

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УКРАЇНИ

Факультет харчових технологій та управління якістю продукції АПК

УДК 637.524:635.65

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету харчових технологій
та управління якістю продукції АПК

_____ Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО

«_____» _____ 2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри технології м'ясних,
рибних та морепродуктів

_____ Наталія ГОЛЕМБОВСЬКА

«_____» _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «Ефективність використання екстракту кардамону у технології варених
ковбас»**

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Освітня програма «Технології зберігання, консервування та переробки м'яса»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

д.т.н, професор

_____ Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО

Керівник магістерської роботи

к.т.н., доцент

_____ Богдана ЛЕОНОВА

Виконав

_____ Юрій ЛЮТКЕВИЧ

КИЇВ – 2024

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УКРАЇНИ

Факультет харчових технологій та управління якістю продукції АПК

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри технології м'ясних,
рибних та морепродуктів
Наталія ГОЛЕМБОВСЬКА

«_____» _____ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ**

Люткевичу Юрію Миколайовичу

Спеціальність **181«Харчові технології»**

Освітня програма «**Технології зберігання, консервування та переробки м'яса**»

Орієнтація освітньої програми **освітньо-професійна**

Тема магістерської роботи «**Ефективність використання екстракту кардамону у технології варених ковбас**», затверджена наказом ректора НУБіП України від «17» січня 2024 р. №53 «С»

Термін здачі студентом завершеної роботи на кафедру - 15.11.2024 р.

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи:

дані спеціальної літератури; нормативно-технічні документи; довідники; монографії; періодичні видання; власні дослідження та спостереження. Економічно-статистична інформація щодо розрахунків економічної ефективності виробництва варених ковбасних виробів

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

Переваги застосування органічних кислот та їх похідних солей у м'ясі та м'ясних продуктах, Сучасне застосування органічних кислот та їх солей у консервуванні м'яса, Комбінації органічних кислот, їх солей з бактеріоцинами, Використання екстракту кардамона в якості антиоксиданта у технології м'ясних продуктів

Перелік ілюстрованого матеріалу (таблиці, схеми, графіки тощо):

таблиці, рисунки, графіки

Дата видачі завдання «15» березня 2024 р.

Керівник магістерської роботи _____ Богдана ЛЕОНОВА

Завдання прийняв до виконання _____ Юрій ЛЮТКЕВИЧ

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	6
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	9
1.1. Загальна характеристика антиоксидантів.....	9
1.2. Антиоксиданти натурального походження.....	9
1.3. Загальна характеристика органічних кислот. Природа, склад і виробництво.....	13
1.4. Антимікробна активність і механізм дії органічних кислот та їх солей.....	22
1.4.1. Антимікробна активність.....	22
1.4.2. Спосіб дії.....	23
1.5. Антиоксидантна активність органічних кислот.....	26
1.6. Нормативне використання органічних кислот та їх солей як харчових консервантів.....	28
1.6.1. Переваги застосування органічних кислот та їх похідних солей у м'ясі та м'ясних продуктах.....	30
1.6.2. Сучасне застосування органічних кислот та їх солей у консервуванні м'яса.....	31
1.7. Типи оброблення.....	41
1.7.1. Обприскування, занурення та ін'єкції.....	41
1.7.2. Включення органічних кислот/солей у біоактивні пакувальні плівки.....	42
1.8. Комбінації між органічними кислотами, їх солями та іншими протимікробними засобами або методами консервування.....	43
1.8.1. Сполучення органічних кислот та їх солей з хімічними речовинами.....	43
1.8.2. Комбінації органічних кислот і солей разом.....	45
1.8.3. Комбінації органічних кислот, їх солей з бактеріоцинами.....	47
1.8.4. Комбінації органічних кислот/їх солей з ефірними оліями або ароматичними/фенольними сполуками, отриманими з рослин.....	48
1.9. Комбінації органічних кислот та їх солей з упаковкою в модифікованій атмосфері або біоактивними пакувальними плівками.....	52
1.10. Обмеження використання органічних кислот та їх солей при біоконсервації м'яса.....	54
1.11. Використання кардамону в якості атиоксиданта.....	58

РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЯ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	60
2.1 Мета, завдання, об'єкти і предмет досліджень.....	60
2.2. Організація експериментальних досліджень.....	61
2.3. Методи досліджень.....	62
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Використання екстракту кардамона в якості антиоксиданта у технології м'ясних продуктів.....	72
3.1 Обґрунтування рецептурного складу продукту.....	72
3.2 Харчова та біологічна цінність виготовлених сардельок.....	76
3.3 Дослідження функціонально-технологічних показників фаршу.....	80
3.4 Дослідження структурно-механічних властивостей фаршу.....	84
3.5 Органолептична оцінка сардельок.....	85
3.6 Дослідження мікробіологічних показників.....	86
3.7 Дослідження ефективності використання екстракту кардамону в сардельках з м'ясом птиці механічного обвалювання.....	87
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	91
4.1. Правові питання з охорони праці.....	91
4.2. Оцінка умов праці на робочому місці.....	95
РОЗДІЛ 5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	97
ВИСНОВКИ.....	103
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	105

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ФТВ	Функціонально-технологічні властивості
МАФАМ	Мезофільно-аеробні і факультативно-анаеробні мікроорганізми
БГКП	Бактерії групи кишкової палички
КУО	Колонії-утворюючі одиниці
КЧ	кислотне число
ПЧ	пероксидне число
ТБЧ	тіобарбетурове число
ПНЖК	поліненасичені жирні кислоти

РЕФЕРАТ

Випускова кваліфікаційна робота включає 122 сторінки тексту, містить 17 таблиць, 12 рисунків, 119 літературних джерел.

У першому розділі розглянуто сучасний стан використання синтетичних та екзогенних антиоксидантів натурального походження в Україні та світі загалом, а також роль антиоксидантів у зниженні інтенсивності окислювальних процесів у м'ясних продуктах.

У другому розділі наведено схему та методи досліджень з розробки варених ковбас з використанням природних антиоксидантів у технології м'ясних продуктів.

Третій розділ містить результати розробки рецептур сарделюк з додаванням м'яса птиці механічного обвалювання, колагенової емульсії зі свинячої шкірки та дослідження хімічного складу, функціонально-технологічних властивостей фаршів визначення їх хімічного складу та оцінку під час зберігання. Обґрунтовані дози внесення антиоксиданту рослинного походження, а саме екстракт кардамону 0,03 %, 0,04 %, та 0,05 %.

Згідно із завданням виконано четвертий розділ з охорони праці.

П'ятий розділ містить результати економічних розрахунків виробництва розроблених варених ковбас.

Наведено висновки, рекомендації і пропозиції виробництва та обґрунтовано ефективність удосконалення технології.

Ключові слова: ОКИСНЕННЯ, М'ЯСО ПТИЦІ МЕХАНІЧНОГО ОБВАЛЮВАННЯ, САРДЕЛЬКИ, ОКИСНЕННЯ, ЯКІСТЬ.

ВСТУП

Одним з пріоритетних напрямків державної політики індустріально розвинутих країн є забезпечення продовольчої безпеки та формування системи здорового харчування. Максимальне збереження виготовленої харчової продукції є ключовою проблемою людства протягом всієї історії його існування. Тим не менше, щорічно у світі в результаті псування втрачається до 30 % продуктів харчування: за рахунок мікробіологічного псування, окиснювальних процесів. Тому вивчення механізмів окиснювального псування та методів запобігання окисних процесів є надзвичайно актуальним завданням. Зростання впливу окиснювального стресу на організм людини викликане погіршенням екології, опроміненням, забрудненою їжею, деякими ліками, палінням, алкоголем, психоемоційними стресами та інше.

Тривале посилення стану окисного стресу неминуче призводить до формування небезпечних соціально значущих хвороб (серцево-судинних, онкологічних, діабету) і передчасного старіння. Серцево-судинні захворювання є серйозною медико-соціальною проблемою сучасного суспільства через значну поширеність та високу смертність населення. На механізми перебігу хімічних процесів при окисненні жирів можна впливати, використовуючи різні види антиоксидантів, як синтетичних так і натуральних. Проте в світі склалося негативне ставлення до синтетичних антиоксидантів, оскільки вони можуть викликати харчові інтоксикації, алергічні захворювання, що зумовлено їх хімічною природою. Тому значна увага приділяється натуральним антиоксидантам і джерелам їх отримання.

Проблема якості та безпеки м'ясопродуктів при максимальному терміні зберігання була і залишається актуальною для науковців і працівників м'ясопереробної промисловості. М'ясні системи досить нестабільні і піддаються швидким мікробіологічним, гідролітичним та окислювальним змінам, втрачають вологу, поживні речовини, втрачають колір при окисненні

пігментів м'яса. Запобігти цим процесам неможливо, але їх можна уповільнити шляхом правильного підбору рецептурних компонентів, способів обробки та режимів зберігання.

Окислення є однією з основних причин погіршення якості м'яса. М'ясо стає чутливим до окисного псування через високу концентрацію ненасичених ліпідів, гемових пігментів та складних фізико-хімічних процесів у м'язовій тканині [1, 2].

Окиснення харчових продуктів може бути загальмовано використанням антиоксидантів (антиокиснювачів) та їх синергістів. Антиоксиданти (АО) – це речовини, що запобігають окиснювальним процесам в ліпідах шляхом блокування ланцюгової реакції в результаті утворення стабільних проміжних продуктів. Вони є невід'ємною частиною здорового та повноцінного харчування, забезпечують захист від небезпечних хвороб і стресу і бувають синтетичні та натуральні.

М'ясна промисловість постійно стикається з новими хвилями змін у тенденціях харчування споживачів, безпеки харчових продуктів, вимогах до якості та законодавстві, що призводить до зростання інтересу до біоконсервації м'яса, щоб відповідати всім цим сучасним соціально-економічним вимогам. Тому на заміну синтетичним та/або дорогим добавкам створено нові технології захисту м'ясних продуктів від мікробного забруднення. У цьому контексті органічні кислоти та їх солі розглядаються як найпопулярніші приклади консервантів, які пропонують ряд переваг для застосування в м'ясній промисловості.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Загальна характеристика антиоксидантів

Гідролітичні та окислювальні процеси в ліпідах м'ясних продуктів можуть істотно вплинути на їх якість і термін зберігання. Внаслідок розвитку окисних процесів у продуктах з високим вмістом ліпідів, що характерно для ковбас, відбувається накопичення перекисних сполук, що надає їм смак і запах гіркоти. В результаті харчові продукти втрачають свою харчову цінність, що призводить до руйнування жиророзчинних вітамінів, знижується вміст ненасичених жирних кислот, може накопичуватися токсичні та канцерогенні речовини в організмі людини [3].

Застосування антиоксидантів у харчовій промисловості є дуже популярним технологічним методом продовження терміну зберігання м'ясних продуктів. У більшості випадків для запобігання і пригнічення окисного псування продуктів використовуються синтетичні та *екзогенні антиоксиданти натурального походження*,

До синтетичних відносяться продукти, отримані в результаті переробки нафти, а саме: трет-бутилгідрокінон (E319), бутилгідроксіанізол (E 320), бутилгідрокситолулол (E 321) та інші. Синтетичні антиоксиданти є сучасним рішенням для стабілізації окисного процесу та продовження терміну зберігання таких продуктів.

1.2. Антиоксиданти натурального походження

Антиоксидантні властивості порошку виноградних томатів вивчали на зразках варених ковбас, при складанні фаршу яких вносили порошок в кількості 0,25% до основної сировини. Досліджено порошок виноградних томатів приготований різними методами – висушений при 100 °C в духовці та сублімаційним сушінням. Визначення впливу порошку виноградних томатів на окислювальні процеси ліпідів варених ковбас проведено за реакцією з тіобарбітуровою кислотою, свідчить про зниження вмісту продуктів окиснення при зберіганні готових виробів. Згідно отриманих

результатів вміст продуктів окиснення при використанні порошку виноградних томатів висушеного в духовці був нижчим, ніж для порошку після сублимаційної сушки при внесенні в однаковій кількості 0,25%. Це обумовлено тим, що порошок виноградних томатів, висушений сушінням в духовці, мав більше загальних фенолів, ніж оброблений сублимаційним сушінням, що покращує його антиокислювальну активність.

Авторами [4] показано, що екзогенні антиоксиданти натурального походження знижують вміст вільних радикалів в організмі людини, що пошкоджують м'язи. В той же час вчені [5] показали, що хронічна токсичність БОТ може діяти як потенційний стимулятор пухлини при використанні у великих кількостях. Використання біоактивних сполук, що містяться в рослинах, може покращити термін зберігання м'яса, уповільнити інтенсивність окислювальних процесів, зміни кольору, знизити сенсорну якість при здійсненні теплових процесів виробництва та зберігання харчових продуктів.

Порівняльні дослідження ефективності екстрактів каштану і БОТ в різних концентраціях на термін зберігання яловичих котлет протягом 18 днів зберігання в холодильнику при (2 ± 1 °C) наведені в роботі [6]. Дія натуральних антиоксидантів за ефективністю не поступалася синтетичним і гальмувала перекисне окислення ліпідів. З іншого боку, в роботі [7] підтверджено, що рослинні екстракти з розмарину, чебрецю, імбирю, підтримують окислювальну стабільність, стабілізують параметри кольору і покращують технологічні і сенсорні властивості виробів із свіжого м'яса. Автори [8] продемонстрували, що екстракти виноградних кісток і сосни значно покращують окислювальну стабільність вареної яловичини, знижуючи кількість продуктів вторинного окислення.

Нещодавні дослідження підтверджують позитивний вплив природних антиоксидантів на якість їжі, здоров'я людини, виявлені нові механізми антиокислювальної дії натуральних рослинних антиоксидантів і їх позитивний ефект на організм людини. В роботі [9] підтверджено, що,

природні антиоксиданти можуть бути застосовані для профілактики ряду неінфекційних захворювань, таких як рак, ішемічна хвороба серця та гірська хвороба. Вони можуть стати стійкою заміною хімічних консервантів у різноманітних функціональних харчових продуктах для зменшення хімічної небезпеки для здоров'я людини.

В роботі [10] підтверджено, що природні антиоксиданти піддаються інтенсивному метаболізму *in vivo*, що змінює їх окислювально-відновні потенціали. Клітинні ефекти природних антиоксидантів також можуть бути опосередковані їх взаємодією зі специфічними білками. Такі білки є центральними для внутрішньоклітинних сигнальних каскадів, їх модуляцією експресії та активності ключових білків, їх вплив на епігенетичні механізми або їх модуляція мікробіоти кишечника. Автори роботи [11] довели, що ендогенні антиоксиданти не завжди зупиняють виробництво реактивних метаболітів. Активними інгібіторами оксидативного стресу в організмі людини можуть бути рослинні антиоксиданти з харчових продуктів.

Поліфеноли та ефірні олії є основними фракціями, які містяться в рослинах і можуть бути використані в м'ясній промисловості. Ці сполуки можна отримати з різних частин рослин, таких як насіння, листя та плоди.

Авторами роботи [12] встановлено, що поліфеноли (такі як каваова кислота, кверцетин, лютеолін-7-О-рутинозид і епігалокатехін-3-галлат) та ефірні олії (карен і β -пінен) містяться в спеціях. Поліфеноли з чорного перцю, орегано та шавлії, з листя зеленого чаю і гуарани можуть сповільнити окислювальну реакцію, зміну кольору та модифікацію сенсорних властивостей м'ясних продуктів.

Наприклад, чорний перець (*Piper nigrum L.*) – пряність, яка широко використовується в усьому світі і в основному культивується в тропіках. Завдяки приємним сенсорним ефектам в кулінарії (їдкість і характерний смак) чорний перець вважається високоцінною пряністю. Переважаючими компонентами ефірної олії чорного перцю є β -карен, каріофілен, лімонен, α -пінен і β -пінен [13].

Рослинні екстракти можна використовувати як інгредієнт, так і як компонент упаковки при тривалому зберіганні (наприклад, для свіжого м'яса, котлет, ковбас). Оскільки використання рослинних екстрактів стає все більш поширеним і досягає промислового рівня, важливо поєднувати їх з іншими більш здоровими стратегіями: зменшення або заміна жиру, солі та нітритів, використання інноваційних технологій обробки. Досліджено [14], що екстракт журавлини інгібував окислювальні процеси у м'ясомістких варених ковбасах з м'ясом качки та м'ясом птиці механічного обвалювання індички з вмістом жиру понад 20 %. В роботі [15] повідомляється, що екстракт розмарину позитивно вплинув на перебіг окислювальних процесів у фарші з м'яса качки при тривалому зберіганні. Встановлено, що його введення в кількості 0,12–0,36 % сприяє уповільненню гідролітичного окислення ліпідів м'ясного фаршу на 10,5–32,5 %. При введенні складу відбувається стабілізація перекисного окислення ненасичених жирних кислот. Доведено, що додавання екстрактів розмарину та журавлини пригнічує окислення ліпідів під час зберігання м'ясомістких хлібів з комбінованим сировинним складом [16]. До загальних недоліків описаних екстрактів можна віднести високу ціну, різну ефективність на перебіг окислювальних процесів на різних етапах їх розвитку, недостатній антимікробний ефект тощо.

Одним із можливих натуральних джерел антиокислювальних речовин можуть бути екстракти таких ягід, як чорноплідна горобина і чорна смородина, оскільки листя і ягоди цих рослин багаті на поліфеноли, а саме фенольні кислоти і флавоноїди, які мають сильні антиоксидантні властивості. Дослідження авторів [17] підтвердили антиоксидантну активність екстрактів чорноплідної горобини, порівняно з екстрактом чорної смородини при використанні в технології напівкопчених ковбас. Встановлено, що ведення екстракту чорноплідної горобини в кількості 0,2–0,5 % до маси фаршу дозволяє значно уповільнити гідролітичне окислення ліпідів готової продукції, ефективно пригнічувати перекисне окислення жиру.

1.3. Загальна характеристика органічних кислот. Природа, склад і виробництво

Зберігання харчових продуктів є важливою промисловою проблемою з точки зору збереження поживних і органолептичних якостей і безпеки харчових продуктів. Побажання споживачів варіюються від свіжості, тривалого зберігання, відсутності хімічних консервантів і прийнятної ціни на продукти. Щоб задовольнити ці вимоги використовують кілька методів збереження, включаючи сушіння, заморожування, охолодження, термічну обробку, опромінення, упаковку в модифікованій атмосфері і додавання антимікробних препаратів. Однак, незважаючи на використання цих різноманітних методів, все ще виникає багато проблем, пов'язаних із псуванням харчових продуктів, що призводить до економічних втрат на галузевому рівні та здоров'я споживачів і, як наслідок, призводить до захворювань, починаючи від короткочасних до серйозних ускладнень.

Серед більш широко досліджених протимікробних засобів як біоконсервантів у харчових системах є органічні кислоти та їх похідні солі. Молочна, оцтова та лимонна кислоти та їхні відповідні солі викликають значний інтерес, оскільки вони природним чином містяться в харчових продуктах. Крім того, ці консерванти виявляють антимікробну дію, пригнічуючи ріст деяких псування та патогенних мікроорганізмів, покращують сенсорні властивості та мають такі технологічні функції, як стабілізація кольору, регулювання кислотності та розвиток характерного смаку кількох харчових продуктів [18]. Багато органічних кислот, як правило, визнані безпечними (GRAS) протимікробними препаратами, які можна використовувати в харчовій промисловості. М'ясопродукти вважаються швидкопсувними через їх дуже короткий термін зберігання через мікробне псування та окислення ліпідів [19]. У м'ясі та м'ясних продуктах основними проблемами є запобігання росту шкідливих мікроорганізмів і збереження сенсорних властивостей (колір, смак, запах, консистенція тощо). Таким чином, для успішного досягнення цих цілей, а також відповіді на

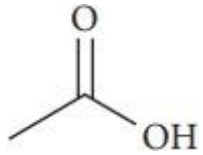
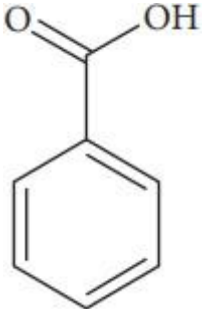
сучасні споживчі тенденції та харчове законодавство, пов'язане з біоконсервуванням м'яса, органічні кислоти та їх похідні солі є дуже хорошими прикладами природних консервантів.

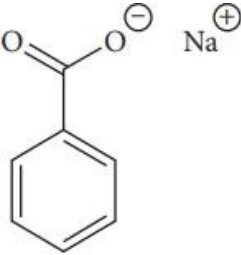
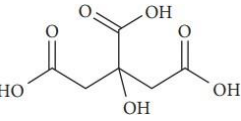
Органічні кислоти – це хімічні сполуки, широко поширені в природі як нормальні складові рослинних або тваринних тканин. Наприклад, лимонну кислоту можна витягти із соку цитрусових та інших кислих фруктів, таких як лайми, лимони, апельсини, ананаси та агрус, тоді як бензойна кислота природно міститься в кориці, морощці, журавлині та брусниці [19]. Всюди суцї мікроорганізми, такі як бактерії, грибки та дріжджі, також можуть виробляти органічні кислоти. Тим не менш, молочнокислі бактерії (МКБ) є найпопулярнішими бактеріями щодо виробництва органічних кислот як метаболічних кінцевих продуктів бродіння вуглеводів [20]. Таким чином, ці кислоти можуть зустрічатися в природі як інгредієнти кількох харчових продуктів або пізніше можуть бути додані до них. В іншому випадку органічні кислоти мають загальну характеристику вуглецю у своїй структурі. Ті, що мають 10 атомів вуглецю або менше, таким чином, можна відрізнити від жирних кислот, які мають у своїй структурі прямі та парні вуглецеві ланцюги від 4 до 24. Загалом, органічні кислоти є слабкими кислотами і не дисоціюють повністю у воді. Органічні кислоти з низькою молекулярною масою, такі як молочна і мурашина кислоти, змішуються з водою; однак ті з високою молекулярною масою, такі як бензойна кислота, є нерозчинними в молекулярній формі. Крім того, відомо, що органічні кислоти добре розчиняються в органічних розчинниках. З іншого боку, важливо зазначити, що органічні кислоти існують у двох основних формах:

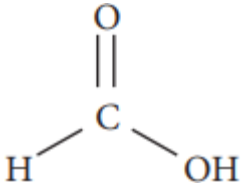
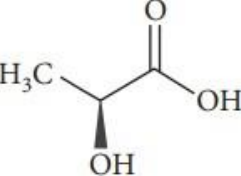
(i) чисті органічні кислоти (наприклад, молочна, оцтова, лимонна та бензойна кислоти) і (ii) буферні органічні кислоти, такі як кальцієва та натрієві солі вже згаданих кислот. Органічні кислоти розрізняються за структурою за участю в них складових елементів вуглецю, водню та кисню [21]. Хімічні властивості та фізичні характеристики найбільш використовуваних органічних кислот та їх солей, які зазвичай використовуються в харчовій промисловості, представлені в таблиці 1.1.

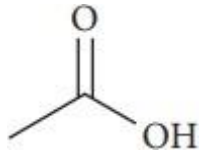
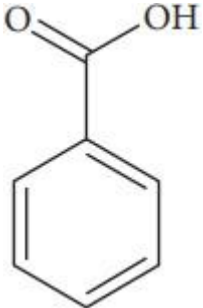
Таблиця 1.1

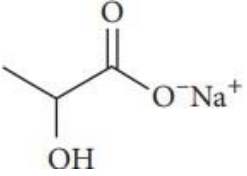
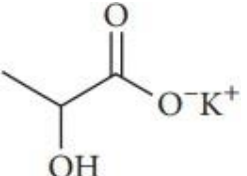
Характеристика найбільш відомих органічних кислот та їх солей.

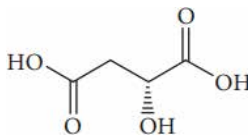
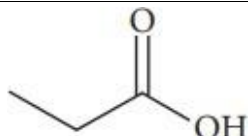
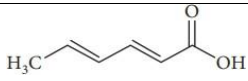
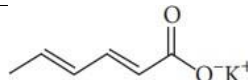
Органічна кислота/сіль	Джерело			Молекулярна формула	Молекулярна маса (г/моль)	Структурна формула	pK_a	K_a	Фізичний стан	Розчинність у воді (г/л)
	Мікробний продуцент	Рослина	Тварина							
Оцтова кислота	Acetobacter spp., Komagataeibacter europaeus, Dekkera bruxellensis, Brettanomyces spp., Saccharomyces cerevisiae, Fusarium oxysporum, Polyporus aniceps	—	—	$C_2H_4O_2$	60.05		4.76	1.73×10^{-5}	Рідкий	Розчинна
Бензойна кислота	—	—	—	$C_7H_6O_2$	122.12		4.2	6.3×10^{-5}	Твердий	2.9

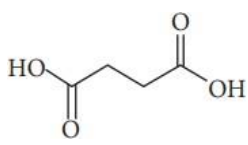
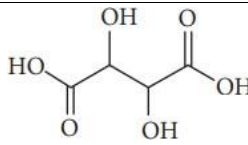
Бензоат натрію	—	Журавлина, чорниця	—	$C_7H_5NaO_2$	144.10		4.2	6.3×10^{-5}	Твердий	660
Лимонна кислота	Aspergillus, Ascremonium, Ascochyta, Bacillus, Botrytis, Candida, Debaryomyces, Eupenicillium, Hansenula, Mucor, Penicillium, Pichia, Saccharomyces, Talaromyces, Torulopsis, Trichoderma, Yarrowia, Zygosaccharomyces	Всі citrusові (лимони, лайми, апельсини), ананаси, агрус	—	$C_6H_8O_7$	192.12		3.13; 4.76; 6.4	7.4×10^{-4} 1.7 $\times 10^{-5}$ 3.9 $\times 10^{-7}$	Твердий	750

Мурашина кислота	—	Urtica dioica (Кропива дводомна)	Мурахи, бджоли	CH ₂ O ₂	46.025		3.745	1.8 × 10 ⁻⁴	Рідкий	Розчинна
Молочна кислота	Aspergillus, Bacillus, Carnobacterium, Enterococcus sp., Escherichia, Lactobacillus plantarum, Lactococcus sp., Leuconostoc mesenteroides, Rhizopus, Saccharomyces, Candida, Pichia stipites, Torulaspora delbrueckii	—	—	C ₃ H ₆ O ₃	90.07		3.9	1.3 × 10 ⁻⁴	Рідкий	Розчинна
Органічна кислота/ сіль	Джерело			Молекулярна формула	Молекулярна маса (г/моль)	Структурна формула	<i>pK_a</i>	<i>K_a</i>	Фізичний стан	Розчинність у воді (г/л)
	Мікробний продуцент	Рослина	Тварина							

Оцтова кислота	Acetobacter spp., Komagataeibacter europaeus, Dekkera bruxellensis, Brettanomyces spp., Saccharomyces cerevisiae, Fusarium oxysporum, Polyporus aniceps	—	—	C ₂ H ₄ O ₂	60.05		4.76	1.73 × 10 ⁻⁵	Рідкий	Розчинна
Бензойна кислота	—	—	—	C ₇ H ₆ O ₂	122.12		4.2	6.3 × 10 ⁻⁵	Твердий	2.9

Органічна кислота/сіть	Джерело			Молекулярна формула	Молекулярна маса (г/моль)	Структурна формула	pK_a	K_a	Фізичний стан	Розчинність у воді (г/л)
	Мікробний продуцент	Рослина	Тварина							
Лактат натрію	—	—	—	$C_3H_5NaO_3$	112.06		3.9	1.3×10^{-4}	Рідкий (безбарвна або злегка жовтувата речовина)	Розчинна
Лактат калію	—	—	—		128.17		3.9	1.3×10^{-4}	Рідкий (безбарвна, прозора рідина)	В'язка

Яблучна кислота	Aspergillus spp., Escherichia, Saccharomyces Zygosaccharomyces	Ожина, чорниця, вишня, абрикоси персики, манго, сливи, яблука, груші, айва, мірабель	—	C ₄ H ₆ O ₅	134.08		3.46; 5.10	—	Твердий	558
Пропіонова кислота	Lactobacillus spp., Clostridium propionicum, Propionibacterium spp	Яблука, зерна, полуниця	—	C ₃ H ₆ O ₂	74		4.87	1.3 ×10 ⁻⁵	Рідкий	370
Сорбінова кислота	—	Ягоди горобини звичайно ї (Sorbus auscuparia)	—	C ₆ H ₈ O ₂	112.13		4.76	1.73 ×10 ⁻⁵	Твердий	1.6
Сорбат калію	—	—	—	C ₆ H ₇ KO ₂	150.21		4.76	1.73 ×10 ⁻⁵	Твердий	1400

Буршти- нова кислота	Anaerobiospi- llum succinicipro- dens, Mannheimia succinicipro- dens, Actinobacillus succinogenes, Bacillus fragilis, Fusarium spp., Aspergillus spp., Candida spp., Yarrowia lipolytica, Saccharomyces cerevisiae	—	—	C ₄ H ₆ O ₄	118.088		4.2 5.6	6.21 × 10 ⁻⁵ 2.31 × 10 ⁻⁶	Твер- дий	58
Винна кислота	Gluconobacter spp.	Grapes, bananas, tamarinds , citrus	—	C ₄ H ₆ O ₆	150.08		2.89 4.40	6.8 ×10 ⁻⁴ 1.2 ×10 ⁻⁵	Твер- дий	1330

1.4. Антимікробна активність і механізм дії органічних кислот та їх солей

1.4.1. Антимікробна активність

Завдяки потенційній антимікробній активності, про яку широко повідомлялося в кількох дослідженнях, органічні кислоти та їхні солі знову зацікавилися використанням як біоагентів у м'ясній промисловості. Фактично було продемонстровано, що ці кислоти та їх солі демонструють широкий спектр дії проти грампозитивних бактерій [22, 23], грамнегативних бактерій [24], а також грибів і дріжджів [25, 26]. Деякі антимікробні ефекти поширених і найбільш вивчених органічних кислот та їх солей підсумовано в таблиці 1.2.

Табл. 1.2

Спектр дії часто зустрічаються органічних кислот та їх солей.

Органічна кислота/сіль	Спектр дії	Джерело
Молочна кислота	<i>L. monocytogenes</i> , <i>S. aureus</i> , <i>E. faecalis</i> , <i>B. cereus</i> , <i>Salmonella</i> sp., <i>E. coli</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>Proteus</i> sp., <i>C. albicans</i> , <i>S. cerevisiae</i> , <i>Penicillium nordicum</i> , <i>Penicillium purpurogenum</i> , <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Rhizopus nigricans</i> , <i>Rhodotorula</i> sp.	[23–25]
Лактат натрію	Psychrotrophic bacteria, faecal streptococci, <i>L. monocytogenes</i> , Enterobacteriaceae, <i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i> sp.	[26]
Лактат калію	<i>L. monocytogenes</i> , <i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i> sp	[26]
Лимонна кислота	<i>L. monocytogenes</i> , <i>Salmonella typhimurium</i> , <i>E. coli</i> O157:H7, <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Penicillium purpurogenum</i> , <i>Rhizopus nigricans</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Zygosaccharomyces bailii</i>	[27, 28]

Цитрат натрію	Fusarium sp.	[29]
Оцтова кислота	L. monocytogenes, E. coli O157:H7, Salmonella typhimurium, Enterobacteriaceae, Penicillium nordicum, Penicillium purpurogenum, Aspergillus flavus, Rhizopus nigricans, Fusarium sp.	[25, 30]
Пропіонова кислота	L. monocytogenes, E. coli, Salmonella spp., Clostridium perfringens, Aspergillus flavus, Fusarium sp., Penicillium sp., Rhizopus nigricans,	[23, 24]
Винна кислота	Salmonella typhimurium, Aspergillus flavus, Fusarium sp., Penicillium sp., Rhizopus nigricans	[22, 23]
Мурашина кислота	E. coli, Salmonella spp., Clostridium perfringens, Aspergillus flavus, Fusarium sp., Penicillium sp., Rhizopus nigricans	[24]
Форміат натрію	Streptococcus sp., Clostridium perfringens, E. coli, Salmonella enterica typhimurium, Campylobacter jejuni	[21]
Бензойна кислота	E. coli, L. monocytogenes	[29, 30]
Бензоат натрію	Fusarium sambucinum, L. monocytogenes	[31, 32]
Бурштинова кислота	Salmonella typhimurium, E. coli, B. subtilis, S. suis	[33]
Сорбінова кислота	Fusarium sp., L. monocytogenes, E. coli	[34, 35, 38]
Сорбат калію	Fusarium sp., L. monocytogenes, Salmonella spp.	[36, 37, 39]

1.4.2. Спосіб дії

Загалом, біологічно активні агенти діють як бактеріостатичні або бактерицидні молекули по відношенню до мікроорганізмів, що свідчить про

декілька антимікробних механізмів дії [40, 41]. Антимікробна активність органічних кислот, таких як молочна, оцтова та лимонна кислоти та/або їх солі, заснована на зниженні рівня рН середовища або харчових продуктів як механізм дії для пригнічення росту мікробів [42, 43]. Ця здатність до зниження рН залежить від хімічних властивостей сполук органічних кислот, таких як кислотна константа (pK_a) і константа дисоціації (K_a) (табл. 1.), концентрація недисоційованих форм, а також концентрація органічної кислоти [44]. Фактично, органічні кислоти існують у залежній від рН рівновазі між дисоційованим і недисоційованим станами. Недисоційовані та незаряджені молекули органічної кислоти в першу чергу відповідають за антимікробну активність, оскільки їх концентрація зростає при низькому рН. З цієї причини було в основному помічено, що органічні кислоти мають оптимальну антимікробну дію при низькому рН. Тут вважалось, що ці недисоційовані молекули є ліпофільними і, отже, здатні легко перетинати ліпідну мембрану мікроорганізмів-мішеней (бактерій, дріжджів і грибів), щоб увійти в їх цитоплазму, що призводить до загибелі клітин [45]. Дійсно, потрапивши всередину цитоплазми бактеріальної або грибової клітини, молекули органічної кислоти стикаються з вищим рН, проваючи потім їхню дисоціацію на заряджені аніони та протони, які не можуть повторно перетнути плазматичну мембрану [46]. Накопичується іон H^+ потім знижуватимуть внутрішньоклітинний рН у бік жорстких фізіологічних умов, викликаючи пошкодження клітин і модифікацію функціональності ферментів, структурних білків і ДНК [46, 47]. Крім того, було продемонстровано, що утворені аніони є токсичними, що призводить до інгібування метаболічних реакцій і спричиняє загибель клітин [44]. З іншого боку, вивільнення цих аніонів підвищує осмотичний тиск у цитоплазмі, що є шкідливим для цитозольних ферментів. Цей механізм дії зазвичай називають «теорією слабкої органічної кислоти» [43]. У цьому рядку раніше повідомлялося, що слабкі органічні кислоти, такі як сорбінова та бензойна кислоти, можуть діяти у своїх недисоційованих формах на проникнення в

мікробні клітини та інактивувати їх, знижуючи їхній внутрішній рівень рН або втручаючись у метаболічні реакції [7]. Таким чином, було визначено, що органічні кислоти виявляють сильніші антимікробні ефекти, ніж високодисоційовані неорганічні кислоти при тому самому рівні рН через кількість недисоційованих молекул і здатність проникати в клітини, що свідчить про їх застосування в біоконсервуванні харчових продуктів.

Інші способи дії були запропоновані для інгібування мікробного росту слабкими органічними кислотами, включаючи викликану реакцію стресу на гомеостаз внутрішньоклітинного рН і порушення клітинної мембрани, пов'язані з рушійною силою протонів і мембранним транспортом, що призводить до виснаження енергії та пригнічення основних метаболічних реакцій [46, 48]. По суті, мішень, на яку впливають органічні кислоти, намагається протистояти невідповідному клітинному підкисленню, відновлюючи гомеостаз за допомогою інтегрального мембранного білка для активного експорту надлишкових протонів із цитоплазми. Ця реакція на стрес призводить до швидкого голодування, таким чином зменшуючи клітинну енергію, необхідну для росту та кількох метаболічних функцій, які вже були спожиті для активності білка в підтримці гомеостазу [49]. Крім того, електрохімічний потенціал клітини впав, і поглинання поживних речовин було пригнічено. Ці механізми спостерігалися для молочної, яблучної, лимонної, оцтової та пропіонової кислот, хоча раніше їм приписували класичну «теорію слабких органічних кислот» [51, 52]. Наприклад, було показано, що молочна кислота дестабілізує мембрану грамнегативних бактерій шляхом зменшення пов'язаних з мембраною молекулярних взаємодій, що призводить до утворення пор, що спричиняє швидку загибель клітин [52]. Крім того, було виявлено, що молочна та оцтова кислоти порушують трансмембранну рушійну силу протонів, денатурують чутливі до кислоти білки та ДНК і в цілому перешкоджають як метаболічним, так і анаболічним процесам. Що стосується лимонної та яблучної кислот, вони змогли дестабілізувати клітинну зовнішню мембрану

шляхом інтеркаляції або хелатування незамінних іонів, таким чином перешкоджаючи їхньому доступу до клітини, а потім метаболічні шляхи, які залежать від певних іонних умов, будуть зупинені [44]. Що стосується сорбінової кислоти, вона може не тільки діяти як класична слабка органічна кислота, але також може інгібувати пов'язаний з мембраною білок, який бере участь у мікробному дихальному ланцюзі, що має вирішальне значення для генерації клітинної енергії. З іншого боку, згідно з попередніми результатами Йорка і Вона [54], був запропонований інший спосіб дії сорбінової кислоти, що включає інгібування внутрішньоклітинних ферментів (наприклад, цистеїну) шляхом взаємодії з їх тіоловими групами.

Таким чином, варто зазначити, що слабкі органічні кислоти не демонструють одного основного механізму дії, і подальші дослідження цих способів дії залишаються актуальними, щоб чітко пояснити результати в цьому відношенні з точки зору дії на бактерій, цвілі та/або дріжджів, а також взаємодії з навколишнім середовищем.

1.5. Антиоксидантна активність органічних кислот

Багато органічних кислот та їх солі є GRAS і схвалені для застосування в м'ясній промисловості для різних матриць завдяки їх різноманітним і корисним ефектам. На додаток до їх потенційної антимікробної активності щодо кількох псууючих і патогенних мікроорганізмів, органічні кислоти та їх солі демонструють додаткові функціональні властивості, корисні для їх застосування в якості біотехнологічних агентів, такі як антиоксидантна активність [55-57], посилення фізико-хімічних властивостей і покращення сенсорних властивостей м'яса та м'ясних продуктів [58-61]. У цьому контексті ці кислоти та їх солі були відповідно перераховані в європейському законодавстві як консерванти (P), підкислювачі (A), регулятори кислотності (AR), антиоксиданти (AO), стабілізатори (S), стабілізатори кольору (C), ароматизатори, підсилювачі (FE), і агенти обробки смаку (F). У таблиці 3 наведено затверджені технологічні функції деяких органічних кислот та їх солей, які зазвичай використовуються в харчовій промисловості з тісним зв'язком з метою біоконсервації м'яса.

Технологічні властивості широко використовуваних органічних кислот та їх солей у харчовій промисловості.

Е. №	Органічна кислота/сіль	Функція						
		Консервант	Підкислювач	Регулятор кислотності	Антиоксидант	Стабілізатор	Стабілізатор забарвлення	Підсилювач смаку
E200	Сорбінова кислота	×						
E202	Сорбат калію	×						
E210	Бензойна кислота	×						
E211	Бензоат натрію	×						
E212	Бензоат калію	×						
E260	Оцтова кислота	×	×	×				
E261	Ацетат калію	×		×				
E262	Ацетат натрію	×		×				
E270	Молочна кислота	×	×				×	
E280	Пропіонова кислота	×						
E296	Яблучна кислота		×				×	
E300	Аскорбінова кислота		×		×		×	
E301	Аскорбат натрію		×		×		×	
E325	Лактат натрію			×		×		
E326	Лактат калію			×		×		
E330	Лимонна кислота		×				×	
E334	Винна кислота		×				×	
E355	Адипінова кислота		×					×
E363	Бурштинова кислота		×	×				

1.6. Нормативне використання органічних кислот та їх солей як харчових консервантів

Що стосується регламенту використання органічних кислот та їх солей як харчових консервантів у м'ясі, очевидно, що кожна сполука повинна технологічно застосовуватися в різних м'ясних матрицях у визначених концентраціях. Це повинно бути дотримано до законодавчих значень, визначених на основі допустимого добового споживання (ADI), в якому не можна перевищувати максимум, що відповідає сотій частці рівня відсутності спостережуваних побічних ефектів (NOAEL). Значення ADI для найбільш поширених органічних кислот та їх солей, що використовуються як консерванти в м'ясі, наведено в таблиці 4. Як правило, максимально допустимі кількості більшості органічних кислот та їх солей у харчових продуктах коливаються від 0,1 до 0,4%. Зокрема, відповідно до європейського законодавства про харчові продукти, молочну, лимонну та оцтову кислоти слід застосовувати за принципом *квантової задоволеності* (максимальний рівень не вказано, але застосовувана кількість повинна використовуватися на рівні, що не перевищує необхідного для досягнення запланованої технологічної призначення). Що стосується сорбінової та бензойної кислот, то дозволені кількості зазвичай коливаються між 1000 і 2000 мг/кг їжі [62]. Деталі, пов'язані з токсикологічними даними, значеннями ADI та межами застосування деяких органічних кислот та їх солей, наведено в таблиці 4.

Використання синтетичних консервантів у м'ясі, таких як бутильований гідроксіанізол (ВНА) і бутильований гідрокситолуол (ВНТ), залишається серйозною проблемою, оскільки ці хімічні добавки були пов'язані до кількох проблем зі здоров'ям [62]. Таким чином, м'ясна промисловість і наукові дослідники зосередили свою увагу на дослідженні природних антимікробних препаратів, ефективних у збереженні м'яса з точки зору запобігання його мікробному, фізико-хімічному та сенсорному

погіршенню під час обробки, зберігання та транспортування та подовженню терміну зберігання відповідно з харчовим законодавством.

Таблиця 1.4.

Смертельна доза при пероральному прийомі щурів (LD_{50} щури), допустима добова доза (ADI) і межі застосування в м'ясі найбільшпоширених органічних кислот/солей.

Органічна кислота/сіль	LD_{50} щур, пероральний прийом (мг/кгвт)	ADI (мг/кгвт)	Межі застосування в м'ясі
Оцтова кислота	3310	Не встановлено	Quantum satis
Ацетат натрію	3530	Не встановлено	Належна виробнича практика
Бензойна кислота	1700	5	1000 ppm
Бензоат натрію	4070	5	1000 ppm
Лимонна кислота	3000	Не встановлено	Quantum satis
Молочна кислота	3540	Не встановлено	Quantum satis
Лактат калію	>2000	Не встановлено	Належна виробнича практика
Пропіонова кислота	370	Не встановлено	2500 ppm
Винна кислота	7500	30	Належна виробнича практика
Сорбінова кислота	7360	25	1000 ppm
Сорбат калію	2600	25	1000 ppm

У цій лінії застосування органічних кислот та їх солей привернуло велику увагу як харчових консервантів у м'ясі та м'ясних продуктах, оскільки вони є харчовими інгредієнтами та часто природним чином виробляються кількома мікроорганізмами. Але, незважаючи на велику кількість корисних і добре охарактеризованих органічних кислот та їхніх солей щодо їх ефективності як консервантів, досі, ймовірно, ще відносно небагато з них потрапляють на природні агенти, дозволені для такого застосування в м'ясній промисловості. Перш ніж зробити висновок про їхню

ефективність у збереженні різних м'ясних систем, потрібно провести оцінки *in vitro* та *in vivo*, щоб остаточно отримати схвалення від міжнародних регулюючих органів. Таким чином, ці оцінки можуть тривати багато років через їхню складність з точки зору визначення, щоб уникнути алергенних і токсикологічних проблем під час споживання, високу антимікробну та консервуючу дію при включенні в різноманітні м'ясні матриці, відсутність впливу на сенсорні властивості м'яса та відсутність взаємодії з компонентами м'яса.

Загальносвітова політика в галузі агропродовольчої продукції полягає в реалізації покращеної якості та безпеки м'яса з акцентом на найбільш швидкопсувні харчові продукти, такі як м'ясо та похідні продукти. Хоча органічні кислоти раніше використовувалися для таких цілей, існує гостра потреба оцінити та підвищити їх постійну ефективність і сталість.

1.6.1. Переваги застосування органічних кислот та їх похідних солей у м'ясі та м'ясних продуктах

Органічні кислоти та їх солі мають значну цінність як природні консерванти м'яса та м'ясних продуктів, і їх застосування є перспективним біотехнологічним підходом. Насправді, їх використання є досить вигідним, оскільки вони мають статус GRAS, оскільки вони є натуральними харчовими інгредієнтами, і деякі мікроорганізми (наприклад, LAB, дріжджі та гриби) природним чином виробляють більшість із них. Отже, завдяки цьому великому та природному розподілу, їх вилучення здається набагато легшим і простим у порівнянні з іншими рідкісними протимікробними засобами. Ще однією перевагою використання органічних кислот та їх солей у м'ясі та м'ясних продуктах є те, що вони не впливають на органолептичну якість при застосуванні в межах, дозволених харчовим законодавством. Крім того, більшість із них не обмежені для людини, наприклад молочна, лимонна та оцтова кислоти.

Крім того, згідно з опублікованою літературою, багато охарактеризованих органічних кислот та їх солей показали потужну антимікробну активність із широким спектром дії проти псування та патогенних мікроорганізмів (табл. 2) із значним покращенням фізико-хімічних (затримка окислення ліпідів та білків) та сенсорні властивості (стабілізація червоного кольору, пригнічення стороннього запаху та посилення характерного аромату чи смаку, ніжності чи соковитості) обробленого м'яса, що свідчить про те, що ці біоагенти можуть виконувати важливі функції як природні консерванти м'яса.

Важливо зазначити, що застосування органічних кислот та їх солей при консервуванні м'яса стало сьогодні поширеним, оскільки процедури кислотної обробки є дешевими, простими та швидкими у застосуванні [63].

Тому, беручи до уваги всі ці потенційні аспекти та переваги органічних кислот та їх солей, можна визнати, що вони привертають значний інтерес, який сприяє їх використанню як інноваційних природних харчових консервантів для забезпечення безпеки, покращення якості та продовження терміну зберігання м'яса.

1.6.2. Сучасне застосування органічних кислот та їх солей у консервуванні м'яса

Яловичина. Лактат натрію, доданий до сирого яловичого фаршу у вакуумній упаковці в кількості 30 г/кг, показав цікавий результат щодо мікробіологічних і хімічних якостей [64]. Насправді його додавання значно сповільнило розповсюдження кількості аеробних пластинок, психротрофних підрахунків, LAB та Enterobacteriaceae і явно подовжило термін придатності обробленої яловичини до 15 днів проти лише 8 днів для контролю. Крім того, протягом експерименту зі зберіганням (21 день при 2°C) ця органічна сіль (лактат натрію) підтримувала майже постійний рН яловичого фаршу, а окислення ліпідів не вплинуло.

Крім того, авторами Quilo et al повідомлено [65], що використання 3% лактату калію на обрізках яловичини перед подрібненням може покращити сенсорні (запах і смак) властивості та технологічні (вихід при варінні) характеристики та підтримувати фізико-хімічні (рН) параметри.

Інше дослідження впливу лактатів натрію та калію у концентрації 2% на продуктивність і ніжність м'язів великої рогатої худоби свідчить про покращення сенсорних характеристик порівняно з контролем без ін'єкцій [66].

З іншого боку, молочна та оцтова кислоти при концентрації 2% показали сильну антимікробну активність щодо деконтамінації *E. coli* O157:H7 на поверхні м'яса яловичини згідно з Carpenter et al. [67]. Насправді ці промивання органічними кислотами зменшили патоген на 0,6-1 log/cm² порівняно з контрольними зразками (м'ясо без миття) або зразками м'яса, промитими водою, і запобігли його залишковому росту.

Ці самі органічні кислоти (молочна та оцтова кислоти 1 та 2%) та їхні солі (лактат натрію та ацетат натрію 2,5%) були оцінені щодо їх впливу на хімічні, мікробіологічні та сенсорні якості сирого м'яса яловичини, що зберігалось при 4°. С [68]. Результати показали ефективну антимікробну дію цих добавок проти проліферації аеробних і психротрофних бактерій, а також Enterobacteriaceae. Хімічний аналіз показав значну зниження рН оброблених зразків яловичини. Що стосується сенсорної якості обробленого м'яса яловичини, додавання органічних кислот/солей покращило колір, смак і властивості текстури з найвищими оцінками, показаними для 1% оцтової кислоти та 1% молочної кислоти.

Крім того, повідомлялося, що 2% лактат калію може забезпечити мікробну якість ростбіфу щодо проліферації *L. Monocytogenes* і інокульованого коктейлю *Salmonella*, що складається з *Salmonella typhimurium*, *Salmonella* Heidelberg і *Salmonella* Enteritidis [69].

Більш останнє дослідження [70] показало, що молочна, оцтова та лимонна кислоти у концентрації 1, 2 та 3% знижують

кількість *Salmonella Enteritidis*, *E. coli* та *L. monocytogenes* у яловичині. Значні зниження спостерігалося при концентрації 3%, і найбільш ефективною органічною кислотою була молочна кислота, за нею йшли оцтова кислота та лимонна кислота.

Крім того, щодо молочної та оцтової кислот у 3%, було виявлено, що обприскування ними туш великої рогатої худоби значно знизив кількість психротрофних мікробів псування та патогенних бактерій (*Pseudomonas* spp., *Aeromonas* spp., *Yersinia* spp. та Enterobacteriaceae) протягом 14 днів [71]. Найбільш чутливими бактеріями до молочної та оцтової кислот були *Aeromonas* spp.

Свинина. Було виявлено, що додавання лактату натрію в кількості 0, 1, 2 і 3% знижує аеробну загальну кількість чашок, анаеробну загальну кількість пластинок і анаеробне утворення молочної кислоти на свинячих ковбасах, упакованих під вакуум, які зберігалися при 4°C протягом 31 дня [72]. Крім того, ця органічна сіль у 1% подовжила термін придатності свинячих ковбас на 1 тиждень порівняно з контролем, а зразки, що містять 2% та 3% лактату натрію, не досягли рівня псування ($7,0 \cdot 10^{10}$ КУО/г). Що стосується його впливу на фізико-хімічні характеристики, лактат натрію знижував рН зразків свинини. З іншого боку, було виявлено, що додавання лактату натрію загалом посилило солоний смак і запобігло втраті смаку свинини з часом, але не мало ефекту на кислий або гіркий смак.

Подальше дослідження було проведено з лактатом натрію при 1,5 і 3% для оцінки його впливу на сенсорні характеристики та термін придатності свіжого свинячого фаршу [73]. У результаті лактат натрію посилив інтенсивність солоного смаку, але залишався менш відчутним як «солоний», ніж інша сольова добавка NaCl. Це також збільшило соковитість і посилило смак свинячого фаршу. Крім того, лактат натрію значно зменшив кількість аеробних пластинок у свіжому подрібненому м'ясі свинини протягом 25 днів зберігання в роздрібній торгівлі, а зразки м'яса, приготовлені з 3% лактату

натрію, показали значне подовження терміну зберігання приблизно на 12 днів порівняно з контролем.

Подібним чином було виявлено, що упаковане свиняче м'ясо, яке зберігалось в аеробних умовах при 4°C протягом 21 дня та містить 3% лактату натрію, мало найнижчу аеробну кількість та його початковий рН підтримувався найкраще [74]. Крім того, червоний колір м'яса найкраще зберігав 2 і 3% концентрації лактату натрію.

З іншого боку, оцтова або молочна кислоти у концентрації 2,5 або 5% і деякі органічні солі (ацетат натрію, діацетат натрію, лактат натрію, сорбат калію та бензоат калію) у різних концентраціях (5 або 10%) використовувалися як водні розчини для занурення. Контролювати *L. monocytogenes* на нарізаній та вакуумно упакованій свинині Болоньї, яка зберігалася при 4°C до 120 днів [34]. Результати не показали істотного росту *L. monocytogenes* на скибочках болонської свинини, оброблених 2,5 або 5% оцтовою кислотою, 5% діацетатом натрію та 5% бензоатом калію з 0 до 120 днів. М'ясні продукти, оброблені 5% сорбатом калію та 5% молочною кислотою, зберігалися на 50 і 90 днів відповідно.

Крім того, лактат натрію, ацетат натрію та діацетат натрію попередньо оцінювали на їх антимікробну активність проти росту *L. monocytogenes* у сосисках, які зберігалися при 4°C у вакуумних упаковках. Результати показали, що 6% натрію лактат і 0,5% натрію діацетат мали бактерицидну дію протягом 120 днів. Потім лактат натрію у концентрації 3% запобігав росту лістерії протягом щонайменше 70 днів, тоді як 0,25% діацетат натрію або ацетат натрію у концентрації 0,25 або 0,5% пригнічував ріст патогенів протягом 20-50 днів. Таким чином, згідно з цим дослідженням, перевірені органічні солі можуть бути суттєво застосовані для контролю забруднення лістеріалом після обробки сосисок, охолоджених у вакуумі.

Крім того, повідомлялося, що мікробна стабільність охолодженого свіжого подрібненого м'яса свинини була підвищена за рахунок додавання

2% лактату натрію або калію без шкідливого впливу на його колір або стабільність жиру протягом 15 днів зберігання при 2°C [78].

Крім того, лактат натрію при 1,8% і діацетат натрію при 0,25% показали антилістеріальний ефект у зразках свинячої сосиски, не впливаючи на смак і загальну прийнятність м'ясних продуктів [79].

Крім того, про це повідомили Carpenter et al. [67], що обприскування 2% молочною або оцтовою кислотами як деконтамінуючими розчинами показало ефективність у зниженні популяції *сальмонели* на свинячій грудинці та захисті м'яса від подальшого розвитку цього патогену.

У дослідженні Hwang et al. [80], було показано, що 1, 2 і 3% лактату значно інгібував ріст *L. monocytogenes*, *E. Coli* і *Salmonella* spp. у вареній шинці, що зберігалася при охолодженні та температурі неправильного зберігання (4–15°C), і ефекти зниження були більш вираженими при низьких температурах зберігання. Таким чином, було зроблено висновок, що ці концентрації лактату (1–3%) можуть бути в кінцевому підсумку використані для підвищення мікробіологічної безпеки готових до споживання продуктів з шинки.

Крім того, було продемонстровано, що 2% лактат калію пригнічує ріст *L. monocytogenes* і *Salmonella* spp. у в'яленій свинині протягом 49 днів зберігання в холодильнику [67].

Нещодавнє дослідження [81] щодо залишкового антимікробного ефекту слабких органічних кислот (молочної та оцтової кислот 3%) на психротрофні мікроби псування в тушах свиней показало, що обприскування знезараження туш свиней 3% молочною або оцтовою кислотами призвело до очевидне зменшення мікробів психротрофів, *Pseudomonas* spp. і Enterobacteriaceae, а найбільш чутливими бактеріями були *Aeromonas* spp. і *Yersinia* spp. які були повністю інгібовані після 24 годин обробки кислотою.

Оцтова, молочна та лимонна кислоти в концентраціях 1, 2 або 3% також оцінювали їх антимікробну дію проти бактерій *S. Enteritidis*, *L.*

monocytogenes, *C. jejuni*, *E. coli* та *Y. enterocolitica* в операції дезактивації м'яса свинини [82]. Аналізи показали, що всі випробувані органічні кислоти можуть зменшувати кількість патогенів із значним зниженням, показаним при концентрації 3%. Найефективнішою органічною кислотою була молочна кислота, потім оцтова кислота, а потім лимонна кислота.

Нарешті, González Sánchez [77] оцінив ефективність мурашиної кислоти (1,5%) і пероксиоцтової кислоти (400 ppm) як антимікробних спреїв для контролю росту *Salmonella enterica* в охолодженій свинячій обрізі. Загалом, обробка кислотним спреєм була ефективною для зниження кількості *сальмонел* відразу після застосування та після 24 годин зберігання в холодильнику при 4°C.

М'ясо овець. Знезараження туш овець розпиленням 2% молочної кислоти після забою та одноденного холодильного зберігання призвело до значного зниження загальної кількості життєздатних бактерій, кишкової палички, що свідчить про те, що застосування 2% молочної кислоти з дотриманням правил гігієни та процедур обробки може забезпечити безпечніше м'ясо овець [73].

Нещодавно було виявлено, що маринування лактату натрію при концентрації 2% покращило водоутримувальну здатність, розчинність білкової фракції та поглинання маринаду м'ясом овець [78].

Крім того, додавання лимонної кислоти в овець «Бучада» призвело до зменшення мікробного росту (термотолерантних коліформ, *Staphylococcus* spp. і *Salmonella* sp.), значення рН, вологи та і не вплинуло негативно на сенсорні властивості (запах), смак, зовнішній вигляд і ніжність) [64].

Нарешті, антибактеріальний ефект обробок спреєм молочної та оцтової кислоти в концентраціях 1, 1,5 та 2 % вивчався щодо кількості аеробних пластинок, Enterobacteriaceae, coliform та *Staphylococcus* на поверхнях свіжих туш овець. Отримані дані показали значне зниження мікробного росту

досліджуваних мікроорганізмів після впливу органічних кислот на м'ясо овець із особливо вищим ефектом 2% розпилення молочної кислоти [84].

Вироби з м'яса птиці. У курячому м'ясі, настояному під вакуумом оцтовою, лимонною, молочною, яблучною та винною кислотами (75,0 або 150,0 мМ кожна) протягом 12 днів зберігання при 4°C, *E. coli*, *L. monocytogenes* і *Salmonella* популяції *typhimurium* були значними знижується на 1-6 log КУО/г, і 150,0 мМ була найбільш ефективною протимікробною концентрацією [85]. Крім того, вплив молочної кислоти в концентраціях 0,2, 0,3, 0,5, 0,6, 0,8 і 1% і її лактатної солі натрію в концентраціях 1, 1,5, 2, 2,5 і 3% було оцінено на хімічні, мікробіологічні та сенсорні властивості мариновані курячі стегна зберігаються при 4°C протягом 15 днів [86]. Результати показали, що ці добавки ефективні проти псування та патогенних мікроорганізмів, таких як аеробні та психротрофні бактерії, *Pseudomonas* spp., *Salmonella* spp., Enterobacteriaceae та *Staphylococcus aureus*. Хімічна оцінка показала, що досліджувана органічна кислота та її сіль загалом знижують значення рН ($\approx 6,06$ наприкінці періоду зберігання) та загальний вміст леткого основного азоту (з 0,2, 0,5 та 1% молочної кислоти, і 1, 2 і 3% лактату натрію) в оброблених зразках курей. Крім того, молочна кислота та лактат натрію покращили сенсорні властивості (запах, смак, колір і консистенцію) з найвищим загальним балом прийнятності (7,94 з 10-бальної шкали гедонізму), що спостерігався при 1% молочної кислоти, а потім 0,8% молочної кислоти (оцінка 7,38) і 3% лактату натрію (оцінка 6,94). Усі ці результати дозволили значно продовжити термін придатності охолоджених курячих продуктів із загальним порядком використання органічних консервантів, таких як молочна кислота > лактат натрію.

Інше дослідження в цьому контексті раніше проводили Карпентер та ін. [67], щоб оцінити ефективність миття курячої шкіри та поверхонь рулетиків з індички розчинами, складеними з 2% оцтовою або молочною кислотою, для знезараження *Salmonella* та *L. monocytogenes* відповідно. Результати показали, що молочна кислота була найкращим органічним

агентом для зниження кількості *сальмонел* на курячій шкірі та *L. monocytogenes* на рулеті з індички. З іншого боку, оцтова кислота забезпечила ефективний залишковий захист від подальшого росту цих патогенних бактерій, ніж молочна кислота.

Крім того, було показано, що 2% лактат калію сильно знижує *L. monocytogenes* і *Salmonella* spp. підраховує в охолоджених зразках курки Болонья, таким чином зберігаючи їх мікробну стабільність і термін придатності до 49 днів зберігання в охолодженому стані [71].

Потім було продемонстровано, що молочна кислота (1 або 2%) пригнічує мікробний ріст аеробних мезофільних, психротрофних, коліформних та фекальних коліформних бактерій, а також *E. coli* та *S. aureus* у грудках курчат-бройлерів при 3°C [87].

Ішак та ін. [88] оцінили вплив молочної кислоти або лактату натрію у 2 або 4% на психрофільні бактерії та *Salmonella* spp. на курячі гомілки. Насправді розпилення 4% молочної кислоти або 4% лактату натрію було найефективнішим, ніж застосування 2% концентрації. Крім того, дані показали негайне значне зниження *Salmonella* spp. кількості на 1,3 та 1,1 log₁₀ КУО/мл відповідно, а психрофільні бактерії на 1,8 та 1,3 log₁₀ КУО/мл відповідно на зразках курей.

Застосування 1% молочної кислоти продемонструвало цікаві консервуючі ефекти на якість охолодженого філе курки-бройлера з точки зору свіжості, відмінний контроль мікробних параметрів (зменшення загальної кількості психротрофних бактерій і Enterobacteriaceae), та інгібування утворення біогенних амінів, що підвищує прийнятність охолодженого курячого м'яса до 12 та 15 днів при 4°C [89].

Результати нещодавнього дослідження [83] щодо дезактиваційної ефективності мурашиної кислоти (1,5%) і пероксиоцтової кислоти (550 ppm) проти росту *S. jejuni* в курячих крилах, які зберігалися при 4°C протягом 24 годин шляхом занурення та розпилення, показали, що кислотна обробка були

ефективними для зниження кількості *C. jejuni* незалежно від методу застосування антимікробного засобу.

Таблиця 1.5

Застосування органічних кислот та їх солей при зберіганні м'яса

М'ясні продукти	Органічна кислота/сіль	Концентрація	Активність інгібування окислення ліпідів і білків	Ефективна протимікробна дія	Органолептичні властивості	Подовження терміну придатності	Джерело
Сира яловичина під час зберігання у вакуумній упаковці при 2°C протягом 21 дня	Лактат натрію	3 г/кг	Значення TBARS не змінилося	Зменшення кількості аеробних, психотропних та лактобактерій, Enterobacteriaceae	—	До 15 днів проти 8 днів для контрольного зразку	[66]
Обрізь яловичини	Лактат калію	3%	Значення TBARS	—	Поліпшення запаху, смаку,	—	[61]
			не змінилося		кольору, ніжності та виходу при варінні		
Ростбіф (смажена яловичина)	Лактат калію	2%	—	Зниження кількості <i>L. monocytogenes</i> , <i>Salmonella</i> spp.	—	—	[71]
Сире яловиче м'ясо що зберігається при 4°C	Молочна кислота Оцтова кислота Лактат натрію Ацетат натрію	1–2% 1–2% 2.5% 2.5%	—	Зменшення кількості аеробних та психотропних бактерій, Enterobacteriaceae	Поліпшення кольору, смаку, консистенції	Значне збільшення терміну зберігання	[70]

Свіжий фарш, що зберігається при температурі 2°C і -20°C	Лактат и натрію або калію	2%	Значення TVBARS не змінилося	Покращення мікробіологічної стабільності	Немає негативного впливу на колір	15 днів (при 2°C) і до 70 днів (при -20°C)	[78]
Сосиски зі свинини	Лактат натрію Діацетат натрію	1.8% 0.25%	—	Зниження кількості <i>L. monocytogenes</i>	Немає негативного впливу на смак	—	[77]
Свинячі туші	Молочна кислота Оцтова кислота	3% 3%	—	Зниження кількості психотрофів, <i>Pseudomonas</i> spp., <i>Enterobacteriaceae</i> , <i>Aeromonas</i> spp., <i>Yersinia</i> spp.	—	—	[82]
Свинячі охолоджені щоки	Мурашина кислота	1.5%	—	Зменшення кількості <i>Salmonella enterica</i>	—	—	[76]
М'ясо овець «Бучада»	Лимонна кислота	1%	Значення TVBARS зменшилися	Зменшення кількості <i>Salmonella</i> spp., <i>Staphylococcus</i> spp., and thermotolerant	Немає негативного впливу на запах, смак, зовнішній	—	[69]

				coliforms	вигляд і ніжність		
Мариновані курячі стегенця, що зберігаються при 4°C 15 днів	Молочна кислота Лактат натрію	0.2–1% 1–3%	Значення TVBARS зменшилися	Зменшення кількості аеробних і психрофільних бактерій, <i>Enterobacteriaceae</i> , <i>Salmonella</i> spp., <i>S. aureus</i> , and <i>Pseudomonas</i> spp.	Покращення запаху, смаку, кольору та консистенції	Значне збільшення терміну зберігання	[86]
Охолоджена курка Болонська ковбаса	Лактат калію	2%	—	Зниження кількості <i>L. monocytogenes</i> and <i>Salmonella</i> spp.	—	До 49 днів	[72]

Грудки курей-бройлерів, охолоджених до 3°C	Молочна кислота	1 або 2%	Значення TVBN і TBARS зменшилися	Зменшення кількості аеробних мезофільних, психротрофних та колиформних бактерій, <i>E. coli</i> , and <i>S. aureus</i>	—	Значне збільшення терміну зберігання	[89]
Філе курки-бройлера, охолоджене до 4°C	Молочна кислота	1%	Значення TVBN і TBARS знизилися	Зниження загальної кількості психротрофних бактерій і Enterobacteriaceae	Інгібування утворення біогенних амінів	До 12 і 15 днів	[87]

1.7. Типи оброблення

Застосування органічних кислот і їх солі в кількох моделях м'яса для контролю росту мікроорганізмів може бути реалізовано за допомогою різних методів: розпилення, занурення, ін'єкції та включення в біоактивні пакувальні плівки.

1.7.1. Обприскування, занурення та ін'єкції

Було виявлено, що обприскування м'ясних продуктів розчинами органічної кислоти/солі забезпечує значний захист від кількох бактерій і грибків. Цей метод застосування зазвичай використовується на ранніх етапах обробки м'ясних туш: після видалення шкіри та до або після потрошення, але до охолодження туш. Більше того, спрей з органічними кислотами зазвичай наноситься як ополіскувач на всю поверхню туші. Найпоширеніші типи розчинів для розпилення органічних кислот, які широко доступні для

промивання деконтамінації туш, це оцтова та молочна кислоти, а також лактат натрію [84, 88]. Щоб забезпечити успіх антимікробної промивки, слід ретельно виконати кілька кроків. Спочатку тушку слід промити зверху вниз теплою водою, а потім занурити на п'ять хвилин. Потім розчин органічної кислоти/солі слід нанести зверху вниз у два проходи за допомогою розпилувальної насадки в межах 12 дюймів від поверхні туші, м'якими рухами змітаючи, щоб повністю покрити туш (занурення органічної кислоти є ознакою того, що поверхня насичений органічним розчином).

Занурення в органічну кислоту є ще одним типом застосування, спрямованим на збереження мікробних і сенсорних якостей різних м'ясних матриць. Він складається із занурення зразків м'яса в розчини органічної кислоти/солі в адекватних концентраціях на період часу (у хвиликах). З органічних кислот/солей, оцінених у літературі, молочна, лимонна та яблучна кислоти були найбільш широко прийняті як антимікробні розчини для занурення [90].

З іншого боку, розчини органічних кислот/солей можна вводити в м'ясо за допомогою голки та шприца для покращення його мікробних, фізико-хімічних і сенсорних властивостей [91].

1.7.2. Включення органічних кислот/солей у біоактивні пакувальні плівки

Інноваційна концепція антимікробної упаковки була представлена як відповідь на ринкові тенденції та бажання споживачів. Він складається з активної упаковки, де антимікробні агенти включені в матеріал упаковки, а звідти мігрують у їжу шляхом дифузії та розподілу. Пряме введення органічних кислот/солей як консервантів у біоактивну упаковку (шляхом екструзії, пресування, лиття або нанесення покриття) є передовою технологією, яка відповідає на багато проблем, і є економічним методом виробництва антимікробної упаковки. Було запропоновано ефективно подолати втрату активності органічної кислоти/солі при безпосередньому

застосуванні в зразках м'яса через взаємодію з компонентами м'яса (наприклад, жиром, шкірою та ферментами). Ці методи залежать від вивільнення таких кислотних агентів з упаковки в м'ясну матрицю, таким чином уникаючи прямого контакту з м'ясним продуктом, що відповідає бажанню споживача мати безпечне м'ясо без консервантів або з невеликою кількістю або натуральних. Однак важливо мати на увазі, що завжди існує залежність доза-ефект, тому консерванти слід застосовувати в достатній кількості, щоб отримати високий ефект, який, крім того, залежить від властивостей м'яса. Крім того, слід належним чином враховувати товщину матеріалу та умови зберігання з точки зору температури та часу як важливі фактори, від яких залежить антимікробна/консервуюча дія активної упаковки, що містить органічні кислоти/солі.

Інші можливі методи застосування органічних кислот включають використання їстівних антимікробних плівок: цей метод привернув увагу як потенційна стратегія втручання проти патогенів у різних зразках м'язової тканини. Ці антимікробні плівки були отримані шляхом розчинення хітозану в соляній кислоті та розчинах органічних кислот, таких як розчини мурашиної, оцтової, молочної та лимонної кислот.

1.8. Комбінації між органічними кислотами, їх солями та іншими протимікробними засобами або методами консервування

Основною метою поєднання органічних кислот та їх солей з іншими заходами контролю (хімічні, фізичні та біологічні обробки) є отримання сильної синергічної активності з точки зору посилення антимікробного ефекту, покращення сенсорної якості та подовження терміну придатності м'яса, що досить корисний для м'ясної промисловості.

1.8.1. Сполучення органічних кислот та їх солей з хімічними речовинами

Найбільш поширеною практикою, яка раніше застосовувалася в цьому контексті, є додавання солі хлориду натрію (NaCl) з деякими органічними

кислотами або солями органічних кислот. Фактично, Тан і Шелеф [71] вказали, що комбінації 2% лактату натрію або калію з 1% або 2% NaCl були більш ефективними, ніж одні лактати при 2% у пригніченні росту мікроорганізмів, що викликають псування, на охолоджену свіжому подрібненому м'ясі свинини. Крім того, ці комбінації покращили стабільність жиру шляхом зменшення прооксидантної дії NaCl і значно посилили червоний колір м'яса після їх негайного додавання.

Sallam and Samejima [59] повідомили, що комбінація (20 + 20 г/кг) лактату натрію та NaCl на сирому яловичому фарші може бути успішно використана для зменшення росту кількості аеробних пластинок, психротрофних, LAB та Enterobacteriaceae, підтримки його фізико-хімічних показників. Якість за рахунок зменшення окислювальних змін, викликаних NaCl, і значно подовжує термін зберігання під час зберігання в холодильнику до 21 дня порівняно з контролем (лише 8 днів).

Крім того, про це повідомили Entani et al. [93], що застосування оцтової кислоти у формі оцту з NaCl призвело до великого синергічного ефекту щодо інгібування *E. coli*. Цю антимікробну активність пояснювали тим, що NaCl індукував чутливість *E. coli* до кислотного середовища. Дійсно, Кейсі та Кондон [94] заявили, що NaCl знижує антимікробну активність молочної кислоти щодо цього досліджуваного патогена шляхом підвищення його цитоплазматичного рН. Отже, присутність NaCl захищала *E. Coli* проти інгібуючої дії кислого рН. Цей аспект, здається, має велике значення для безпечності харчових продуктів, оскільки він потрапляє у згадані вище механізми резистентності деяких мікроорганізмів (наприклад, у випадку *E. coli*), щоб протидіяти підкисленню, уникнути бактерицидного ефекту використаної органічної кислоти, і викликають захворювання, виживаючи в харчовому продукті.

В іншому випадку для м'ясної промисловості можна було б запропонувати інші, безпечніші та ефективніші способи консервування. Насправді це було зазначено Varmpalia та інші [95], що комбінація 1,8%

лактату натрію + 0,125% діацетату натрію + 0,125% глюконо-дельта-лактону (GDL) значно пригнічувала ріст *L. monocytogenes* і псування ЛАВ у м'ясі свинини Болоньї, що зберігалася при 4 або 10°C як помірно завищена температура зберігання. Крім того, Jo та інші [96] повідомили, що комбінована обробка іонів срібла (при 0,1 або 0,3 або 0,5 або 1 ppm) з (0,05% або 0,1%) органічної кислоти (молочної, лимонної, янтарної, малеїнової або винної) посилювала інгібуючий ефект *E. Coli* і більш ефективна комбінація: 1 ppm іон срібла + 0,1% органічної кислоти.

1.8.2. Комбінації органічних кислот і солей разом

Використання сумішей, що містять різні органічні кислоти разом, або композицій з декількома солями органічних кислот разом, або комбінацій органічних кислот з їхніми органічними солями також може бути корисною технологічною стратегією для посилення не тільки антимікробної активності, але й ефекту консервування обробленого м'ясного продукту.

Наприклад, комбінації 2,5% лактату натрію +0,3% діацетату та 2,5% лактату натрію +0,1% діацетату забезпечили значну антилістеріальну дію на суспензії індички, які зберігалися при 25°C і 4°C відповідно, порівняно з препаратами, які містили лактат або діацетат натрію. поодиночі.

Потім Мбанді та Шелеф [97] повідомили, що синергетичний ефект між лактатом натрію та діацетатом натрію на ріст мікробів відбувся в яловичому м'ясі. Дійсно, комбінація натрію лактату та натрію діацетату, відповідно, у концентрації 2,5 та 2%, була бактеріостатичною для *L. monocytogenes* і бактерицидний на *Salmonella* Enteritidis після 20 днів зберігання яловичини при 10°C. З іншого боку, 1,8% лактат натрію + 0,1% діацетат натрію забезпечували лістеріостатичний ефект, тоді як *Salmonella* підрахунки становили менше 10 клітин/г після 30 днів зберігання в холодильнику при 5°C. Крім того, антимікробна активність проти обох досліджуваних патогенів була значно посилена при застосуванні 0,2% ацетату натрію в поєднанні з 1,8 або 2,5% лактату натрію.

Пізніше Мбанді та Шелеф [98] заявили про подібні результати щодо швидкого та ефективного зниження кількості *сальмонел* у м'ясі яловичини Болонья, коли лактат і діацетат поєднували та використовували як консервант для м'яса.

Крім того, було продемонстровано, що метод розпилення комбінацією 2% молочної кислоти + 1,5% пропіонової кислоти або 1,5% оцтової кислоти + 1,5% пропіонової кислоти помітно знизив загальну кількість життєздатних речовин до невизначених рівнів під час зберігання свіжого м'яса баранини порівняно з обробки однією кислотою. Крім того, термін придатності зразків м'яса, оброблених комбінацією бінарних органічних кислот, було збільшено до 11 днів проти 3 днів у необробленого м'яса.

З іншого боку, у дослідженні, проведеному Juneja та Thippareddi [99], було зазначено, що комбінації діацетату натрію з лактатом натрію або ацетату натрію чи забуференого цитрату натрію значно пригнічують проростання та ріст *C. perfringens* із спор у оброблені охолоджені продукти з індички.

Бармпалія та ін. [77] оцінили контроль *L. monocytogenes* на охолоджених свинячих сосисках, застосовуючи комбінацію, що містить 1,8% лактату натрію та 0,125% або 0,25% діацетату натрію з подальшим зануренням або без занурення в 2,5% розчини молочної або оцтової кислоти. Висновки показали, що комбінації з кислотним зануренням призвели до помітного зменшення популяції *L. monocytogenes*, дріжджів і цвілі, причому найвищий антимікробний ефект (повне пригнічення) спостерігався при застосуванні 0,25% діацетату натрію протягом 12 днів. Крім того, використання лактату натрію та діацетату натрію в комбінації, із зануренням органічної кислоти або без нього, не вплинуло на смак і загальну прийнятність продуктів зі свинини порівняно з контролем.

Подібним чином Barmpalia та інші [95] показали, що комбінація 1,8% лактату натрію + 0,25% діацетату натрію контролює проліферацію *L. Monocytogenes* і псування у охолодженій свинині Болоньї більш

ефективно, ніж лікування, коли солі органічних кислот використовувалися як єдиний антимікробний засіб.

Дрозінос та ін. [100] підкреслили посилену інгібіторну активність проти флори псування як у культуральному середовищі, так і в в'ялених варених м'ясних продуктах, коли дві або три солі органічних кислот поєднували разом наступним чином: 2% лактату натрію + 0,5% ацетату натрію, 2% лактату натрію + 0,15% калію сорбат і 2–4% лактат натрію + 0,5% ацетат натрію + 0,15% сорбат калію.

Подібним чином комбінація лимонної, яблучної та винної кислот у концентрації 150 мМ значно зменшила ріст популяцій *E. coli*, *L. monocytogenes* і *Salmonella typhimurium* на $> 5 > 2$ і 4–6 log КУО/г і значно продовжив термін зберігання шматочків курячої грудки [92].

Крім того, Samoui та інші [86] виявили, що комбінація 0,9% лактату натрію та 0,09% молочної кислоти є найефективнішою у затримці проліферації бактерій псування (аеробні пластинки, психротрофні популяції, Enterobacteriaceae, *Pseudomonas* spp., *S. aureus* та *Salmonella* spp.), запобігаючи утворенню небажаних хімічних речовин, покращуючи сенсорну якість курячого м'яса (найвищі бали за кольором, смаком і текстурою), а також подовжуючи термін придатності під час зберігання в охолодженому стані.

1.8.3. Комбінації органічних кислот, їх солей з бактеріоцинами

Шлітер та ін. [97] повідомили, що діацетат у концентрації 0,3 або 0,5% у поєднанні з педіоцином (5000 АУ/мл) забезпечував лістерицидний ефект на суспензію індички при 4°C та 25°C відповідно.

Оцтова кислота 3 або 5 г/100 мл, або діацетат натрію 3 або 5 г/100 мл, або бензоат калію 3 г/100 мл у поєднанні з низином (5000 МО/мл) як розчини для занурення, як було описано, викликають важливе зниження популяції *L. monocytogenes* у нарізаному в'яленому болонському м'ясі свинини зі значним збільшенням терміну його зберігання протягом 90–120 днів.

Халафалла та ін. [85] досліджували комбінацію молочної кислоти (1%) з низином у дозі 50 мкг або 100 мкг значно покращили кількість мікробів (аеробних мезофільних, аеробних психрофільних, коліформних, фекальних коліформних бактерій, *E. coli* та *S. aureus*) і фізико-хімічні (рН, ТВАРС) якості зразків курячих грудок і значно подовжили термін їх придатності до 12 діб при зберіганні в холодильнику при 3°C.

1.8.4. Комбінації органічних кислот/їх солей з ефірними оліями або ароматичними/фенольними сполуками, отриманими з рослин

Комбіноване застосування ефірної олії *Origanum vulgare* L. (МІК × ½: 0,3 мкл/мл) і оцтової кислоти (МІК × ½: 0,3 мкл/мл) пригнічує ріст популяції *S. aureus* на бичці м'ясні стейки.

Ішак та ін. [88] запропонував ефективну технологічну концепцію проти проліферації небажаних бактерій в охолоджених зразках курячих гомілок, що складається з комбінації молочної кислоти (4%) + тимолу (0,25%, мас./об.), нанесеної методом розпилення. Результати показали значне та негайне зниження *Salmonella* spp. і психрофільні числа на 1,4 і 1,8 log₁₀ КУО/мл на день 0, відповідно, з цікавою стабільністю рН м'яса під час зберігання в холодильнику при 4°C порівняно з обробкою лише молочною кислотою або тимолом. Дійсно, синергічний антимікробний ефект цих двох антимікробних препаратів можна пояснити тим фактом, що фенольна сполука тимол може сприяти полегшенню дифузії молочної кислоти в цитоплазму мікроорганізму через розпад його зовнішньої мембрани, таким чином підвищуючи проникність цитоплазматичної мембрани [101]. Однак використання тимолу (або інших ароматичних сполук, таких як евгенол, карвакрол, гераніол і цитраль) у вищих концентраціях, коли вони застосовуються окремо для достатньої антимікробної активності, може негативно вплинути на смак м'яса, таким чином, бути неприйнятним для споживачів. Ось чому комбінації ефірних олій з іншими консервантами в

м'ясі (такими як органічні кислоти/солі) були застосовані для мінімізації необхідних концентрацій.

Нарешті, дуже важливо зазначити, що комбінація більше ніж двох антимікробних препаратів також можлива для досягнення консервативної ефективності тестованих м'ясних систем шляхом синергетичних або адитивних ефектів і, таким чином, забезпечує безпеку та якість м'ясних продуктів. У цьому контексті Ghabraie et al. [102] перевірили антилістеріальні ефекти антибактеріальних композицій, що містять солі органічних кислот, ефірні олії, нізін і нітрит, поєднані в різних концентраціях у свіжих яловичих і свіжих свинячих ковбасах. Результати показали, що композиція А (змішані солі органічних кислот: ацетат натрію та лактат калію 1,55% (мас./мас.)) + змішані ефірні олії китайської кориці та кори кориці (ЕО) 0,05% (об./мас.) + нізін 12,5 ppm + нітрит при 100 ppm) і склад В (змішані солі органічних кислот (1,55%, мас./мас.) + змішані ЕО (0,025%, об./мас.) + нізін (12,5 ppm) + нітрит (100 ppm)) надзвичайно () зменшена кількість *L. monocytogenes*. Дві склади (А і В) також були прийняті органолептично (консистенція, запах і смак) як для ковбас зі свіжої свинини, так і для яловичини.

Протимікробну ефективність комбінації між винною кислотою (37,5 мМ) і екстрактами виноградних кісточок (GS) або зеленого чаю (GT) (у 5 або 10 або 20 або 40 мг/мл) досліджували Over et al. [87]. Отримані дані показали, що всі бінарні комбінації сильно знижували кількість *Salmonella typhimurium*, *L. monocytogenes* і *E. coli*. Однак такі високі антибактеріальні властивості винної кислоти в поєднанні з GS або GT спостерігалися в бульйонах ВНІ, і було запропоновано оцінити вплив найвищої антимікробної комбінації на мікробні, фізико-хімічні та органолептичні властивості системи м'яса птиці (курячих грудок).

Дослідження Kim et al. [103] було проведено для покращення якості в'яленої свинячої корейки за допомогою комбінації органічної кислоти (аскорбінової, яблучної, лимонної або винної кислот) у концентрації 0,06% та ферментованого шпинату (FS) як джерела зеленого нітриту у кількості 0,08%. Результати показали, що в'ялене м'ясо свинини, оброблене ферментованим шпинатом (природним нітритом) з кожною органічною кислотою, має вищі показники червоності, ніж контроль на вареному м'ясі. Крім того, усі комбінації значно знижували окислення ліпідів (TBARS і TVBN), за винятком лимонної кислоти при поєднанні з FS. Серед комбінацій було виявлено, що аскорбінова кислота + FS забезпечує найвищу ефективність щодо якісних показників зразків в'яленої свинини.

Wang та ін. [39] у своєму нещодавньому дослідженні заявили, що комбінація сорбату калію (2 мг/г) + низину (5000 МО/г) + бактеріофага (9 log PFU) значно зменшила кількість *сальмонел*, загальну кількість життєздатних, TVBN і TBARS у свіжому вигляді охолоджена свинина. Крім того, ця комбінація значно зменшила запах і зберегла хороші органолептичні властивості свіжої свинини, подовжуючи таким чином термін її зберігання до 14 днів. Було також показано, що ніякого негативного впливу фага на зразки м'яса не спостерігалося.

Дослідники Rodríguez-Calleja та співавтори [104] продемонстрували синергетичний ефект суміші органічних кислот (молочна та оцтова кислоти + діацетат натрію) і оброблення надлишковим тиском (300 МПа) у подовженні терміну зберігання філе курячої грудки без шкіри до 28 днів. Повідомлялося про чудове збереження мікробіологічної якості (загальна кількість життєздатних бактерій, коліформних бактерій, *E. coli*, *Pseudomonas* і

Brochothrix thermosphacta) і сенсорних властивостей (колір, ніжність і загальна прийнятність).

Нещодавно O' Neill та ін. [105] оцінили ефективність комбінації між 0,3% комерційної суміші органічних кислот під назвою Inbac™ (в основному складається з 43% ацетату натрію та 7% яблучної кислоти та інших жирних кислот і технологічних коад'ювантів) і високим тиском як метод консервації для продовжити термін зберігання сосисок і вареної шинки. У результаті було виявлено, що комбінації оброблення високим тиском при 580 МПа або 535 МПа протягом 5 хвилин і 0,3% суміші органічної кислоти Inbac™ значно знижують загальну кількість аеробних життєздатних, загальну кількість коліформ, кишкової палички та сальмонели у сосисках і вареній шинці відповідно. Таким чином, ці комбінації (органічні кислоти + НРР) значно подовжили термін зберігання сосисок на 51% і вареної шинки на 97% порівняно з контрольними зразками з мікробіологічної точки зору; однак не було виявлено значних ефектів покращення фізико-хімічних і сенсорних якостей щодо значень рН і окислення, кольору, смаку, інтенсивності стороннього присмаку, текстури, соковитості, ніжності, солоності та загальної прийнятності.

Деякі втручання, такі як пастеризація парою або гарячою водою в поєднанні з розчинами органічних кислот, були одними з передових процесів для підвищення безпеки м'яса, що призвело до більш ефективного зменшення псування та патогенних мікроорганізмів на м'ясних тушах або м'ясних кінцевих продуктах [106].

З іншого боку, повідомлялося, що у вакуумних та аеробних умовах застосування пероксиоцтової кислоти (РАА, 400 ppm) у поєднанні з ультрафіолетовим світлом (УФ, 30 с на висоті $2,5 \pm 0,3$ см) забезпечило

високе зниження STEC на яловичині. зразки м'яса порівняно з результатами, отриманими зі зразками, обробленими лише 400 ppm PAA.

1.9. Комбінації органічних кислот та їх солей з упаковкою в модифікованій атмосфері або біоактивними пакувальними плівками

Щодо збереження в модифікованій атмосфері, раніше було показано, що застосування 1% розчину оцтової кислоти в поєднанні з MAP у 70% CO₂ /30% N₂ на порції курячих грудок зменшує ріст мікробів і зберігає приємний смак наприкінці періоду зберігання. (21 день при 4°C) [107].

Подібним чином, мікробна стабільність (загальна кількість життєздатних бактерій, бактерій кишкової палички, *E. coli*, *Pseudomonas* і *Brochothrix thermosphacta*) свіжого філе курячої грудки була значно підвищена завдяки поєднанню комерційної суміші органічних кислот, яка складається переважно з молочної кислоти, оцтової кислоти, і ацетат натрію, і модифікована атмосфера (30% CO₂ /70% N₂) [104]. Таким чином, спостерігалось подовження терміну зберігання на два тижні порівняно з одним тижнем для необробленого курячого філе. Крім того, у цьому ж дослідженні було показано, що органічні кислоти + модифікована атмосфера (30% CO₂ /70% N₂) + надмірний тиск (300 МПа) комбінація була найефективнішою консервативною стратегією для інгібування бактерій псування, підтримки високих показників органолептичних показників і продовження терміну зберігання зразків курки.

В іншому випадку органічні кислоти і їх солі можуть бути включені, окремо або в комбінації, в біоактивну упаковку (шляхом екструзії, пресування, лиття або покриття) як передове антимікробне застосування в м'ясній промисловості. Згідно з опублікованою літературою, введення органічних кислот/солей під час екструзії або пресування пластику є найбільш економічним методом, оскільки він не вимагає додаткових етапів обробки [16]. Однак застосовність цього підходу неможлива для всіх органічних кислот і їх солей, оскільки деякі з них характеризуються рідким

станом при кімнатній температурі або чутливістю до тепла. Таким чином, було зазначено, що сорбінова кислота та сорбат калію є зазвичай використовуваними агентами для такої упаковки. Іноді можуть виникнути деякі проблеми щодо прямого включення органічних кислот/солей в упаковку. Наприклад, несумісність між органічною кислотою/сіллю та деякими біополімерами (поліетилен низької щільності або лінійний поліетилен низької щільності) може призвести до втрати антимікробного ефекту або спричинити втрату прозорості біоплівок після екструзії [16]. З цієї причини було запропоновано їх непряме включення шляхом лиття або покриття.

Щодо включення органічних кислот або їх солей у пакувальні плівки шляхом лиття, у процесі можуть бути використані неполярні полімери (наприклад, полімери поліетилену та целюлози) та полярні полімери (крохмаль, альгінат, хітозан та карагенан) [16]. Фактично, Limjaroen та ін. [44] повідомили про виражене інгібування *L. monocytogenes* протягом 28 днів в охолоджених болонських ковбасах з яловичини, запакованих полівініліденхлоридними (неполярними) плівками, що містять 1,5% сорбінової кислоти. Крім того, Zinoviadou et al. [108] вказали, що загальна кількість життєздатних і *Pseudomonas* spp. популяція була значно зменшена на свіжих шматках яловичини, які зберігалися при 5°C протягом 12 днів у плівках сироваткового протеїну (полярних), що містять 2% лактату натрію. Так само da Rocha et al. [35] показали, що плівки на основі білка, що містять 1,5% сорбінової або бензойної кислоти, дуже ефективні для зниження кількості *E. coli* та *L. monocytogenes* на 5–6 логарифмічних циклів на зразках м'яса, які зберігалися при 5°C протягом 12 днів.

Стосовно додавання органічних кислот до пакувальних плівок шляхом нанесення покриття, Hauser і Wunderlich [109] показали, що покриття сорбінової кислоти, включене до полівінілацетатного лаку на плівках LDPE, значно знижувало кількість *E. coli* у свинячому м'ясі корейки, яке зберігалось при 8°C до 7 днів.

Таким чином, усі ці антимікробні системи пакування на основі органічних кислот є недорогими технологіями та легкими у застосуванні, що робить їх перспективним додатковим підходом, корисним для консервування м'яса. Крім того, використання такого активного пакування регулюється в Європі Регламентом (ЄС) № 450/2009 [110], а також органічні кислоти/солі, які використовуються для включення в антимікробну пакувальну плівку для випуску в харчові продукти (такі як м'ясо) мають бути зазначені як харчові консерванти в Регламенті (ЄС) № 1333/2008 щодо харчових добавок, який також регулює їх межі міграції. Нарешті, щодо маркування антимікробних добавок (таких як органічні кислоти/солі) у пакувальних матеріалах харчових продуктів, Регламент (ЄС) № 450/2009 (стаття 11) проголошує, що кожна вивільнена активна речовина обов'язково вважається харчовим інгредієнтом і повинна

1.10. Обмеження використання органічних кислот та їх солей при біоконсервації м'яса

Основною метою використання органічних кислот та їх солей як консервантів у м'ясі та м'ясних продуктах було контролювати ріст псування та патогенних бактерій та подовжити термін зберігання м'ясних продуктів, не викликаючи сенсорних змін. Однак добре відомо, що концентрації органічних кислотабо їх солей, які застосовуються для отримання ефективної антимікробної активності в м'ясі, повинні бути вищими, ніж ті, що використовуються в лабораторних середовищах. Таким чином, це збільшення концентрацій може різко змінити сенсорну якість (колір, запах, аромат і смак) зразків м'яса.

В іншому випадку недостатність або відсутність антимікробної та консервуючої дії органічних кислот та їх солей, доданих до м'яса та м'ясних продуктів, може залежати не лише від параметрів концентрації, але й від можливих перешкод між м'ясною матрицею через її внутрішні параметри (неоднорідність, вміст вологи), відносно високий рН, високий вміст білка та

жиру, а також кількість і тип мікроорганізмів), а також використовувані кислотні протимікробні засоби, що викликає додаткове занепокоєння, пов'язане із застосуванням органічних кислот та їх солей у м'ясі.

Іншим обмеженням, яке також можна згадати тут, є несумісність між органічними кислотами і їх солями та іншими інокульованими антимікробними або консервантами в м'ясі. З цієї причини сувора оцінка цього аспекту повинна бути ретельно виконана перед такими заявками. На додаток до цього, незважаючи на те, що ефективність органічних кислот як біоконсервантів у м'ясній промисловості була доведена протягом багатьох років, все більше свідчень свідчить про те, що деякі мікроорганізми володіють різними механізмами протидії впливу таких кислотних агентів, таким чином створюючи стійкість до антимікробну активність та/або до важких кислотних умов. Таким чином, було зазначено, що цей факт призвів до появи стійких до кислот харчових патогенів [111]. Фактично відомо, що механізми резистентності є механізмами стресу на рівні клітинної активності, що передбачає, наприклад, експресію специфічних генів реакції на стрес. Наприклад, *E. coli*, *Salmonella typhimurium* і *L. monocytogenes* мають можливість розвивати клітини, що індують механізми кислотної толерантності при низьких рівнях рН після попередньої адаптації в умовах помірної кислотності. Ці кислотно-адаптовані клітини більш стійкі і тому більш інфекційні в умовах стресу. Інші кислотостійкі мікроорганізми розвинули перехресну резистентність до інших впливів навколишнього середовища, таких як сіль, осмос і тепло. З іншого боку, деякі інші мікроорганізми (наприклад, *P. aeruginosa*, *Aspergillus* spp. і *Penicillium roqueforti*) демонструють різні механізми протидії органічним кислотам/солям, які можуть бути розщеплені деякими бактеріальними або грибовими ферментами [112]. Таким чином, ці ферментативні розпади можуть несприятливо вплинути на органолептичні характеристики м'яса. В іншому випадку, вид дріжджів *Zygosaccharomyces bailii*, який, як відомо, більш стійкий до органічних кислот, ніж *S. cerevisiae*, зміг зменшити

дифузію слабких органічних кислот через мембрану, регулюючи підтвердження клітинної оболонки [113, 114].

Крім того, хоча існує велика кількість сильнодіючих органічних кислот і солей, нещодавно охарактеризованих за їхню ефективність як потужні природні консерванти (крім тих, які досі найчастіше використовувалися в м'ясній промисловості), відносно небагато з них придатні на практиці, а тому є юридично схваленими як консервантів у м'ясі міжнародним харчовим законодавством для комерційного використання. В основному це можна пояснити суворими вимогами, прийнятими регулюючими органами до остаточного схвалення можливого використання органічної кислоти/солі в м'ясних продуктах. По суті, цей процес передбачає отримання детальних даних щодо функціональності, способу застосування та аспектів безпеки запропонованої органічної кислоти/солі. на жаль, *дослідження in vitro* та *in vivo* , які можуть тривати багато років і також можуть бути дорогими, що обмежує використання нових органічних кислот/солей у біоконсервації м'яса.

Крім того, у цьому контексті важливо зазначити, що харчове законодавство продовжувало обмежувати зміни дозволених рівнів органічної кислоти/солі в м'ясі навіть після завершення ретельних досліджень і використання деяких нещодавно прийнятих як консервантів. Наприклад, незважаючи на схвалення регулюючих органів, деякі органічні кислоти/солі не є широко прийнятими в комерційній практиці, особливо для знезараження м'яса. Насправді правила гігієни м'яса в Європейському Союзі (ЄС) не дозволяють жодних методів дезактивації складів, окрім промивання м'ясних туш питною водою. Дуже гарним прикладом цього є пероксиоцтова кислота, яка схвалена в Сполучених Штатах і Австралії та заборонена в ЄС [115].

Крім того, незважаючи на статус GRAS органічних кислот і їх солей, затверджених законодавчо як харчових консервантів, їх нешкідливість все ще викликає питання щодо небажаних токсикологічних ефектів на здоров'я людини після вживання м'ясних продуктів, оброблених цими

біоагентами. Фактично, згідно з літературою, деякі дослідження *in vitro* та *in vivo* токсичності сорбінової та бензойної кислот та/або солей не виявили мутагенних, генотоксичних та/або канцерогенних ефектів, тоді як деякі інші дослідники повідомили про генотоксичну дію двох згаданих речовин. кислоти, а також їх натрієві та калієві солі [18]. Цей суперечливий безпечний статус не стосується молочної, лимонної або пропіонової кислот, можливо тому, що вони є природними проміжними продуктами метаболізму рослин, тварин і людини, що свідчить про їх нешкідливість. Таким чином, ця подвійна риса, іноді нешкідлива, а іноді токсична, викликає велике занепокоєння та серйозне питання щодо використання органічних кислот/солей у консервації м'яса, оскільки остаточне з'ясування їхньої токсичності ще не встановлено.

Нарешті, дуже важливо помітити, що дані про ефективність органічних кислот та їх солей, які застосовуються в реальній комерційній практиці для консервування м'яса, обмежені, тому є гостра потреба оцінити їх постійну ефективність на основі останніх обставин і точно покращити їх стійкість.

З цих причин майже беззаперечно, що в деяких випадках використання загальноприйнятих органічних кислот або їх солей, які застосовуються виключно в м'ясі, не може призвести до достатнього або бажаного ефекту консервації. Отже, щоб підвищити їхню ефективність у збереженні м'яса, їх застосування в поєднанні з іншими антимікробними засобами (органічними кислотами, солями органічних кислот, білками, бактеріоцинами, бактеріоциногенними LAB, рослинними екстрактами, ефірними оліями, наночастинками, бактеріофагами тощо) або хімічними речовинами (наприклад, солі: NaCl) або різноманітні фізичні методи (тиск, ультрафіолетове випромінювання, гаряча вода, пастеризація парою, MAP та біоактивна упаковка) настійно рекомендується. Ці багатообіцяючі стратегії консервування можуть відкрити нові шляхи та можливості для успішного використання ефективних, безпечних і рентабельних складів консервантів для консервування м'яса.

1.11. Використання кардамону в якості антиоксиданта

Спеції і трави є додавали в їжу з давніх часів, не тільки як ароматизатори, а також як народні ліки і харчові консерванти. В даний час там викликає зростаючий інтерес як у галузі, так і в науковій дослідження спецій і ароматних трав завдяки сильним антиоксидантним властивостям.

Кардамон містить флавоноїди кверцетин, кемпферол, лютеолін і пеларгонідин відповідають за його антиоксидантну активність.

Кардамон - одна з найдорожчих прянощів у світі. Така ціна обумовлена тим, що спецію збирають вручну, а процес потребує великої кількості людських ресурсів. Вирощувати кардамон не простіше, ніж збирати. Рослина любить вологу, тінь та тепло, а перший урожай можна зібрати через три чи чотири роки. Різновидів кардамону кілька, він буває чорним, зеленим та білим. Зелений – найпопулярніший і найпоширеніший, на смак він віддалено нагадує евкалипт, а чорний – пряний і пахне димом. Батьківщина кардамону - Малабарське узбережжя Індії. Найчастіше кардамон використовується в десертах і додається до чаю або кави для насиченого аромату [116].

Кардамон в основному використовується як кулінарна спеція в рецептах, або у вигляді цілих стручків, насіння, або у вигляді порошку. Кардамонове масло отримують шляхом перегонки з водяною парою і використовують як лікарську пряність, так і в парфумерії.

Кардамон сотні років використовувався у давній медицині та ароматерапії. Дослідження показали, що олія кардамону має кілька лікувальних властивостей, у тому числі протимікробні, антиоксидантні, протизапальні та покращують дихальну функцію [117].

Кардамон - приправа, відома з давніх часів. Плоди кардамону - трикамерні коробочки, їх збирають трохи недозрілими, висушують на сонці, іноді розмелюють і використовують для ароматизації борошняних і кондитерських виробів. Зелені коробочки кардамону мають неймовірно сильний аромат.

Насіння містить 3,5-8% ефірного масла, багаті крохмалем, жиром і щавлевокислого кальцієм. У маслі знаходяться лімонен, терпінеол, борнеол, їх ефіри і цинеол.

Кардамон входить до складу різних пряних сумішей: "каррі", універсальної сіамської, гамбурзькій і ін. Ними ароматизують ковбаси, сири, тютюн. Найчастіше пряність додають в кондитерські вироби, з якими гармонійно поєднується запах кардамону - дуже сильний і в той же час пікантний, гострий, пекучий, злегка камфорний з легким лимонним відтінком. Використовують не весь плід, а маленькі насіння, які знаходяться всередині. Сама оболонка ароматом не володіє, але оберігає насіння від витoku запаху. Застосування кардамону в борошняних виробах і солодких начинках традиційно для європейської і російської кухонь. Їм ароматизують тісто для оладок, печива, пряників, пряників, булочок з родзинками, солодких пирогів з начинкою з маку і ін. Без кардамону неможливо уявити східні солодоці. З ним готують мигдальні трубочки, пахлаву, шароц, варення з баклажанів, зелених томатів, волоських горіхів. В Індії пряністю обов'язково додають в халву.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЯ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

У цьому розділі представлено програму аналітичних та експериментальних досліджень з розробки інноваційних технологій варених ковбас з МПМО та використанням натурального антиоксиданту, визначено предмети та матеріали дослідження, наведено характеристику методів дослідження фізико-хімічних, функціонально-технологічних, органолептичних та інших показників предметів досліджень, а також впровадження удосконаленої технології варених ковбас.

2.1 Мета, завдання, об'єкти і предмет досліджень

Метою магістерської роботи є обґрунтування доцільності застосування натурального антиоксиданту в технології варених ковбас з використанням МПМО, розширення асортименту м'ясної продукції з одночасним підвищенням біологічної цінності.

Завдання досліджень:

- Обґрунтування та розробка рецептурного складу м'ясомісткого продукту із використанням м'яса птиці механічного обвалювання;
- дослідження харчової та біологічної цінності розроблених варіантів рецептур;
- дослідження функціонально-технологічних показників модельних фаршів розроблених рецептур;
- оцінка якісних показників варених ковбас;
- дослідження впливу антиоксиданту на зберігання готових виробів.

Об'єкт дослідження – технологія варених ковбас з використанням в якості антиоксиданту екстракту кардамону.

Предмет дослідження – модельні м'ясні фарші варених ковбас, готові вироби.

2.2. Організація експериментальних досліджень

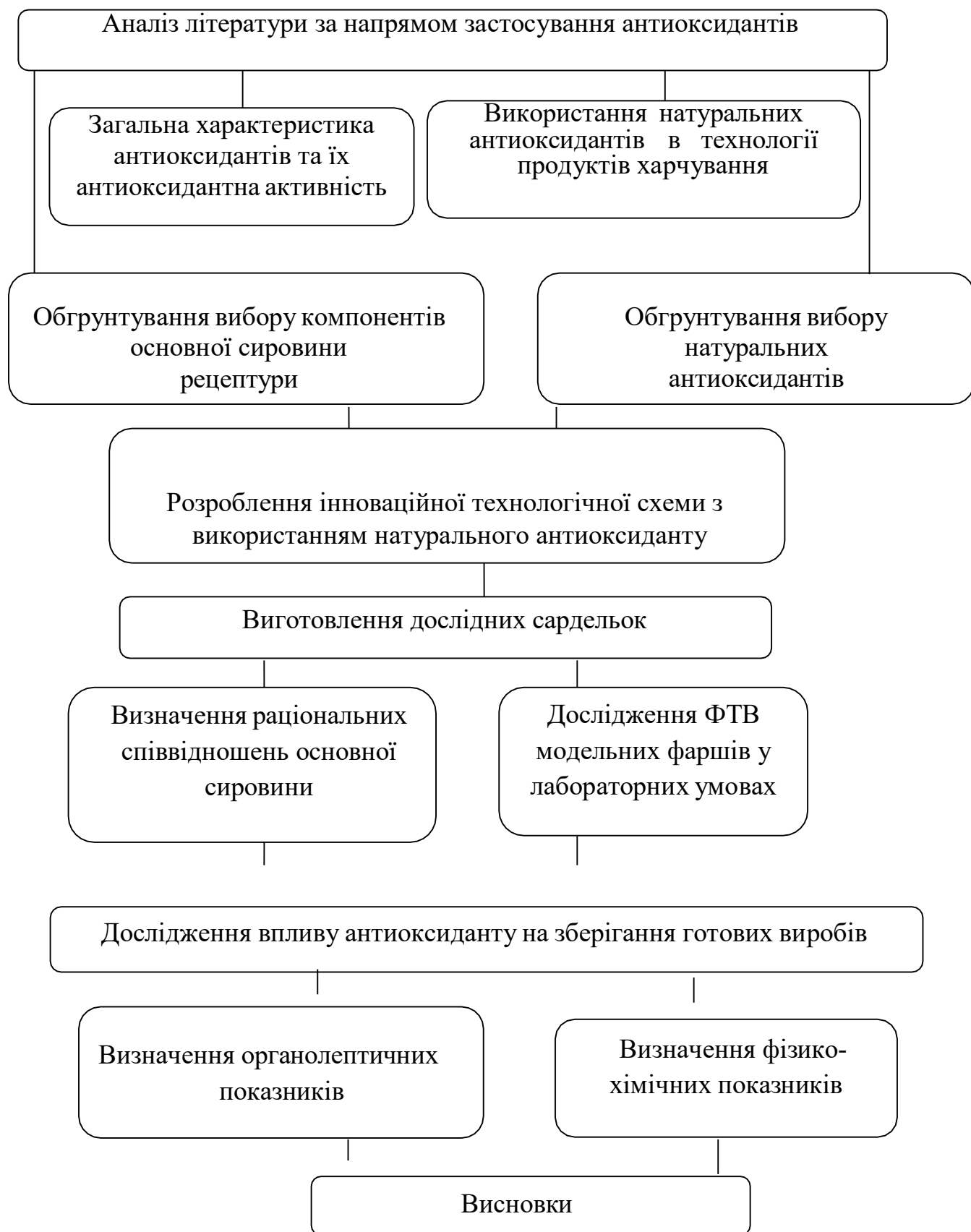


Рис. 2.1 Схема проведення експериментальних досліджень

Експериментальні дослідження проводили з метою визначення якісних показників сардельок з використанням натурального антиоксиданту екстракту кардамону.

Розробку продукту здійснювали за ДСТУ 3946-2000 «СРПП. Продукція харчова. Основні положення». При цьому нами були виконані наступні пункти: створення зразків нової продукції і формування вимог до її якості; розробка рецептури, виготовлення та випробування зразків продукції. При виконанні роботи використовували стандартні органолептичні і фізико-хімічні методи досліджень.

Відбір проб фаршу та ковбаси і підготовку їх до аналізів здійснювали відповідно до ГОСТ7269-79.

Програма досліджень передбачає удосконалення технологічної схеми варених ковбас з використанням екстракту кардамону, вивчення органолептичних показників, фізико-хімічних і технологічних властивостей нових продуктів.

Вирішуючи поставлені задачі, використовували об'єкти, матеріали і методи досліджень, які забезпечували достовірність наукових результатів. Дослідження проведені на кафедрі технології м'яса і м'ясних продуктів, НУХТ.

2.3. Методи досліджень

Методи дослідження. У даній роботі застосовано хімічні (хімічний склад сировини, рН модельних фаршів та готових ковбас вареної групи з додаванням екстракту кардамону), функціонально-технологічні (структурно-механічні властивості), мікробіологічні, органолептичні методи досліджень, які дозволяють визначити якісний і кількісний склад, а також показники якості сардельок і впливу антиоксиданту кардамону на термін зберігання.

Визначення загального хімічного складу

Масову частку вологи і сухих речовин

Визначення проводили методом висушування наважки продукту в металевих бюксах в сушильній шафі при $t=105^{\circ}\text{C}$ ($\pm 2^{\circ}\text{C}$) за втратою маси досліджуваних зразків, з похибкою при зважуванні не більш ніж $\pm 0,0002$ г [119].

Вміст вологи розраховували за формулою:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} \cdot 100\%, \quad (2.1)$$

де W – вміст вологи, %;

m_1 – маса наважки з бюксою до висушування, г;

m_2 – маса наважки з бюксою після висушування, г;

m – маса пустої бюкси, г.

Вміст сухих речовин розраховували як різницю:

$$X = 100 - W, \%, \quad (2.2)$$

Визначення вмісту жиру

Метод ґрунтується на багаторазовій екстракції жиру з висушеної наважки летючими розчинниками з наступним вилученням розчинника та висушуванням екстрагованої гільзи до постійної маси. Екстракцію проводили в апараті Сокслета, з розчинників використовували дихлоретан [120].

Наважку продукту, висушену до постійної маси, переносили у паперову гільзу. Металеву бюксу два-три рази протирали сухою гігроскопічною ватою, змоченою в етиловому ефірі, і також вміщували в екстракційну гільзу. Гільзу з наважкою зважували на аналітичних вагах і вміщували в екстрактор апарату Сокслета. Тривалість екстрагування становить 4-6 годин.

Масову частку жирів у вихідній наважці розраховували за формулою:

$$X = \frac{m_1 - m_2}{m_0} \cdot 100\%, \quad (2.3)$$

де X – вміст жиру, %;

m_1 – маса гільзи з матеріалом до екстракції, г;

m_2 – маса гільзи з матеріалом після екстракції, г;

m_0 – маса наважки до висушування, г.

Визначення вмісту мінеральних речовин (золи)

Загальну кількість мінеральних речовин визначали мінералізацією шляхом спалювання органічної частини продукту при 500-800°C у тиглі, попередньо підготовленому до випробування.

У прокалений до постійної маси тигель вмішували наважку продукту (1-2 г), зважену з точністю до 0,0002г і розміщували у муфельну піч. Спочатку продукт озолювали при слабкому нагріванні, а потім при температурі червоного каління протягом 1-2 год, потім тиглі охолоджували в ексикаторі і зважували.

Вміст мінеральних речовин (золи) розраховували за формулою:

$$X = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} \cdot 100\%, \quad (2.4)$$

де X – вміст золи, %;

m_1 – маса тигля з наважкою, г;

m_2 – маса тигля з золою, г;

m – маса порожнього тигля, г.

Дослідження функціонально-технологічних показників

Визначення рН середовища

рН визначали потенціометричним методом на лабораторному рН - метрі. Метод ґрунтується на вимірюванні електрорушійної сили елемента, який складається із електроду порівняння з відомою величиною потенціалу та індикаторного (скляного) електроду, потенціал якого обумовлений концентрацією іонів водню в досліджуваному розчині. Визначення проводили у відфільтрованій водній витяжці при співвідношенні продукту і

води 1:10, яку попередньо витримували 30 хв [120].

Визначення вологозв'язуючої здатності (ВЗЗ)

Визначення проводили за методикою Р.Грау і Р.Хамма в модифікації Воловинської та Кельман методом пресування. Наважку м'ясного фаршу масою 0,3 г зважують на торсійних вагах на кружальцях із поліетилену діаметром 15 – 20 мм., після чого її переносять на беззольний фільтр, вміщений на скляну пластинку так, щоб наважка виявилася під кружком [120].

Зверху наважку накривають скляною пластинкою, встановлюють на неї гирю масою 1 кг і витримують 10 хв. Після цього фільтр з наважкою звільняють від ваги і нижньої пластини, а потім олівцем обкреслюють контур навколо плями навколо спресованого м'яса.

Зовнішній контур вимальовується при висиханні фільтрувального паперу на повітрі. Площі плям, утворених спресованим м'ясом і адсорбованою вологою, вимірюють планіметром.

Розмір вологої плями обчислюють за різницею між загальною площею плями, утвореної м'ясом. Експериментально встановлено, що 1 см² площі вологої плями і фільтра відповідає 8,4 мг вологи.

Вміст зв'язаної вологи, % до загальної вологи, визначають за формулою:

$$ВЗЗ = \frac{a - 8.4b}{a} \cdot 100\%, \quad (2.6)$$

де ВЗЗ - вміст зв'язаної вологи, до загальної вологи, %;

$$a = \frac{a \cdot W}{100}, \quad (2.7)$$

b – різниця площ плям, см²;

W – вміст вологи у продукті, %;

m – маса наважки, взятої для визначення ВЗЗ, мг.

Визначення пластичності проводили за даними отриманими при визначенні ВЗЗ [119].

Пластичність визначають за формулою:

$$\text{Пл} = \frac{S}{m}, \quad (2.8)$$

де Пл – пластичність, %;

S – площа внутрішньої плями, см²;

m - маса наважки, взятої для визначення ВЗЗ, мг.

Визначення вологоутримуючої здатності (ВУЗ)

Наважку досліджуваної сировини вагою 4-6 г ретельно подрібнити. Складною паличкою нанести на внутрішню поверхню широкої частини молочного жироміра. Його щільно закривають пробкою і поміщають вузькою частиною вниз на водяну баню при температурі кипіння на 15 хв, після чого визначають масу води, яка утворилася по числу поділок на шкалі жироміра [119].

Вологоутримуюча здатність визначається за формулою:

$$\text{ВУЗ} = \text{В} - \text{ВВЗ}, \quad (2.9)$$

Вологовиділяюча здатність (%):

$$\text{ВВЗ} = a n m^{-1} \cdot 100, \quad (2.10)$$

де В – загальна частка води в наважці, %;

a – ціна поділки жироміра, a = 0,01 см³;

n – кількість поділок на шкалі жироміра;

m – маса наважки, г.

Органолептична оцінка якості

Відбір проб для органолептичних і фізико-хімічних досліджень та підготовку їх до аналізу здійснювали у відповідності до вимог ДСТУ 4823.2:2007 [121, 122].

Органолептичне оцінювання якості варених ковбас з використанням суміші клітковини здійснювалося за 5-ти бальною шкалою. До основних показників якості варених ковбас, які визначалися при оцінюванні, належать: зовнішній вигляд, колір і вигляд на розрізі, консистенція, запах, смак, соковитість.

Органолептичну оцінку здійснювали у такій послідовності:

- зовнішній вигляд - за структурою, малюнком на розрізі;
- колір - візуально на розрізі;
- консистенцію - надавлюванням на виріб;
- запах (аромат), смак та соковитість - випробуванням продуктів одразу після того, як їх нарізали шматочками у холодному та гарячому вигляді; визначали відсутність або наявність стороннього запаху, присмаку, ступінь вираженості аромату пряностей і солоність.

Таким чином, опираючись на результати органолептичної оцінки, зробили висновки про розроблені рецептури ковбас вареної групи з використанням суміші пшеничної та соєвої клітковини.

Згідно ДСТУ 4823:2007 ковбаси вареної групи оцінюють по зовнішньому вигляду, кольором та виглядом на розрізі, консистенцією, запахом і смаком та соковитістю в охолодженому та вареному вигляді.

Визначення кислотного числа ліпідної фракції готових виробів [121].

Пробопідготовка при визначенні кислотного числа м'ясних продуктів.

Масу наважки продукту на аналіз передбачають за попереднім результатом вмісту жиру. Аліквотна частина зразку, відібрана для аналізу, повинна містити близько 1 г жиру. Точний вміст жиру визначають методом вичерпної екстракції.

Наважку зразку подрібнюють на подільній дошці і переносять в фарфорову чашку. Додають 5 г безводного сульфату натрію і розтирають до однорідного стану. Підготовлений таким чином зразок переносять в конічну колбу на 250 мл і екстрагують протягом 5 хв. сумішшю розчинників для визначення пероксидного числа за ДСТУ ISO 3960-2001 (або гарячим спиртом при визначенні кислотного числа за ДСТУ 4350:2004).

Принцип методу заснований на титруванні (нейтралізації) вільних жирних кислот лугом у присутності індикатора.

Хід виконання роботи. В колбу на терезах 4-го класу зважують 4 - 5 г олії із записом результату до другого десяткового знака і підливають 50 мл

суміші етилового спирту з етиловим ефіром, додають 3 - 5 крапель розчину фенолфталеїна.

Отриманий розчин при постійному перемішуванні титрують з бюретки розчином гідроксиду калія або натрію до отримання слабо-рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 30 с.

Опрацювання результатів. Кислотне число обчислюють за формулою:

$$КЧ=5,611VK/m, \quad (2.11)$$

де 5,611 – титр 0,1 н. розчину гідроксиду калія, мг/мл; V – кількість 0,1 н. розчину лугу, витрачене на титрування, мл; K – поправка до титру; m – маса наважки олії, г.

Визначення пероксидного числа ліпідної фракції готових виробів [86].

Пробопідготовка при визначенні пероксидного числа м'ясних продуктів (аналогічно кислотному числу).

Принцип методу ґрунтується на реакції взаємодії продуктів окиснення олій та жирів (пероксидів та гідрпероксидів) із йодистим калієм у розчині оцтової кислоти і хлороформу та подальшому кількісному визначенні йоду, що виділився, розчином тіосульфату натрію титриметричним методом.

Порядок виконання роботи. Пробу жиру зважують у конічну колбу. У колбу додають 10 см³ хлороформу, швидко розчиняють дослідну пробу, приливають 15 см³ оцтової кислоти та 1 см³ розчину йодиду калію, після чого колбу відразу закривають пробкою. Вміст колби перемішують протягом 1 хв. і залишають на 5 хв. у темному місці за температури від 15 °С до 25°С. Потім додають 75 см³ дистильованої води, ретельно перемішують і додають розчин крохмалю до появи слабкого однорідного фіолетово-синього забарвлення. Йод, що виділився, титрують розчином тіосульфату натрію до зникнення фіолетово-синього забарвлення і появи молочно-білої забарвленості, стійкої протягом 5 с.

Концентрацію розчину тіосульфату натрію обирають залежно від передбачуваного значення пероксидного числа: більше ніж 6,0 ммоль ½ О/кг

використовують розчин тіосульфату натрію молярної концентрації c ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) = 0,01 моль/дм³, менше 6,0 ммоль ½ О/кг титрують розчином тіосульфату натрію молярної концентрації c ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) = 0,002 моль/дм³. Якщо на титрування витрачається менше 0,5 см³ розчину тіосульфату натрію концентрацією 0,01 моль/дм³, повторюють титрування розчином тіосульфату натрію концентрацією 0,002 моль/дм³ з енергійним перемішуванням. Якщо очікуване пероксидне число менше ніж 1,0 ммоль ½ О/кг, то для титрування рекомендовано використання мікробюретки об'ємом 5 см³.

Паралельно роблять контрольний дослід без дослідної проби олії чи жиру. Якщо у контрольному досліді на титрування витрачено понад 0,1 см³ 0,01 моль/дм³ розчину тіосульфата натрію, то перевіряють відповідність реактивів вимогам стандартів і повторюють випробування.

Опрацювання результатів. Пероксидне число (ПЧ) в ½ О ммоль/кг обчислюють за формулою

$$ПЧ = \frac{1000 \cdot (V - V_0) \cdot C}{m}, \quad (2.12)$$

де V , V_0 – об'єм розчину тіосульфату натрію відповідно в основному і контрольному досліді, см³; C – концентрація розчину тіосульфату натрію, моль/дм³; m – маса дослідної проби, г; 1000 – коефіцієнт, що враховує перерахунок результату вимірювання в ммоль/кг.

Пероксидне число виражають у ½ О мілімолях на кілограм, що відповідає кількості кисню, використаного в даній окиснювано-відновній реакції, в міліеквівалентах на кілограм. У деяких міжнародних стандартах пероксидне число виражають у мілімолях активного кисню на кілограм, тоді одержане за цією методикою числове значення пероксидного числа зменшується вдвічі.

Обчислюють із точністю до другого десяткового знаку з подальшим округленням до першого десяткового знаку. Відносне розходження допустиме між результатами двох паралельних визначень складає 5 % при

значеннях пероксидного числа від $3,0 \frac{1}{2}$ O ммоль/кг і більше та 10 % при значеннях менше $3,0 \frac{1}{2}$ O ммоль/кг.

Для того, щоб виразити пероксидне число в мілімолях активного кисню на кілограм жиру, мікрограмах активного кисню на грам жиру або у відсотках йоду необхідно помножити результат одержаний згідно даної методики на коефіцієнти перерахування.

Інтенсивність окиснювальних змін ліпідів у сировині і дослідних варених ковбасах вивчали методом дистиляційної перегонки за накопиченням вторинних продуктів окиснення, які будучи леткими, відганяються з водяним паром та реагують з 2-тіобарбітуровою кислотою (2 - ТБК). Метод оснований на утворенні забарвлених речовин в результаті взаємодії продуктів окиснення жиру з 2-ТБК і подальшим вимірюванням на спектрофотометрі СФ-26 інтенсивності кольору при довжині хвилі 532...535 нм.

У порцелянову ступку вносили 50 г наважки фаршу, скляним циліндром відміряли 50 см^3 дистильованої води, вносили в ступку і розтирали суміш товкачиком до однорідного стану. Підготовану пробу кількісно переносили в колбу К'ельдаля, змиваючи $47,5 \text{ см}^3$ дистильованої води залишки зі ступки, та додавали $2,5 \text{ см}^3$ соляної кислоти. Проводили дистиляційну відгонку в апараті К'ельдаля (рис.4), збираючи в мірну колбу 50 см^3 дистиляту. Відбирали 5 см^3 дистиляту, вносили в пробірку з притертою пробкою, додавали 5 см^3 тіобарбітурової кислоти, закривали притертою пробкою, перемішували і ставили на киплячу водяну баню на 35 хв., засікаючи час за секундоміром.

Одночасно проводять контрольний досвід, використовуючи замість дистиляту 5 см^3 дистильованої води. Потім розчини охолоджували в проточній холодній воді протягом 10 хв, засікаючи час за секундоміром, і вимірювали оптичну щільність при довжині хвилі (535 ± 10) нм щодо контрольного розчину.

Тіобарбітурове число, мг МА (малонового альдегіда)/ кг продукту розраховували за формулою:

$$X=D \times 7,8,$$

де D – оптична густина розчину; 7,8 – коефіцієнт пропорційної залежності щільності МА від його концентрації в розчині. Даний коефіцієнт є постійною величиною.

Результати аналізів виражені величинами (показниками) оптичної густини дистилатів досліджуваних зразків після реакції з 2-ТБК (з урахуванням даних контрольного дослідження, у якому замість 5 мл дистилату використано 5 мл дистильованої води). Дані інструментального методу співпадають з органолептичною оцінкою м'ясопродуктів [123].

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Використання екстракту кардамона в якості антиоксиданта у технології м'ясних продуктів

3.1. Обґрунтування рецептурного складу продукту

Особливого значення використання антиоксидантів набуває в умовах сучасного виробництва м'ясних і м'ясомістких виробів, що пов'язаного з включенням в рецептури ковбасних виробів, консервів та посічених напівфабрикатів м'яса птиці механічного обвалювання і дообвалювання.

Так як м'ясо птиці механічного обвалювання і дообвалювання має великий вміст жиру, то воно швидше піддається процесу окиснення. Окиснення ліпідів має 3 критичні фази: у першій відбувається утворення хімічно активних сполук кисню, механізми перекисного окислення ліпідів; друга фаза окислювальних змін настає безпосередньо після забою тварин; третя фаза настає в ході подальшого транспортування, переробки, зберігання та приготування м'яса.

Окисні процеси впливають на якість готового продукту, що викликає втрату кольору, смаку, запаху і зменшує терміни зберігання.

Саме тому є необхідність додавання антиоксидантів рослинного походження які гальмують процес окиснення.

Першим етапом наших досліджень було розроблення рецептури дослідних зразків. Перед початком розробки нової рецептури сардельок обираємо рецептуру, до якої потім будемо вносити зміни.

Для вирішення поставлених задач у технології сардельок використовували м'ясо птиці механічного обвалювання, також до рецептури вводили білковий стабілізатор зі свинячої шкурки.

За контрольний зразок було обрано рецептуру сардельок «Апетитних» згідно ТУ У 15.1-20021369-005:2007 до складу якої входить: яловичина І сорту, сало бокове, червоне куряче м'ясо та м'ясо птиці механічного

обвалювання, крохмаль, білковий стабілізатор із свинячої шкірки, Соевий ізолят, харчові волокна Fiber, сіль та спеції.

Для підвищення економічної ефективності виробництва в рецептурах зменшили частку яловичини, яку замінили на білковий стабілізатор зі свинячої шкірки, а також соєвий ізолят, що обумовлюється меншою собівартістю даного виду сировини і наявністю значної пропозиції на ринку. Крім того, в дослідних зразках використали м'ясо птиці механічного обвалювання. Рецептурний склад основної сировини контрольного та дослідних зразків сардельок наведений в таблиці 3.1. Частка кухонної солі, нітриту натрію і спецій в дослідних і контрольному зразках не змінювалась.

Таблиця 3.1

Розроблення рецептур сардельок

Складові компоненти	Контроль- ний зразок, %	Дослідний зразок № 1, %	Дослідний зразок № 2, %	Дослідний зразок № 3, %
Червоне куряче м'ясо	40	-	-	-
М'ясо птиці механічного обвалювання	-	40	45	50
Сало бокове	10	10	10	10
Соевий ізолят	-	10	10	10
Яловичина I сорту	47	10	10	10
Молоко сухе	-	3	3	3
ХВ Fiber	-	2	2	2
Білковий стабілізатор із свинячої шкірки	-	25	20	15
Крохмаль	3	-	-	-
Всього	100	100	100	100
Допоміжна сировина, г на 100 кг				
Сіль	2000	2000	2000	2000
Цукор	150	150	150	150
Перець чорний	100	100	100	100
Перець духмяний	50	50	50	50
Часник сушений	50	50	50	50
Фосфат	300	300	300	300
Нітрит натрію	7,5	7,5	7,5	7,5

Виготовлення зразків проводили згідно з технологією приготування фаршу сардельок з додаванням гідратованого соєвого ізоляту та 20 % вологи на основну сировину згідно технологічної схеми (рис. 3.1).

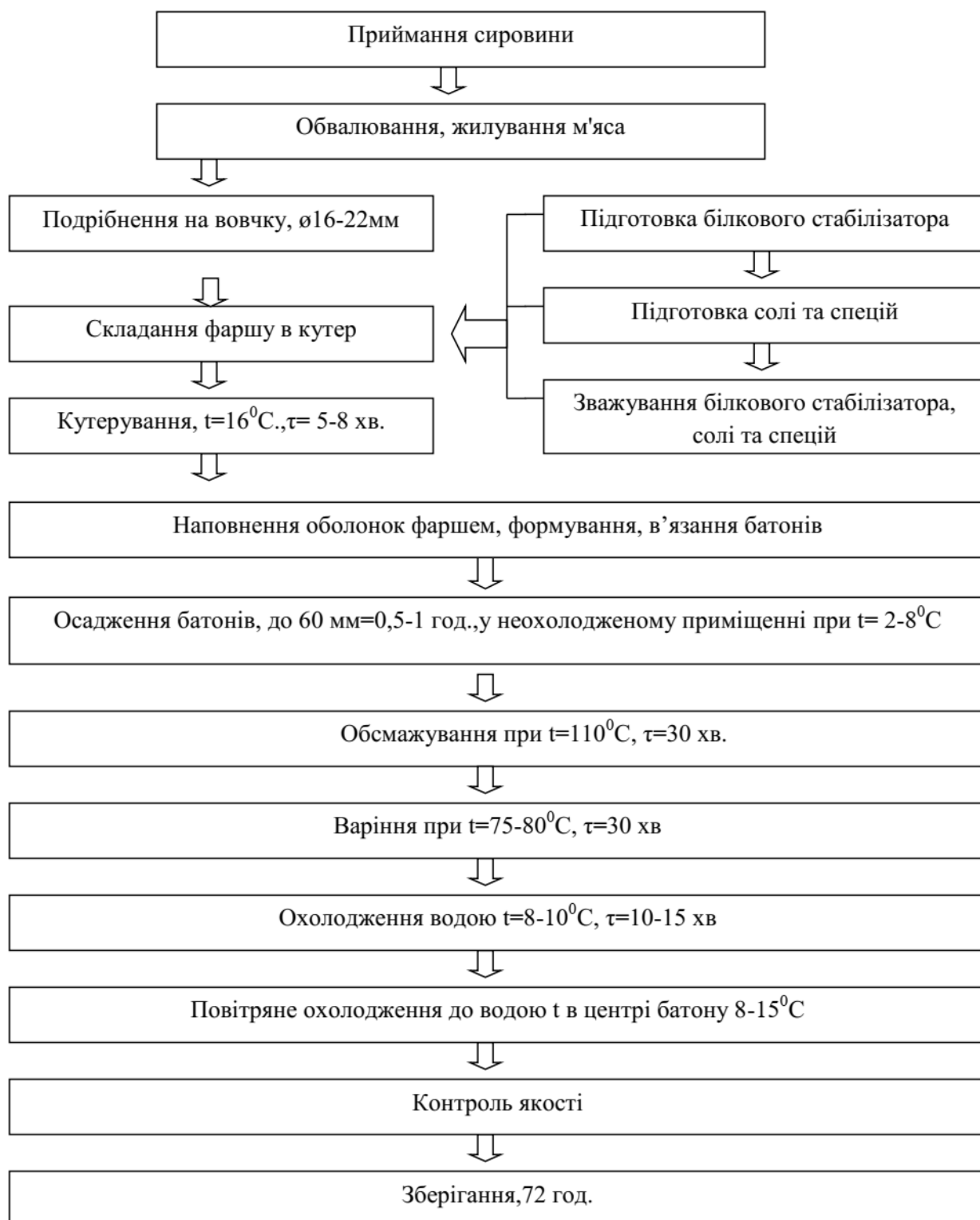


Рис. 3.1. – Технологічна схема виготовлення сардельок

Кількість свинячий шкурки при виробництві продукції зі свинини залежить від способу первинної обробки туш, виду вироблюваної продукції і становить від 4-5% маси туші. Реальні запаси свинячої шкурки на підприємствах утворюються за рахунок пластування шпику при переробці свинини.

Хімічний склад досліджуваної вихідної сировини, отриманої на виробництві наведено на рисунку 3.2.

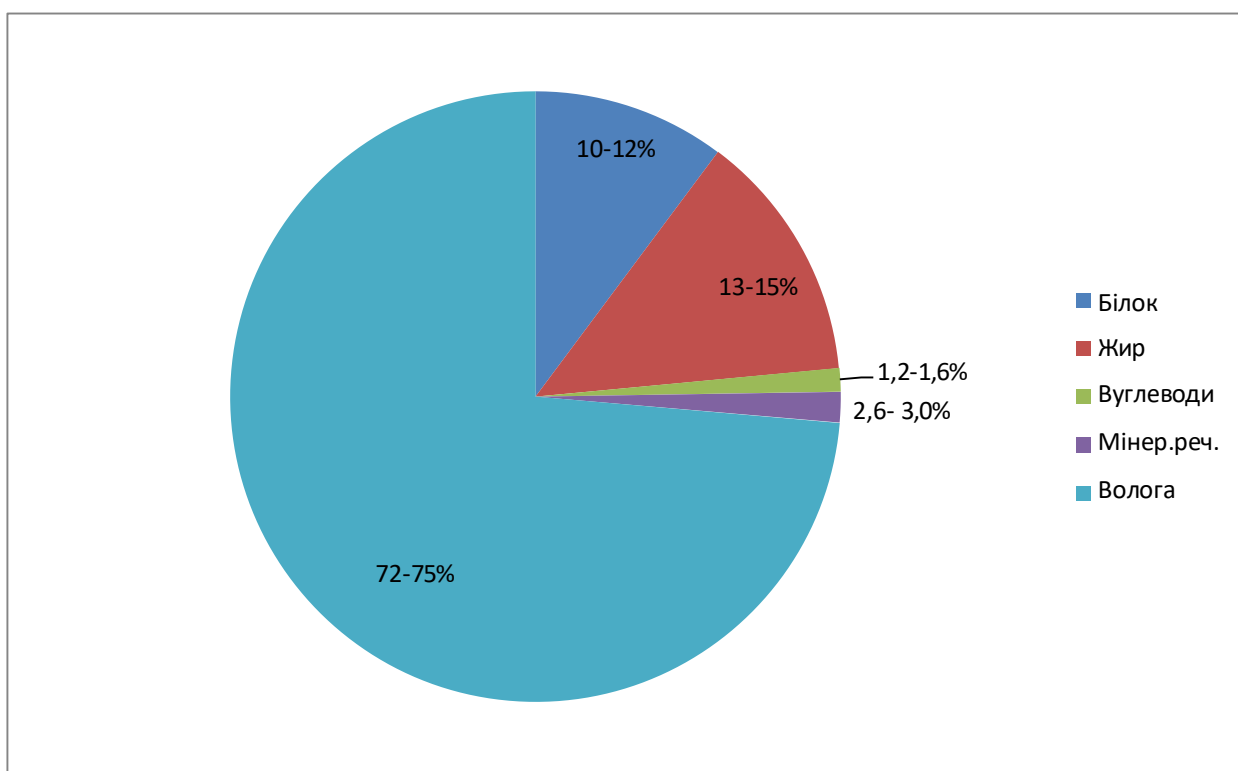


Рис. 3.2 Хімічний склад свинячої шкурки.

Аналіз складу зачищеної свинячої шкурки, свідчить, що вона містить 10-12% білка, 13-15 жиру, 1,2-1,6% вуглеводів, близько 3% золи і 72-75% води. Це дає можливість поставити її в один ряд не тільки з субпродуктами і м'ясом механічної обвалювання, але і з деякими видами основної сировини.

Для приготування м'ясомістких сарделок було використано білковий стабілізатор із свинячої шкурки, який було виготовлено згідно технологічної схеми, зображеної на рисунку 3.3.

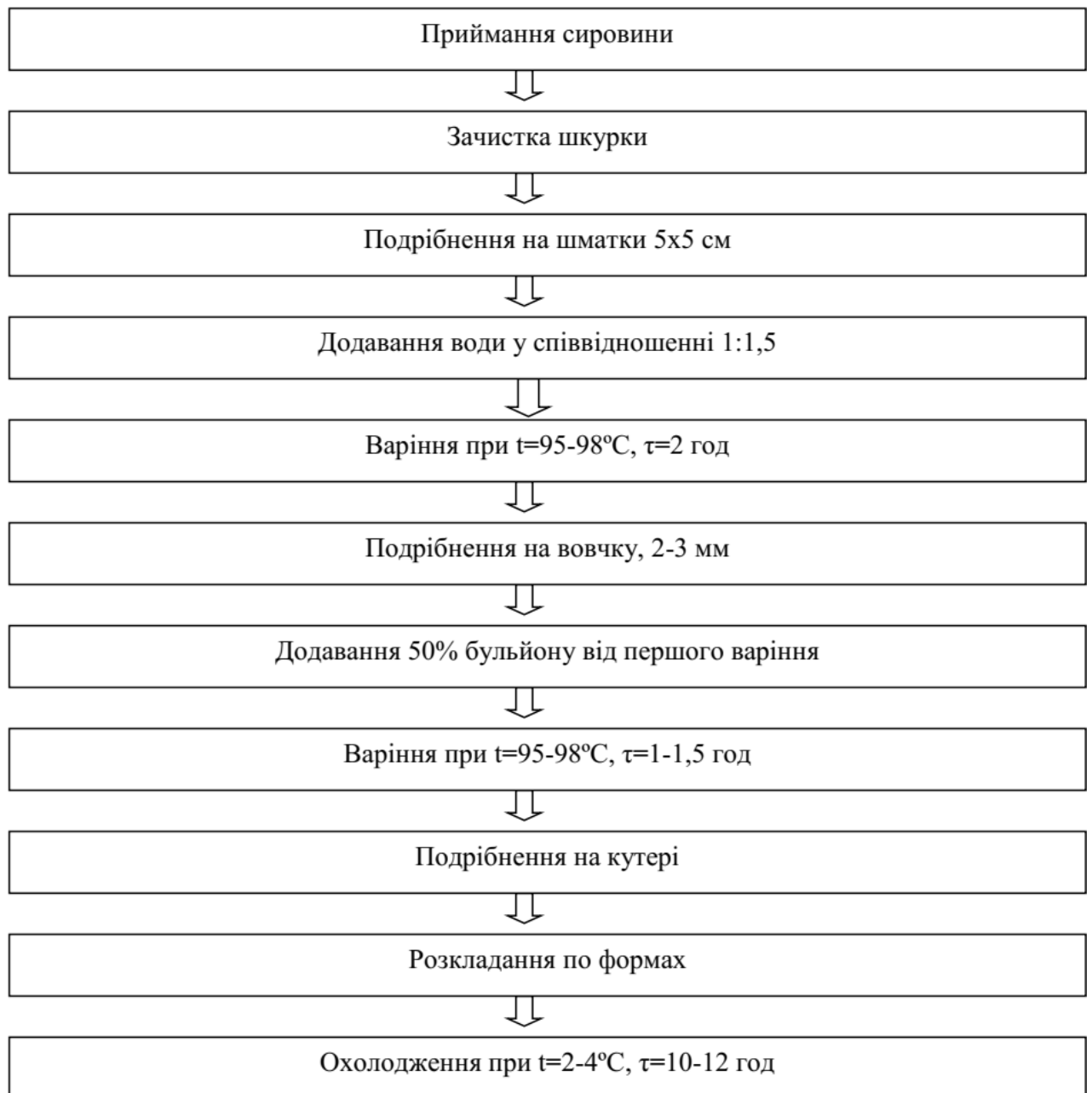


Рисунок 3.3 – Технологічна схема виготовлення білкового стабілізатора із свинячої шкурки

У модельних зразках м'ясо-містких сардельок визначали хімічний склад і комплекс функціонально-технологічних властивостей згідно зі стандартними методиками.

3.2. Харчова та біологічна цінність виготовлених сардельок

Результати розрахунку харчової цінності м'ясо-містких сардельок представлені у таблиці 3.2.

Показники харчової цінності дослідних зразків

Найменування	Контроль	Рецептура № 1	Рецептура № 2	Рецептура № 3
Вміст білка, г/100 г	16,25	24,1	23,84	23,72
Вміст жиру, г/100 г	23,76	20,09	20,66	21,23
Вміст вуглеводів, г/100 г	2,35	1,18	1,18	1,18
Вміст мінеральних речовин, г/100 г				
Вміст харчових волокон, г/100 г	-	2	2	2
Енергетична цінність, кКал	303	301	308	315

Вміст білку в рецептурі-аналого становив 16,25 г/100 г продукту, в той час як в розроблених зразках сарделюк цей показник збільшився в середньому на 47 % і становив 23,72-24,1 г/кг.

Вміст жиру зменшився. У цілому зниження вмісту жиру становило 10,65-15,45 %. На відміну від контрольного зразку дослідні містили харчові волокна у кількості 2 % за рахунок використання препарату розчинних рослинних волокон ХВ Fiber (Німеччина). Енергетична цінність досліджуваних зразків змінювалась залежно від м'яса птиці механічного обвалювання.

Нами були проведені дослідження по визначенню біологічної цінності, дані досліджень наведені у таблицях 3.3. і 3.4.

Таблиця 3.3

Розрахунковий амінокислотний склад виготовлених ковбас, г/100 г

Амінокислота	Контроль	Рецептура №1	Рецептура №2	Рецептура №3
Незамінні амінокислоти				
Валін	0,82	1,72	1,60	1,49
Ізолейцин	0,64	1,37	1,31	1,25
Лейцин	1,22	2,55	2,41	2,29
Лізін	1,31	2,30	2,25	2,02
Метіонін+ цистин	0,54	0,95	0,90	0,85
Треонін	0,67	1,30	1,22	1,14
Триптофан	0,17	0,31	0,30	0,29
Фенілаланін+тирозин	1,15	2,57	2,43	2,29
Сума незамінних амінокислот	6,52	13,07	12,42	11,62

Із отриманих даних видно, що продукти збалансовані за амінокислотним складом, не мають лімітуючих амінокислот.

Таблиця 3.4

Розрахунковий амінокислотний склад виготовлених ковбас, г/100 г

Амінокислота	ФАО/ВООЗ, г в 1 г білку	Контроль	Рецептура №1	Рецептура №2	Рецептура №3
Валін	5,0	100,61	142,74	134,45	125,74
Ізолейцин	4,0	98,16	142,12	137,61	131,86
Лейцин	7,0	106,92	151,16	144,66	138,03
Лізін	5,5	104,12	173,52	171,89	154,97
Метіонін+ цистин	3,5	94,65	112,63	108,04	102,47
Треонін	4,0	102,76	134,85	128,15	120,25
Триптофан	1,0	104,29	128,63	126,05	122,36
Фенілаланін+ тирозин	6,0	117,59	177,73	170,17	161,04
Лімітуюча амінокислота	-	Ізолейцин та Метіонін+ цистин	Немає	Немає	Немає

Результати розрахунків амінокислотного СКОРу незамінних амінокислот контрольного та досліджуваних зразків показали, що в контрольному зразку лімітуючими є ізолейцин та метіонін+цистин. В дослідних зразках амінокислотний СКОР ізолейцину становив більше

100 %, а саме 131,86-142,12 %, сірковмісні амінокислоти також мали АС більше, ніж в контролі на 8,26-19,00 %.

Лізин є однією з найбільш важливих незамінних амінокислот. Недолік в їжі лізину може призводити до порушення кровообігу, зниження кількості еритроцитів і зменшення в них гемоглобіну. Також відзначаються порушення азотистого балансу, виснаження м'язів, порушення кальцифікації кісток. Відбувається також ряд змін в печінці і легнях. Як бачимо з таблиці, АК лізину в розроблених м'ясо-містких сардельках становив 154,97-173,52 %, що в середньому на 58 % вище порівняно з рецептурою-аналогом.

В таблиці 3.5. представлений жирнокислотний склад розроблених модельних рецептур.

Таблиця 3.6.

Розрахунковий жирнокислотний склад виготовлених сардельок, г/100 г

Найменування	Контроль	Рецептура №1	Рецептура №2	Рецептура №3
Насичені жирні кислоти				
Капринова 10:0	0,01	0,03	0,03	0,03
Лауринова 12:0	0,04	0,04	0,04	0,05
Міристинова 14:0	0,52	0,33	0,34	0,35
Пентадеканова 15:0	0,07	0,03	0,03	0,04
Пальмітинова 16:0	6,71	3,95	4,13	4,31
Маргарінова 17:0	0,16	0,06	0,06	0,07
Стеаринова 18:0	3,25	1,78	1,85	1,91
Арахінова 20:0	0,02	0,05	0,06	0,06
Сума:	10,78	6,27	6,54	6,81
Мононенасичені жирні кислоти				
Міристинова 14:1	0,12	0,04	0,04	0,04
Пальмітоолеїнова 16:1	1,57	0,86	0,91	0,97
Гептадекамоноєнова 17:1	0,02	0,00	0,00	0,00
Олеїнова 18:1	12,41	7,25	7,57	7,90
Гадолеїнова 20:1	0,26	0,17	0,18	0,20
Гептадеценава	0	0,02	0,02	0,02
Сума:	14,38	8,33	8,73	9,13
Поліненасичені жирні кислоти				
Лінолева 18:2	3,66	2,29	2,45	2,60
Ліноленова 18:3	0,26	0,37	0,40	0,44
Арахідонова 20:4	0,05	0,05	0,05	0,06
Сума:	3,97	2,71	2,90	3,10

Дослідження якісного складу ліпідів сардельок різних рецептур свідчить про наявність у ній всіх есенціальних жирних кислот, зокрема поліненасичених: лінолевої, ліноленової та арахідонової, які не синтезуються організмом людини.

Дослідження ступеня задоволення добової потреби організму у харчових речовинах сардельок

Маса сардельок що відповідає 10% добових енерговитрат людини складає – **100** г. Результати розрахунку ступеня задоволення добової потреби організму у найбільш важливих харчових речовинах сардельок, представлено в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7.

Ступінь задоволення добової потреби організму у харчових речовинах м'ясо-містких сардельок

	Вміст харчових речовин		Добова потреба у компонентах	Ступінь задоволення формули збалансованого харчування	
	У 100 г	У 100 г		Г	%
Білки,г	24,1	24,1	100	24,1	24,1
Жири,г	20,09	20,09	100	20,09	20,09
Метіонін+цистін	3,025	3,025	3	3,025	101
Фенілаланін+тирозин	5,09	5,09	3	5,09	170

3.3. Дослідження функціонально-технологічних показників фаршу

Функціонально-технологічні властивості м'ясних продуктів – це сукупність показників, які характеризують рівень вологозв'язувальної (ВЗЗ)

та вологоутримувальної (ВУЗ) здатності, що в свою чергу обумовлюють цілу низку інших параметрів, в тому числі і органолептичні властивості.

Результати оцінки функціонально-технологічних властивостей модельних зразків наведені в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8

Зміна фізико-хімічних показників в залежності від рецептур

Найменування	Вміст води, %	ВЗЗ _a ,%	ВЗЗ _m ,%	ВУЗ,%	pH
Контроль	63,46±4,80	96,06±0,05	60,96±0,04	39,31±0,85	6,18±0,15
Рецептура № 1	69,77±0,11	98,21±0,77	68,52±0,54	45,16±3,39	6,60±0,22
Рецептура № 2	70,62±0,15	96,61±3,97	68,23±2,81	57,44±3,27	6,20±0,20
Рецептура № 3	68,92±0,18	97,25±2,85	67,02±1,97	50,85±1,00	6,09±0,18

Як бачимо з таблиці 3.8., вміст води у контрольному зразку становить 63,46±4,8 %, у дослідних зразках спостерігається збільшення даного показника. Зокрема, для рецептури № 1 він складає 69,77±0,11 %, для рецептури № 2 – 70,62±0,15 %, для рецептури № 3 – 68,92±0,18 %. Це обумовлено більшим вмістом води гідратованого соєвого ізоляту, в якому на 1 частину ізоляту припадає 5 частин води, що збільшує цей показник порівняно з м'ясною сировиною.

Вологоутримуюча здатність контрольного фаршу становить 39,3±0,85 %, в дослідних зразках спостерігається зростання цього показника, на 14,88-46,15 % вище порівняно з рецептурою-аналогом. Найвищим цей показник був у фарші за рецептурою № 2, що свідчить про найбільш оптимальне сполучення білкової сировини.

Заміна м'ясних білків гідратованим соєвим ізолятом та білковим стабілізатором із свинячої шкірки істотно не знижує показник ВЗЗ_a дослідних зразків фаршів у порівнянні з контрольним, а показник ВЗЗ_m підвищує.

Так, показник VZ_{a} коливав в межах 96,06-98,21 %, що свідчить про практичну відсутність різниці між контрольним та дослідними фаршами. Величина показника VZ_{m} підвищилась в досліджуваних модельних фаршах на 9,94-12,4 %. Це обумовлено тим, що компоненти, що входять до складу розроблених рецептур, були підібрані з урахуванням можливості синергетичних взаємодій між ними, що дозволило сполучнотканинним білкам та білкам соєвого ізоляту поряд з м'ясними білками зв'язати та утримувати не лише воду внесену при гідратації, але й додаткову вологу згідно рецептурного співвідношення. Найвищим цей показник був у фарші за рецептурою № 1, що свідчить про найбільш оптимальне співвідношення компонентів.

Для отримання готових виробів високої якості із багатокомпонентних полідисперсних м'ясних систем вагомими є такі функціонально-технологічні показники як емульгуюча здатність (ЕЗ) і стабільність емульсії (СЕ).

Отримані результати досліджень даних показників графічно зображені на рисунках 3.3. і 3.4.

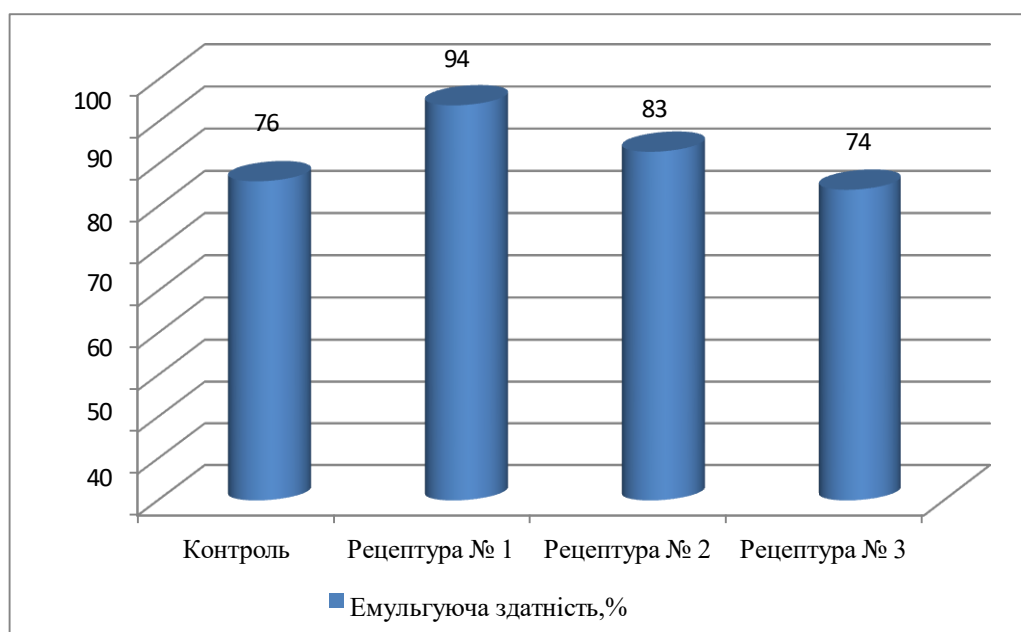


Рис. 3.3. Зміна емульгуючої здатності м'ясних модельних фаршів

Проведені дослідження свідчать, що фарші не тільки активно зв'язують вологу, а й мають властивості емульгаторів і утримують жир у

складі утвореної емульсії. Це дозволяє, поряд із зміцненням білкової матриці, забезпечити введення жиру в її структуру й отримати стійку емульсію жиру у воді. Показник ЕЗ у дослідних рецептурах №1 та №2 збільшився на 9,21-23,68%. Цей показник в рецептурі № 1 був найвищим і склав 94 %, що на 23,68 % більше порівняно з контрольним зразком. Це пояснюється складом фаршевих систем: в рецептурі № 1 вміст м'яса качки Мускусної найнижчий і становить 40 %, а білкового стабілізатора із свинячої шкурки – найбільше і становить 25%, зі збільшенням частки білкового стабілізатора із свинячої шкурки в рецептурі ЕЗ підвищується.

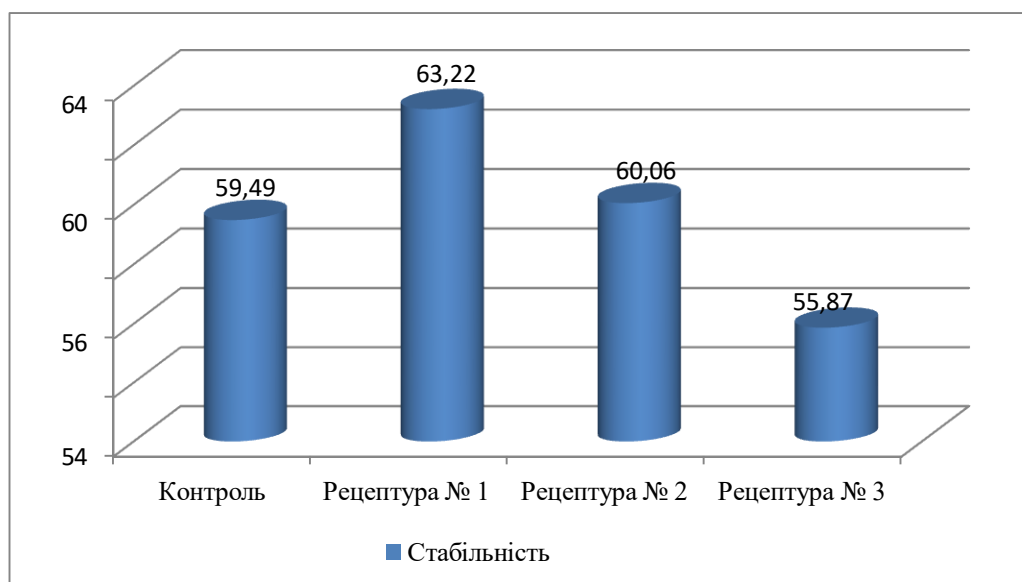


Рис. 3.4. Зміна стійкості емульсії м'ясних модельних фаршів

Стійкість емульсій - це здатність їх не руйнуватися і не розділятися на дисперсну фазу і дисперсійне середовище протягом певного проміжку часу. Отримання емульсій розглядають як сукупність трьох процесів: диспергування рідини, коалесценція й утворення захисних шарів унаслідок адсорбційного процесу, що в основному визначає властивості кінцевих емульсій. При цьому білок відіграє важливу структурну роль в їх отриманні. Це пояснюється наявністю гідрофільних і ліпофільних груп у структурі білкових препаратів тваринного і рослинного походження, завдяки наявності яких знижується поверхневий натяг на поверхні розподілу фаз жир-вода.

Фібрилярні білки характеризуються кращими емульгуючими властивостями порівняно з глобулярними. Показник стійкості емульсії найвищого значення сягнув у рецептурі № 1 і становив 63,22 %, що на 6,27 % більше порівняно з контролем (рис. 3.4).

3.4. Дослідження структурно-механічних властивостей фаршу

Утворення структур, текучість і поведінка харчових мас у різних технологічних процесах, якість і товарний вигляд продуктів харчування визначаються структурно-механічними властивостями. Структурно-механічні характеристики якісно і кількісно визначають поведінку продукту в умовах напруженого стану і дозволяють зв'язати між собою напруги, деформації або швидкості деформацій у процесі докладання зусиль.

Тому наступним етапом дослідження є визначення зусилля penetрації або граничного напруження зсуву та пружності для розроблених рецептур, які графічно зображені на рис. 3.5. та 3.6.

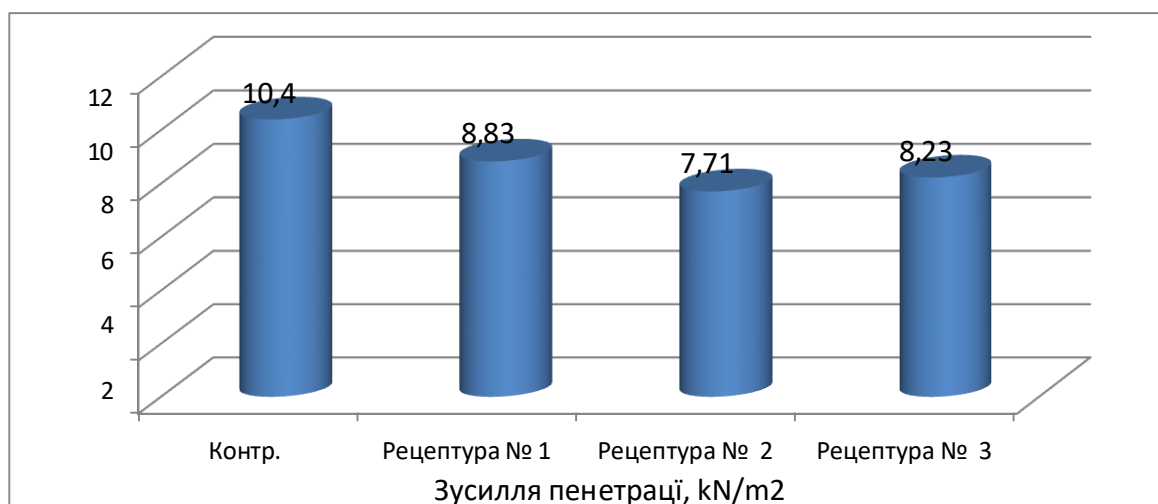


Рисунок 3.5. Порівняльний аналіз зусилля penetрації дослідних зразків

Консистенція зразків фаршів безпосередньо залежить від вмісту вологи, жиру, ступеня подрібнення і характеризується величиною граничного напруження зсуву. Гранична напруга зсуву або зусилля penetрації слугує для оцінювання міцності структури продукту. За даними досліджень зусилля penetрації менше у всіх досліджуваних зразках, у

порівнянні з контрольною рецептурою. Це пояснюється збільшення кількості дисперсійного середовища, яке зумовлює еластичність та текучість дослідних фаршів порівняно з контрольним зразком.

Аналіз даних дослідження пружності фаршів сардельок показують, що найвищий показник здатності тіла після деформації відновлювати свою початкову форму спостерігається в рецептурі контрольного зразка. Пружність дослідних фаршів коливається на рівні 12,75 - 13,28 kN/m², що на 10,4% менше, ніж в контролі. Це свідчить про вищу текучість дослідних фаршів, що сприятиме більш ніжній консистенції готового продукту.

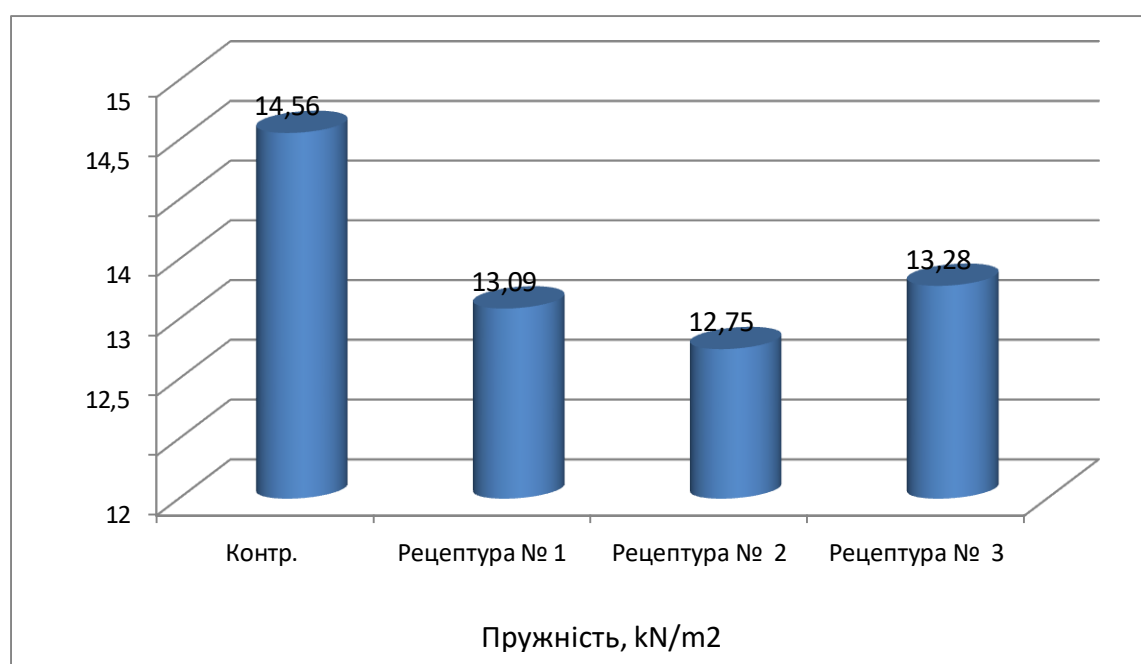


Рисунок 3.6 - Зміни пружності дослідних зразків

3.5. Органолептична оцінка сардельок

Органолептичні методи оцінки показників якості продуктів ґрунтуються на аналізі відчуттів, які сприймаються органами чуттів людини. Для забезпечення відповідності єдиної інтерпретації сенсорного аналізу введена 5-бальна шкала оцінки різних груп м'ясних продуктів з застосуванням методу ранжування.

Проводили дослідження 4 зразків сардельок із м'ясом птиці механічного обвалювання комісією з десяти експертів, оцінюючи кожний

показник за 5-ти бальною шкалою з використанням коефіцієнта вагомості кожного показника. Результати сенсорної оцінки виготовлених виробів представлено на рисунку 3.7.

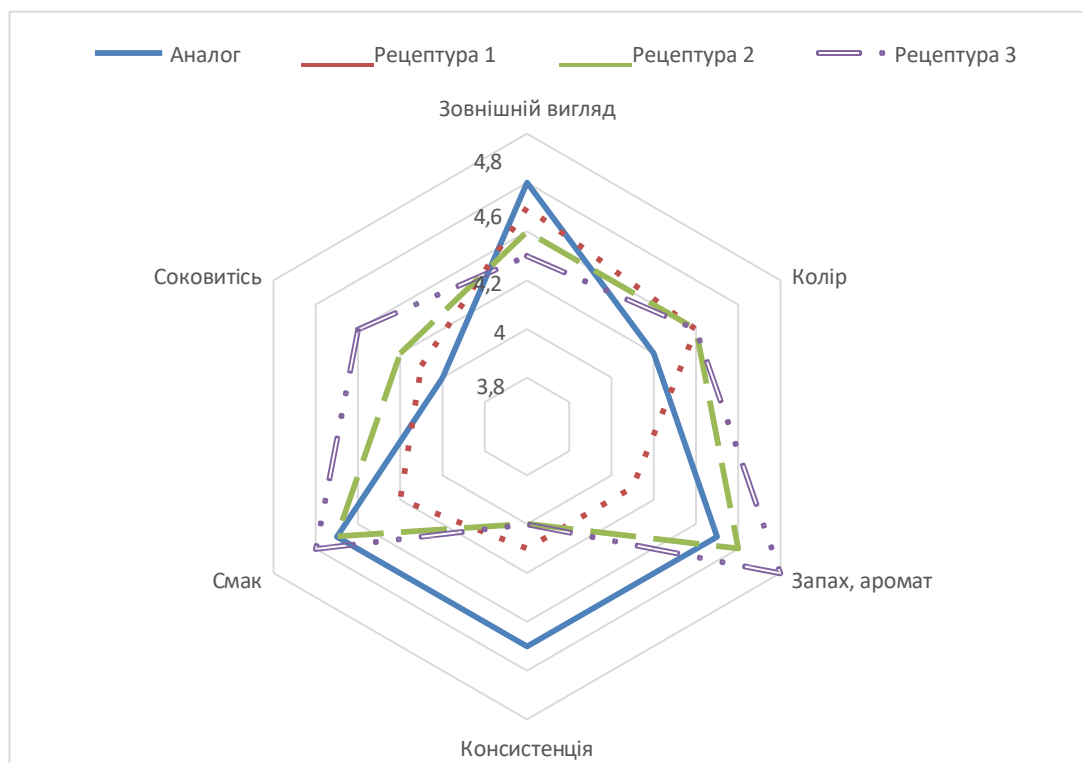


Рис. 3.7. Профілограма розроблених сардельок.

Аналіз графіку свідчить про те, що всі зразки сардельок відповідають вимогам стандарту за органолептичними показниками. Проте слід відмітити, що зразки дослідних сардельок отримали за деякими показниками вищі оцінки порівняно з контрольним зразком. Зразки № 1-3 характеризувались приємним запахом, мали гарні смакові властивості, колір і соковитість, але поступалися контролю за консистенцією.

3.6. Дослідження мікробіологічних показників

Мікробіологічні показники сардельок не повинні перевищувати критерії, встановлені нормативними правовими актами. Згідно ДСТУ 4436:2005 допустима кількість МАФАНМ $2,5 \times 10^3$ КУО в 1 г.

Бактерії групи кишкової палички, протей є гігієнічним критеріями безпеки продукту. Виявлення у готовому продукті бактерій цієї групи може

вказувати на те, що було уражено сировину, з якої даний продукт вироблявся або відбулося порушення технологічного режиму.

Таблиця 3.9.

Мікробіологічні показники готових виробів

Найменування	КМАФАнМ, КУО в 1 г	в 1 г не допускається
Метод контролю	ГОСТ 7702.2.1-95	ГОСТ30518-97
Норма	Не більше 1×10^3 КУО/г	Не виявлено
Контроль	$5,4 \times 10^2$	Не виявлено
Рецептура № 1	$6,0 \times 10^2$	Не виявлено
Рецептура № 2	$8,8 \times 10^2$	Не виявлено
Рецептура № 3	$8,0 \times 10^2$	Не виявлено

Згідно з санітарними нормами, показник не повинен перевищувати $2,5 \times 10^3$ КУО в 1г. Отже, можемо зробити висновок, що досліджувані показники мікробіологічної безпеки м'ясомістких сардельок всіх рецептур є цілком безпечними для споживання. Також були проведені дослідження на БГКП. В ході досліджень бактерій групи кишкової палички виявлено не було. Це доводить той факт, що всі зразки сардельок є цілком безпечними.

3.7. Дослідження ефективності використання екстракту кардамону в сардельках з м'ясом птиці механічного обвалювання

Після проведення попередніх досліджень рецептур сардельок, було прийнято рішення про обрання Рецептури №1 для проведення подальших досліджень.

У зв'язку із використанням м'яса птиці механічного обвалювання вміст жиру значно збільшується, постає проблема окислення жирів та швидкого псування продукту.

Для того, щоб призупинити процес окислення, існує необхідність додавання антиоксидантів рослинного походження. Нами було обрано

екстракт кардамону, так як він є потужними антиокисником який буде запобігати окисленню та подовжать термін зберігання сардельок. Під час проведення досліджень до трьох зразків фаршів було додано різні концентрації екстракту кардамону.

- Контроль без додавання екстракту;
- Дослід 1 з додаванням 0,03 % екстракту
- Дослід 2 з додаванням 0,04% екстракту
- Дослід 3 з додаванням 0,05 % екстракту.

До дослідних зразків фаршу додавали вище вказаний в трьох різних концентраціях: 0,03 %, 0,04 %, 0,05 % до маси сировини, контролем слугував зразок фаршу без додавання антиоксидантів. Зберігали модельні зразки при температурі +4⁰С упродовж 6 діб. Контрольованими показниками були кислотне (КЧ) та пероксисне (ПЧ) числа, а також тіобарбітурове (ТБЧ) число, яке визначається наприкінці терміну зберігання. Результати дослідження кислотного та перекисного числа готового продукту в процесі зберігання представлені на рисунках 3.8, 3.9, 3.10.

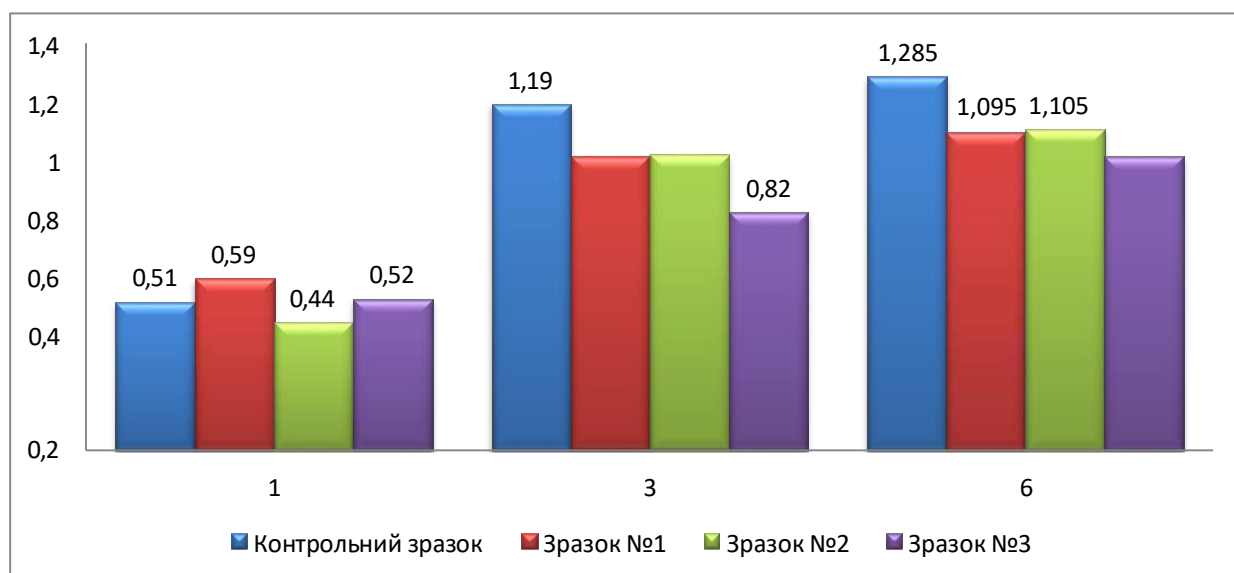


Рис. 3.8. Динаміка зміни кислотного числа під час зберігання сардельок, мг КОН

Серед дослідних зразків найменша кількість вільних жирних кислот спостерігалася при концентрації екстракту кардамону № 3. В кінці терміну зберігання КЧ у контрольному зразку становило $1,285 \pm 0,007$ мг КОН, у дослідних зразках: № 1 – $1,095 \pm 0,007$ мг КОН, № 2 – $1,105 \pm 0,007$, № 3 – $1,01 \pm 0,13$ мг КОН. Отримані результати свідчать про те, що внесений антиоксидант гальмує гідроліз жиру завдяки високій концентрації флавоноїдів екстракту. Найбільш ефективним варіантом виявилася композиція № 3. Це пояснюється тим, що підвищення концентрації екстракту в композиції гальмує гідролітичний розпад ацилгліцеридів.

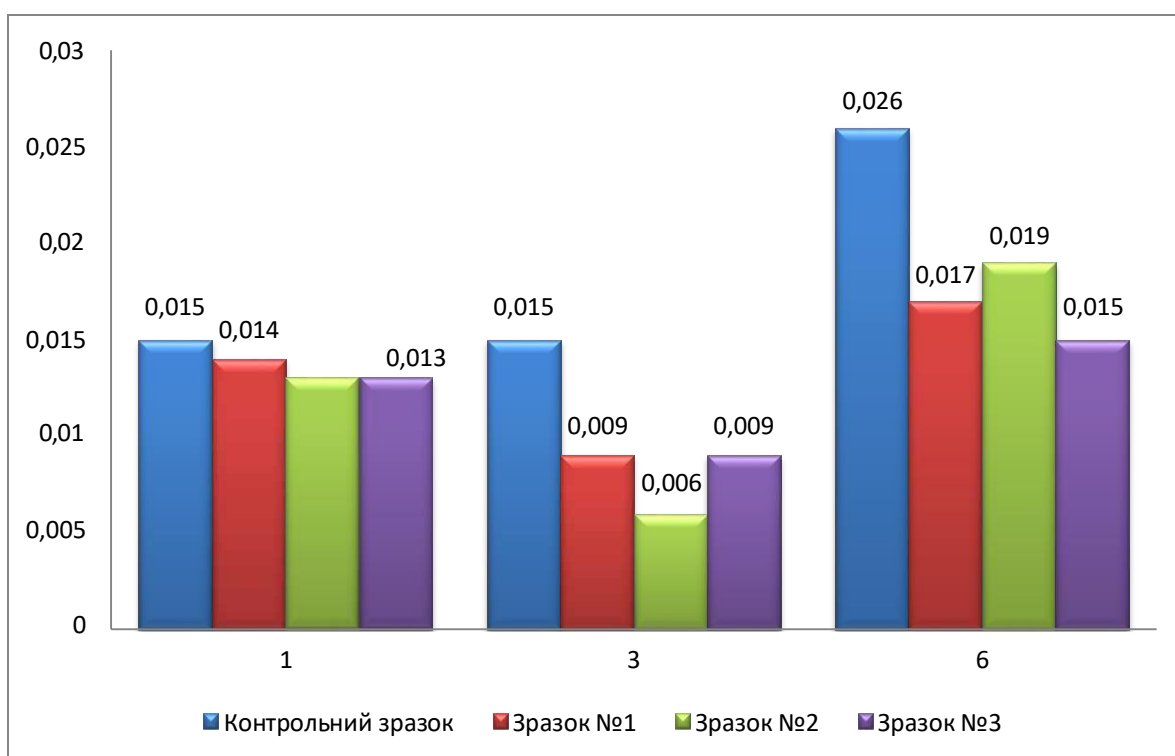


Рис. 3.9. Динаміка зміни перекисного числа під час зберігання сардельок, мг J_2

Внесення екстракту кардамону сприяє уповільненню окислювальних процесів, про що свідчать результати досліджень. Серед дослідних зразків сардельок ПЧ інтенсивніше зростало у пробі без антиоксиданта. Найбільшу стабілізуючу дію мала добавка екстракту в концентрації № 3. ПЧ в цьому зразку в кінці досліджуваного терміну дорівнювало $0,015 \pm 0,001 \% J_2$, тоді як в контролі цей показник становив $0,026 \pm 0,002 \% J_2$.

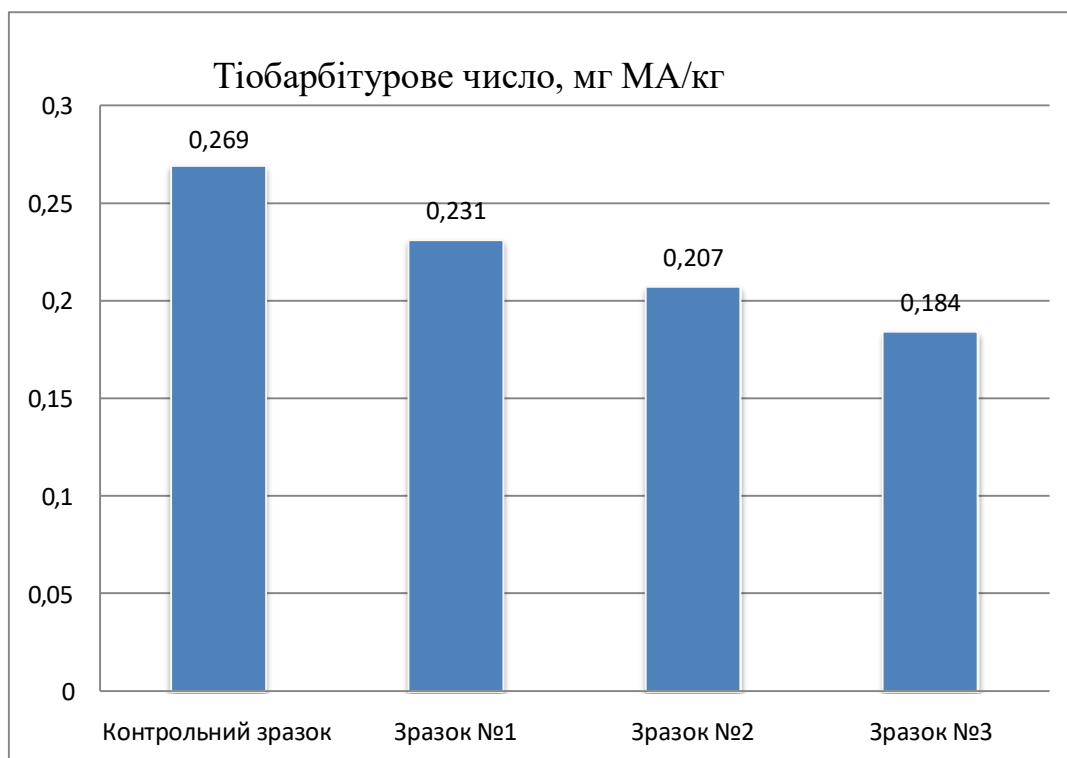


Рисунок 3.15. Результати досліджень кількості вторинних продуктів окислення під час зберігання сардельок

Внесення екстракту кардамону сприяє уповільненню накопичення вторинних продуктів окислення. Найбільш ефективною виявилася концентрація екстракту кардамону за № 3, де кількість малонового альдегіду у фарші в кінці терміну зберігання була найнижчою ніж в контрольному зразку.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Відповідальність за організацію й проведення робіт з охорони праці покладається на керівника підприємства. Він забезпечує на підприємстві встановлені законом умови праці й відповідає за збиток, заподіяний працівникам підприємства під час трудової діяльності. Керівник підприємства призначає відповідальних за стан і організацію робіт з охорони праці.

Об'єктом керування є безпека праці на робочих місцях, ділянках, цехах і на підприємстві в цілому, тобто керування умовами й організацією праці, параметрами технологічних процесів, робочими режимами обладнання й засобами колективного захисту з метою створення безпечних умов праці для працюючих на підприємстві.

Керування охороною праці здійснюється шляхом реалізації ряду функцій: організація й координація роботи з охорони праці і її планування; контроль над станом умов праці; забезпеченість матеріально-технічним оснащенням і санітарно-побутовим обслуговуванням; аналіз стану безпеки; контроль за виконанням робіт з охорони праці; професійний відбір; навчання безпеки; забезпечення безпеки обладнання, процесів і будівель; нормалізація санітарно-гігієнічних умов праці; забезпечення засобами індивідуального захисту; оптимізація режимів праці й відпочинку; поліпшення лікувально-профілактичного й санітарно-побутового обслуговування.

4.1 Правові питання з охорони праці

Основою законодавства України про охорону праці є Конституція України, яка гарантує громадянам право на належні, безпечні й здорові умови праці згідно зі статтею 43, право всіх працюючих на щотижневий відпочинок та щорічну оплачувану відпустку, а також на скорочений робочий день для окремих професій та виробництв і скорочену тривалість роботи в нічний час [124, 125].

Конституція встановлює також право громадян на соціальний захист щодо забезпечення їх у разі повної, часткової або тимчасової втрати

працездатності (ст.46), охорону здоров'я, медичну допомогу та медичне страхування (ст.49) та інші права громадян, у тому числі право на охорону праці.

Основним законодавчим документом в галузі охорони праці є Закон України "Про охорону праці". Він містить основні засади реалізації конституційного права працюючих на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на безпечні й нешкідливі умови праці, встановлює єдиний порядок організації та управління охороною праці в Україні.

Всі інші законодавчі й нормативні акти з охорони праці мають відповідати не тільки Конституції, але і цьому Законові.

Суттєвим документом з охорони праці є Кодекс законів про працю (КЗпП) України, який діє з 01.06.1972р. з багатьма змінами та доповненнями за минулий період. Правове регулювання охорони праці в КЗпП розглядається не тільки в главі XI "Охорона праці", але і в ряді інших глав - "Трудовий договір", "Робочий час", "Час відпочинку", "Праця жінок", "Праця молоді", "Професійні спілки".

"Основи законодавства України про охорону здоров'я" вирішують спільні питання із Законом "Про охорону праці". Вони ставлять завдання забезпечення високої працездатності і довголітнього активного життя всього населення країни, усунення чинників, що негативно впливають на здоров'я, попередження та зниження можливості захворювання, інвалідності й смертності. Цей документ передбачає встановлення єдиних санітарно-гігієнічних вимог до організації виробничих процесів, а також до якості машин, устаткування, обладнання, будинків та об'єктів, що можуть шкідливо впливати на здоров'я людей (ст.28). Передбачається проведення обов'язкових медичних оглядів осіб певних категорій (ст.31), розглядаються правові механізми медико-санітарної експертизи втрати працездатності (ст.69).

Закон України "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення" декларує обов'язковість гігієнічної регламентації небезпечних та шкідливих чинників фізичної, хімічної і

біологічної природи в середовищі життєдіяльності людини та їхньої державної реєстрації (ст.9). Він встановлює вимоги щодо проектування, будівництва, розробки, виготовлення і використання нових засобів виробництва та технологій (ст.15), гігієнічні вимоги до атмосферного повітря в населених пунктах, виробничих та інших приміщеннях (ст.19) тощо.

Відповідно до Конституції України і Закону "Про охорону праці" розроблено та введено в дію з 01.04.2001 р. Закон України "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності". Згідно з цим Законом держава бере на себе виплату всіх видів компенсації від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань, які викликали втрату працездатності або загибель працюючих. Закон встановлює правові засади, механізм дії відшкодувань постраждалим на виробництві та організаційну структуру страхового фонду.

Закон України "Про пожежну безпеку" формулює засади забезпечення пожежної безпеки на території України, встановлює взаємовідносини у цій галузі державних органів, юридичних і фізичних осіб незалежно від виду їх діяльності та форм власності. Забезпечення пожежної безпеки є складовою частиною обов'язків посадових осіб і працівників підприємств, установ і організацій та підприємців і покладається на їх керівників і уповноважених ними осіб (ст.2).

Закон України "Про об'єкти підвищеної небезпеки" визначає правові, соціальні та організаційні основи діяльності, пов'язаної з об'єктами підвищеної небезпеки, і спрямований на захист життя і здоров'я людей та довкілля від шкідливого впливу аварій на цих об'єктах шляхом запобігання їх виникненню, обмеження (локалізації) розвитку і ліквідації наслідків. Він встановлює порядок ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки (ст.9), декларацію безпеки об'єкта (ст.10), обов'язки суб'єктів господарської діяльності розробляти і затверджувати план локалізації і ліквідації аварій на об'єктах підвищеної небезпеки (ст.11), порядок будівництва і/або

реконструкції об'єктів підвищеної небезпеки (ст.12), порядок надання дозволу на експлуатацію об'єктів підвищеної небезпеки (ст.12) тощо.

Питання правового регулювання охорони праці знайшли відображення в різних законодавчих документах України. Так, Закон України "Про підприємства України" передбачає обов'язок підприємства забезпечити безпечні та нешкідливі умови праці всім працюючим на ньому і відповідальність за шкоду, заподіяну їх здоров'ю та працездатності (ст.25).

Працівник підприємства, який став інвалідом внаслідок нещасного випадку або професійного захворювання на цьому підприємстві, забезпечується додатковою пенсією незалежно від розмірів державної пенсії, а в разі смерті працівника при виконанні ним службових обов'язків підприємство забезпечує сім'ю працівника допомогою.

Закон України "Про колективні договори і угоди" передбачає, що в колективному договорі встановлюються взаємні зобов'язання роботодавця і працюючих щодо охорони праці (ст.7), а в угодах на державному, галузевому та регіональному рівнях закладаються основні засади і норми реалізації соціально-економічної політики держави, зокрема щодо умов та охорони праці (ст.8). Правові питання охорони праці регулюють державні законодавчі акти, міжнародні договори та угоди, підзаконні нормативні акти: укази й розпорядження Президента України, рішення Уряду України, міждержавні стандарти системи стандартів безпеки праці, нормативні акти міністерств та інших центральних органів державної влади. На сьогодні в Україні діють кілька десятків міжнародних нормативних актів та договорів, що безпосередньо стосуються або вирішують спільні питання з охорони праці, а також більше сотні державних законів України з цих питань. Відповідно до Закону України "Про охорону праці" для регламентації окремих питань прийнято близько 200 підзаконних нормативних актів з охорони праці.

Усі ці законодавчі та нормативні акти створюють єдине правове поле охорони праці в нашій державі.

4.2. Оцінка умов праці на робочому місці

При оцінці умов праці велика увага приділяється мікроклімату. Мікроклімат в цеху по виробництві молока залежить від стану повітряного середовища і характеризується тепловим вимірюванням (BT/m^2); рухливістю повітря (м/с); відносною вологістю повітря (%); температурою повітря в приміщенні ($^{\circ}C$).

Основні нормативні документи, де наводяться норми мікроклімату, це санітарні норми та стандарти безпеки праці.

Оптимальні мікрокліматичні умови - це такі параметри мікроклімату, які при тривалому і систематичному впливі на людину забезпечують нормальний тепловий стан організму без напруги і порушення механізмів терморегуляції.

Найчастіші причини відхилення параметрів мікроклімату від нормованих

– це надходження надлишкового тепла в повітрі виробничого приміщення водяної пари від працюючого обладнання та різних джерел випаровування.

Всі виробничі умови (температура, вологість, стан мікроклімату) відповідають встановленим нормативам. Стан мікроклімату, що відповідає вимогам ГОСТ 12.2.003-88 підтримується завдяки системі вентиляції та опалення.

Для уникнення змін у відносній вологості повітря в цеху проведено теплоізоляцію гарячих поверхонь обладнання. Загазованості та запиленості в цеху немає.

Шум контролюють згідно ГОСТ 12.1.003-83 та СН 3223-85 один раз на рік на договірній основі зі службою санітарно-епідеміологічної станції. Допустимий рівень шуму 85 дБа на підприємстві не перебільшено[21].

Продуктивність праці залежить від освітленості приміщень у відповідності до вимог СН П 114-79 «Естественное и искусственное освещение» [15] За нормами проектування для освітлення цеху в вечірній час

використовуються люмінесцентні лампи, що мають захисну властивість від випадання ламп із світильників.

Світлові проходи не загромождаються тарою, обладнанням, як всередині так і зовні приміщення.

По ступеням електробезпеки приміщення цеху відноситься до над небезпечних згідно ПУЕ 1.1.12 і 2 категорії «Б» та «Г».

Захист від статичної електрики та її проявів здійснюється в такому порядку: усунення електричних зарядів або зменшення їх до безпечних величин. Для цього замінюють горючі середовища негорючими, наносять на діалектичне устаткування електропровідних провідників негорюче покриття, заземлюють обладнання, що також є важливим заходом від статичної електрики.

Температура, відносна вологість, швидкість руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень повинні відповідати ГОСТ 12.1.005-88 “Система стандартів безпеки праці. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони”.

В таблиці 4.1 представлено оптимальні норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень.

Таблиця 4.1.

Нормовані параметри мікроклімату виробничих приміщень

Найменування відділень	Нормовані параметри		
	t, °C	v, м/с	φ, %
Сировинне	+10-12	0,3	70-75
Посопу м'яса	+4-6	0,2	90-95
Машинне	+10-12	0,3	70-75
Шприцювальне	+8-12	0,3	70-75

РОЗДІЛ 5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Для визначення економічної ефективності виробництва варених ковбас були проведені розрахунки повних витрат для виробництва 1 т продукції, прибутку та рентабельності. Згідно отриманих результатів розрахунку проведена порівняльна оцінка вартості, дохідності та рівня прибутку від виробництва варених ковбас.

У зв'язку з тим, що вихід готових ковбас вареної групи складає 100%, потреби у сировині на 1 т дорівнюватимуть також 1 т.

Розраховуємо витрати за статтею «Сировина та основні матеріали»

Таблиця 5.1

Розрахунок вартості сировини для рецептури №1

№	Потреба в сировині та матеріалах за рецептурою	Частка в рецептурі, %	Потреба на 1 т виробів, кг	Ціна за 1 кг, грн.	Вартість, тис. грн.
1	2	3	4	5	6
1	М'ясо птиці механічного обвалювання	40	400	90	36000
2	Сало бокове	10	100	95	9500
3	Соєвий ізолят	10	100	300	30000
4	Яловичина I сорту	10	100	255	25500
5	Молоко сухе	3	30	135	4050
6	ХВ Fiber	2	20	-	-
7	Білковий стабілізатор із свинячої шкурки	25	250	176,70	44175
8	Всього	100			
Допоміжна сировина					
9	Сіль	2000	20	19	380
10	Цукор	150	1,5	50	75
11	Перець чорний	100	1	204	204
12	Перець духмяний	50	0,5	288	144
13	Часник сушений	50	0,5	288	144
14	Фосфат	300	3	44	132

Таблиця 5.2

Розрахунок вартості сировини для контрольного зразка

№	Потреба в сировині та матеріалах за рецептурою	Частка в рецептурі, %	Потреба на 1 т виробів, кг	Ціна за 1 кг, грн.	Вартість, тис. грн.
1	2	3	4	5	6
1	Червоне куряче м'ясо	40	400	95,90	38360
2	Сало бокове	10	100	95,00	9500
3	Яловичина I сорту	47	470	255,00	119850
4	Крохмаль	3	30	32,99	989,7
5	Всього	100			

6	Сіль	2000	20	19	380
7	Цукор	150	1,5	50	75
8	Перець чорний	100	1	204	204
9	Перець духмяний	50	0,5	925	462,5
10	Часник сушений	50	0,5	288	144
11	Фосфат	300	3	44	132
12	Нітрит натрію	7,5	0,075	190	14,25

Таблиця 5.3.

Розрахунок витрат за статтею "Паливо та енергія"

№	Вид енергоресурсів	Витрати на 1 т продукції	Ціна за одиницю, грн	Вартість, тис. грн.
1	Вода, м ³	8	11,98	0,094
2	Холод, Гкал	0,188	1209,0	0,231
3	Пара, т	0,04	1598,70	0,077
4	Ел. енергія, кВт/год	34	2,15	0,075
	Всього			0,477

Розрахунок витрат за статтею «Основна заробітна плата»

Витрати на фонд основної заробітної плати робітників, які виробляють варені ковбаси розраховуємо, виходячи з розцінки 1 т продукції та її кількості.

Відрядна розцінка за виробництво 1 т варених ковбас становить 500 грн.

Для робітників, зайнятих у виробництві варених ковбас, фонд основної заробітної плати становитиме 500 грн/т.

Розрахунок витрат за статтею «Додаткова заробітна плата»

Витрати за цією статтею складають 20% від фонду основної заробітної плати робітників:

$$500 \cdot 20/100 = 100 \text{ грн/т}$$

Розрахунок витрат за статтею «Відрахування до єдиного соціального фонду»

Витрати по цій статті приймаємо в розмірі 41,2% від суми фонду основної заробітної плати і додаткової заробітної плати:

$$(500+100) \cdot 41,2/100 = 247,2 \text{ грн/т}$$

Розрахунок витрат за статтею «Витрати, пов'язані з розробкою та освоєнням нової продукції»

Приймаємо витрати за цією статтею в розмірі 10% від фонду основної заробітної плати. Для виготовлення 1 тони продукції ці витрати становлять:

$$500 \cdot 10/100 = 50 \text{ грн/т}$$

Розрахунок витрат за статтею «Витрати на утримання та експлуатацію обладнання»

Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 60% від фонду основної заробітної плати:

$$500 \cdot 60/100 = 300 \text{ грн/т}$$

Розрахунок витрат за статтею «Загальнопромислові витрати»

Витрати за цією статтею приймаємо в розмірі 300% від фонду основної заробітної плати:

$$500 \cdot 300/100 = 1500 \text{ грн/т}$$

Витрати за цією статтею «Адміністративні витрати» приймаємо в розмірі 2% від виробничої собівартості.

Витрати по цій статті «Витрати на збут» приймаємо в розмірі 1% від

виробничої собівартості продукції.

Витрати по цій статті «Інші операційні витрати» приймаємо в розмірі 0,1% від виробничої собівартості.

Дані розрахунків виробничої собівартості та повних витрат на виробництво наведені в табл. 4.4

Таблиця 5.4

Розрахунок повних витрат на виробництво

Статті витрат	Вартість витрат, тис. грн	
	Рецептура №1	Контроль
Сировина і основні матеріали	58,4	65,68
Паливо і енергія на технологічні цілі	0,511	0,511
Основна заробітна плата	0,5	0,5
Додаткова заробітна плата	0,1	0,1
Відрахування на єдиний соціальний внесок	0,2472	0,2472
Витрати, пов'язані з освоєнням та підготовкою виробництва продукції	0,05	0,05
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	0,3	0,3
Загальновиробничі втрати	1,5	1,5
Виробнича собівартість	61,6082	68,8882
Адміністративні витрати (2%)	1,232	1,378
Витрати на збут (1%)	0,616	0,689
Інші операційні витрати (0,1%)	0,061	0,069
Собівартість на весь обсяг	63,51	71,02

Розрахунок економічної ефективності

Ціна на продукцію

$$Ц = СВ + Ппр$$

Де СВ – собівартість продукції. тис. грн.;

Прн - прибуток по нормі рентабельності

(20% та 17% для контролю)%;

$$Ц_{№1} = 63,51 + 24,51 = 88,02 \text{ тис.грн}$$

$$Ц_{к} = 71,02 + 24,78 = 95,8 \text{ тис.грн}$$

Дохід:

$$Д = Ц_{1Т} * V$$

Де $C_{1Т}$ – ціна за одну тону продукції, тис.грн.; V – обсяг виробленої продукції.

$$Д_{№1} = 88,02 * 1 = 88,02 \text{ тис. грн}$$

$$Д_{к} = 95,8 * 1 = 95,8 \text{ тис.грн}$$

Прибуток від реалізації продукції, тис. грн $Пр = Д - СВ$

$$Пр_{№1} = 88,02 - 63,51 = 24,51 \text{ тис.грн}$$

$$Пр_{к} = 95,8 - 71,02 = 24,78 \text{ тис.грн}$$

Чистий прибуток

$$ЧПр = Пр - ППр - ПДВ$$

ППр – податок на прибуток % (18%),;

ПДВ – податок на додану вартість % (20%),

$$ЧПр_1 = 24,51 * 18 / 100 - 24,51 * 20 / 100 = 15,19 \text{ тис. грн.}$$

$$ЧПр_к = 24,78 - (24,78 * 18 / 100 - 24,78 * 20 / 100) = 15,36 \text{ тис. грн.}$$

Рентабельність продукції, % $R = Ч_{пр} / C * 100$ $R_{№1} = 15,19 / 63,51 * 100 = 23,9 \%$

$$R_к = 15,36 / 71,02 * 100 = 21,62 \%$$

Витрати на одну гривню обсягу виробництва, грн

$$B = C / Д;$$

$$B_{№1} = 63,51 / 88,02 = 0,72 \text{ грн}$$

$$B_к = 71,02 / 95,8 = 0,74 \text{ грн}$$

Результати економічної ефективності розроблених продуктів зводимо в таблицю 4.5.

Таблиця 5.5

Економічна ефективність впровадження

Статті витрат	Рецептура №1	Контроль
Дохід (Д), грн	88,02	95,8
Собівартість (СВ), грн	63,51	71,02
Прибуток (Пр), грн	24,51	24,78
Податок на прибуток (Ппр - 18%), грн	-4,41	-4,46
Податок на додану вартість (ПДВ - 20%), грн	-4,90	-4,96
Чистий прибуток (ЧПр),грн	15,19	15,36
Рентабельність продукції,%	23,9	21,62
Витрати на 1 грн, грн	0,72	0,74

ВИСНОВКИ

1. На підставі теоретичного матеріалу обґрунтовано використання синтетичних та екзогенних антиоксидантів натурального походження для запобігання і пригнічення окисного псування продуктів.

2. Одним із можливих натуральних джерел антиокислювальних речовин може бути екстракт кардамону, який містить флавоноїди кверцетин, кемпферол, лютеолін і пеларгонідин які відповідають за його антиоксидантну активність.

3. Розроблені модельні системи на основі рецептури-аналогу сардельок «Апетитних».

4. Результати проведених досліджень функціонально-технологічних та структурно-механічних показників розроблених зразків свідчать про раціональне співвідношення компонентів рецептур у всіх дослідних зразках.

5. Заміна яловичини першого сорту на м'ясо птиці механічного обвалювання та використання в рецептурі білкового стабілізатора і також соєвого ізоляту дозволяє отримати м'ясну систему із високими функціонально-технологічними показниками.

6. Отримані модельні фарші не тільки активно зв'язують вологу, а й мають властивості емульгаторів і утримують жир у складі утвореної емульсії, що підтверджується високими показниками емульгуючої здатності та стабільності емульсії.

7. Модельні сардельки, виготовлені з додаванням м'яса птиці механічного обвалювання, мають структурно-механічні властивості, характерні для ковбас традиційного асортименту при використанні в рецептурі яловичини та свинини у оптимальних співвідношенні, яке залежить від вмісту в сухих речовинах продукту білків тваринного походження.

8. При вивченні перебігу окислювальних процесів у зразках сардельок із різним внесенням антиоксидантного препарату найбільший ефект

спостерігався у зразку із концентрацією екстракту кардамону у кількості 0,05%.

9. Аналіз мікробіологічних показників сардельок показав, що вони є цілком безпечними для споживання і відповідають нормам ДСТУ 4436:2005.

За комплексом отриманих результатів можна стверджувати що сардельки виготовлені за розробленою рецептурою з екстрактом кардамону є готовим продуктом високої біологічної та харчової цінності із високими функціональними та структурно-механічними властивостями, який при цьому за своїми органолептичними якостями не поступається і, навіть, перевищує традиційні ковбасні вироби.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Domínguez, R., Pateiro, M., Gagaoua, M., Barba, F. J., Zhang, W., Lorenzo, J. M. (2019). A Comprehensive Review on Lipid Oxidation in Meat and Meat Products. *Antioxidants*, 8 (10), 429.
2. Huang, X., Ahn, D. U. (2019). Lipid oxidation and its implications to meat quality and human health. *Food Science and Biotechnology*, 28 (5), 1275– 1285.
3. Страшинський І.М., Пасічний В.М., Шевченко Т.В., Яцков В.О. Вплив порошку виноградних томатів на окислювальні процеси ліпідів варених ковбас Scientific Collection «InterConf», (110): with the Proceedings of the 5th International Scientific and Practical Conference «Scientific Community: Interdisciplinary Research» (May 26-28, 2022). Hamburg, Germany: Busse Verlag GmbH, 2022. 693 p. 578-582
4. Kaczmarek, M., Wójcicki, J., Samochoń, L., Dutkiewicz, T., Sych, Z. (1999). The influence of exogenous antioxidants and physical exercise on some parameters associated with production and removal of free radicals. *Die Pharmazie*, 54 (4), 303–306.
5. Mean, S., Değer, Y., Yildirim, S. (2018). Effects of butylated hydroxytoluene on blood liver enzymes and liver glutathione and glutathione-dependent enzymes in rats. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, 21 (4), 461–469.
6. Pateiro, M., Gómez-Salazar, J. A., Jaime-Patlán, M., Sosa-Morales, M. E., Lorenzo, J. M. (2021). Plant Extracts Obtained with Green Solvents as Natural Antioxidants in Fresh Meat Products. *Antioxidants*, 10 (2), 181.
7. Zamuz, S., López-Pedrouso, M., Barba, F. J., Lorenzo, J. M., Domínguez, H., Franco, D. (2018). Application of hull, bur and leaf chestnut extracts on the shelf-life of beef patties stored under MAP: Evaluation of their impact on physicochemical properties, lipid oxidation, antioxidant, and antimicrobial potential. *Food Research International*, 112, 263–273.

8. Ahn, J., Grun, I. U., Fernando, L. N. (2002). Antioxidant Properties of Natural Plant Extracts Containing Polyphenolic Compounds in Cooked Ground Beef. *Journal of Food Science*, 67 (4), 1364–1369.
9. Khan, I., Ahmad, S. (2020). The Impact of Natural Antioxidants on Human Health. *Functional Food Products and Sustainable Health*, 11–24.
10. Hrelia, S., Angeloni, C. (2020). New Mechanisms of Action of Natural Antioxidants in Health and Disease. *Antioxidants*, 9 (4), 344.
11. Jamshidi-kia, F., Wibowo, J. P., Elachouri, M., Masumi, R., Salehifard-Jouneghani, A., Abolhasanzadeh, Z., Lorigooini, Z. (2020). Battle between plants as antioxidants with free radicals in human body. *Journal of Herbmед Pharmacology*, 9 (3), 191–199.
12. Tzima, K., Brunton, N. P., Choudhary, A., Rai, D. K. (2020). Potential Applications of Polyphenols from Herbs and Spices in Dairy Products as Natural Antioxidants. *Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 283–299.
13. Wang, Y., Li, R., Jiang, Z.-T., Tan, J., Tang, S.-H., Li, T.-T. et. al. (2018). Green and solvent-free simultaneous ultrasonic-microwave assisted extraction of essential oil from white and black peppers. *Industrial Crops and Products*, 114, 164–172.
14. Bozhko, N., Tischenko, V., Pasichniy, V. (2017). Cranberry extract in the technology of boiled sausages with meat waterfowl. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 19 (75), 106–109.
15. Bozhko, N., Tischenko, V., Pasichnyi, V., Marynin, A., Polumbryk, M. (2017). Analysis of the influence of rosemary and grape seed extracts on oxidation the lipids of peking duck meat. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (11 (88)), 4–9.
16. Bozhko, N., Tishchenko V., Pasichnyi V., Svyatnenko R. (2019). Effectiveness of natural plant extracts in the technology of combined meat-containing breads. *Ukrainian Food Journal*, 8 (3), 522–532.

17. C. Hauser, J. Thielmann, and P. Muranyi, "Organic acids: usage and potential in antimicrobial packaging," in *Anti-microbial Food Packaging*, pp. 563–580, Academic Press, Cambridge, MA, USA, 2016.
18. V. Okatan, "Antioxidant properties and phenolic profile of the most widely appreciated cultivated berry species: a comparative study," *Folia Horticulturae*, vol. 32, no. 1, pp. 79–85, 2020.
19. I. Nuryana, A. Andriani, and P. Lisdiyanti, "Analysis of organic acids produced by lactic acid bacteria," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* vol. 251, no. 1, IOP Publishing, Article ID 012054, 2019.
20. A. Bonetti, B. Tugnoli, B. Rossi, G. Giovagnoni, A. Piva, and E. Grilli, "Nature-identical compounds and organic acids reduce *E. coli* K88 growth and virulence gene expression in Vitro," *Toxins*, vol. 12, no. 8, pp. 468–479, 2020.
21. L. Kovanda, W. Zhang, X. Wei et al., "In vitro antimicrobial activities of organic acids and their derivatives on several species of gram-negative and gram-positive bacteria," *Molecules*, vol. 24, no. 20, pp. 3770–3385, 2019.
22. M. Go'mez-Garc'ia, C. Sol, P. J de Nova et al., "Antimicrobial activity of a selection of organic acids, their salts and essential oils against swine enteropathogenic bacteria," *Porcine Health Management*, vol. 5, no. 1, pp. 1–8, 2019.
23. S. Stanojevi'c-Nikoli'c, G. Dimic', L. Mojovi'c, J. Pejin, A. Djukic'-Vukovic', and S. Kocic'-Tanackov, "Antimicrobial activity of lactic acid against pathogen and spoilage microorganisms," *Journal of Food Processing and Preservation*, vol. 40, no. 5, pp. 990–998, 2016.
24. A. El Baaboua, M. El Maadoudi, A. Bouyahya et al., "Evaluation of antimicrobial activity of four organic acids used in chicks feed to control *Salmonella Typhimurium*: suggestion of amendment in the search standard," *International Journal of Microbiology*, vol. 2018, Article ID 7352593, 9 pages, 2018.
25. A. Guimarões, A. Venancio, and L. Abrunhosa, "Antifungal effect of organic acids from lactic acid bacteria on *Penicillium nordicum*," *Food Additives & Contaminants: Part A*, vol. 35, no. 9, pp. 1803–1818, 2018.
26. R. Hassan, S. El-Kadi, and M. Sand, "Effect of some organic acids on some

fungal growth and their toxins production,” *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, vol. 2, no. 1, pp. 1–11, 2015.

27. M. Raftari, F. A. Jalilian, A. S. Abdulmir et al., “Antibacterial activity of organic acids on *Salmonella* and *Listeria*,” *Asia Life Sciences*, vol. 21, no. 1, pp. 13–30, 2012.

28. S.-H. Park, M.-R. Choi, J.-W. Park et al., “Use of organic acids to inactivate *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* Typhimurium, and *Listeria monocytogenes* on organic fresh apples and lettuce,” *Journal of Food Science*, vol. 76, no. 6, pp. M293–M298, 2011.

29. D. E. Conner, J. S. Kotrola, W. B. Mikel, and K. C. Tamblyn, “Effects of acetic-lactic acid treatments applied to beef trim on populations of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* in ground beef,” *Journal of Food Protection*, vol. 60, no. 12, pp. 1560–1563, 1997.

30. M. R. Rosmini, F. Perlo, J. A. Pe´rez-Alvarez et al., “TBA test by an extractive method applied to ‘pate’,” *Meat Science*, vol. 42, no. 1, pp. 103–110, 1996.

31. R. L. Buchanan and M. H. Golden, “Interaction of citric acid concentration and pH on the kinetics of *Listeria monocytogenes* inactivation,” *Journal of Food Protection*, vol. 57, no. 7, pp. 567–570, 1994.

32. M. Nielsen and N. Arneborg, “The effect of citric acid and pH on growth and metabolism of anaerobic *Saccharomyces cerevisiae* and *Zygosaccharomyces bailii* cultures,” *Food Microbiology*, vol. 24, no. 1, pp. 101–105, 2007.

33. M. d. Rocha, M. R. Loiko, E. C. Tondo, and C. Prentice, “Physical, mechanical and antimicrobial properties of Argentine anchovy (*Engraulis anchoita*) protein films incorporated with organic acids,” *Food Hydrocolloids*, vol. 37, pp. 213–220, 2014.

34. M. R. Mecteau, J. Arul, and R. J. Tweddell, "Effect of organic and inorganic salts on the growth and development of *Fusarium sambucinum*, a causal agent of potato dry rot," *Mycological Research*, vol. 106, no. 6, pp. 688–696, 2002.

35. J. Samelis, J. N. Sofos, M. L. Kain, J. A. Scanga, K. E. Belk, and G. C. Smith, "Organic acids and their salts as dipping solutions to control *Listeria monocytogenes* inoculated following processing of sliced pork bologna stored at 4°C in vacuum packages," *Journal of Food Protection*, vol. 64, no. 11, pp. 1722–1729, 2001.

36. J. Samelis, G. K. Bedie, J. N. Sofos, K. E. Belk, J. A. Scanga, and G. C. Smith, "Combinations of nisin with organic acids or salts to control *Listeria monocytogenes* on sliced pork bologna stored at 4°C in vacuum packages," *LWT - Food Science and Technology*, vol. 38, no. 1, pp. 21–28, 2005.

37. P. Limjaroen, E. Ryser, H. Lockhart, and B. Harte, "Inactivation of *Listeria monocytogenes* on beef bologna and cheddar cheese using polyvinylidene chloride films containing sorbic acid," *Journal of Food Science*, vol. 70, no. 5, pp. M267–M271, 2005.

38. C. Wang, J. Yang, X. Zhu, Y. Lu, Y. Xue, and Z. Lu, "Effects of *Salmonella* bacteriophage, nisin and potassium sorbate and their combination on safety and shelf life of fresh chilled pork," *Food Control*, vol. 73, pp. 869–877, 2017.

39. M. Fourati, S. Smaoui, H. Ben Hlima, K. Elhadeif, A. Chakchouk Mtibaa, and L. Mellouli, "Variability in phytochemical contents and biological potential of pomegranate (*Punica granatum*) peel extracts: toward a new opportunity for minced beef meat preservation," *Journal of Food Quality*, vol. 2020, Article ID 8853196, 14 pages, 2020.

40. Y. Qian, L. Bian, K. Wang et al., "Preparation and characterization of curdlan/nanocellulose blended film and its application to chilled meat preservation," *Chemosphere*, Article ID 128948, 2020.

41. R. J. da Costa, F. L. S. Voloski, R. G. Mondadori, E. H. Duval, and A. M. Fiorentini, "Preservation of meat products with bacteriocins produced by lactic

acid bacteria isolated from meat,” *Journal of Food Quality*, vol. 2019, Article ID 4726510, 12 pages, 2019.

42. U. Gonzales-Barrona, S. Coelho-Fernandes, G. Santos-Rodriguesa et al., “Microbial deterioration of lamb meat from European local breeds as affected by its intrinsic properties,” *Small Ruminant Research*, vol. 195, Article ID 106298, 2020.

43. S. Roller, *Natural Antimicrobials for the Minimal Processing of Foods*, Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 2003.

44. T. A. Anyasi, A. I. O. Jideani, J. N. Edokpayi, and C. P. Anokwuru, “Application of organic acids in food preservation,” in *Organic Acids*, pp. 1–45, Nova Science Publishers, Hauppauge, NY, USA, 2020.

45. A. McDermott, P. Whyte, N. Brunton, J. Lyng, J. Fagan, and D. J. Bolton, “The effect of organic acid and sodium chloride dips on the shelf-life of refrigerated Irish brown crab (*Cancer pagurus*) meat,” *Lwt*, vol. 98, pp. 141–147, 2018.

46. M. Stratford, G. Nebe-von-Caron, H. Steels, M. Novodvorska, J. Ueckert, and D. B. Archer, “Weak-acid preservatives: pH and proton movements in the yeast *Saccharomyces cerevisiae*,” *International Journal of Food Microbiology*, vol. 161, no. 3, pp. 164–171, 2013.

47. Sa´nchez-Ortega, B. E. Garc´ıa-Almendra´rez, E. M. Santos-Lo´pez, A. Amaro-Reyes, J. E. Barboza-Corona, and C. Regalado, “Antimicrobial edible films and coatings for meat and meat products preservation,” *The Scientific World Journal*, vol. 2014, Article ID 248935, 18 pages, 2014.

48. S. Brul and P. Coote, “Preservative agents in foods: mode of action and microbial resistance mechanisms,” *International Journal of Food Microbiology*, vol. 50, no. 1-2, pp. 1–17, 1999.

49. M. Stratford, A. Plumridge, G. Nebe-von-Caron, and D. B. Archer, “Inhibition of spoilage mould conidia by acetic acid and sorbic acid involves different modes of action, requiring modification of the classical weak-acid theory,” *International Journal of Food Microbiology*, vol. 136, no. 1, pp. 37–43, 2009.

50.M. Halm, T. Hornbæk, N. Arneborg, S. Sefa-Dedeh, and L. Jespersen, “Lactic acid tolerance determined by measurement of intracellular pH of single cells of *Candida krusei* and *Saccharomyces cerevisiae* isolated from fermented maize dough,” *International Journal of Food Microbiology*, vol. 94, no. 1, pp. 97–103, 2004.

51.H.-L. Alakomi, E. Skytta, M. Saarela, T. Mattila-Sandholm, K. Latva-Kala, and I. M. Helander, “Lactic acid permeabilizes gram-negative bacteria by disrupting the outer membrane,” *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 66, no. 5, pp. 2001–2005, 2000.

52.G. K. York and R. H. Vaughn, “Mechanisms in the inhibition of microorganisms by sorbic acid,” *Journal of Bacteriology*, vol. 88, no. 2, pp. 411–417, 1964.

53.B. Zhang, T. Xia, W. Duan et al., “Effects of organic acids, amino acids and phenolic compounds on antioxidant characteristic of Zhenjiang aromatic vinegar,” *Molecules*, vol. 24, no. 20, pp. 3799–3810, 2019.

54. P. R. Quiroga, V. Nepote, and M. T. Baumgartner, “Contribution of organic acids to α -terpinene antioxidant activity,” *Food Chemistry*, vol. 277, pp. 267–272, 2019.

55. M. Gałsecka, Z. Magdziak, M. Siwulski, and M. Mleczek, “Profile of phenolic and organic acids, antioxidant properties and ergosterol content in cultivated and wild growing species of *Agaricus*,” *European Food Research and Technology*, vol. 244, pp. 259–268, 2018.

56. M. Grashorn, R. Gruzauskas, A. Dauksiene et al., “Influence of dietary organic acids on quality and sensory attributes of chicken eggs,” *Archiv für Geflügelkunde*, vol. 77, no. 1, pp. 29–34, 2013.

57. M.-W. Kang, S.-J. Chung, H.-S. Lee, Y. Kim, and K.-O. Kim, “The sensory interactions of organic acids and various flavors in ramen soup systems,” *Journal of Food Science*, vol. 72, no. 9, pp. S639–S647, 2007.

58. I. H. Chowdhury, S. Kundu, and M. K. Naskar, “Effect of organic acids on the physicochemical properties of titania and its photodegradation efficiency of

methyl orange,” *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, vol. 121, pp. 367–374, 2018.

59. G. N. Albuquerque, R. G. Costa, F. J. Barba et al., “Effect of organic acids on the quality of sheep “Buchada”: from food safety to physicochemical, nutritional, and sensorial evaluation,” *Journal of Food Processing and Preservation*, vol. 43, no. 3, Article ID e13877, 2019.

60. European Commission, “Regulation (EC) No 1333/2008 of the European parliament and of the council of 16 december 2008 on food additives,” *Official Journal of the European Communities*, vol. 50, p. 18, 2008.

61. S. Smaoui, H. Ben Hlima, A. Mtibaa et al., “Pomegranate peel as phenolic compounds source: advanced analytical strategies and practical use in meat products,” *Meat Science*, vol. 158, Article ID 107914, 2019.

62. E. Mani-López, H. S. García, and A. López-Malo, “Organic acids as antimicrobials to control Salmonella in meat and poultry products,” *Food Research International*, vol. 45, no. 2, pp. 713–721, 2012.

63. K. I. Sallam and K. Samejima, “Microbiological and chemical quality of ground beef treated with sodium lactate and sodium chloride during refrigerated storage,” *LWT - Food Science and Technology*, vol. 37, no. 8, pp. 865–871, 2004.

64. S. A. Quilo, F. W. Pohlman, A. H. Brown et al., “Effects of potassium lactate, sodium metasilicate, peroxyacetic acid, and acidified sodium chlorite on physical, chemical, and sensory properties of ground beef patties,” *Meat Science*, vol. 82, no. 1, pp. 44–52, 2009.

65. H. Walsh, S. Martins, E. E. O’Neill, J. P. Kerry, T. Kenny, and P. Ward, “The effect of sodium lactate, potassium lactate, carrageenan, whey protein concentrate, yeast extract and fungal proteinases on the cook yield and tenderness of bovine chuck muscles,” *Meat Science*, vol. 85, no. 2, pp. 230–234, 2010.

66. C. E. Carpenter, J. V. Smith, and J. R. Broadbent, “Efficacy of washing meat surfaces with 2% levulinic, acetic, or lactic acid for pathogen decontamination and residual growth inhibition,” *Meat Science*, vol. 88, no. 2, pp. 256–260, 2011.

67. F. A. Shaltout, M. T. Gerges, and A. A. Shewail, “Impact of organic acids

and their salts on microbial quality and shelf life of beef meat,” *Global Journal of Agriculture and Food Sciences Research*, vol. 1, pp. 360–370, 2014.

68. G. Casco, T. M. Taylor, and C. Z. Alvarado, “Evaluation of novel micronized encapsulated essential oil-containing phosphate and lactate blends for growth inhibition of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* on poultry bologna, pork ham, and roast beef ready-to-eat deli loaves,” *Journal of Food Protection*, vol. 78, no. 4, pp. 698–706, 2015.

69. S. D. Dan, M. Mihaiu, O. Reget, D. Oltean, and A. Tãbãran, “Pathogens contamination level reduction on beef using organic acids decontamination methods,” *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj- Napoca. Veterinary Medicine*, vol. 74, no. 2, pp. 212–217, 2017.

70. S. D. Dan, M. Mihaiu, O. Reget, D. Oltean, and A. Tabaran, “Organic acids effect on spoilage psychrotrophic microflora during the shelf life of bovine carcasses,” *Lucrãri tiin, tifice*, vol. 280, 2017.

71. M. S. Brewer, F. K. McKeith, and G. Sprouls, “Sodium lactate effects on microbial, sensory, and physical characteristics of vacuum-packaged pork sausage,” *Journal of Muscle Foods*, vol. 4, no. 3, pp. 179–192, 1993.

72. P. L. O’Connor, M. S. Brewer, F. K. McKeith, J. E. Novakofski, and T. R. Carr, “Sodium lactate/sodium chloride effects on sensory characteristics and shelf-life of fresh ground pork,” *Journal of Food Science*, vol. 58, no. 5, pp. 978–980, 1993.

73. M. S. Brewer, B. K. Rostogi, L. Argoudelis, and G. K. Sprouls, “Sodium lactate/sodium chloride effects on aerobic plate counts and color of aerobically packaged ground pork,” *Journal of Food Science*, vol. 60, no. 1, pp. 58–62, 1995.

74. G. K. Bedie, J. Samelis, J. N. Sofos, K. E. Belk, J. A. Scanga, and G. C. Smith, “Antimicrobials in the formulation to control *Listeria monocytogenes* postprocessing contamination on frankfurters stored at 4°C in vacuum packages,” *Journal of Food Protection*, vol. 64, no. 12, pp. 1949–1955, 2001.

75. W. Tan and L. A. Shelef, “Effects of sodium chloride and lactates on chemical and microbiological changes in re- frigerated and frozen fresh ground pork,” *Meat Science*, vol. 62, no. 1, pp. 27–32, 2002.

76. I. M. Barmpalia, I. Geornaras, K. E. Belk et al., “Control of *Listeria monocytogenes* on frankfurters with antimicrobials in the formulation and by dipping in organic acid solutions,” *Journal of Food Protection*, vol. 67, no. 11, pp. 2456–2464, 2004.

77. S. V. Gonzá'lez Sa'nchez, “Efficacy of antimicrobial treatments against *Salmonella enterica* on pork and *Campylobacter jejuni* on poultry,” Doctoral Dissertation, Colorado State University, Fort Collins, CO, USA, 2020.

78. D. Beyaz and M. Tayar, “The effect of lactic acid spray ap- plication on the microbiological quality of sheep carcasses,” *Journal of Animal and Veterinary Advances*, vol. 9, no. 13, pp. 1858–1863, 2010.

79. C. A. Hwang, S. Sheen, and V. Juneja, “Effects of sodium lactate on the survival of *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* 0157:H7 and *Salmonella* spp., in cooked ham at re- frigeration and abuse temperatures,” *Food and Nutrition Sciences*, vol. 2, pp. 464–470, 2011, 2016.

80. J. M. Rodr'iguez-Calleja, M. C. Cruz-Romero, M. G. O'Sullivan, M. L. Garc'ia-Lo'pez, and J. P. Kerry, “High- pressure-based hurdle strategy to extend the shelf-life of fresh chicken breast fillets,” *Food Control*, vol. 25, no. 2, pp. 516–524, 2012.

81. S. D. Dan, M. Mihaiu, O. Reget, D. Oltean, and A. Tabaran, “Influence on week organic acids on pathogens on swine carcasses,” *Lucrari Stiintifice- Medicina Veterinara*,” *Uni- versitatea de Stiinte Agricole si Medicina Veterinara “Ion Ionescu de la Brad” Iasi*, vol. 60, pp. 265–273, 2017.

82. D. B. Vlahova-Vangelova, S. G. Dragoev, D. K. Balev, B. K. Assenova, and K. J. Amirhanov, “Quality, micro- structure, and technological properties of sheep meat mar- inated in three different ways,” *Journal of Food Quality*, vol. 2017, Article ID 5631532, 10 pages, 2017.

83. S. M. Saad, F. S. Hassanin, A. M. Salem, and E. A. E. Saleh, "Efficiency of some organic acids as decontaminants in sheep carcasses," *Benha Veterinary Medical Journal*, vol. 38, no. 2, pp. 116–119, 2020.
84. K. F. Over, N. Hettiarachchy, M. G. Johnson, and B. Davis, "Effect of organic acids and plant extracts on *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella Typhimurium* in broth culture model and chicken meat systems," *Journal of Food Science*, vol. 74, no. 9, pp. M515–M521, 2009.
85. S. Smaoui, H. Ben Hlima, R. Ben Salah, and R. Ghorbel, "Effects of sodium lactate and lactic acid on chemical, microbiological and sensory characteristics of marinated chicken," *African Journal of Biotechnology*, vol. 10, no. 54, pp. 11317–11326, 2011.
86. F. A. Khalafalla, F. Ali, and A. H. A. E. Hassan, "Quality improvement of broiler chicken breasts by nisin and lactic acid," *Journal of World's Poultry Research*, vol. 37, no. 2, pp. 37–47, 2016.
87. O. I. İlhak, G. K. İncili, and H. Durmuşoğlu, "Evaluation of effect of thymol combined with lactic acid or sodium lactate on psychrophilic bacteria and *Salmonella* spp. on chicken drumstick," *Annals of Animal Science*, vol. 17, no. 1, pp. 271–280, 2017.
88. M. A. Hussein, W. R. El-Ghareeb, and M. A. F. Nasr, "The effect of rosemary extract and lactic acid on the quality of refrigerated broiler fillets," *Journal of Food Science and Technology*, vol. 55, no. 12, pp. 5025–5034, 2018.
89. H. B. Coban, "Organic acids as antimicrobial food agents: applications and microbial productions," *Bioprocess and Biosystems Engineering*, vol. 43, no. 4, p. 569, 2019.
90. O. O. Eniolorunda, E. S. Apata, O. E. Ogunlesi, and A. O. Okubanjo, "Quality evaluation of beef preserved with food grade organic acids at room temperature," *Journal of Food Research*, vol. 3, no. 5, 2014.

91. W. Tan and L. A. Shelef, "Effects of sodium chloride and lactates on chemical and microbiological changes in re- frigerated and frozen fresh ground pork," *Meat Science*, vol. 62, no. 1, pp. 27–32, 2002.
92. E. Entani, M. Asai, S. Tsujihata, Y. Tsukamoto, and M. Ohta, "Antibacterial action of vinegar against food-borne pathogenic bacteria including *Escherichia coli* O157:H7," *Journal of Food Protection*, vol. 61, no. 8, pp. 953–959, 1998.
93. P. G. Casey and S. Condon, "Sodium chloride decreases the bacteriocidal effect of acid pH on *Escherichia coli* O157:H45," *International Journal of Food Microbiology*, vol. 76, no. 3, pp. 199–206, 2002.
94. I. M. Barmpalia, K. P. Koutsoumanis, I. Geornaras et al., "Effect of antimicrobials as ingredients of pork bologna for *Listeria monocytogenes* control during storage at 4 or 10°C," *Food Microbiology*, vol. 22, no. 2-3, pp. 205–211, 2005.
95. C. Jo, A.-R. Rim, H.-J. Park, H.-G. Yuk, and S.-C. Lee, "Combined treatment with silver ions and organic acid enhances growth-inhibition of *Escherichia coli* O157:H7," *Food Control*, vol. 18, no. 10, pp. 1235–1240, 2007.
96. J. H. Schlyter, K. A. Glass, J. Loeffelholz, A. J. Degnan, and J. B. Luchansky, "The effects of diacetate with nitrite, lactate, or pediocin on the viability of *Listeria monocytogenes* in Turkey slurries," *International Journal of Food Microbiology*, vol. 19, no. 4, pp. 271–281, 1993.
97. E. Mbandi and L. A. Shelef, "Enhanced inhibition of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella Enteritidis* in meat by combinations of sodium lactate and diacetate," *Journal of Food Protection*, vol. 64, no. 5, pp. 640–644, 2001.
98. V. K. Juneja and H. Thippareddi, "Inhibitory effects of organic acid salts on growth of *Clostridium perfringens* from spore inocula during chilling of marinated ground Turkey breast," *International Journal of Food Microbiology*, vol. 93, no. 2, pp. 155–163, 2004.

99. E. H. Drosinos, M. Mataragas, A. Kampani, D. Kritikos, and I. Metaxopoulos, "Inhibitory effect of organic acid salts on spoilage flora in culture medium and cured cooked meat products under commercial manufacturing conditions," *Meat Science*, vol. 73, no. 1, pp. 75–81, 2006.
100. J. Xu, F. Zhou, B.-P. Ji, R.-S. Pei, and N. Xu, "The anti-bacterial mechanism of carvacrol and thymol against *Escherichia coli*," *Letters in Applied Microbiology*, vol. 47, no. 3, pp. 174–179, 2008.
101. M. Ghabraie, K. D. Vu, T. Huq, A. Khan, and M. Lacroix, "Antilisterial effects of antibacterial formulations containing essential oils, nisin, nitrite and organic acid salts in a sausage model," *Journal of Food Science and Technology*, vol. 53, no. 6, pp. 2625–2633, 2016.
102. T.-K. Kim, K.-E. Hwang, M.-A. Lee, H.-D. Paik, Y.-B. Kim, and Y.-S. Choi, "Quality characteristics of pork loin cured with green nitrite source and some organic acids," *Meat Science*, vol. 152, pp. 141–145, 2019.
103. J. M. Rodríguez-Calleja, M. C. Cruz-Romero, M. G. O'Sullivan, M. L. García-López, and J. P. Kerry, "High-pressure-based hurdle strategy to extend the shelf-life of fresh chicken breast fillets," *Food Control*, vol. 25, no. 2, pp. 516–524, 2012.
104. C. M. O'Neill, M. C. Cruz-Romero, G. Duffy, and J. P. Kerry, "Shelf life extension of vacuum-packed salt reduced frankfurters and cooked ham through the combined application of high pressure processing and organic acids," *Food Packaging and Shelf Life*, vol. 17, pp. 120–128, 2018.
105. M. Koohmaraie, T. M. Arthur, J. M. Bosilevac, M. Guerini, S. D. Shackelford, and T. L. Wheeler, "Post-harvest interventions to reduce/eliminate pathogens in beef," *Meat Science*, vol. 71, no. 1, pp. 79–91, 2005.
106. S. M. Jiménez, M. S. Salsi, M. C. Tiburzi, R. C. Rafaghelli, and M. E. Pirovani, "Combined use of acetic acid treatment and modified atmosphere packaging for extending the shelf-life of chilled chicken breast portions," *Journal of Applied Microbiology*, vol. 87, no. 3, pp. 339–344, 1999.

107. K. G. Zinoviadou, K. P. Koutsoumanis, and C. G. Biliaderis, "Physical and thermo-mechanical properties of whey protein isolate films containing antimicrobials, and their effect against spoilage flora of fresh beef," *Food Hydrocolloids*, vol. 24, no. 1, pp. 49–59, 2010.
108. C. Hauser and J. Wunderlich, "Antimicrobial packaging films with a sorbic acid based coating," *Procedia Food Science*, vol. 1, pp. 197–202, 2011.
109. E. Union, "Commission Regulation No 450/2009/EC of May 2009 on active and intelligent materials and articles intended to come into contact with food," *Official Journal of the European Union*, vol. L135, pp. 3–9, 2009.
110. S. Quintavalla and L. Vicini, "Antimicrobial food packaging in meat industry," *Meat Science*, vol. 62, no. 3, pp. 373–380, 2002.
111. A. Plumridge, M. Stratford, K. C. Lowe, and D. B. Archer, "The weak-acid preservative sorbic acid is decarboxylated and detoxified by a phenylacrylic acid decarboxylase, PadA1, in the spoilage mold *Aspergillus niger*," *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 74, no. 2, pp. 550–552, 2008.
112. N. Arneborg, L. Jespersen, and M. Jakobsen, "Individual cells of *Saccharomyces cerevisiae* and *Zygosaccharomyces bailii* exhibit different short-term intracellular pH responses to acetic acid," *Archives of Microbiology*, vol. 174, no. 1-2, pp. 125–128, 2000.
113. P. Piper, C. O. Calderon, K. Hatzixanthis, and M. Mollapour, "Weak acid adaptation: the stress response that confers yeasts with resistance to organic acid food preservatives," *Microbiology*, vol. 147, no. 10, pp. 2635–2642, 2001.
114. B. P. Harp and J. N. Barrows, "US regulation of color additives in foods," in *Colour Additives for Foods and Beverages*, pp. 75–88, Woodhead Publishing, Sawston, UK, 2015.
115. Sonawane, I., Dhasade, V. and Nirmal, S. 2010. Antioxidant effect of *Tephrosia Purpurea* L. roots. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research* 1: 57-60.

116. Sultana, S., Ripa, F. A. and Hamid, K. 2010. Comparative antioxidant activity study of some commonly used spices in Bangladesh. *Pakistani Journal of Biological Sciences* 1:13(7): 340-3.

117. Методичні рекомендації до виконання випускової кваліфікаційної роботи [Електронний ресурс]: на здобуття освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 181 Харчові технології» освітньо-професійної програми «Технології зберігання, консервування та переробки м'яса» денної та заочної форм навчання / Уклад.: В.М. Пасічний, О.І. Гащук, О.А. Топчій. – К.: НУХТ, 2020.– 42с.

118. Кишенько І.І., Старцова В.М., Гончаров Г.І. Технологія м'яса і м'ясопродуктів. Практикум: Навч. Посіб. – К.: НУХТ, 2010. – 367с.

119. ДСТУ 4436:2005 "Ковбаси варені, сосиски, сардельки, хлібці м'ясні. Загальні технічні умови". К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 32 с.

120. ДСТУ 4823:2007. Продукти м'ясні. Органолептичне оцінювання показників якості. Частина 2, Загальні вимоги.

121. Закон України «Про охорону праці» №29-IV від 21.11.2012 року.

122. Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності» (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1999, №46-47, ст.403). Остання версія – Редакція від 01.01.2011.