *Acta Acust. Acust.* 92, 2006, 178–180.
12. Kang, D. C., Gao X. Q., Ge Q. F. Effects of ultrasound on the beef structure and water distribution during curing through protein degradation and modification. *Ultrason. Sonochem.* 2017, 38:317–325
13. Kang, D. C., Zou Y. H., Cheng Y. P. Effects of power ultrasound on oxidation and structure of beef proteins during curing processing. *Ultrason. Sonochem.* 2016, 33:47–53.
14. Kentish, S., Feng, H. Applications of Power Ultrasound in Food Processing. *Annual Review of Food Science and Technology*, 5(1), 2014, 263–284.
15. Kulås, E., Olsen, E., Ackman, R. G. Effect of α -, γ -, and δ -tocopherol on the distribution of volatile secondary oxidation products in fish oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104(8), 2002, 520–529.
16. Li, X., Wang, Y., Sun, Y. The effect of ultrasound treatments on the tenderizing pathway of goose meat during conditioning. *Poultry Science*, 97(8), 2018, 2957–2965.
17. Lineback C.B., Nkemngong C.A., Wu S.T. Hydrogen peroxide and sodium hypochlorite disinfectants are more effective against *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa* biofilms than quaternary ammonium compounds, *Antimicrob. Resist. Infect. Control.* 7, 2018, 1–7
18. Liu, K., Chougnet, A., Woggon, W. A Short Route to α -Tocopherol. *Angewandte Chemie*, 120(31), 2008, 5911–5913.
19. Mane, M. B., Bhandari, V. M., Balapure, K. Destroying antimicrobial resistant bacteria (AMR) and difficult, opportunistic pathogen using cavitation and natural oils/plant extract. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2020, 105272. doi:10.1016/j.ultsonch.2020.105272

20. Martín L., Antequera T., Ventanas J., et al. Effect of dietary α -tocopherol supplementation and storage conditions on lipid oxidation and α -tocopherol content in liver and muscle of Iberian pigs. *Meat Science*, 70(4), 2005, 735-744.
21. McDonnell, C. K., Allen, P., Morin, C. The effect of ultrasonic salting on protein and water-protein interactions in meat. *Food Chemistry*, 147, 2014, 245-251.
22. Mevada, J., Devi, S., Pandit, A. Large scale microbial cell disruption using hydrodynamic cavitation: Energy saving options. *Biochemical Engineering Journal*, 143, 2019, 151–160
23. Miller, R. R., Slathar, J. R., Luvisotto, M. L. α -tocopherol and δ -tocopherol attenuate ethanol-induced changes in membrane fatty acid composition in embryonic chick brains. *Teratology*, 62(1), 2000, 26–35.
24. Ojha, K. S., Keenan, D. F., Bright, A. Ultrasound assisted diffusion of sodium salt replacer and effect on physicochemical properties of pork meat. *International Journal of Food Science & Technology*, 51(1), 2016, 37-45. doi: 10.1111/ijfs.13001
25. Pingret D., Fabiano-Tixier A.S., Chemat F. Degradation during application of ultrasound in food processing: A review, *Food Control*, 31 2013, 593-606
26. Pľuchtová M., Gervasi T., Benameur Q. Antimicrobial activity of two mentha species essential oil and its dependence on different origin and chemical diversity, *Nat. Prod. Commun.* 13, 2018, 1051–1054
27. Ramírez, M. R., & Cava, R. Effect of Iberian \times Duroc genotype on composition and sensory properties of dry-cured ham. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(4), 2008, 667–675.
28. Šarc, A., Kosel, J., Stopar, D. Removal of bacteria *Legionella pneumophila*, *Escherichia coli*, and *Bacillus subtilis* by (super)cavitation. *Ultrasonics Sonochemistry*, 42, 2018, 228–236.

29. Serrano A., Teixeira A., Sousa S.C., et al. Traditional and emerging technologies for meat ripening and drying. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(2), 2018, 342-363.
30. Tiwari BK, Mason TJ. Ultrasound processing of fluid foods. In *Novel Thermal and Non-Thermal Technologies for Fluid Foods*, ed. PJ Cullen, BK Tiwari, V Valdramidis, New York: Elsevier. 2012, pp. 135–65.
31. Turantas, F., G. B. Kılıc, and B. Kılıc. Ultrasound in the meat industry: general applications and decontamination efficiency. *Int. J. Food Microbiol.* 2015, 198:59–69
32. Wang, J. Y., Yang Y. L., Tang X. Z. Effects of pulsed ultrasound on rheological and structural properties of chicken myofibrillar protein. *Ultrason. Sonochem.* 2017, 38:225–233
33. Wang, Z., Xu, Y., Zhang, J., Li, X. Proteolysis, protein oxidation and protease activity in dry-cured Xuanwei ham during the salting stages. *International Journal of Food Science & Technology*, 46(7), 2011, 1370–1377.
34. Wessling, C., Nielsen, T., Leufven, A. The influence of α -tocopherol concentration on the stability of linoleic acid and the properties of low-density polyethylene. *Packaging Technology and Science*, 13(1), 2000, 19–28.
35. Zupanc M., Pandur Ž., Stepišnik Perdih T. Effects of cavitation on different microorganisms: The current understanding of the mechanisms taking place behind the phenomenon. A review and proposals for further research, *Ultrason. Sonochem.* 57, 2019, 147–165
36. Клименко М.М.. Технологія м'яса та м'ясних продуктів — К.: Вища освіта, 2006. — 640 с
37. Ощипок І.М., Ярошевич В.І., Пасічний В.М. Дослідження мікробіологічних характеристик м'ясних фаршів в процесі посолу. // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького , том 10, №2-5 (37), 2008, с. 97-100.
38. Даниленко С.Г., Кигель Н.Ф., Бурцева А.В. Відбір мікроорганізмів для ферментації м'ясної сировини // *Biotechnologia Acta*, 2014 - № 4, сс. 107-117.

39. Основи охорони праці : підручник / М. С. Одарченко, А. М. Одарченко, В. І. Степанов, Я. М. Черненко. – Х. : Стиль-Издат, 2017. – 334 с.
40. Обладнання харчових та переробних виробництв: традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід [Електронний ресурс] : наук.-допом. бібліогр. покажч. / [упоряд. О. В. Олабоді] ; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. – Київ, 2020. – 247 с.
41. Орел В. М. Методологічні аспекти формування інноваційних процесів у м'ясній промисловості // Економіка і управління. - 2015. - № 2. - С. 17-23. Інструкція з охорони праці у лабораторії [Текст].
42. В.С. Джигирей, В.М. Сторожук, Р.А. Яцюк. Основи екології та охорона навколишнього природного середовища (Екологія та охорона природи). Навчальний посібник. Вид. 2-ге, доп. Львів, Афіша, 2000 - 272 с.
43. Кричківська Л.В. Безпека харчових продуктів: антиаліментарні фактори, ксенобіотики, харчові добавки: навчальний посібник / Л.В. Кричківська, А.П. Белінська, В.В. Анан'єва та ін. – Харків: НТУ «ХП», 2017. – 98 с.
44. Фінанси : підручник. / за ред. С.І. Юрія, В.М. Федосова. — 2-ге вид. переробл. і доповн. — К. : Знання, 2012. — 687 с.
45. Наказ «Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників» № 225/31677, 2018
46. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів та Правила техніки безпеки під час експлуатації електроустановок споживачів [Текст].

Таблиця 3.6.1 - Культуральні та морфологічні ознаки мікрофлори сировини

№ п.п.	Найменування сировини	Опис посіву
1	Грудинка	На поверхні МПА виросло 8 дрібних колоній. Поверхневі, форма краю колонії округла, жовтого кольору, блискучі, непрозорі, ГР +. Мікрорельєф - випукліше, макрорельєф - гладкі.
2	Шия	На поверхні МПА виросло 63 дрібні колонії. Поверхневі, форма краю колонії округла, жовтого кольору, блискучі, що не прозорі, ГР +. Мікрорельєф - випукліше, макрорельєф - гладкі
3	Окіст	На поверхні МПА виросло 74 дрібних колоній. Поверхневі, форма краю колоній округла, жовтого кольору, блискучі, що не прозорі, ГР +. Мікрорельєф - випукліше, макрорельєф - гладкі.
4	Корейка	На поверхні МПА виросло 85 дрібних колоній. Поверхневі, форма краю колоній округла, жовтого кольору, блискучі, що не прозорі, ГР +. Мікрорельєф - випукліше, макрорельєф - гладкі.

Таблиця 3.6.2 Культуральні та морфологічні ознаки мікрофлори готового продукту.

№	Готовий продукт	Зберігання, діб	Опис
1	Хамон «Barriga de cerdo» (Грудинка) Контрольний зразок	0	На МПА виросло 200 колоній. Гр+, тетракоки, стрептококи.
		7	На МПА виросло 173 колоній. Гр+, палички, сарцини.
		14	На МПА виросло 156 колоній. Гр+, коки, кілька паличок, сарцини.
		21	На МПА виросло 140 колоній. Гр+, коки. , кілька паличок, сарцини.
		28	На МПА виросло 124 колоній. Гр+, коки. ,
		35	На МПА виросло 111 колоній. Гр+, коки. коки,
		49	На МПА виросло 105 колоній. Гр+, коки. коки, кілька паличок.
		63	На МПА виросло 99 колоній. Гр+, коки.
		77	На МПА виросло 96 колоній. Гр+, коки.
		90	Виросло 94 колоній на МПА. Поверхневі, форма округла, дрібні, форма краю округла, колір жовтий. Мікрорельєф - опуклі, макрорельєф – гладенькі. Гр +, коки.
2	Хамон «Barriga de cerdo»	0	На МПА виросло 200 колоній. Гр+, тетракоки, стрептококи.

Продовження додатка 1

(Грудинка) Зразок з обробкою ультразвуком	7	На МПА виросло 135 колоній. Гр+, палички, сарцини.
	14	На МПА виросло 118 колоній. Гр+, коки, кілька паличок, сарцини.
	21	На МПА виросло 106 колоній. Гр+, коки. , кілька паличок, сарцини.
	28	На МПА виросло 95 колоній. Гр+, коки. , кілька паличок, сарцини.
	35	На МПА виросло 87 колоній. Гр+, коки. коки, кілька паличок.
	49	На МПА виросло 80 колоній. Гр+, коки. коки, кілька паличок.
	63	На МПА виросло 75 колоній. Гр+, коки.
	77	На МПА виросло 70 колоній. Гр+, коки.
	90	Виросло 66 колоній на МПА. Поверхневі, форма округла, дрібні, форма краю округла, колір жовтий. Мікрорельєф - опуклі, макрорельєф - гладенькі. Гр +, коки.

Таблиця 3.6.3 Культуральні та морфологічні ознаки мікрофлори готового продукту.

№	Готовий продукт	Зберігання, діб	Опис
1	Хамон «Cuello de cerdo» (Шия) Контрольний зразок	0	На МПА виросло 203 колоній. Гр+, тетракоки, стрептококи.
		7	На МПА виросло 175 колоній. Гр+, палички, сарцини.
		14	На МПА виросло 162 колоній. Гр+, коки, кілька паличок, сарцини.
		21	На МПА виросло 150 колоній. Гр+, коки. , кілька паличок, сарцини.
		28	На МПА виросло 138 колоній. Гр+, коки. ,
		35	На МПА виросло 123 колоній. Гр+, коки. коки,
		49	На МПА виросло 118 колоній. Гр+, коки. коки, кілька паличок.
		63	На МПА виросло 113 колоній. Гр+, коки.
		77	На МПА виросло 109 колоній. Гр+, коки.
		90	Виросло 107 колоній на МПА. колоній. Гр+, коки.
2	Хамон «Cuello de cerdo» (Шия)	0	На МПА виросло 203 колоній. Гр+, тетракоки, стрептококи.

Продовження додатка 1

Зразок з обробкою ультразвуком	7	На МПА виросло 149 колоній. Гр+, палички, сарцини.
	14	На МПА виросло 132 колоній. Гр+, коки, кілька паличок, сарцини.
	21	На МПА виросло 116 колоній. Гр+, коки. , кілька паличок, сарцини.
	28	На МПА виросло 104 колоній. Гр+, коки. , кілька паличок, сарцини.
	35	На МПА виросло 95 колоній. Гр+, коки. коки, кілька паличок.
	49	На МПА виросло 87 колоній. Гр+, коки. коки, кілька паличок.
	63	На МПА виросло 80 колоній. Гр+, коки.
	77	На МПА виросло 76 колоній. Гр+, коки.
	90	Виросло 73 колоній на МПА. Поверхневі, форма округла, дрібні, форма краю округла, колір жовтий. Мікрорельєф - опуклі, макрорельєф - гладенькі. Гр +, коки.

Таблиця 3.6.4 Культуральні та морфологічні ознаки мікрофлори готового продукту.

№	Готовий продукт	Зберігання, діб	Опис
1	Хамон «Jamón de cerdo» (Окіст)	0	На МПА виросло 207 колоній. Гр+, тетракоки, стрептококи.
		7	На МПА виросло 181 колоній. Гр+, палички, сарцини.
	Контрольний зразок	14	На МПА виросло 170 колоній. Гр+, коки, кілька паличок, сарцини.
		21	На МПА виросло 161 колоній. Гр+, коки. , кілька паличок, сарцини.
		28	На МПА виросло 155 колоній. Гр+, коки. ,
		35	На МПА виросло 140 колоній. Гр+, коки. коки,
		49	На МПА виросло 132 колоній. Гр+, коки. коки, кілька паличок.
		63	На МПА виросло 126 колоній. Гр+, коки.
		77	На МПА виросло 121 колоній. Гр+, коки.
		90	Виросло 118 колоній на МПА. колоній. Гр+, коки.
2	Хамон «Jamón de cerdo» (Окіст)	0	На МПА виросло 207 колоній. Гр+, тетракоки, стрептококи.

Продовження додатка 1

Зразок з обробкою ультразвуком	7	На МПА виросло 156 колоній. Гр+, палички, сарцини.
	14	На МПА виросло 136 колоній. Гр+, коки, кілька паличок, сарцини.
	21	На МПА виросло 123 колоній. Гр+, коки. , кілька паличок, сарцини.
	28	На МПА виросло 113 колоній. Гр+, коки. , кілька паличок, сарцини.
	35	На МПА виросло 103 колоній. Гр+, коки. коки, кілька паличок.
	49	На МПА виросло 95 колоній. Гр+, коки. коки, кілька паличок.
	63	На МПА виросло 90 колоній. Гр+, коки.
	77	На МПА виросло 86 колоній. Гр+, коки.
	90	Виросло 83 колоній на МПА. Поверхневі, форма округла, дрібні, форма краю округла, колір жовтий. Мікрорельєф - опуклі, макрорельєф - гладенькі. Гр +, коки.

Таблиця 3.6.5 Культуральні та морфологічні ознаки мікрофлори готового продукту.

№	Готовий продукт	Зберігання, діб	Опис
1	Хамон «lomo de cerdo» (Корейка)	0	На МПА виросло 210 колоній. Гр+, тетракоки, стрептококи.
		7	На МПА виросло 180 колоній. Гр+, палички, сарцини.
	Контрольний зразок	14	На МПА виросло 172 колоній. Гр+, коки, кілька паличок, сарцини.
		21	На МПА виросло 165 колоній. Гр+, коки. , кілька паличок, сарцини.
		28	На МПА виросло 159 колоній. Гр+, коки. ,
		35	На МПА виросло 148 колоній. Гр+, коки. коки,
		49	На МПА виросло 140 колоній. Гр+, коки. коки, кілька паличок.
		63	На МПА виросло 134 колоній. Гр+, коки.
		77	На МПА виросло 130 колоній. Гр+, коки.
		90	Виросло 127 колоній на МПА. колоній. Гр+, коки.
2	Хамон «lomo de cerdo» (Корейка)	0	На МПА виросло 200 колоній. Гр+, тетракоки, стрептококи.

Продовження додатка 1

Зразок з обробкою ультразвуком	7	На МПА виросло 160 колоній. Гр+, палички, сарцини.
	14	На МПА виросло 146 колоній. Гр+, коки, кілька паличок, сарцини.
	21	На МПА виросло 135 колоній. Гр+, коки. , кілька паличок, сарцини.
	28	На МПА виросло 127 колоній. Гр+, коки. , кілька паличок, сарцини.
	35	На МПА виросло 119 колоній. Гр+, коки. коки, кілька паличок.
	49	На МПА виросло 111 колоній. Гр+, коки. коки, кілька паличок.
	63	На МПА виросло 107 колоній. Гр+, коки.
	77	На МПА виросло 105 колоній. Гр+, коки.
	90	Виросло 103 колоній на МПА. Поверхневі, форма округла, дрібні, форма краю округла, колір жовтий. Мікрорельєф - опуклі, макрорельєф - гладенькі. Гр +, коки.