

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра Технології м'яса і м'ясних продуктів**

«До захисту в ЕК»

Директор інституту(декан факультету)

_____ Оксана КОЧУБЕЙ ЛИТВИНЕНКО
(підпис) (ім'я, прізвище)

« ___ » _____ 20__ р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Василь ПАСІЧНИЙ
(підпис) (ім'я, прізвище)

« ___ » _____ 20__ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР**

зі спеціальності _____ 181 «Харчові технології» _____
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Технології зберігання, консервування та переробки м'яса»

на тему: ” Використання способу Clean Smoke у технології м'ясних продуктів ТОВ “ФУДКОМ ”

Виконав: здобувач 2 курсу, групи 1М

_____ Полоз Денис Сергійович _____
(прізвище, ім'я та по-батькові повністю) (підпис)

Керівник _____ Чернюшок Ольга Анатоліївна _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент _____ Маринич Тетяна Миколаївна _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Я, як здобувач Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав і не одержував недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Здобувач _____
(підпис)

Київ 2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра Технології м'яса і м'ясних продуктів

Освітній ступінь Магістр

Спеціальність 181 «Харчові технології»

(код і назва)

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

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
технології м'яса і м'ясних
продуктів

Пасічний В.М.
“ ” 20 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Полоз Денис Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи “Використання способу Clean Smoke у технології м'ясних продуктів ТОВ “ФУДКОМ”

керівник роботи Чернюшок О.А. доцент, кандидат технічних наук

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “07” жовтня 2024 року №882-кв

2. Строк подання здобувачем роботи _____

3. Вихідні дані до роботи стегно курки бройлера, коптіння, коптильні реагенти, дим, Clean Smoke, термічна обробка

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. Розділ 1 Аналітичний огляд профільної літератури. Розділ 2. Загальні методи дослідження. Розділ 3. Експериментальна частина. Розділ 4. Охорона праці на підприємстві ТОВ “ФУДКОМ” при використанні технології Clean Smoke. Розділ 5 Розрахунок економічної ефективності технології Clean Smoke. Висновки. Список використаних джерел.

5. Перелік графічного матеріалу

25 слайдів

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Аналітичний огляд профільної літератури	Чернюшок О.А., доцент, к.т.н.	Чернюшок О.А.	Чернюшок О.А.
2. Загальні методи досліджень	Чернюшок О.А., доцент, к.т.н.	Чернюшок О.А.	Чернюшок О.А.
3. Експериментальна частина	Чернюшок О.А., доцент, к.т.н.	Чернюшок О.А.	Чернюшок О.А.
4. Охорона праці на підприємстві тов “фудком” при використанні технології clean smoke	Чернюшок О.А., доцент, к.т.н.	Чернюшок О.А.	Чернюшок О.А.

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Анотація	15.10.2024	
2.	Зміст	17.10.2024	
3.	Вступ	19.10.2024	
4.	Аналітичний огляд профільної літератури	23.10.2024	
5.	Загальні методи досліджень	28.10.2024	
6.	Експериментальна частина	06.11.2024	
7.	Охорона праці на підприємстві тов “ФУДКОМ” при використанні технології Clean Smoke	19.11.2024	
8.	Розрахунок економічної ефективності технології Clean Smoke	24.11.2024	
9.	Висновки	26.11.2024	
10.	Список використаної літератури	02.12.2024	

Здобувач _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

Денис ПОЛОЗ
(прізвище та ініціали)

Ольга ЧЕРНЮШОК
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Випускова кваліфікаційна робота складається з 86 сторінок тексту, містить 10 таблиці та список з 77 літературних джерел. Метою даної роботи є впровадження технології Clean Smoke у виробництво м'ясних продуктів на підприємстві ТОВ "ФУДКОМ", з метою підвищення якості та безпеки готової продукції.

Згідно з поставленою метою, на основі аналізу наукової літератури та сучасних технологій, було визначено наступні завдання: теоретично обґрунтувати доцільність використання методу Clean Smoke в технології виробництва м'ясних продуктів; оцінити вплив технології на органолептичні та фізико-хімічні характеристики готової продукції; провести порівняльний аналіз традиційних і інноваційних методів коптіння з акцентом на безпеку продуктів; обґрунтувати вибір сировини, що відповідає вимогам технології Clean Smoke; розробити технологічні картки виробництва м'ясних продуктів із застосуванням Clean Smoke; а також провести апробацію отриманих результатів та оцінити їх вплив на кінцеву продукцію.

Ключові слова: Clean Smoke, м'ясні продукти, технологія, якість, безпека, терміни зберігання, промислове коптіння.

ANNOTATION

The graduation qualification work consists of 86 pages of text, includes 10 tables, and a list of 77 literature sources. The aim of this study is to implement the Clean Smoke technology in the production of meat products at the COMRADE “FOODCOM” enterprise to enhance the quality and safety of the final products.

In accordance with the set goal, based on the analysis of scientific literature and modern technologies, the following tasks have been identified: to theoretically justify the feasibility of using the Clean Smoke method in the production technology of meat products; to assess the impact of the technology on the organoleptic and physicochemical characteristics of the final products; to conduct a comparative analysis of traditional and innovative smoking methods with a focus on product safety; to justify the choice of raw materials that meet the requirements of the Clean Smoke technology; to develop technological cards for the production of meat products using Clean Smoke; and to conduct testing of the obtained results and evaluate their impact on the final products.

Keywords: Clean Smoke, meat products, technology, quality, safety, shelf life, industrial smoking.

ЗМІСТ

Анотація.....	4
Annotation.....	5
Зміст.....	6
Вступ.....	8
1. Аналітичний огляд профільної літератури	12
1.1. Методології індустриального коптіння в Україні	12
1.2. Способи інтенсифікації коптіння м'ясних виробів	16
1.3. Сучасні інновації в процесах коптіння.....	19
1.4. Аналіз обладнання для коптіння	22
1.5. Узагальнення результатів першого розділу	28
2. ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	30
2.1. Мета та задачі досліджень	30
2.2. Формування плану проведення наукових досліджень виробів за технологією Clean Smoke.....	31
2.3. Опис методів дослідження.....	32
2.3.1. Визначення органолептичних показників копчених виробів.....	32
2.3.2. Визначення водозв'язуючої здатності копчених виробів методом пресування	33
2.3.3. Визначення вмісту вологи в копчених виробах	34
2.3.4. Визначення вмісту жиру в копчених виробах	35
2.3.5. Визначення вмісту фосфору в копчених виробах	36
2.3.6. Визначення рН копченого виробу за допомогою рН-метра	37
2.3.7. Визначення амінокислотного складу білків копчених продуктів...	37
2.3.8. Мікробіологічні методи дослідження.....	41
2.3.9. Методика визначення кислотного, перекисного чисел копчених виробів	45
2.3.10. Методика визначення виходу готових виробів	46
2.4. Висновок до 2 розділу.....	47
3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	48

3.1. Розробка обґрунтування технології виробництва копчених виробів за технологією Clean Smoke.....	48
3.2 Оцінка органолептичних та функціонально-технологічних показників розроблених м'ясних продуктів.....	51
3.3. Математично-статистична обробка результатів.....	63
Висновок до 3 розділу.....	65
4. ОХОРОНА ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВІ ТОВ “Фудком” ПРИ ВИКОРИСТАННІ ТЕХНОЛОГІЇ CLEAN SMOKE.....	66
5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ CLEAN SMOKE.....	72
ВИСНОВКИ.....	76
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	78

ВСТУП

Актуальність роботи. Важливу роль у забезпеченні населення якісними та біологічно цінними харчовими продуктами відіграє м'ясопереробна промисловість. Дефіцит білків у харчуванні населення є актуальною проблемою в сучасному світі. Заглиблюючись у складність харчування та його вплив на здоров'я, можна з упевненістю стверджувати, що адекватне споживання білка є критично важливим для загального добробуту людей.

Білки слугують основою життя, виконуючи ключову роль у численних фізіологічних процесах. Вони відповідають за ріст, відновлення і підтримку тканин, а також за синтез ферментів, гормонів і антитіл. Недостатнє споживання білка може викликати порушення росту та розвитку, зниження імунної функції, сповільнене загоєння ран, втрату м'язової маси та підвищену вразливість до інфекцій і захворювань. Окрім того, дефіцит білка може мати серйозні наслідки для вразливих категорій населення, таких як діти, вагітні жінки та літні люди.

Сучасні реалії життя в Україні, зокрема щоденні проблеми з енергопостачанням, призводять до труднощів у харчуванні населення. Це, в свою чергу, викликає проблеми зі споживанням основних поживних речовин. Широка доступність та реклама енергетично насичених продуктів, які бідні на поживні речовини, сприяють дисбалансу в споживанні макронутрієнтів, що проявляється у надмірному вживанні рафінованих вуглеводів, насичених жирів і доданого цукру. Така зміна харчових звичок призводить до дефіциту білка, що, в свою чергу, викликає ряд проблем зі здоров'ям.

У сучасних умовах, коли якість харчування населення перебуває під загрозою через різні чинники, важливо знайти ефективні методи консервування м'ясної продукції. Одним із таких методів є коптіння, який не лише підвищує термін зберігання продуктів, але й надає їм унікального смаку та аромату.

Коптіння, як традиційний спосіб обробки м'яса, має багато переваг. Цей процес не лише консервує продукцію, але й зберігає її поживні властивості. Використання різних видів деревини для коптіння дозволяє досягти різноманітних смакових характеристик, що робить продукцію більш привабливою для споживачів. Окрім цього, коптіння може знижувати кількість патогенних мікроорганізмів, що покращує безпеку готової продукції.

Вирішення цієї проблеми потребує розроблення нових безпечних та висококласних видів продукції, щоб забезпечити доступ до поживних продуктів і сприяти усвідомленню важливості добре збалансованого харчування. Приділяючи пріоритет вживаючи профілактичних заходів, ми можемо працювати над здоровішим майбутнім для всіх.

У сучасному світі спостерігається зростаючий інтерес до якості та безпеки харчових продуктів, що зумовлено змінами в споживчих уподобаннях та вимогами до здорового способу життя. Коптіння є однією з традиційних технологій обробки м'яса, яка не лише підвищує смакові властивості продуктів, але й має консервуючий ефект. Однак традиційні методи коптіння часто супроводжуються виділенням небажаних речовин, що може негативно впливати на здоров'я споживачів.

Метод "Clean Smoke", який забезпечує коптіння з мінімальним утворенням токсичних компонентів, є інноваційним підходом у виробництві м'ясних продуктів. Використання цього методу дозволяє зберегти натуральні смакові якості м'яса та знизити ризик негативного впливу на здоров'я. У зв'язку з цим, дослідження впровадження Clean Smoke у технологічні процеси підприємства "ФУДКОМ" є надзвичайно актуальним.

Крім того, "ФУДКОМ", як один з провідних виробників м'ясних продуктів в Україні, має можливість реалізувати інноваційні технології, що сприятиме підвищенню конкурентоспроможності продукції на внутрішньому та зовнішньому ринках. Дослідження методів і технологій, які забезпечують

безпеку та якість харчових продуктів, є необхідним кроком до впровадження стандартів сучасного харчування.

Отже, актуальність даної роботи полягає в можливості інтеграції сучасних технологій у виробництво м'ясних продуктів, що відповідають вимогам споживачів і нормам безпеки, а також в дослідженні потенціалу “Clean Smoke” для покращення технологічних процесів у “ФУДКОМ”.

Мета та завдання дослідження:

Метою даного дослідження є впровадження способу “Clean Smoke” у технології виробництва м'ясних продуктів з метою покращення якості та безпеки продукції. Дослідження фокусується на оптимізації процесів коптіння, що дозволяє зберегти натуральний смак та аромат м'яса, водночас зменшуючи ризики для здоров'я споживачів.

Завдання наукової роботи:

Відповідно до поставленої мети та на основі аналізу літературних джерел, визначено наступні завдання:

1. Теоретично обґрунтувати доцільність використання технології “Clean Smoke” у виробництві м'ясних продуктів шляхом аналізу та узагальнення патентних і наукових джерел.
2. Вивчити вплив технології “Clean Smoke” на органолептичні та фізико-хімічні властивості м'ясних продуктів.
3. Провести порівняльний аналіз традиційних та інноваційних методів коптіння з акцентом на безпеку та якість готової продукції.
4. Обґрунтувати вибір сировини для коптіння, що відповідає вимогам технології “Clean Smoke”.
5. Розробити технологічну карту виробництва м'ясних продуктів з використанням Clean Smoke, враховуючи оптимальні параметри процесу.
6. Вивчити вплив параметрів технології “Clean Smoke” на термін зберігання та безпеку м'ясних виробів.
7. Апробувати отримані результати на практиці, оцінюючи вплив впровадження “Clean Smoke” на кінцевий продукт.

Наукова новизна: Дослідження доводить ефективність технології Clean Smoke як альтернативного підходу до традиційних методів коптіння, що дозволяє суттєво підвищити якість і безпеку м'ясних продуктів. Визначено нові параметри процесу коптіння, що оптимізують органолептичні характеристики продукції. Розроблено інноваційні технології виробництва м'ясних продуктів, які відповідають сучасним вимогам здорового харчування, завдяки зменшенню утворення небажаних сполук під час коптіння.

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ПРОФІЛЬНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Методології індустріального коптіння в Україні

Зміни, що відбуваються в м'ясі внаслідок застосування різних методів обробки, методів консервування і технологій, можуть бути в основному двох видів: фізичні та хімічні.

Фізичні зміни — це зміни в структурі тканин, які впливають на сенсорні характеристики продукту, такі як об'єм, зовнішній вигляд, колір, консистенція, аромат і смак. Можна назвати різні ефекти м'яса; знижена поверхнева вологість за рахунок дегідратації, підвищене утримання вологи та жиру за рахунок денатурації білків, а також покращені функціональні властивості білків за рахунок введених добавок [1]. Хімічні зміни м'яса пов'язані з молекулярними взаємодіями, які відбуваються під час термічної обробки, додавання харчових добавок або тривалого зберігання. Коли хімічні структури речовин, відповідальних за органолептичні характеристики або харчову цінність, зазнають впливу, наприклад, у денатурації, гідролізі та гелеутворенні білків через дії кип'ятіння води та тривалий час нагрівання [2], наслідки впливають на споживача, а саме на сприйняття та на збалансоване харчування.

Саме тому потрібні технології, які забезпечують безпеку харчових продуктів і задовольняють запити споживачів без шкоди для харчової цінності традиційних м'ясних продуктів.

Споживачі вимагають безконсервантних, мінімально оброблених м'ясних продуктів з довшим терміном зберігання. В даний час широко поширене використання натуральних добавок замість синтетичних [3]. Крім того, набирають обертів дослідження більш екологічних пакувальних матеріалів, які покращують термін зберігання м'яса.

Розробка нових м'ясних продуктів з покращеними харчовими профілями зросла протягом останнього десятиліття. Для цього існує дві

основні стратегії: отримання більш здорового свіжого м'яса та післязабійна обробка м'ясних продуктів [2,3]. Ці стратегії можуть вплинути на якість м'ясних продуктів та їх харчову цінність.

Спосіб обробки м'яса зазвичай вибирається з урахуванням технологічних, мікробіологічних і здорових аспектів продукту. Однак, обираючи технологію переробки та/або консервації, слід враховувати не лише вплив якості на продукт; необхідна комплексна та глобальна стратегія, яка б враховувала зміни сенсорних і харчових властивостей і привабливості для споживачів. Метою цього огляду є опис впливу технологій обробки та консервування на сенсорну та поживну якість м'ясних продуктів.

Копчення є давньою технікою консервування, коли м'ясо піддається диму, що впливає на сенсорні та поживні характеристики м'ясних продуктів. Є позитивні ефекти, такі як покращення смаку, кольору та запаху м'яса [7,8]. Вплив копчення на м'ясо посилюється з часом впливу [7,9]. Гаряче копчення, холодне копчення, електростатичне копчення та використання конденсатів, ароматизаторів диму або рідкого диму - це різні види обробки копчення.

У літературі найчастіше виділяють чотири основні способи копчення (рис. 1).

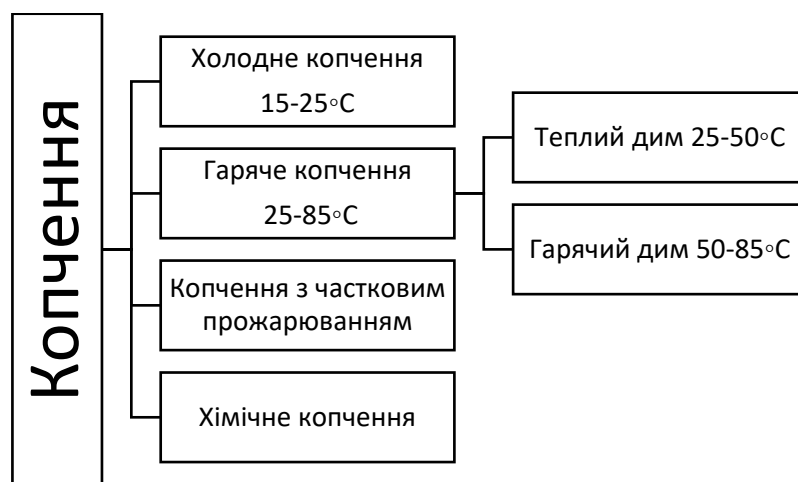


Рис.1. Види копчення в Україні

Класифікація способів копчення залежить в основному від температурного впливу продукту. Правильний вибір способу копчення дозволяє знизити вміст речовин, що проникають з диму в продукт, мінімізувати кількість коптильної сировини, зменшити втрати енергії.

Холодне копчення є тривалим процесом (1–14 днів), який проводиться в діапазоні температур від 15 до 25 °С і при відносній вологості близько 95% [11,13]. Електрично заряджені частинки диму, які випадають на м'ясо під час електростатичного копчення, скорочують час обробки [15].

Холодне копчення покликане надати продуктам аромату, значно збільшити термін зберігання та захистити їх від мікроорганізмів [17,18,20]. Довга тривалість процесу призводить до значної втрати ваги. Крім того, це найменш енергоємний процес із зменшенням відходів. Найпоширенішими продуктами, копченими таким чином, є попередньо необроблене м'ясо, наприклад, сирі шинки, ковбаси та ферментована салямі [20,21].

Копчення теплим димом при температурі від 25 до 50 °С і вологості близько 80% займає від 4 год до 2 діб. Цей спосіб копчення пастеризує сировину шляхом нагрівання та сушіння зовнішнього шару, щоб продукт усередині зберігав характеристики натурального продукту. Це також процес з низьким споживанням енергії, і продукт не поглинає багато шкідливих речовин з диму. Ці фактори є сприятливими для сталого розвитку технологій копчення [21,22].

Копчення гарячим димом при температурі від 50 до 85 °С складається з сушіння, правильного копчення і поверхневого обсмажування. Висушування видаляє воду з поверхні при температурі від 50 до 55 °С протягом декількох десятків хвилин, з повною подачею повітря. Потім подається дим при 45-60 °С і коптиться протягом щонайменше 100 хвилин, в результаті чого верхній шар продукту твердіє і темніє. Під час третьої фази через температурний діапазон від 60 до 85 °С зовнішні шари розрізаються, ізолюючи центр від вологи в повітрі [23,24]. Гаряче копчення не викликає значних втрат у вазі продукту та

скорочує необхідний час процесу, але це енергоємний процес, який збільшує поглинання шкідливих речовин з диму [25].

Копчення з частковим прожарюванням відбувається аналогічно копченню гарячим димом. Однак на першому етапі дим використовується від 20 до 40 хв з температурою не нижче 60 °С. Внутрішні шари продукту досягають температури понад 85 °С, що призводить до часткового обсмажування [26]. У результаті досягнення таких параметрів відбувається значне танення жиру та випаровування води, що призводить до збільшення втрати ваги порівняно з попередніми способами копчення [27]. Цей спосіб призводить до потрапляння в продукт найбільшої кількості шкідливих речовин і є найбільш матеріаломістким та енергоємним.

При копченні використовується коптильний екстракт (хімічне копчення), що утворюється в результаті піролізу деревини і подальшої конденсації парів і фракціонування отриманого конденсату (широкий спектр фенольних, карбонільних сполук, органічних кислот). Отриманий конденсат фільтрують для видалення сажі та інших твердих домішок [28,29].

Метою використання коптильного препарату є надання виробам димного присмаку без використання традиційних прийомів цієї термічної обробки, що значно прискорює виробництво та здешевлює його [30].

Покриття продуктів рідким димом (РД) передбачає розпилення, осушення та занурення в спеціально пристосовані камери [21,31]. Обприскування полягає в обприскуванні виробу засобом перед термообробкою. Під час туману продукт знаходиться в коптильній камері з розпилювачем, який розподіляє відповідні дози LS. Занурення передбачає занурення продукту в розведений розчин коптильного препарату [32,33,34,35]. Правильне приготування коптильних екстрактів малозатратне і виключає присутність в їжі більшості шкідливих речовин, які природним чином містяться в димі.

У продуктах, де денатурація білка, яка супроводжує процес копчення, вважається небажаною, використовуються аромати диму або конденсати [28,27].

Коптильний процес є ефективним засобом проти патогенних мікроорганізмів (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp. тощо) [76], а також зменшує окислення ліпідів, що призводить до небажаних присмаків і окисного згіркнення [26]. У ковбасних виробках копчення допомагає зменшити сіруватий колір [24]. Копчення дозволяє об'єднувати різні сорти м'яса для отримання високоякісних сенсорних ковбас [25].

Копчення м'яса покращує сенсорні властивості, але в той же час забруднює канцерогенними залишками, такими як поліциклічні ароматичні вуглеводні або нітрозаміни [59,60,]. Зараз кількість залишків зменшується шляхом розділення камери для утворення диму та камери для копчення таким чином, щоб залишки випадали в осад у камері для утворення, звільняючи м'ясо від цих шкідливих залишків [61]. Копчення знижує водну активність м'яса, що впливає на твердість продукту та стабільність білка [62].

Науковцями встановлено, що в'ялення в поєднанні з копченням підвищує рН і покращує колір, текстуру та запах м'яса [59]. Копчення має комбіновану дію як ферменту, так і тепла, що призводить до змін у профілі жирних кислот у м'ясі [62].

1.2. Способи інтенсифікації копчення м'ясних виробів

Перед копченням продукти повинні пройти попередню обробку, що складається з очищення, жилування, соління або маринування. Правильна обробка сировини скорочує час копчення, автоматично здешевлюючи весь процес. Крім того, це впливає на параметри продукту при зберіганні[42].

Історично метою соління та маринування м'яса було збереження м'яса. Хоча зберігання м'яса досі є важливою проблемою, сьогодні засолювання та

маринування зазвичай використовуються для підвищення виходу продукції шляхом збільшення утримання води та покращення якості м'яса, особливо його ніжності.

Терміни розсол і маринування часто використовуються як взаємозамінні, але насправді вони стосуються двох різних рішень мають деякі подібні функціональні інгредієнти.

Розсіл типовий включає введення в м'ясо розчину солоної води або замочування шматка м'яса або цілого м'яза в розчині солоної води. Тому основні інгредієнти будь-якого приготування розсолу включатимуть мінімум сіль і воду. Крім того, розсоли включатимуть певний тип фосфату, найчастіше триполіфосфат натрію. Інші інгредієнти які можна використовувати в рецептурі розсолу, включають спеції та приправи, такі як цукор, мед, перець, часник, цибуля та інші ароматизатори[60].

Використовуються солі, такі як нітрит натрію у рецептурах певних продуктів для підтримки кольору. Під час переробки розсоли можна використовувати як розчини для замочування, вводити в м'ясо та потім замочують або їх можна вводити в м'ясо.

На ринку м'ясо в яке вводять розчин солі/фосфату продукти зазвичай називають «підсиленими», а м'ясо вимочений у маринаді зазвичай називають маринованим продукт.

Як і розсол, маринування розвинулося як спосіб консервація м'яса; однак, на відміну від розсолу, процес складається із замочування м'яса в приправленій або пікантній кислотній рідині або соус для посилення смаку та м'якості м'яса. Маринади зазвичай включають суміш олії та кислих рідин, таких як оцет, лимонний сік або вино та інші спеції. Солі та фосфати також можна використовувати з маринадами, але рН системи нижчий, ніж у складі звичайного розсолу.

Діяльність, яка найбільш суттєво впливає на продукт, це витримування (маринування). Маринування передбачає змішування харчового продукту з мааринувальною сумішшю, що складається з води та затверджувальної солі

(NaCl, KNO₂ або NaNO₂), часто з додаванням інших агентів, наприклад, цукру, алкогольних напоїв (вино, пиво), фосфатів, аскорбінової кислоти. Ці добавки покращують смак продукту. Крім покращення смаку, процес витримки також впливає на аромат продукту, закріплюючи його колір і сповільнюючи процес окислення.

Сіль у розчині пригнічує розмноження бактерій (попереднє консервування продукту) і видаляє надлишок води [36]. Концентрацію інгредієнтів у маринувальній суміші та тривалість дії підбирають залежно від виду сировини та її властивостей, якими має володіти кінцевий продукт. Розрізняють сухе та вологе маринування [37,38]. Сухе складається з додавання сухої суміші для маринування до мокрого розділеного продукту, який розчиняється в плазмі, дозволяючи інгредієнтам суміші проникати глибоко в продукт [39,40].

Під час мокрого маринування використовується суміш для маринування з різними концентраціями солі для маринування та добавок двома способами: тимчасове занурення продукту в маринад (маринування зануренням) та введення в нього розчину для маринування [41,42]. Після даного процесу виробу піддають обробці крапельницею, яка зазвичай виконується в охолоджену приміщенні з температурою близько 5 °C протягом 24 годин. Крім того, після маринування продукт можна піддати сушінню при температурі від 40 до 50 °C в обігріваній копильній камері без доступу вологи та диму, що значно скорочує час обробки [43,44].

Також актуальна тема використання додаткових інактивує чинників, такі, як ультрафіолетове випромінювання, ультразвук, вакуумування, використання харчових кислот або антибіотиків, а також розсолів на основі активованої води.

До актуальних методів інтенсифікації посолу також відносяться методи механічної дії на м'ясу сировину, серед яких виділяють віброобробку, тендеризацію, масажування. Данні методи можуть застосовуватися як в комплексі, так і самостійно.

Використання енергії механічної дії до сировини значно пришвидшує розподіл складових інгредієнтів розсолів за об'ємом м'ясопродуктів, особливо при використанні багатокомпонентних білкововмісних функціональних розсолів.

Набули значного поширення гідрофізичні методи внутрішньом'язового введення розсолу шляхом шприцювання [9].

1.3. Сучасні інновації в процесах коптіння

Clean Smoke є величезним кроком попереду традиційного копчення. Завдяки цьому інноваційному процесу копчення можна не лише виробляти безпечні та здорові продукти, але водночас можна покращити навколишнє середовище та покращити умови роботи в коптильнях. Особливо для малих і середніх підприємств (МСП) коптіння стане стійким лише таким чином. Також тому, що результат копчення порівнянний із звичайними спеціальними копченнями без будь-яких скорочень[6].

Виробники Clean Smoke, виробники харчових продуктів і роздрібні продавці, виробники сучасних коптилень, дослідницькі інститути, галузеві асоціації та неурядові організації хочуть працювати разом, щоб зробити копчення перспективним. При цьому куріння, яке високо цінується споживачами, приведено у відповідність до сучасних вимог сталого розвитку та здорового харчування. Члени вважають себе партнерами галузі по всій Європі та хочуть прокласти шлях для CleanSmoke на рівні ЄС[6,13].

Завдяки технології Clean Smoke (Чисте коптіння) процес копчення продуктів харчування є стабільним, більш екологічним, менш витратним, позбавленим від таких шкідливих компонентів як зола, дьоготь, канцерогени (поліциклічні ароматичні вуглеводні, або ПАВ). Для забезпечення споживачів перевагами продукції, що вироблена за технологією “Чистого копчення”, Коаліцією Clean Smoke була розроблена та впроваджена відповідна етикетка, що застосовується для якісних та нешкідливих копчених продуктів[12,11].

Clean Smoke – це надійна альтернатива звичайному копченню у всіх відношеннях. Конденсати диму, що використовуються для технології Clean Smoke, перед контактом із продуктами проходять ретельне очищення і тому не містять шкідливих компонентів (зола, дьоготь, ПАВ). В цьому інноваційному процесі копчення всі параметри такі як час, температура, вологість, швидкість циркуляції повітря схожі із умовами звичайного процесу. Тому дана технологія зберігає такі важливі характеристики як смак, колір та термін придатності[6].

Для технології Clean Smoke не треба вирубати дерева: використовується звичайна тирса з деревообробних підприємств. Спочатку ми отримуємо дим з тліючої тирси за контрольованих умов піролізу. Цей дим осаджується звичайною питною водою, яка потім проходить декілька етапів сепарації/фільтрації та позбавляється таких шкідливих компонентів як зола, дьоготь, канцерогени (ПАВ). Таким чином отримуємо очищений конденсат диму на водній основі. Для копчення продукції цей конденсат диму розпилюється через димогенератор -атомізатор за допомогою стисненого повітря та утворюється стабільна димна хмара.

Важливою перевагою технології “Чисте копчення” є те, що ніякі небажані речовини звичайного диму не потрапляють на харчову продукцію, тому що шкідливі компоненти (зола, дьоготь, канцерогени) відфільтровані завдяки багаторазовій сепарації/фільтрації при виробництві базових конденсатів диму. Це пояснює, чому ЄС беззаперечно підтримує використання конденсатів диму у своїй Директиві (EU Regulation 2065/2003)[11,12,13].

Виробники, що використовують “Чисте копчення”, можуть створити значно більш насичений та яскравий аромат диму. Крім того, як із композицією спецій, поєднання різних сортів деревини створює дим, що є більш вишуканим, ніж звичайний. Окрім смаку та аромату, копчення забезпечує зберігання продукції. Харчові продукти, виготовлені за технологією “Чисте копчення”, мають то же термін зберігання, як і при звичайному процесі.

Зменшення викидів в атмосферу

Продукти, вироблені за технологією “Чисте копчення”, демонструють значно кращу Оцінку Життєвого Циклу (LCA). Наприклад, копчення конденсатами диму генерує на 80 % менше вуглекислого газу CO₂ у порівнянні із звичайним копченням на щепі. Також, при чистому копченні немає відкритого вогню чи тління, тому немає виділення оксидів азоту (NO_x) та окису вуглецю (CO). Більш того, на 40 т менш миючих хімічних речовин буде потрапляти у каналізацію та буде заощаджене 550 млн кВт електроенергії, якщо тільки в Німеччині копчення м'ясних продуктів буде вироблятися за технологією Clean Smoke[6].

Не тільки тому, що менш деревини використовується на виробництво конденсатів диму у порівнянні із копченням на щепі. Але, що більш важливо, не треба вирубати живі дерева, тому що тільки тирса з деревообробних підприємств потрібна для виробництва конденсатів диму. Потенціал збереження ресурсів по цій технології ще краще ілюструють данні по споживанню води: при використанні технології чистого копчення приблизно 830 000 м³ води може бути заощаджене лише тільки в Німеччині – це стільки, скільки споживає населення.

Ця інноваційна технологія не тільки виробляє безпечні та здорові продукти, але зменшує навантаження на природу та значно покращує умови праці на виробництві. Ця технологія робить процес копчення стабільним та якісним, а готові продукти такими ж, як і традиційні копченні вироби. Безпека та економічність. Виробники конденсатів диму, харчові підприємства та дистриб'ютори, виробники обладнання для копчення, науково-дослідні інститути, галузеві асоціації працюють на тим, щоб зробити процес копчення більш стабільним та безпечним. У той же час, копчені продукти, які користуються великим попитом у покупців, мають відповідати сучасним вимогам щодо безпеки та здорового споживання їжі. Члени коаліції розглядають себе в якості галузевих партнерів на території Європи на

підтримують запровадження технології Clean Smoke на законодавчому рівні ЄС.

Clean Smoke – справжній та органічний дим. Перш за все, Коаліція Clean Smoke працює над однозначним визнанням цієї технології як звичайне копчення та відповідним використанням без будь-яких обмежень. Європейська комісія давно підтвердила, що димна хмара, отримана із конденсату диму, не є «ароматом диму», а визначається як справжній дим – з тими ж властивостями, але без шкідливих речовин.

1.4. Аналіз обладнання для коптіння

Вибір обладнання для коптіння залежить від конкретних потреб виробництва, бюджету та технологічних вимог. Сучасні технології, такі як clean smoke, відкривають нові можливості для покращення якості продукції, але потребують інвестицій у спеціалізоване обладнання. Традиційні методи все ще залишаються актуальними для малих підприємств і домашнього використання. Правильний вибір обладнання може суттєво вплинути на економічну ефективність виробництва та якість кінцевого продукту.

Аналіз обладнання для коптіння

Коптіння є важливим етапом у виробництві м'ясних та рибних продуктів, оскільки цей процес не лише надає особливий смак і аромат, але й подовжує термін зберігання. Сьогодні існує різноманіття обладнання для коптіння, яке можна класифікувати за різними критеріями.

Основні типи обладнання включають традиційні коптильні апарати, електричні коптильні апарати, газові коптильні апарати, комерційні коптильні печі та системи clean smoke.

Традиційні коптильні димогенератори забезпечують вироблення диму з твердого пального (деревини) і вимагають ручного контролю, що є їхньою перевагою, але також і недоліком, адже вони вимагають більше часу та уваги, а також ризикують нерівномірним прогрівом.

Електричні коптильні апарати працюють на електриці і мають вбудовані терморегулятори для контролю температури, що робить їх легкими у використанні, але вартість їх експлуатації може бути вищою.

Газові коптильні апарати використовують газ як джерело енергії, забезпечуючи рівномірний прогрів, що робить їх швидкими і зруч

ними, проте вони потребують підключення до газопроводу або балонів. Комерційні коптильні печі використовуються на виробництвах для масового коптіння і мають високу продуктивність, проте їх вартість і потреба в більше місці можуть бути недоліком.

Системи clean smoke — це новітні технології, що забезпечують коптіння без диму або з використанням очищеного диму. Вони зберігають аромат без небажаних смакових відтінків і покращують якість продукту, але потребують спеціального обладнання та є дорогими. При виборі обладнання для коптіння важливо враховувати параметри, такі як продуктивність, тип пального, контроль температури і вологості, а також матеріали виготовлення. Правильний вибір обладнання може суттєво вплинути на економічну ефективність виробництва та якість кінцевого продукту[56,57].

Універсальна система приготування та копчення BASTRAMAT[5]

Система (рис.2.) є універсальною системою копчення та приготування. Вона використовується для обробки та доопрацювання різних продуктів харчування, таких як м'ясо та ковбасні вироби, риба та сир. Як середовище для обробки та доопрацювання продуктів використовується вода або дим.

Температура всередині та в серцевині контролюється електронікою. Електрорушійна сила диму та спрацьовування повітряної заслінки управляються автоматично. Циркуляція повітря регулюється в кілька етапів та є малошумною. Під час обробки продуктів психрометрична система вимірювання вологості забезпечує оптимальне насичення циркулюючого повітря вологою. Вбудовані системи пінного очищення та зволоження стисненого повітря підключені до генератора стисненого повітря місці. Технологія рідкого диму, зокрема, відрізняється високою екологічністю.

Забруднюючі речовини відфільтровуються у процесі виробництва рідкого диму В результаті копіння практично не забруднює довкілля.

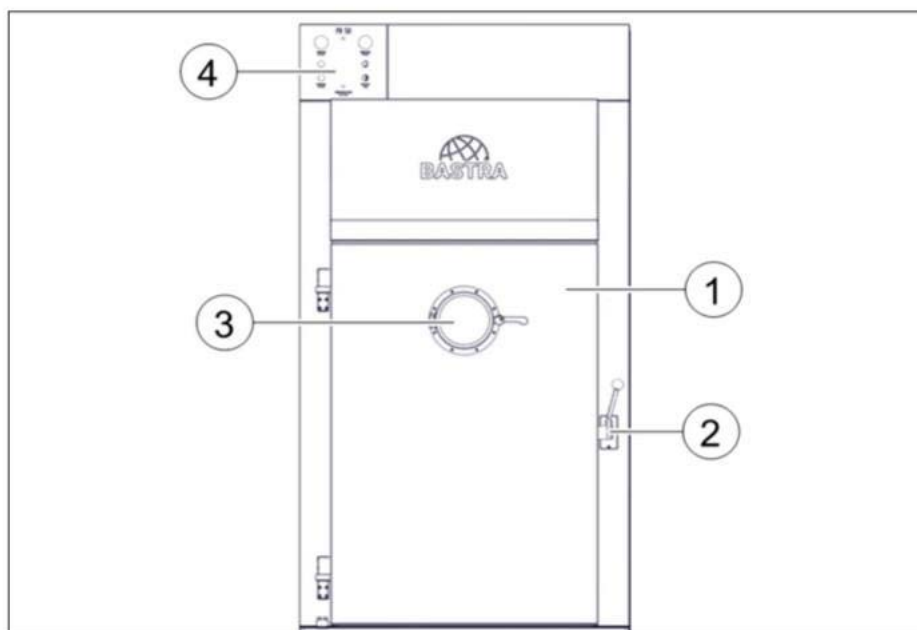


Рис. 2. Універсальна система приготування та копчення BASTRAMAT
(1-двері, подвійна стінка; 2-замикання дверей; 3-вікно перегляду; 4-панель керування)

Основні компоненти Універсальна система приготування та копчення BASTRAMAT

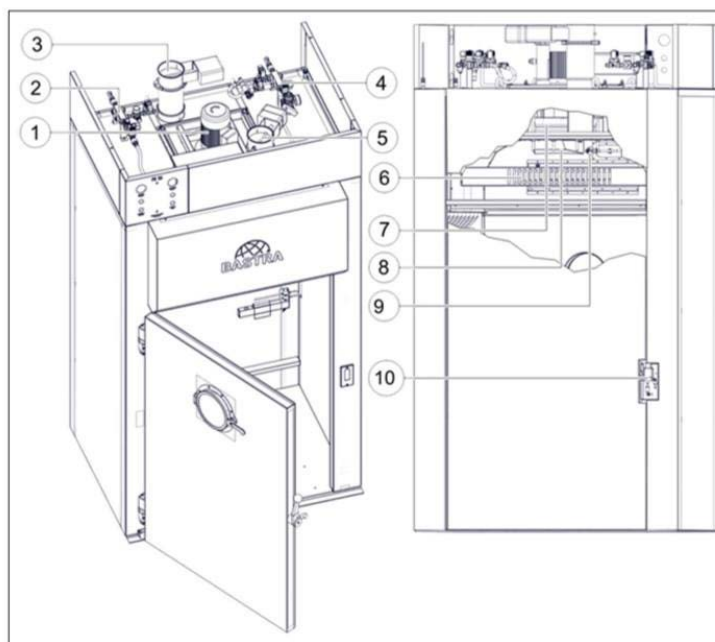


Рис.3. Основні компоненти Універсальна система приготування та копчення BASTRAMAT

(1-двигун; 2-розподільник стисненого повітря; 3-витяжний або припливний повітропровід; 4-розподільник води; 5-витяжний або припливний повітропровід; 6-нагрівальні елементи; 7-колесо вентилятора; 8-всмоктуючий відсік; 9-розпилювальна насадка; 10-утримувальні форсунки для рідкого диму)

Двигун (поз.1) безпосередньо приводить в дію колесо вентилятора (поз.5) підвісної стелі системи. Разом із колесом вентилятора двигун утворює блок рециркуляції повітря.

Розподільник стиснутого повітря (поз.2) з грязеуловлювачем та розподільчою трубою підключається до джерела стисненого повітря на об'єкті та розподіляє стиснене повітря для зволоження та пінного очищення системи. Повітря видаляється із системи через трубу(поз.3). Регульована заслінка в трубі із електроприводом регулює вихід відпрацьованого повітря.

Розподільник води (поз.4) з грязеуловлювачем, розподільною трубою та витратоміром підключається до системи прісної води на об'єкті та розподіляє свіжу воду для зволоження, очищення та промивання системи.

Свіже повітря подається до системи через трубу(поз.5). Регульована заслінка в труба з електроприводом регулює подачу повітря.

Нагрівальні елементи (поз.6) нагрівають повітря та керуються електронікою. Вони забезпечують відповідну температуру всередині камери та температуру ядра продукту.

Всмоктуючий відсік (поз.8) впускає свіже повітря або засіб для чищення. Колесо вентилятора (поз.7) всмоктує свіже повітря з труби подачі повітря та циркулює їх у системі. Колесо вентилятора рухається безпосередньо двигуном.

Розпилювальна насадка (поз.9) розпорошує воду на дрібні частинки. Повітря в системі поглинає ці частинки та утворює водяну пару. Лінія подачі рідкого диму із системи конденсату диму приєднується до тримача форсунки рідкого диму (поз.10).

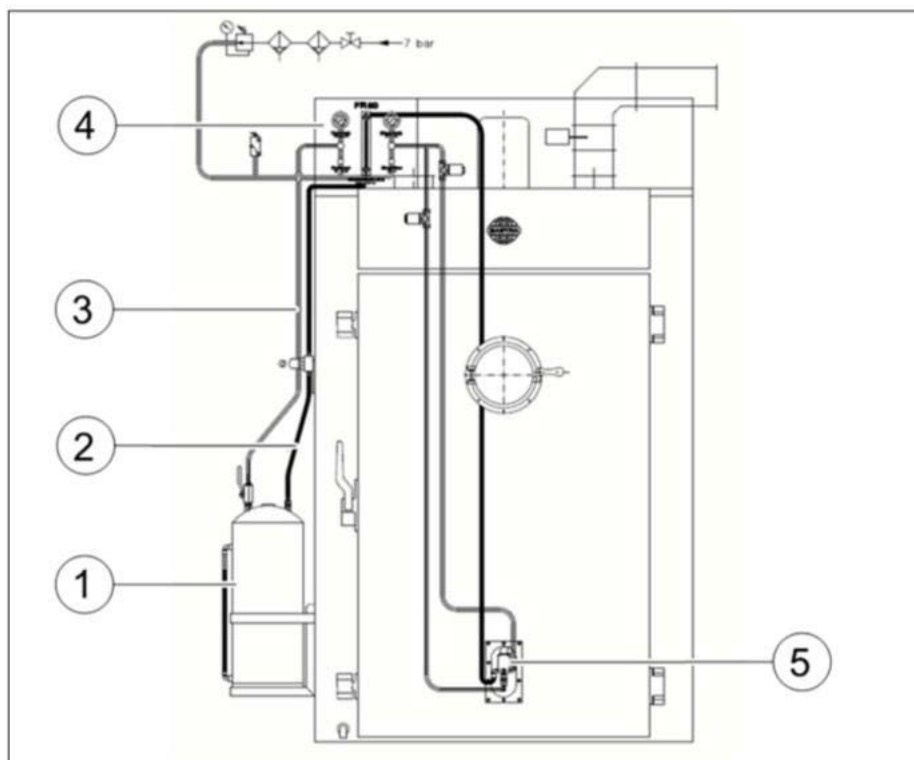


Рис. 4. Система видалення димового конденсату
(1-ємність для рідкого диму; 2-лінія подачі рідкого диму; 3-лінія подачі стисненого повітря; 4-панель керування; 5-насадка для двох речовин(рідкого диму))

Система конденсату диму подає рідкий дим у систему. Стиснене повітря для роботи системи конденсації диму подається від стисненого генератора повітря на місці. Рідкий дим зберігається в резервуарі, до якого подається стиснене повітря. Рідкий дим подається з резервуару у двопаливну форсунку всередині камери через лінію подачі(поз.2).

Другим трубопроводом стиснене повітря подається до двопаливної форсунки. Стиснене повітря розпорошує рідкий дим у двопаливній форсунці і розпорошує його в внутрішній простір камери. Тиск у резервуарі та форсунці, а також витрати рідкого диму відображаються на панелі керування (поз.4) системи конденсації диму та регулюються в міру необхідності.

Функціональний принцип

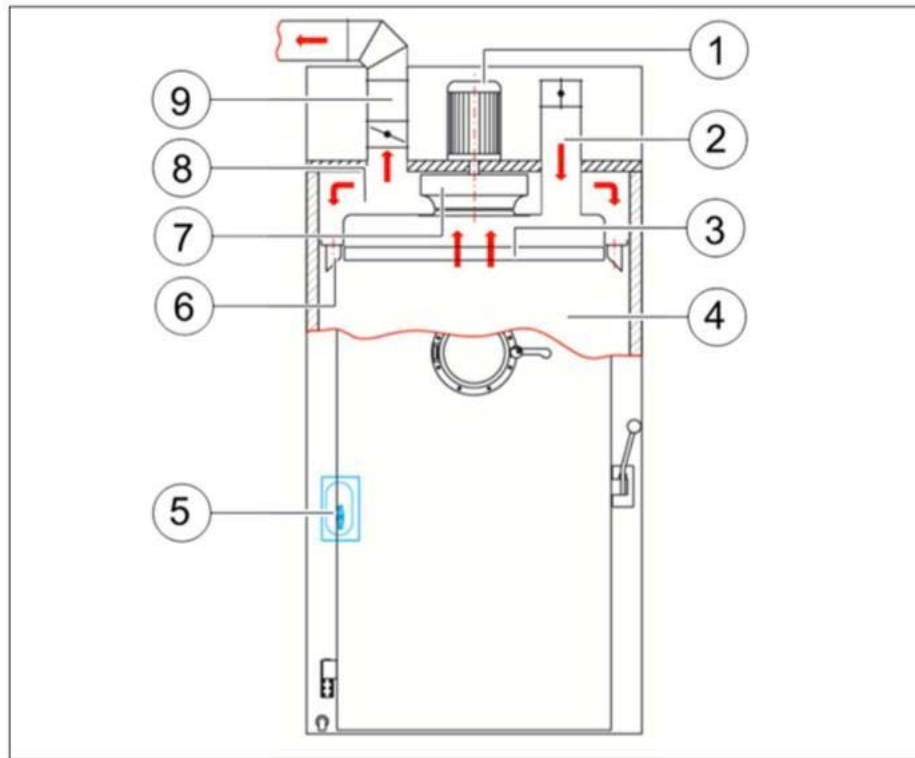


Рис. 5. Принцип роботи системи

(1-двигун; 2-труба подачі повітря з заслінкою; 3-нагрівальні елементи; 4-інтер'єр камери; 5-насадка для двох речовин(рідкого диму); 6-сопло для випуску повітря; 7-колесо вентилятора; 8-підвісна стеля; 9-вихлопна труба з заслінкою)

Свіже повітря надходить через колесо вентилятора трубою припливного. повітря в підвісній стелі системи. Там свіже повітря змішується з нагрітим повітрям, що піднімається. Під дією динамічного тиску в підвісній стелі повітряна суміш направляється в нагнітальні патрубки і далі у внутрішню частину камери. Повітря всередині камери піднімається та нагрівається за рахунок опалення. Управління димовими та повітряними заслінками здійснюється автоматично. Розпилювальне сопло над нагрівачем подає частинки води в нагріте повітря, що піднімається. Нагріте повітря поглинає частки води, і утворюється водяна пара. Колесо вентилятора спрямовує водяний пари через випускні форсунки всередину камери[71].

Двопаливна форсунка всередині камери подає дрібнодисперсний рідкий дим у повітря. Дим, що утворився, розподіляється по всьому внутрішньому простору камери за рахунок циркуляції.

Значення напрямних процесу в системі керування установкою безпосередньо впливають на результат обробки продуктів. При введенні в експлуатацію та подальшій передачі системи оператору значення напрямних процесу адаптуються до вимог різних видів обробки продуктів.

- Рецепт
- Час пропускної спроможності
- Гаряча або холодна обробка м'яса
- Зв'язування м'яса
- Ступінь подрібнення тканин
- Попередньо засолене або свіже м'ясо
- Природна або штучна оболонка
- Засіб для обсмажування та температура ковбасного фаршу.

При використанні барвників добре і швидко почервоніння досягається при переробці свіжого м'яса. Фарбувальний агент додається під час подрібнення перед додаванням жиру та пісного м'яса. Під час обробки застосовуються рекомендації виробника фарбуючого речовини. Вирішальне значення для часу забарвлення має кінцева температура куттера від 12 до 14 °С. Для тонкоподрібнених продуктів з високим вмістом жиру нижча температура може зменшити потовиділення та виділення олії. Залежно від щільності завантаження візка продуктами харчування регулюються відповідні значення часу пропускної можливості.

1.5. Узагальнення результатів першого розділу

Отже, виходячи з викладеної інформації, можна зробити висновок, що застосування способу Clean Smoke в технології м'ясних продуктів відкриває нові перспективи для покращення їх якості, безпечності та можливості подовження терміну зберігання м'ясним виробам. Цей метод не лише дозволяє досягти специфічних смакових характеристик, але й має потенціал для

зниження вмісту шкідливих речовин, таких як нітрати та канцерогени, що особливо важливо в умовах сучасного виробництва.

У контексті зазначених досліджень, доцільно акцентувати увагу на важливості розробки оптимальних технологічних параметрів для впровадження Clean Smoke у виробництво м'ясних виробів. Це включає в себе не лише вибір відповідних видів м'яса та технології обробки, а й детальний аналіз впливу даного методу на органолептичні та фізико-хімічні показники готової продукції.

Враховуючи вищезазначене, основними завданнями подальших досліджень є:

- Вивчення ефективності використання способу Clean Smoke у різних типах м'ясних продуктів.
- Оцінка впливу технологічних параметрів на якість готової продукції.
- Аналіз безпеки та довговічності м'ясних виробів, виготовлених за цією технологією.
- Розробка рекомендацій щодо оптимізації процесу для підвищення економічної ефективності.

Таким чином, дане дослідження має значний потенціал для впровадження інновацій у м'ясну промисловість та підвищення якості харчових продуктів.

2. ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Мета та задачі досліджень

Мета і задачі дослідження. Метою проведення наукового дослідження є подовження терміну м'ясної сировини через використання технології Clean Smoke, яка забезпечує надійний захист від мікробної контамінації та покращує органолептичні властивості продукту.

Об'єктом дослідження обрано куряче стегно, яке обробляється за допомогою технології Clean Smoke для досягнення бажаних характеристик.

Предметом дослідження є модельні зразки курячого стегна, оброблені за класичною технологією (без додаткових компонентів) та удосконаленою – з використанням Clean Smoke.

Основними завданнями роботи були:

- Вибір технології Clean Smoke та додаткових компонентів для покращення якості курячого стегна.
- Визначення оптимальних параметрів копчення для забезпечення максимального терміну зберігання.
- Розроблення нових рецептур для обробки курячого стегна із застосуванням Clean Smoke.
- Визначення фізико-хімічних характеристик готового продукту.
- Оцінка терміну зберігання обробленого курячого стегна за різних умов.
- Проведення порівняльного аналізу отриманих зразків з контрольним варіантом, відповідно до вимог нормативних документів.
- Визначення основних показників якості та безпеки продукту шляхом математично-статистичного оброблення даних.

Експериментальні дослідження проводилися відповідно до розробленої схеми в лабораторних умовах Національного університету харчових технологій на кафедрі технології м'яса та м'ясних продуктів.

2.2. Формування плану проведення наукових досліджень виробів за технологією Clean Smoke

Наукові дослідження проводились за схемою яка зображена на рис. 2.1.

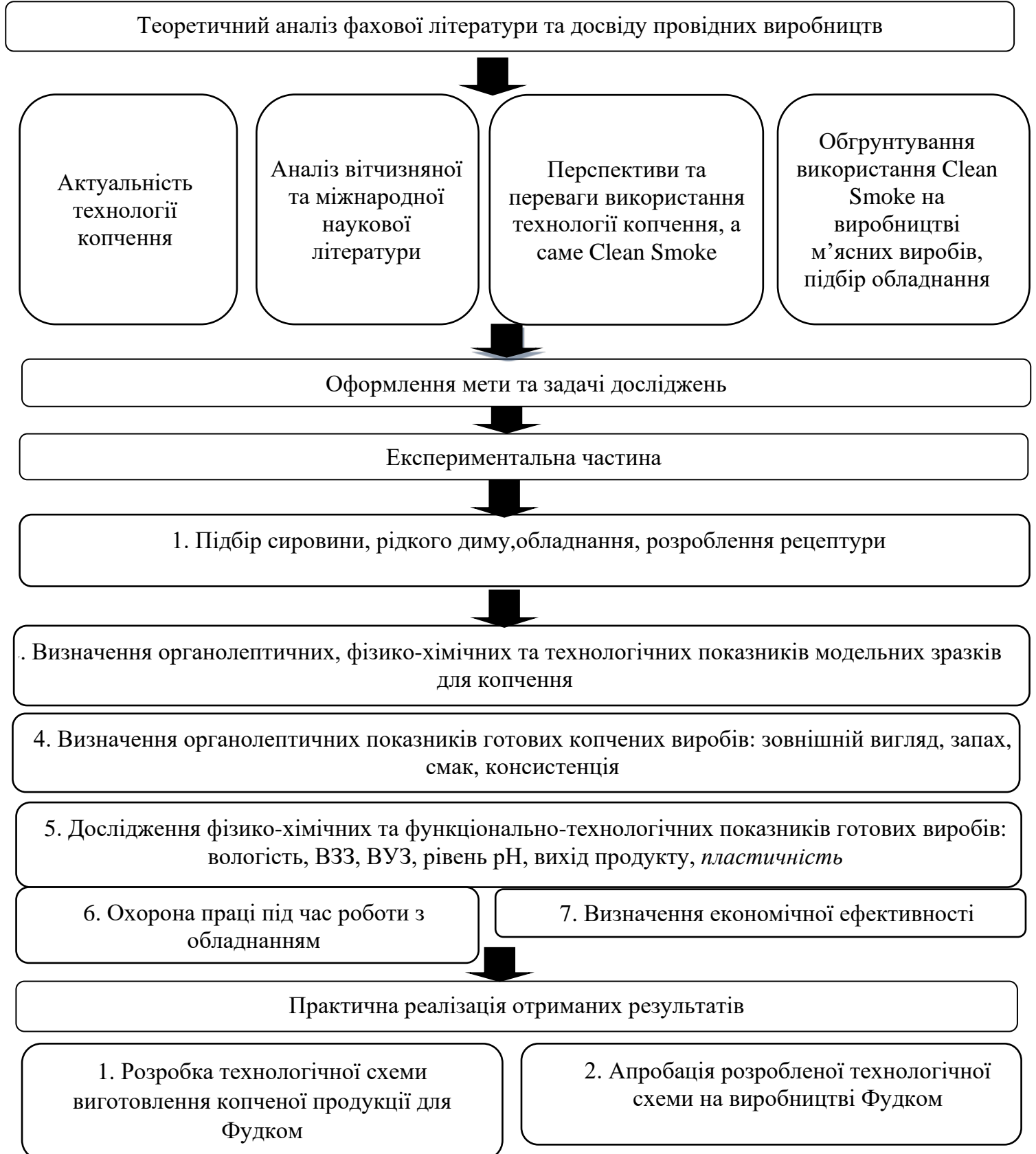


Рис. 2.1. План проведення наукових досліджень

2.3. Опис методів дослідження

У магістерській роботі були підбрані методи досліджень, які дозволили оцінити органолептичні характеристики та фізико-хімічні показники виробів виготовлених за технологією Clean Smoke. Амінокислотний склад і економічні показники предметів дослідження були визначені розрахунковим методом [46].

2.3.1. Визначення органолептичних показників копчених виробів

Органолептична оцінка копчених м'ясних виробів є важливим етапом контролю якості, що дозволяє визначити їх споживчі властивості. Методологія цієї оцінки включає кілька ключових етапів. Спочатку проводиться підготовка зразків, де обираються копчені м'ясні вироби, що відповідають стандартам якості, а також забезпечуються умови зберігання (температура, вологість) перед оцінкою. Далі відбувається оцінка зовнішнього вигляду, під час якої визначаються форма та розмір виробів, їх колір, однорідність та наявність дефектів, а також текстура – гладкість або шорсткість поверхні.

Наступним етапом є оцінка аромату, де зразки обережно обираються для визначення інтенсивності та приємності запаху, а також виявлення сторонніх ароматів. Потім проводиться оцінка смаку, під час якої здійснюється дегустація, оцінюються основні смаки (солоний, копчений, пряний), гармонія смаку та якість післясмаку. Оцінка текстури включає визначення консистенції, щільності, м'якості та соковитості продукту, а також легкості розжовування.

Усі результати органолептичної оцінки фіксуються за допомогою оцінювальних балів, наприклад, за шкалою 1-5, де 5 – відмінно. Далі результати підлягають статистичному аналізу для отримання об'єктивних висновків. Важливим етапом є порівняння отриманих результатів з контрольними зразками або нормативними вимогами. Ця методологія дозволяє комплексно оцінити якість копчених м'ясних виробів, що сприяє

покращенню технології їх виробництва та забезпеченню високих стандартів якості.

2.3.2. Визначення водозв'язуючої здатності копчених виробів методом пресування

Методика визначення водозв'язуючої здатності копчених виробів методом пресування полягає у кількох ключових етапах, що забезпечують точність та об'єктивність результатів. Спочатку для дослідження обираються копчені вироби, які мають однорідну структуру, щоб уникнути впливу різних текстурних характеристик на результати. Копчені вироби подрібнюють на дрібні рівні частини, забезпечуючи їх однорідність за розмірами.

Далі фіксується їх вага. На наступному етапі зразки поміщають в прес між фільтрувальним папером і визначення кількості відокремленої вологи за розміром плями, яку вона залишає на фільтрувальному папері де піддається механічному тиску протягом визначеного часу. Цей процес дозволяє вивільнити воду, яка не зв'язана з м'ясом, і забезпечує точність вимірювання. Після завершення пресування вага зразків знову фіксується[76].

Розмір вологої плями (зовнішньої) розраховували як різницю між загальною площею та площею, вкритою плямою м'яса. Експериментально встановлено, що 1 квадратний сантиметр площі плями вологого фільтра відповідає 8,4 мілілітрам води.

Вміст зв'язаної вологи обчислили за формулами:

$$x_1 = (A - 8,4b) 100/m_0; \quad (2.1)$$

$$x_2 = (A - 8,4b) 100/a, \quad (2.2)$$

де x_1 - вміст зв'язаної вологи, % до копченого виробу;

a – загальний вміст вологи в дослідній наважці копченого виробу, мг;

b – площа досліджуваної вологої плями, кв. см;

m_0 – маса наважки фаршу, мг;

x_2 – вміст зв'язаної вологи копченого виробу, % до загальної вологи копченого виробу.

Отримані дані аналізуються для визначення водозв'язуючої здатності копчених виробів, що є важливим показником їх якості. Висока водозв'язуюча здатність свідчить про відповідну текстуру та соковитість продукту, тоді як низькі показники можуть вказувати на проблеми з якістю або технологією виготовлення. Таким чином, метод пресування є ефективним способом для оцінки водозв'язуючої здатності копчених виробів і може використовуватися для контролю якості на всіх етапах їх виробництва.

2.3.3. Визначення вмісту вологи в копчених виробах

Методика визначення вмісту вологи в копчених виробах полягає у вимірюванні втрати маси зразків під час їх висушування. Спочатку вибирають досліджувальні зразки копчених виробів і вимірюють їх початкову масу з точністю до 0,01 г. Потім зразки поміщають у сушильну шафу, встановлену на температуру 100-105 °С, де вони висушуються протягом 4-12 годин, залежно від типу продукту.

Після завершення висушування зразки витягують з шафи і охолоджують до кімнатної температури в ексікаторі, щоб уникнути поглинання вологи з повітря. Після охолодження проводять повторне вимірювання маси знову з такою ж точністю. Вміст вологи в продуктах визначається за формулою, яка обчислює різницю між початковою та кінцевою масами, виражену у відсотках. Результати занотують, включаючи початкову та кінцеву маси, а також обчислений вміст вологи. Цей метод є простим і ефективним, проте слід враховувати можливий вплив жирів або інших компонентів, які можуть також випаровуватись під час сушіння[76,3,2].

Вміст вологи ($X\%$) копчених виробів розраховували за даною формулою:

$$X = ((m_0 - m_1) / (m_0 - m_2)) \times 100\%, (2.3)$$

де:

m_0 - маса ємності з наважкою до висушування копчених виробів, грама (г).

m_1 - маса ємності з наважкою після висушування копчених виробів, грама (г).

m_2 — маса порожньої ємності, у грамах (г).

2.3.4. Визначення вмісту жиру в копчених виробах

Визначення вмісту жиру в копчених виробах зазвичай проводять за допомогою екстракційного методу, найчастіше з використанням розчинників, таких як етер або бензин.

Спочатку зразок продукту подрібнюють до однорідної маси, після чого відважують певну кількість (зазвичай 5-10 г). Подрібнений зразок поміщають у екстракційний апарат, наприклад, за методом Сокслета. В апараті зразок витягується за допомогою обраного розчинника протягом кількох годин (зазвичай 4-8 годин), що дозволяє жирним компонентам переходити в рідину.

Після завершення екстракції розчинник з жиром відокремлюється, а жир знову осаджується та висушується при певній температурі до постійної маси. Після цього проводиться зважування отриманого жиру. Вміст жиру в зразку обчислюється за формулою:

$$\text{Вміст жиру (\%)} = ((m_1 - m) / m_0) \times 100\%, \quad (2.4)$$

де:

m_1 - маса гільзи до екстракційного вилучення, грама (г).

m - маса гільзи після екстракційного вилучення, грама (г).

m_0 - маса копченого продукту, взятого для визначення вологості, грама (г)[2,3,76].

Отримані дані занотовуються для подальшого аналізу. Цей метод є точним, проте варто враховувати, що результати можуть варіюватись залежно від використаного розчинника та умов екстракції.

2.3.5. Визначення вмісту фосфору в копчених виробках

Випробування за даною методиком здійснюється згідно ДСТУ ISO 2294:2005 «М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення загального вмісту фосфору (контрольний метод)»[41].

Три грами подрібненої проби копченого виробу зважують на лабораторних вагах з похибкою не більше 0,001 г і переносять у колбу Кьельдаля. Додають 20 мл азотної кислоти, встановлюють колбу під кутом 40 ° і нагрівають протягом 5 хвилин на електричній плитці. Потім охолоджують, додають 5 мл сірчаної кислоти і знову нагрівають. Під час мінералізації, коли розчин починає темніти, періодично додають азотну кислоту за допомогою піпетки Пастера. Нагрівання триває до знебарвлення розчину та появи білих парів. Після цього колбу охолоджують, додають 15 мл дистильованої води і нагрівають ще 10 хвилин.

Вміст колби охолоджують, переносять у хімічний стакан об'ємом 250 мл, змиваючи стінки колби дистильованою водою, і додають 10 мл азотної кислоти. Об'єм розчину доводять до 100 мл дистильованою водою до позначки, нанесеної на зовнішній стороні склянки. Додають 50 мл реактиву для осадження, закривають стакан годинниковим склом і кип'ятять на електричній плитці протягом 1 хвилини. Після цього охолоджують до кімнатної температури, періодично перемішуючи скляною паличкою.

З жовтим осадом фільтрують вміст склянки за допомогою водоструминного насоса через скляний фільтр. Фільтр попередньо сушать при температурі 200 ± 5 °C протягом 30 хвилин, охолоджують в ексікаторі і зважують з похибкою не більше 0,001 г.

Залишки осаду дослідженої проби змивають зі стінок склянки дистильованою водою з промивальної колби і переносять на фільтр. Жовтий осад на фільтрі промивають п'ятьма порціями дистильованої води по 25 мл.

Скляний фільтр з осадом висушують у сушильній шафі при температурі 200 ± 5 °С протягом 1 години, після чого охолоджують в ексикаторі і зважують.

Вміст загального фосфору в мг на 100 г копченого продукту розраховують за формулою

$$X = \frac{0.0146 \cdot m_1 \cdot 100}{m_0} \quad (2.5)$$

де 0,0146 — коефіцієнт для обчислення фосфору в осаді;

m_0 — маса досліджуваної проби копченого виробу в г;

m_1 — маса осаду фосфомолібдату хіноліну в мг.

Середньоарифметичне значення результатів двох паралельних визначень приймають за остаточний результат. Розбіжність між паралельними визначеннями не повинна перевищувати 10 мг фосфору на 100 г продукту[47,76].

2.3.6. Визначення рН копченого виробу за допомогою рН-метра

Для визначення рН копчених виробів використовують водну витяжку у співвідношенні 1:10. Спочатку у конічну колбу поміщають 5 г дрібноподрібненого копченого виробу, зваженого на технічних вагах, і додають 50 мл дистильованої дистильованої води. Суміш настоюють протягом 30 хвилин, періодично помішуючи, а потім ретельно проціджують через паперовий фільтр. рН вимірюють після 60 хвилин прогріву, використовуючи рН-метр-340, підключений до електричної мережі[76].

2.3.7. Визначення амінокислотного складу білків копчених продуктів

Амінокислоти (АК) є важливими поживними компонентами збалансованої дієти і містяться в харчових продуктах або у вільній формі або як будівельні блоки білків. Аналіз в харчових продуктах складається з кількох

одиночних операцій; вивільнення АК з харчової матриці, відокремлення окремих АК та їх кількісне визначення за допомогою калібрувальних стандартів. Кожен із цих кроків має свої особливості, наприклад для оптимального вивільнення різних АК необхідні різні умови гідролізу, і існує різноманітна кількість і тип харчових матриць, так що більшість лабораторій адаптують методи, щоб найкраще відповідати своїм застосуванням.

Наразі не існує офіційного стандартизованого методу аналізу вільної форми амінокислот, хоча Асоціація аналітичних спільнот (АОАС) підтвердила методи для ряду окремих компонентів вільних амінокислот.

Встановлені аналітичні методи (іонообмінна або обернена фаза) і ГХ-МС нещодавно були доповнені рядом нових методів. До них відносяться капілярний електрофорез MS і Ultra HPLC-MS, а також LC з іншими детекторами.

Аналіз амінокислотного складу – це класичний метод аналізу білка, який знаходить широке застосування в дослідженнях медицини та харчової науки і незамінний для кількісного визначення білка. Це складна техніка, що включає два етапи: гідроліз субстрату та хроматографічне розділення та виявлення залишків. Правильно проведений гідроліз є обов'язковою умовою успішного аналізу. Найбільш значні досягнення технології за останнє десятиліття полягають у скороченні часу гідролізу за рахунок використання енергії мікрохвильового випромінювання; покращення чутливості виявлення залишків, кількісного визначення чутливих залишків та розділення енантіомерних форм амінокислот; застосування аналізу амінокислот у великомасштабній ідентифікації білків шляхом пошуку в базі даних; та (iv) поступове замінення вихідного іонообмінного залишку шляхом високоефективної рідинної хроматографії зі зворотною фазою.

Амінокислотний аналіз в даний час стикається з величезною конкуренцією у визначенні ідентичності білків і гомологів амінокислот за допомогою істотно більш швидких методів мас-спектрометрії. Технологія аналізу амінокислот потребує подальшого спрощення та автоматизації етапів

гідролізу, хроматографії та виявлення, щоб витримати тиск, який чинять інші технології[66,67].

Амінокислотний склад білків у копчених виробах визначають за допомогою методу іонообмінної рідинно-колонкової хроматографії на автоматичному амінокислотному аналізаторі. Принцип роботи автоматичного аналізатора амінокислот (розроблений Спекманом, Штейном і Муром) полягає в перекачуванні елюента з ємності через хроматографічну колонку за допомогою дозувального насоса. На виході з колонки до елюату мікронасосом безперервно додається нінгідринний реактив у певному співвідношенні. Суміш елюата та нінгідрину направляється через капілярну трубку в реактор, нагрітий до 95–98 °С, а потім у проточну кювету.

Інтенсивність отриманого фарбування вимірюється фотоколориметрично за допомогою фотоелемента, через який проходить світло від джерела. Сигнали фотоелемента підсилюються і реєструються самописним потенціометром у вигляді хроматограми. Площа піків на хроматограмі підраховується і порівнюється з площами піків амінокислот з відомою концентрацією, що дозволяє обчислити абсолютну кількість амінокислоти в аналізованому зразку.

Замість двуколонного методу (де кислі і нейтральні амінокислоти розділяються на великій колонці, а основні – на маленькій) дедалі частіше застосовується одноколонний метод розділення амінокислот. Цей підхід зменшує витрати реактивів та зразків, а також усуває кількісні розбіжності при дозуванні проб на дві колонки.

Загальноприйнятим методом розділення амінокислот на іонообмінних колонках є використання натрій цитратних буферів як елюентів (розчинників, які витісняють амінокислоти з хроматографічної колонки). Проте при використанні натрій цитратних буферів аміді (глутамін і аспарагін) та амінокислоти небілкового походження не підлягають розділенню. Тому останнім часом успішно використовують літій цитратні буфери як елюенти. За допомогою літій цитратних буферних систем на іонообмінних колонках

можна розділити до 60 нінгідрин-позитивних сполук, хоча час аналізу при цьому збільшується.

Елюція амінокислот із іонообмінної колонки здійснюється послідовно за допомогою літій цитратних буферних розчинів з рН 2,75; 2,95; 3,2; 3,8; 5,0. Співвідношення нінгідринового реактиву до елюенту становить 1:2, температура термостатування колонки — 38,5 °С і 65 °С. Дослідний зразок розводять у літій цитратному буфері[66,67].

Для підготовки зразків до аналізу найчастіше використовують метод гідролізу хлористоводневою (соляною) кислотою. На дні вогнетривкої пробірки (пірекс) розміщують ретельно зважений зразок, що містить близько 2 мг сухого білка або еквівалентну кількість водного розчину білка. До сухої наважки додають 0,5 мл дистильованої води і 0,5 мл концентрованої хлористоводневої кислоти. Якщо в пробірці вже є водяний розчин білка, до нього також додають таку ж кількість концентрованої кислоти.

Пробірку охолоджують у суміші сухого льоду з ацетоном або рідкого азоту. Після того, як вміст замерзне, з пробірки відкачують повітря за допомогою вакуумного насоса, щоб запобігти окисленню амінокислот під час гідролізу. Потім пробірку запаюють і поміщають на 24 години в термостат з постійною температурою +106 °С.

Після завершення гідролізу пробірку розкривають, попередньо охолодивши до кімнатної температури. Вміст переноситься у скляний бюкс і поміщається у вакуум-ексикатор над гранульованим їдким натром. Потім повітря з ексикатора видаляють за допомогою водоструйного насоса. Після висушування зразка в бюкс додають 3–4 мл деіонізованої води та повторюють процедуру висушування. Можна також видалити соляну кислоту на водяній бані під витяжкою.

Підготовлений таким чином зразок розчиняють у 0,3-нормальному літій цитратному буфері з рН 2,2 і наносять на іонообмінну колонку аналізатора амінокислот. Щоб розрахувати кількість амінокислот у досліджуваному зразку, попередньо на колонку автоматичного аналізатора амінокислот

наносять стандарту суміш амінокислот із відомою концентрацією кожної амінокислоти. На хроматограмі розраховують площу піка кожної амінокислоти (або висоту піка) Кількість мікромолей кожної амінокислоти (X_i) у дослідному розчині обчислюють за формулою:

$$X_i = S_i / S_0 \quad (2.6)$$

де S_i — площа піку (або висота) амінокислоти в досліджуваному зразку, а S_0 — площа піка (або висота) тієї ж амінокислоти в розчині стандартної суміші амінокислот, що відповідає 1 мікромолю кожної амінокислоти.

Кількість в міліграмах визначають, множачи кількість мікромолей амінокислоти на відповідну їй молекулярну масу. Якісний склад суміші амінокислот визначають, порівнюючи хроматограми стандартної та досліджуваної сумішей амінокислот.

2.3.8. Мікробіологічні методи дослідження

Під час переробки та зберігання бактерії, присутні в мікробіоті м'яса, взаємодіють між собою (біотичні взаємодії) та з м'ясним субстратом (абіотичні взаємодії). М'ясо дозволяє мікроорганізмам рости і, отже, проявляти багато метаболічних функцій.

Серед різноманітних мікроорганізмів, які можуть розвиватися на м'ясі, лише невелика частка може зіпсувати продукти через свою метаболічну діяльність. Мікробний метаболізм характеризується споживанням сполук і виробленням нових. Найкращим прикладом є молочнокислі бактерії (LAB), які виробляють молочну кислоту з джерел вуглецю, які вони споживають з м'яса. Молочна кислота може мати різну дію, бажану або небажану, в залежності від виду м'ясного продукту. Це один із важливих етапів виробництва ферментованих ковбасних виробів: він може впливати на текстуру, викликаючи осадження білка, і покращувати мікробну безпеку завдяки кислотній природі молочної кислоти та падінню рН, які мають антимікробну дію[64].

Молочна кислота також бере участь у кислому смаку, що є важливою ознакою ферментованого м'яса, але небажаною в інших продуктах. Наслідки метаболічної активності мікроорганізмів можуть призвести до псування різних сирих або варених м'ясних продуктів. Тому мікробне псування слід розглядати як складний процес, який залежить як від мікроорганізмів, так і від їх біотичних та абіотичних взаємодій. Відомо кілька мікробних метаболічних шляхів, що призводять до виявлення молекул, що псуються, які можуть впливати на колір, текстуру та/або запах і смак м'яса та м'ясних продуктів[39].

Однак у багатьох випадках, навіть коли дефекти спостерігаються і корелюють з наявністю ідентифікованих видів бактерій і з виробництвом відомих молекул псування, точний механізм, що призводить до псування, все ще невідомий або лише припускається. Таким чином, для кращого розуміння псування м'яса необхідні знання про мікробні речовини, присутні в м'ясі, їх взаємодію та метаболічну активність.

За останні кілька років кілька досліджень сприяли кращій оцінці питання. Розробка нових методів опису видів мікроорганізмів, що складають мікробіоту м'яса, в основному на основі секвенування ДНК, дала кращий опис того, хто там знаходиться, з ідентифікацією нових або непідозрюваних видів.

Аналіз геному також виявив функції, які потенційно експресуються забруднювачами м'яса. І, нарешті, за допомогою м'ясних продуктів або спрощених моделей (м'ясні матричні моделі та/або прості бактеріальні консорціуми) було підкреслено метаболічні функції, що сприяють бактеріальній адаптації або метаболізму.

Визначення загальної кількості мікроорганізмів у копчених виробках починається з визначення загального обсіменіння досліджуваного зразка. Для цього пробу м'яса двічі обробляють спиртом, після чого стерильним скальпелем вирізають шматочок вагою 1-2 г. Цей шматок поміщають у стерильну ступку і зважують, а потім розтирають із 5 г стерильного піску, поступово додаючи стерильну воду в співвідношенні 1:10. Стерильною піпеткою беруть 1 мл рідини з верхнього шару і виливають його в стерильну

чашку Петрі, після чого заливають розплавленим МПА (при температурі 40-45 °С). Вміст чашки ретельно перемішують, а після застигання витримують у термостаті при температурі 37 °С протягом 20-24 годин.

Вивчення колоній, які виростили на м'ясо-пептонному агарі (МПА), починається після 20-24 годин термостатування посівів. Колонії досліджують за допомогою лупи або під невеликим збільшенням мікроскопа. Особливу увагу звертають на виявлення колоній з характерними ознаками для бацил сибірки, пастерельозу, бешихи, а також стафілококів, стрептококів і диплококів. З 16 виявлених підозрілих колоній готують мазки, фарбують їх за Грамом і досліджують під мікроскопом[65].

Колонії *Bacillus anthracis* на МПА формують нитки, що переплітаються, з нерівною поверхнею, їх часто порівнюють з «головою медузи». Колонії *Pasteurella multocida* мають вигляд дрібних округлених колоній, які просвічуються. Колонії *Bact. Erysipelatis suis* ростуть у вигляді маленьких прозорих крапельок роси. Стафілококи формують круглі дрібні колонії білого, жовтогарячого, лимонно-жовтого або золотаво-жовтого кольорів. Стрептококи й диплококи ростуть у вигляді маленьких сіруватих колоній, які можуть бути прозорими або злегка мутнуватими.

В залежності від результатів мікроскопії мазків та росту на МПА, проводять спеціальні дослідження для ідентифікації мікроорганізмів. Діагноз сибірської виразки ставлять на основі мікроскопії мазків-відбитків, характеру росту на живильних середовищах, серологічного дослідження і біопроби на лабораторних тваринах. Діагноз пастерельозу і бешихи встановлюють також за результатами мікроскопії мазків та характеру росту на живильних середовищах.

Для діагностики кокових токсикоінфекцій використовують мікроскопічне дослідження (грампозитивні, нерухомі, круглі мікроорганізми, розташовані в ланцюгах, гронах та у вигляді ланцетоподібних диплококів) і аналіз росту на живильних середовищах. Для диференціації патогенних і непатогенних мікроорганізмів цієї групи виконують спеціальні дослідження.

Вивчення колоній, що вирости на середовищі Ендо, проводять за допомогою лупи або під невеликим збільшенням мікроскопа. Особливу увагу приділяють ознакам росту, характерним для бактерій роду *Salmonella*, *Escherichia* та *Proteus*.

На середовищі *E. coli*, що ферментує лактозу з утворенням кислоти, колонії відрізняються кольором від колоній сальмонел і протея, які не ферментують цей цукор. Бактерії групи *E. coli* формують великі червоні колонії, часто з металевим блиском. У свою чергу, бактерії групи *Salmonella* утворюють невеликі округлі колонії, блідо-рожеві, прозорі або напівпрозорі з блакитним відтінком. Бактерії групи *Proteus* ростуть у вигляді тонкого прозорого нальоту з блакитним відтінком.

Якщо через 20-24 години на середовищі Ендо не спостерігається росту бактерій, проводять посів із середовища накопичення на одне з елективних середовищ, зокрема на середовище Плоскірева. Це обумовлено тим, що воно інгібує ріст протея, який може розвиватися у вигляді ізольованих колоній, а кількість виділених сальмонел в такому випадку буде найбільшою.

Дослідження умовно-патогенних бактерій, зокрема ідентифікація бактерій групи кишкової палички в копчених м'ясних виробках, є важливим етапом контролю якості продуктів харчування[65,66].

Для ідентифікації *Escherichia coli* в копчених виробках, спочатку проводять підготовку зразків. Вироби подрібнюють та зважують, після чого обробляють стерильною водою, отримуючи відповідний розчин для посіву. Далі проводять висів на вибіркові живильні середовища, такі як середовище Ендо або MacConkey, яке дозволяє відокремити лактозоферментуючі бактерії.

Після інкубації колонії аналізують за характером росту та кольором. *Escherichia coli* формує червоні або рожеві колонії з металевим блиском на середовищі Ендо, тоді як на MacConkey колонії також будуть червоні.

Для подальшої ідентифікації використовують біохімічні тести, такі як тест на ферментацію лактози, утворення газу, а також проведення тесту на наявність триптофану (индол). Важливим етапом є також мікроскопічне

дослідження мазків, що дозволяє визначити грампозитивність чи грамнегативність бактерій.

При підтвердженні наявності *E. coli* в зразках проводять додаткові серологічні дослідження для виявлення конкретних серотипів. Це важливо для оцінки потенційного ризику для здоров'я споживачів.

Загалом, результати дослідження допомагають оцінити безпеку копчених м'ясних виробів та запобігти можливим спалахам інфекцій, пов'язаних із вживанням заражених продуктів.

Бактерії групи *Протеус* є тонкими, рухливими, грамнегативними паличками малого розміру. На пластинчастому м'ясо-пептонному агарі (МПА) та на диференційному середовищі Ендо основний представник цієї групи, *Proteus vulgaris*, формує характерні колонії у вигляді прозорого нальоту.

Характерним тестом для визначення цих бактерій є специфічний ріст культури, висіяної у конденсаційну воду скошеного агарного середовища (за методом Шукевича), а біохімічний тест базується на здатності протея розщеплювати сечовину.

Для ідентифікації підозрілих колоній їх висівають у конденсаційну воду свіжоскошеного МПА (згідно з методом Шукевича) та в «скошений стовпчик» (типу Ресселя з сечовиною). Середовище «скошеного стовпчика» містить: 1% сечовини, 4% лактози, 0,1% глюкози та індикатор ВР (суміш розлової кислоти та водного блакитного)³⁹].

2.3.9. Методика визначення кислотного, перекисного чисел копчених виробів

Методика визначення кислотного та перекисного чисел копчених виробів включає кілька етапів, що дозволяють оцінити якість продуктів. Для визначення кислотного числа спочатку беруть приблизно 5 г подрібненого копченого виробу, поміщають у чисту колбу та додають 50 мл етилового спирту (90%). Суміш збовтують і залишають на 1-2 години для екстракції

кислот. Після цього розчин фільтрують, а 10 мл фільтрату титрують 0,1 Н розчином натрій гідроксиду (NaOH) з індикатором (фенолфталеїном) до появи стійкої рожевої забарвлення. Кислотне число визначають за формулою:

$$K = (V \times C \times 56.1) / m, (2.7)$$

де K — кислотне число,

V — об'єм NaOH у мл,

C — концентрація NaOH,

m — маса зразка в грамах.

Для визначення перекисного числа спочатку беруть 5 г копченого виробу, подрібнюють його та поміщають у колбу, після чого додають 25 мл суміші метанолу та хлороформу (1:1). Суміш добре перемішують і залишають на 30 хв для екстракції. Після екстракції фільтрують розчин, а 10 мл фільтрату титрують 0,01 Н розчином йоду з індикатором (крохмаль). Перекисне число визначають за формулою:

$$P = (V \times C \times 1000) / m, (2.8)$$

де P — перекисне число,

V — об'єм I₂ у мл,

C — концентрація I₂,

m — маса зразка в грамах[76].

Кислотне число вказує на наявність вільних жирних кислот, що може свідчити про гідроліз жирів та зниження якості продукту, тоді як перекисне число відображає ступінь окислення жирів, що є важливим показником свіжості і якості копчених виробів. Оцінка обох чисел є важливою для контролю якості копчених м'ясних продуктів і забезпечення їх безпеки для споживання.

2.3.10. Методика визначення виходу готових виробів

Методика визначення виходу готових копчених м'ясних виробів передбачає кілька етапів, які дозволяють оцінити, скільки продукту було отримано в результаті копчення.

Спочатку, перед початком процесу, зважують сировину — м'ясо або м'ясну сировину, яка підлягає обробці. Це є вихідною масою, з якою буде проводитися подальший розрахунок. Зважування проводять на точних лабораторних вагах з похибкою не більше 0,01 г.

Після цього здійснюють обробку сировини: маринування, засолку, копчення. На кожному з цих етапів важливо контролювати масу, оскільки втрата маси під час обробки може вплинути на вихід готового продукту.

Після завершення копчення готові вироби знову зважують. Вихід готових копчених виробів розраховується за формулою:

$$X = \frac{A}{D} \cdot 100, \% \quad (2.9)$$

де X – вихід, %;

A — це вага копчених виробів після обробки –, г;

D – вага початкової м'ясної сировини, г[76].

Результат дозволяє оцінити ефективність процесу копчення, а також зрозуміти, наскільки добре відбувається зберігання і обробка сировини. Цей показник є важливим для виробництва, оскільки впливає на економічну складову виробництва копчених м'ясних виробів.

2.4. Висновок до 2 розділу

У цьому розділі представлені методи дослідження, що використовувалися під час виконання магістерської роботи. Зокрема, були застосовані аналітичні, органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні методи, а також статистично-математична обробка експериментальних даних за допомогою сучасних приладів і комп'ютерних технологій.

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Розробка обґрунтування технології виробництва копчених виробів за технологією Clean Smoke

Згідно плану роботи було проведено виробництво копченого філе або стегна курячого з використанням технології Clean Smoke. Технологія виробництва складається з технологічних операцій? Підготовка сировини, підготовка розсолу, ін'єктування, тумблювання, формування, термічна обробка, охолодження, формування і пакування.

Всі процеси, від підготовки сировини до упаковки, контролюються на кожному етапі, що дозволяє гарантувати безпеку та відповідність стандартам якості.

Перш за все, сировина — м'ясо птиці — повинна бути підготовлена. Вона охолоджується до температури 4-6°C і очищається від пір'я, пеньків і сторонніх часток. Це дуже важливий етап, оскільки якість м'яса безпосередньо впливає на смакові характеристики та безпеку кінцевого продукту. Після цього сировину зважують відповідно до встановлених норм, і вся необхідна документація заноситься до контрольного листа. Температура сировини не повинна перевищувати 6°C, щоб уникнути ризику розвитку бактерій.

Для приготування м'ясо птиці потрібен розсіл, який готується відповідно до технологічних вимог. На кожні 10 кг сировини потрібно 3 літри розсолу. Розсіл готується шляхом розчинення спецій і добавок у воді, після чого до суміші додається лід для охолодження, щоб температура не перевищувала 2°C. Важливо, щоб розсіл був готовий і використаний протягом 12 годин, оскільки після цього терміну він втрачає свої властивості. Після приготування розсолу, його перевіряють на відповідність стандартам, щоб забезпечити належну якість кінцевого продукту.

На наступному етапі сировина ін'єктується розсалом за допомогою спеціального ін'єктора. Після першої ін'єкції, коли кількість розсолу, що потрапив у сировину, перевірена і задовільна, знижується швидкість конвеєра,

щоб забезпечити належну кількість розсолу. Це дозволяє досягти бажаного вмісту вологи в м'ясі. Сировина проходить два етапи ін'єкції, що дозволяє досягти рівномірного засолювання і гарного збереження вологи під час термічної обробки.

Після ін'єкції м'ясо птиці потрапляє в тумблер, де її обробляють при вакуумі. Це сприяє більш рівномірному розподілу розсолу по всій м'ясній масі, а також допомагає покращити текстуру м'яса. Тумблювання триває від 60 до 120 хвилин, після чого сировина зважується, і будь-який залишковий розсіл додається до м'яса. Після цього м'ясо переміщується в термокамеру, де його зберігають до 24 годин перед подальшою термічною обробкою.

Перед тим, як м'ясо птиці потрапить до термокамери для копчення, її викладають на спеціальні решітки, розміщуючи максимально компактно, щоб мінімізувати контакт з іншими шматками та стінками камери. Це дозволяє забезпечити рівномірне прогрівання і правильний процес копчення.

Термічна обробка м'ясо птиці проходить у кілька етапів. Спочатку м'ясо птиці прогривається в камері, де підтримується температура 55°C протягом 10 хвилин. Потім продукт сушать до 40°C в товщі найбільшого шматка м'яса, перевіряючи температуру в середині м'яса, щоб уникнути недосушування. Далі м'ясо птиці коптиться в камері за допомогою димогенератора при температурі 65°C впродовж 30 хвилин. Якщо під час копчення з'являється волога, димогенератор вимикають, і м'ясо просушують вручну, щоб досягти бажаного матового вигляду.

Після копчення м'ясо птиці проходить процес варки. Камера зберігається при температурі 78°C, досягнувши температури 72°C в товщі м'яса. Після цього продукт варять ще 5 хвилин для досягнення рівномірного прогріву. Після варки м'ясо птиці знову проходить сушку в ручному режимі, після чого її охолоджують до 8°C, щоб припинити процес термічної обробки.

Останнім етапом є упаковка готової продукції. М'ясо птиці охайно упаковується в спеціальні контейнери, зберігаючи при цьому чистоту та сухість упаковки. Для продажу продукт пакується в пергаментний папір і

маркується етикеткою, яка містить всю необхідну інформацію про продукт. Тара повинна відповідати вимогам санітарії та безпеки, бути міцною і чистою. Після упаковки продукція зберігається в холодильних вітринах при температурі 0-6°C до моменту реалізації.

Ця технологія виробництва копченої м'ясо птиці забезпечує високу якість кінцевого продукту завдяки чіткому контролю на кожному етапі виробництва, дотриманню санітарних норм та технологічних вимог. Усі етапи, починаючи від підготовки сировини та закінчуючи пакуванням готової продукції, проводяться з урахуванням максимального забезпечення безпеки та якості.

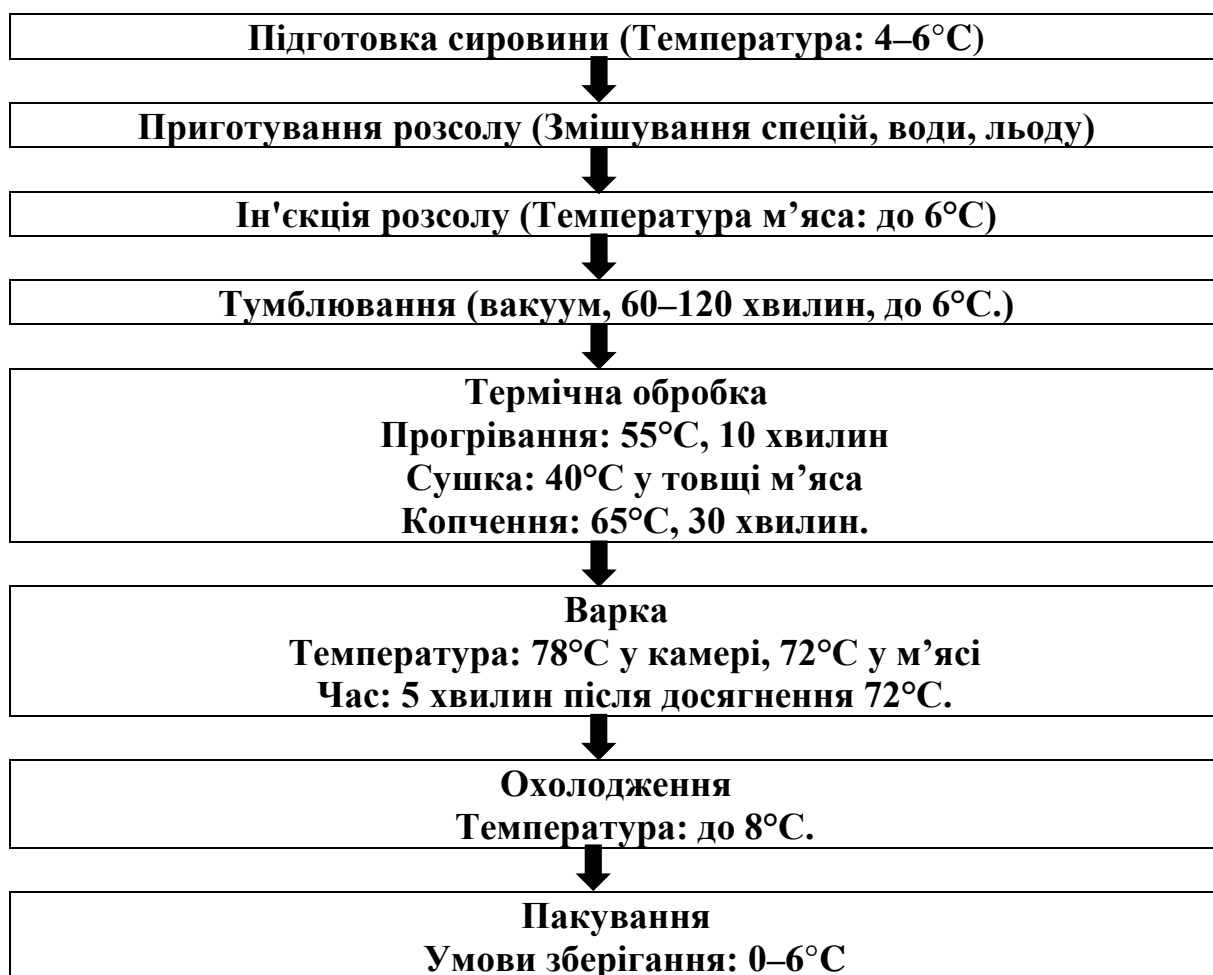


Рис 3.1. Технологічна схема виробництва варено-копченої м'ясо птиці

Відповідно до представленої технологічної схеми було вироблено дослідні зразки курячого філе та стегна. Рецептūra дослідних зразків

представлена у таблиці 3.1. У якості контрольного зразка було обрано куряче філе копчене з використанням традиційного копчення.

Таблиця 3.1. - Рецептури дослідних зразків

Сировина	Контроль	Зразок 1	Зразок 2
Філе куряче	100 %	100 %	-
Стегно куряче	-	-	100 %
Смако-ароматична суміш, на 100 %	0,3	0,3	0,3
Сіль, на 100 %	1,7	1,7	1,7

3.2 Оцінка органолептичних та функціонально-технологічних показників розроблених м'ясних продуктів

Згідно плану проведення досліджень на Кафедрі технології м'яса і м'ясних продуктів було проведено органолептичну оцінку готових м'ясних виробів шляхом проведення дегустації з використанням дегустаційних листів згідно ДСТУ 4823.2:2007.

Таблиця 3.2. Характеристика органолептичних показників варено-копченого м'ясо птиці

Рецептури варено-копчених виробів	Зовнішній вигляд	Колір	Смак	Запах	Консистенція	Вигляд на розрізі	Оцінка
Контроль	5,00	4,33	4,33	5,00	4,33	4,83	4,63
№1	4,67	4,83	5,00	4,67	4,83	4,83	4,86
№2	4,83	4,83	5,00	5,00	5,00	4,67	4,83

Відповідно до отриманих результатів досліджень наведено детальний опис отриманих продуктів в таблиці 3.3. Органолептичні показники дослідних виробів копчених виробів.

Таблиця 3.3. Органолептичні показники дослідних виробів копчених виробів

Основні показники	Рецептури варено-копчених виробів		
	Контроль	№1	№2
Зовнішній вигляд	Поверхня чиста, суха, без залишків пера, пуху, пеньків. Колір шкіри від світло-жовтого до золотисто-коричневого.		
Вигляд на розрізі	Рівномірно забарвлена м'язова частина: курей, курчат від блідо рожевого до рожевого кольору, з прошарками жиру! тканини. Дозволено наявність желе.		
Консистенція	Щільна, м'ясо соковите, ніжне.		
Форма	Довільна, притаманна даному виду м'яса		
Смак і запах	Властивий даному виду продукту з ароматом копчення, в міру солоний, без сторонніх присмаку і запаху.		

В результаті аналізу отриманих результатів досліджень визначено, що виробництва варено-копчених продуктів з м'яса м'ясо птиці дозволяє отмати продукти з високими сенсорними показниками. Використання технології Clean Smoke дозволяє отримувати продукти із прогнозованими органолептичними показниками.

Хімічний склад та функціонально-технологічні показники розроблених продуктів представлено у таблицях 3.4. та 3.5.

Таблиця 3.4 - Хімічний склад варено-копчених продуктів з м'ясо птиці

Варіанти рецептур	Хімічний склад, %			Вміст фосфору, мг
	білки	жири	волога	
Контроль	23,3±1,2	15,54±1,4	67,71±2,1	250±0,02
Зразок 1	24,3±1,2	15,32±1,4	66,71±2,1	250±0,02
Зразок 2	18,21±1,2	4,33±1,4	63,23±2,1	400±0,02

Дослідження показало, що технологія копчення впливає на хімічний склад курячих продуктів. Контрольний зразок (куряче філе, традиційне копчення) мав 23,3% білків, 15,54% жирів і 67,71% вологи. Зразок 1 (куряче

філе, Clean Smoke) демонстрував вищий вміст білків (24,3%) і меншу кількість вологи (66,71%), що свідчить про ефективніше зневоднення.

Зразок 2 (куряче стегно, Clean Smoke) характеризувався найнижчим рівнем білків (18,21%) і жирів (4,33%), але також меншою вологістю (63,23%). Це робить його придатним для дієтичного харчування. Технологія Clean Smoke покращує поживні характеристики продуктів, знижуючи вміст жиру та вологи, особливо у стегновій частині.

Таблиця 3.5. - Функціонально-технологічні показники варено-копчених виробів

Варіанти рецептур	pH	Вміст зв'язаної вологи, % до м'яса	Вміст зв'язаної вологи, % до загальної вологи	Вихід,%	Вологоутримуюча здатність, %	Жирутримуюча здатність, %
Контроль	6,76 ±0,09	76,34 ±1,25	92,01 ±1,6	91,88 ±1,08	65,24 ±1,12	20,67 ±1,3
Зразок 1	6,89 ±0,09	86,34 ±1,25	94,34 ±1,6	92,24 ±1,08	63,63 ±1,12	15,64 ±1,3
Зразок 2	6,78 ±0,09	87,24 ±1,25	96,16 ±1,6	95,53 ±1,08	62,24 ±1,12	15,64 ±1,3

Відповідно розглянемо отримані результати.

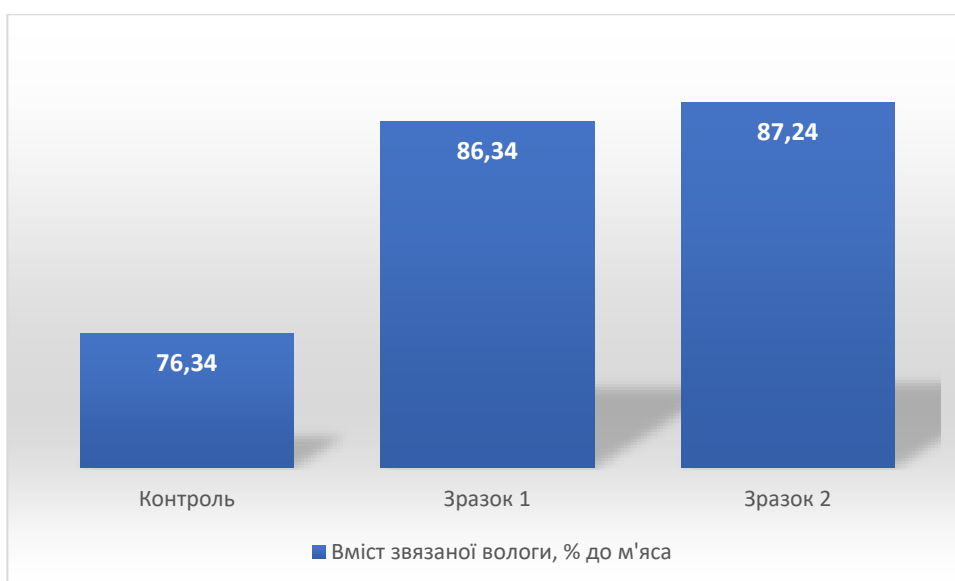


Рис.3.2 . Зміна вологоутримуючої здатності

Зміни у вмісті зв'язаної води є суттєвим фактором, який впливає на текстуру та соковитість продукту. В контрольному зразку вміст зв'язаної води становить 76,34%, що є нижчим, ніж у зразках, отриманих за технологією Clean Smoke. Зразок 1 показав вміст 86,34%, а Зразок 2 — 87,24%. Це вказує на те, що технологія Clean Smoke покращує здатність м'яса утримувати вологу, що є важливим для збереження соковитості і текстури м'яса під час обробки та зберігання.

Зразки, виготовлені за технологією Clean Smoke, показують ще більший вміст зв'язаної води до загальної води, ніж контрольний зразок. В контрольному зразку цей показник становить 92,01%, тоді як у Зразку 1 — 94,34%, а у Зразку 2 — 96,16%. Це вказує на покращення ефективності утримання води в продуктах, що, ймовірно, забезпечує їх більшу стабільність і зберігання під час транспортування та реалізації.

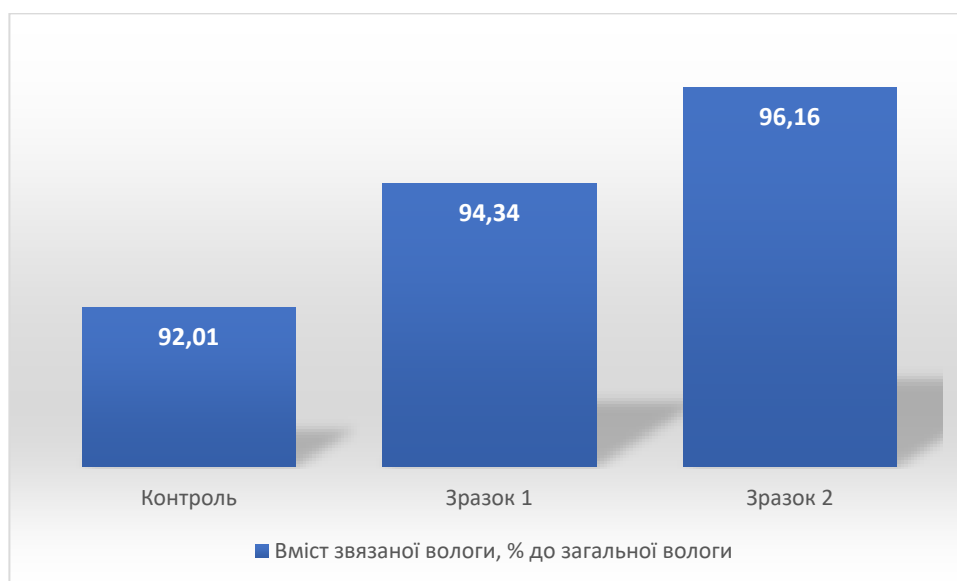


Рис. 3.3. Вміст зв'язаної води, % до загальної води

Зміна рН середовища значно впливає на технологічні характеристики м'ясних продуктів та стійкість їх до зберігання. Процеси копчення значно впливають на цю зміну, що вказує на необхідність контролювання цього показника.

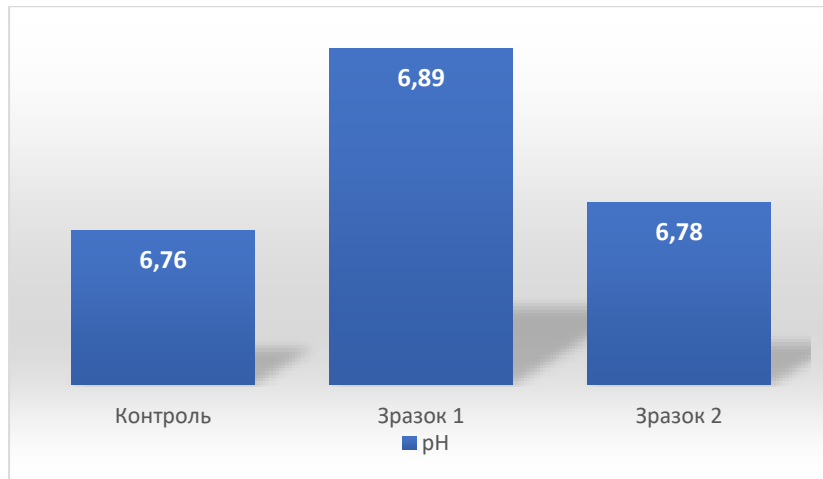


Рис. 3.4. Зміна рН середовища зразків варено-копчених виробів

У контрольному зразку рН становив 6,76, що є типовим для традиційного копчення курячого філе. Однак у зразках, виготовлених за технологією Clean Smoke, спостерігається незначне підвищення цього показника. Зразок 1 (куряче філе) має рН 6,89, а Зразок 2 (куряче стегно) — 6,78. Підвищення рН може свідчити про зміни в хімічних процесах, що відбуваються під час копчення за цією технологією, і може мати вплив на смакові та текстурні властивості продукту. Зокрема, це може вплинути на загальну кислотність та збереження свіжості продукту.

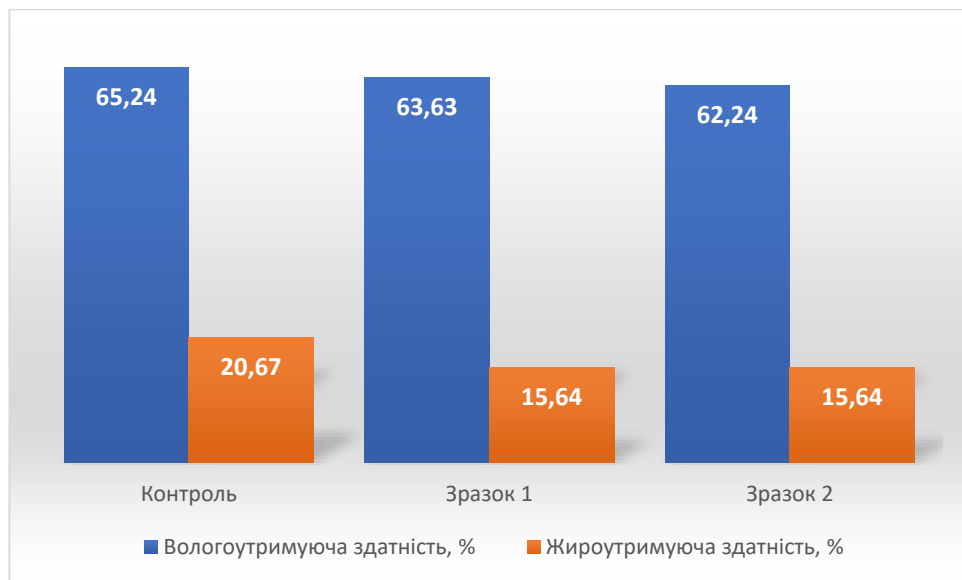


Рис 3.5. Зміна вологоутримуючої та жирутримуючої здатності продукту

У зразках, виготовлених за технологією Clean Smoke, спостерігається зниження вологоутримуючої здатності порівняно з контрольним зразком. Якщо в контрольному зразку цей показник становить 65,24%, то в Зразку 1 він зменшився до 63,63%, а в Зразку 2 — до 62,24%. Таке зниження може бути пов'язане з особливостями термічної обробки за цією технологією або змінами в структурі м'яса, що впливає на його здатність утримувати вологу після обробки.

Подібно до вологоутримуючої здатності, жирутримуюча здатність також знизилася у зразках, оброблених за технологією Clean Smoke. У контрольному зразку цей показник становить 20,67%, тоді як у Зразку 1 і Зразку 2 він зменшився до 15,64%. Це може свідчити про зниження вмісту жиру в кінцевому продукті, що робить його менш калорійним і більш підходящим для дієтичних варіантів продукції.

Загалом, хоча зниження волого- та жирутримуючої здатності у зразках, оброблених за технологією Clean Smoke, свідчить про певні зміни в текстурі та складі продукту, ці зміни можуть бути корисними для створення більш легких і дієтичних варіантів продуктів.

Однією з основних характеристик готового продукту, як споживчих так і технологічних є вихід, що безпосередньо впливає на економічні технологічні характеристики.

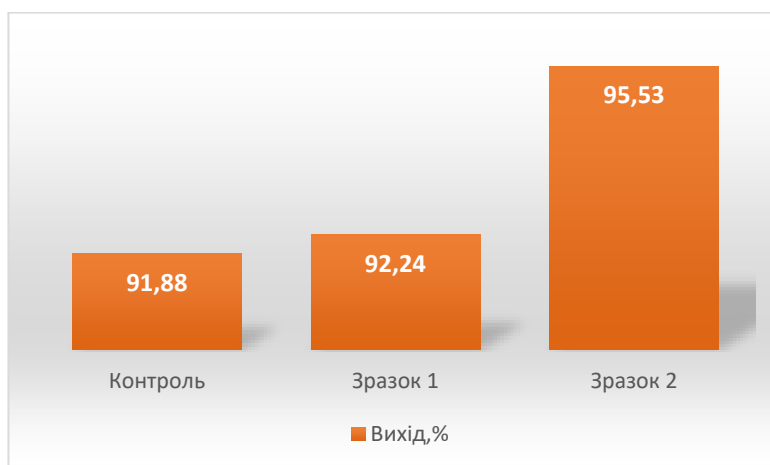


Рис. 3.6. Вихід варено-копчених курячих продуктів

Контрольний зразок, який виготовлений за традиційною технологією копчення, продемонстрував вихід 91,88%. Цей показник є стандартним для класичного процесу копчення, оскільки традиційна методика включає значні втрати вологи та жиру під час термічної обробки. Однак зразки, отримані за технологією Clean Smoke, показали вищі результати.

Зразок 1 має вихід 92,24%, що є на 0,36% вищим за контрольний зразок. Зразок 2 демонструє ще більший вихід — 95,53%, що на 3,65% більше порівняно з традиційною технологією. Це свідчить про ефективність технології Clean Smoke у зменшенні втрат матеріалу під час обробки. Зниження втрат вологи та жиру при застосуванні цієї технології може бути обумовлено оптимізацією температурних режимів та технологічних процесів, які дозволяють краще зберігати структуру та склад м'яса.

Такий результат є важливим як з економічної, так і з технологічної точки зору, оскільки збільшення виходу дозволяє виробникам отримати більшу кількість готової продукції з того ж обсягу сировини, що знижує витрати та підвищує ефективність виробничого процесу.

Важливим показником для харчових продуктів є термін їх реалізації. Відповідно ТУ У 10.1-40982829-012:2022 Копчені продукти за технологією Clean Smoke зберігаються 5 діб. Визначення відповідності данному терміну проводиться шляхом визначення пероксидного та кислотного чисел.

Перекисне число є індикатором наявності продуктів окислення перекисів та гідропероксидів у жирах, що вказує на початкові стадії окислення. Варто зазначити, що ці процеси не мають значного впливу на органолептичні характеристики жиру, такі як смак і запах.

Визначення перекисного числа є важливим для оцінки свіжості жиру та ступеня його окислення. Цей показник дозволяє прогнозувати рівень окислення жиру та визначити, на якій стадії знаходяться окислювальні процеси. Результати досліджень наведені на рисунку 3.7.

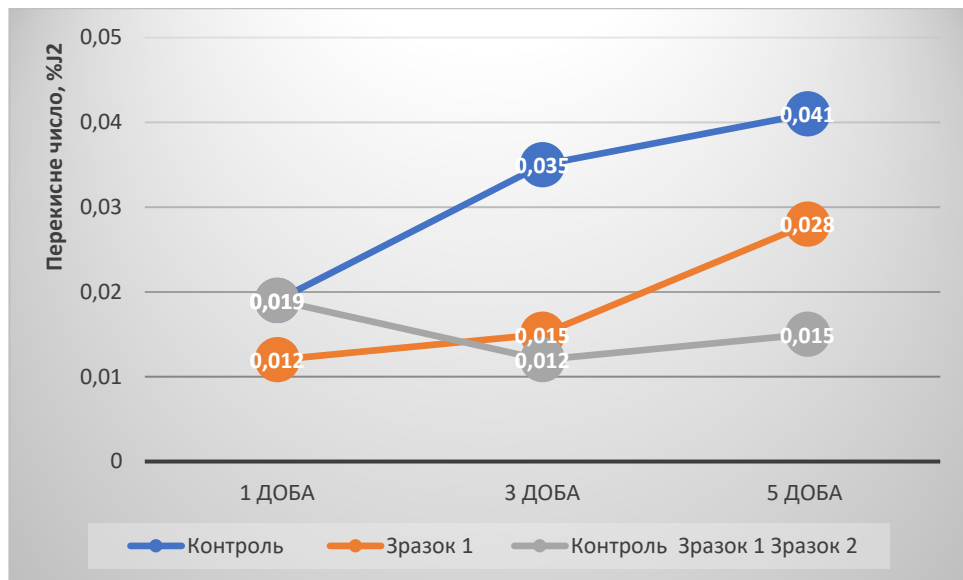


Рис. 3.7. Значення перекисного числа в процесі зберігання

За результатами досліджень, всі дослідні зразки протягом 5 діб зберігання мали значення перекисного числа в межах 0,038 – 0,028 %I₂. Згідно з отриманими даними, дослідні продукти демонструють кращі показники перекисного числа порівняно з контрольним зразком, що свідчить, копчення за допомогою системи Clean Smoke здатне покращувати стійкість продуктів до окиснення.

Кислотне число є хімічним показником якості жирів, масел та інших речовин, що містять жири. Воно визначається кількістю калію гідроксиду (KOH), що необхідний для нейтралізації кислот, присутніх у 1 грамі зразка. Цей показник вказує на кількість кислотних сполук у продукті, таких як карбонова кислота та її похідні.

Високе кислотне число може свідчити про значну кількість кислотних сполук, що утворюються в результаті окислення жиру або інших процесів окислення. Це може вказувати на погіршення якості жиру чи масла, оскільки кислотні сполуки здатні впливати на смак та запах продукту. Результати досліджень наведені на рисунку 3.8.

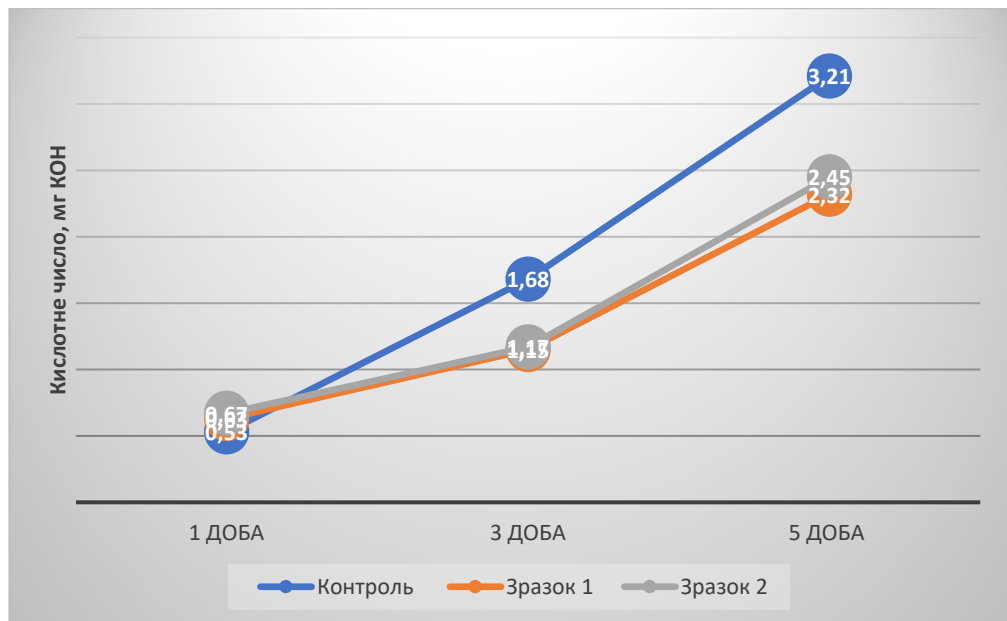


Рис.3.8. Кислотне число варено-копчених виробів за технологією Clean Smoke в процесі зберігання

Результати проведених досліджень кислотного числа протягом 5 діб зберігання показали, що у модельних зразках цей показник був нижчим за контрольний на третю та п'яту добу. У той же час, на першу добу зберігання контрольний зразок демонстрував більш низьке кислотне число, на 0,11 мг КОН, порівняно з модельними зразками. Це свідчить про те, що в перші дні зберігання контрольний зразок має кращі показники за рахунок меншого рівня кислотних сполук, однак з часом модельні рецептури демонструють кращі результати в плані стабільності та збереження якості, що може бути пов'язано з властивостями використовуваної сировини чи технології обробки.

За результатом проведення оцінки якості жиру у варено-копчених продуктах видно, що використання технології Clean Smoke дозволяє покращити стійкість продукту до окиснюваних процесів.

Дослідження мікробіологічних показників якості варено-копчених виробів

Мікробіологічному дослідженню піддавали зразки варено-копчених продуктів з м'ясо птиці після термічної обробки на першу, другу та третю добу зберігання. Дослідження підтвердили, що мікробіологічні показники варено-копчених продуктів з м'ясо птиці відповідають вимогам ТУ У 10.1-40982829-

012:2022. Кількість МАФАМ у зразках на третю добу зберігання становила <103 КУО/г, що не перевищує допустимі норми. Протягом всього терміну зберігання у контрольних та дослідних зразках не було виявлено бактерій групи кишкової палички, сальмонели, сульфитредукуючих клостридій, Staph. Aureus та L. Monocytogenes. Отже, дослідні зразки варено-копчених продуктів з м'ясо птиці відповідають п. 1.3.1 «Обов'язкового мінімального переліку досліджень сировини, продукції тваринного та рослинного походження, комбікормової сировини, комбікормів, вітамінних препаратів та ін.», які слід проводити у державних лабораторіях.

Результати мікробіологічного аналізу варено-копчених продуктів з м'ясо птиці наведено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6. Розвиток мікрофлори у варено-копчених виробках за технологією Clean Smoke протягом 3 діб зберігання при температурі 2±2°C

Рецептури варено-копчених виробів	Кількість мезофільно-аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАМ), КУО/г	Staph. Aureus в 0,1 г	Мезофільні сульфитредукуючі клостридії, маса продукту (г), в 0,1	L. Monocytogenes, в 25 г продукту	Патогенні м/о у т.ч. сальмонели в 25 г	БГКП (коліформи) в 1,0 г
Норма	0,50*10 ⁴	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Контроль	0,53*10 ³	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Зразок 1	0,33*10 ³	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Зразок 2	0,31*10 ³	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено

Відповідно до результатів досліджень отримані продукти за вмістом МАФАМ знаходяться в межах норми відповідно до нормативної документації.

Це доводить, що розроблені продукти є безпечними за мікробіологічними показниками.

Дослідження амінокислотного складу варено-копчених продуктів з м'ясо птиці

Амінокислотами називають органічні сполуки, що містять в молекулі карбоксильну та аміно групи. Вони мають надзвичайно велике значення в органічному світі, тому що з них побудовані білкові речовини клітини, що виконують ряд інших важливих функцій в живому організмі: структурні білки, ферменти, гормони, транспортні білки, захисні, запасуючі, скорочувальні, токсини. Тому визначення амінокислотного складу білків є дуже важливим.

Таблиця 3.7. Результати досліджень амінокислотного складу контрольного зразка варено-копчених продуктів. Розрахунок на 100 мг зразка, мг/мл. Рецепт №1

Амінокислоти	Кількість, мг		% по мг		Скор у %	
	Зразок	контроль	Зразок	контроль	Зразок	контроль
Лізин	1,445	1,445	8,34	8,46	141	152
Гістидин	0,556	0,563	2,81	3,74	–	–
Аргінін	1,326	1,2236	6,405	7,14	–	–
Аспарагінова кислота	1,370	1,427	7,56	8,62	–	–
Треонін	0,845	0,770	4,31	4,31	114	111
Серин	0,923	0,817	5,81	4,87	–	–
Глутамінова кислота	3,124	3,053	17,75	17,76	–	–
Пролін	1,745	0,653	9,44	4,82	–	–
Гліцин	1,051	1,071	5,17	5,49	–	–
Аланін	1,134	1,119	6,45	6,41	–	–
Цистин	0,261	0,221	1,34	1,36	117	121
Валін	0,715	1,664	3,42	3,44	75	76
Метіонін	0,533	0,563	2,13	3,47	–	–
Ізолейцин	0,555	0,541	3,51	3,91	71	83
Лейцин	1,491	1,535	8,56	8,46	117	122

Тирозин	0,660	0,640	3,55	3,58	126	142
Фенілаланін	0,740	0,825	4,11	4,48	–	–
Всього	18,361	17,39	100,00	100,00	–	–

**Таблиця 3.7. Результати досліджень амінокислотного складу
контрольного зразка варено-копчених продуктів. Розрахунок на 100 мг
зразка, мг/мл. Рецепт №2**

Амінокислоти	Кількість, мг		% по мг		Скор, %	
	Зразок	контроль	Зразок	контроль	Зразок	контроль
Лізін	1,490	1,428	8,67	8,40	153	152
Гістидин	0,588	0,575	3,59	3,68	–	–
Аргінін	1,250	1,230	7,28	7,17	–	–
Аспарагінова кислота	1,350	1,430	8,67	8,77	–	–
Треонін	0,771	0,768	4,55	4,28	113	113
Серин	0,771	0,823	4,90	4,87	–	–
Глутамінова кислота	2,980	3,027	17,16	17,75	–	–
Пролін	1,580	0,628	9,45	4,90	–	–
Гліцин	0,777	1,064	4,56	5,55	–	–
Аланін	1,055	1,118	6,20	6,36	–	–
Цистин	0,121	0,228	1,15	1,37	110	121
Валін	0,519	1,652	3,27	3,37	64	75
Метіонін	0,475	0,555	2,75	3,33	–	–
Ізолейцин	0,557	0,542	3,66	3,79	71	83
Лейцин	1,336	1,516	8,66	8,35	111	122
Тирозин	0,658	0,625	3,44	3,45	130	140
Фенілаланін	0,635	0,825	4,35	4,47	–	–

Всього	16,919	17,38	100,00	100,00	–	–
--------	--------	-------	--------	--------	---	---

За результатами проведених досліджень розроблені копчені м'ясні продукти за технологією Clean Smoke мають збалансований амінокислотний склад та містять незамінні амінокислоти.

3.3. Математично-статистична обробка результатів

На основі проведених досліджень було сплановано проведення серії експериментів згідно плану повного трьохфакторного експерименту. Де у якості змінних було обрано залежність тиску, зміни температури та часу температурної оброки та їх впливу на вихід готового продукту.

По даних досліджень склали план ПФЕ 2³.

C1 – тиск, атм.

C2 – температура копчення, °C.

C3 – час, хв.

y₁ – вихід, %; y₂ – вміст вологи, %; y₃ – вологозв'язуюча здатність, %.

Таблиця 3.8 . -Результати досліджень для складання плану ПФЕ 2³

№	x ₁	x ₂	x ₃	C ₁ , атм	C ₂ , °C	C ₃ , хв	Вихід, %	Вміст вологи, %	ВЗЗ, %
1	+	+	+	2	65	40	91,98	67,87	85,66
2	–	+	+	2	65	40	92,15	68,03	84,59
3	+	–	+	2	55	40	90,98	63,04	84,88
4	–	–	+	1	55	40	91,31	64,38	84,06
5	+	+	–	2	65	30	88,91	63,37	88,48
6	–	+	–	1	65	30	91,22	68,90	87,29
7	+	–	–	2	55	30	91,12	68,59	87,63
8	–	–	–	1	55	30	92,10	63,84	86,66

Отримаємо рівня регресії за даними таблиці 3.8. для ПФЕ 2³ має вигляд:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_{12}x_1x_2 + a_{13}x_1x_3 + a_{23}x_2x_3 + a_{123}x_1x_2 \cdot x_3$$

де a_0 – середнє значення виходу функції в досліджуваних серіях;

a_1, a_2, a_3 – коефіцієнти вагомості першого C_1 , другого C_2 , та третього C_3 фактору; $a_{12}, a_{23}, a_{13}, a_{123}$ – коефіцієнти міжфакторних взаємодій першого, другого та третього фактору відповідно.

Формули для визначення коефіцієнтів рівняння регресії.

$$a_0 = \frac{\sum y_{i_n}}{8}, \quad a_1 = \frac{\sum x_1 \cdot y_{i_n}}{8}, \quad a_2 = \frac{\sum x_2 \cdot y_{i_n}}{8}, \quad a_3 = \frac{\sum x_3 \cdot y_{i_n}}{8},$$

$$a_{12} = \frac{\sum x_1 x_2 \cdot y_{i_n}}{8}, \quad a_{13} = \frac{\sum x_1 x_3 \cdot y_{i_n}}{8}, \quad a_{23} = \frac{\sum x_2 x_3 \cdot y_{i_n}}{8}, \quad a_{123} = \frac{\sum x_1 x_2 x_3 \cdot y_{i_n}}{8}$$

де y_{i_n} – значення i -того параметра у n -му досліді;

x_1, x_2, x_3 – значення факторів C_1, C_2, C_3 в кодованих змінних;

8 – кількість дослідів за планом ПФЕ 2^3 .

Проводимо розрахунок коефіцієнтів рівняння регресії для обраних факторів та заносимо дані до таблиці 3.4.

Таблиця 3.9 . -Значення коефіцієнтів рівняння регресії згідно плану ПФЕ 2^3

Коефіцієнти	Вихід, %	Вміст вологи, %	ВЗЗ, %
a_0	91,22	66,00	86,16
a_1	-0,47	-0,29	0,51
a_2	-0,16	1,04	0,35
a_3	0,38	-0,17	-1,36
$a_{1,2}$	-0,15	-1,14	0,06
$a_{1,3}$	0,35	-0,09	-0,03
$a_{2,3}$	0,62	1,08	-0,02
$a_{1,2,3}$	-22,62	17,39	-0,24

Рівняння регресії дозволяють визначати проміжні значення параметрів, які необхідно оптимізувати в межах заданого фактору простору. Отримані дані значень коефіцієнтів вагомості значимих факторів рівняння дозволили вивести лінійне рівняння регресії:

$$y_1 = 91,22 - 0,47x_1 - 0,16x_2 + 0,38x_3 - 0,15x_1x_2 + 0,35x_1x_3 + 0,62x_2x_3 - 22,62x_1x_2x_3$$

$$y_2 = 66,00 - 0,29x_1 + 1,04x_2 - 0,17x_3 - 1,14x_1x_2 - 0,09x_1x_3 + 1,08x_2x_3 + 17,39x_1x_2x_3$$

$$y_3 = 6,16 + 0,51x_1 + 0,35x_2 - 1,36x_3 + 0,06x_1x_2 - 0,03x_1x_3 - 0,02x_2x_3 - 0,24x_1x_2x_3$$

Висновок до 3 розділу

У ході проведених досліджень було оцінено різні аспекти якості варено-копчених продуктів з м'ясо птиці, зокрема їх хімічний склад, мікробіологічні характеристики та амінокислотний склад. За результатами аналізу хімічного складу зразків, виявлено, що технологія Clean Smoke позитивно впливає на вихід продукту та його фізико-хімічні показники. Зразки, виготовлені за цією технологією, демонструють вищий вихід (Зразок 1 — 92,24%, Зразок 2 — 95,53%), порівняно з контрольним зразком (91,88%). Це свідчить про зменшення втрат при обробці, що є важливою перевагою в процесі виробництва. Також відзначено зниження вологоутримуючої та жирутримуючої здатності у зразках, отриманих за технологією Clean Smoke. Зниження цих показників може бути пов'язане з зміною структури м'яса внаслідок застосування новітніх технологій обробки.

Що стосується мікробіологічних досліджень, то результати показали, що варено-копчені продукти з м'ясо птиці відповідають вимогам ТУ У 10.1-40982829-012:2022. Протягом п'яти діб зберігання у зразках не було виявлено бактерій групи кишкової палички, сальмонели, сульфїтредукуючих клостридій, *Staphylococcus aureus* чи *Listeria monocytogenes*. Це підтверджує безпеку продуктів і їх відповідність санітарним нормам.

Дослідження амінокислотного складу показали, що варено-копчені продукти з м'ясо птиці містять амінокислоти, необхідні для нормальної функції організму, зокрема для синтезу білків, ферментів та інших біологічно активних сполук. Порівняльний аналіз показав деякі зміни в складі амінокислот у зразках, що може бути результатом застосування нових технологій.

Загалом, проведені дослідження підтвердили, що варено-копчені продукти з м'ясо птиці, виготовлені за технологією Clean Smoke, мають поліпшені фізико-хімічні та мікробіологічні властивості, що дозволяє значно покращити якість кінцевого продукту.

4 . ОХОРОНА ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВІ ФУДКОМ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ТЕХНОЛОГІЇ CLEAN SMOKE

У цьому розділі описано важливі аспекти безпеки, які забезпечують захист персоналу, а також безпечну та безперебійну роботу системи Clean Smoke.

У розділі також вказані залишкові ризики, які існують навіть при використанні системи за призначенням. Система була розроблена та виготовлена відповідно до останніх досягнень техніки та визнаними нормами безпеки. Тим не менш, при використанні системи можуть виникнути небезпеки для людей, які працюють із системою чи ній. Існує також ризик матеріальних збитків системі або її оточенню.

Усі особи, які працюють із системою, повинні повністю прочитати та зрозуміти інструкцію з експлуатації. Необхідно дотримуватись і виконувати вказівки з техніки безпеки, наведені у цьому розділі. Перед введенням системи в експлуатацію необхідно виконати такі вказівки[68]:

- Щоб уникнути нещасних випадків та пошкоджень, ознайомтеся з інструкцією з експлуатації.
- Дотримуйтеся символів безпеки на системі.
- Введення в експлуатацію, експлуатація та ремонт системи повинні здійснюватись лише навченим персоналом.
 - Використовуйте систему лише за призначенням.
 - Підтримуйте систему належним чином.
 - Завжди тримайте посібник користувача під рукою.

Передбачуване використання

Система використовується для обробки продуктів повітрям, теплом, димом. та вологою у комерційному секторі. Використання системи вважається таким пунктам:

- Після затвердження та приймання системи прокладання димових газів у відповідно до вимог законодавства.

- Після правильного встановлення у технічно ідеальному стані.
- Після введення в експлуатацію виробником.
- Без зміни системи.
- Без зміни налаштувань із журналу введення в експлуатацію.

Відповідно до вимог до матеріалів, які використовуються для утворення диму.

- У межах температур навколишнього середовища, які зазвичай мають місце у харчовій промисловості.

- Для обробки продуктів за температури до 150 °С.
- Відповідно до вимог чистоти та гігієни харчової промисловості.
- Відповідно до використання вказаних засобів для чищення.
- Використовуйте оригінальні аксесуари та запасні частини виробника.

Використання за призначенням також включає прочитання і дотримання цього посібника з експлуатації.

Неправильне використання

Система не авторизована для:

- Обробка продуктів за температури понад 150 °С.
- Обробка легкозаймистих речовин.
- Поводження з речовинами, які можуть виділяти легкозаймісті або вибухонебезпечні гази.

- Використання токсичних речовин.
- Поводження з живими тваринами.
- Очищення алюмінієвих деталей.

Виробник не несе відповідальності за пошкодження, спричинені неправильним використанням:

- Використання або встановлення неоригінальних деталей виробника та запасних частин.
- Використання або встановлення неоригінальних аксесуарів виробника.

- Змініть параметри в журналі введення системи в експлуатацію.

Зобов'язання виробника

Виробник постачає систему. Виробник організує встановлення, монтаж та введення системи в експлуатацію.

Обов'язки виробника:

- Кваліфікація спеціалізованого персоналу для транспортування до місця встановлення. дповідно до вимог щодо обслуговування та очищення.

- Кваліфікація спеціалізованого персоналу для монтажу на місце встановлення.

- Кваліфікація спеціалізованого персоналу для встановлення системи.

- Кваліфікація спеціалізованого персоналу для введення в експлуатацію.

- Відповідність законодавчим вимогам до систем копчення (наприклад, у Німеччині відповідно до правила DGUV 110-005, раніше BGR 138: "Правила безпеки для систем копчення при обробці харчових продуктів").

Обов'язки оператора

Оператор несе відповідальність за систему під час експлуатації, технічного та сервісного обслуговування. Оператор також несе відповідальність за місце встановлення системи. Обов'язки оператора:

- Правильне зберігання системи після постачання, якщо монтаж не може бути виконаний негайно.

- Переконайтеся, що вимоги до місця встановлення дотримуються. Дотримуйтеся необхідних документів (наприклад, креслення, електричні схеми) та вимоги законодавства.

- Переконайтеся, що дотримані законодавчі вимоги до траси димових газів системи.

- Переконайтеся, що система експлуатується лише у належному стані.

- Переконайтеся, що дотримані вимоги щодо безвідмовної роботи.

- Дотримання законодавчих вимог до систем копчення (наприклад, у Німеччині: правило DGUV 110-005, раніше BGR 138: "Правила безпеки для систем копчення при обробці харчових продуктів").

- Забезпечити дотримання встановлених законодавством норм безпеки праці, запобігання нещасним випадкам та охорони довкілля.

- Надання необхідних засобів захисту для користувачів.
- Переконайтеся, що із системою працюють лише проінструктовані користувачі.
- Забезпечте щорічне повторення інструктажу користувача. Інструктаж повинен проводитись кваліфікованим персоналом виробника.
- Запис проведеного інструктажу.
- Переконайтеся, що в системі працюють лише уповноважені особи.
- Переконайтеся, що система правильно демонтована після остаточного відключення.
- Переконайтеся, що мастильні матеріали та компоненти системи утилізуються екологічно безпечним способом.
- Ознайомлення з цим посібником з експлуатації всіх осіб, працюючих із системою.
- Усі особи, які працюють із системою, повинні бути ознайомлені з даним посібником з експлуатації.

Залишкові ризики

Система розроблена та виготовлена відповідно до сучасного рівнем техніки та визнаними правилами та стандартами безпеки. Проте з системою пов'язані залишкові ризики. Ці залишкові ризики визначаються з допомогою оцінки ризиків. Всі особи, які працюють з системою повинні знати про ці залишкові небезпеки. Загалом, стежте за пошкодженнями електроустаткування та регулярно перевіряйте його. Існує небезпека ураження електричним струмом через ослаблені кабельні з'єднання та перегорілі кабелі.

Дефекти повинні бути негайно усунені. Під час повсякденної експлуатації системи завжди тримайте розподільну шафу та клемну коробку закритими. Допускайте до електричних компонентів тільки уповноважений персонал. Якщо розподільна шафа або клемна коробка відкриті, існує небезпека для життя через електричну напругу. Контакт з компонентами під напругою може призвести до серйозних травм або навіть смерті. Включені електричні компоненти можуть також запуснути неконтрольовані процеси у системі.

Роботи з електричними компонентами повинні виконуватись тільки кваліфікованим електриком. Дотримуйтеся правил електробезпеки:

- Дотримуйтеся попереджувальних знаків на електричних компонентах.
- Перед початком будь-яких електричних робіт знеструмте систему.
- Захистіть систему від повторного увімкнення.
- Переконайтеся, що система знеструмлена.
- Заземлення та коротке замикання у системі.
- Закрийте сусідні живі компоненти. Якщо робота з компонентами під

напругою все ж таки неминуча, дотримуйтеся наступних правил:

- Викличте другу людину, яка в екстреній ситуації зможе знеструмити систему через головний вимикач.

- Використовуйте лише інструменти із ізоляцією від напруги.

- Не допускайте потрапляння вологи на компоненти, що знаходяться під напругою. Існує небезпека короткого замикання. Існує ризик отримання опіків від гарячих поверхонь системи, особливо від поверхонь усередині камери. При роботі поблизу гарячих поверхонь необхідно дотримуватися таких правил:

- Тримайте подалі від гарячих поверхонь.
- За необхідності дайте охолонути поверхні.

- Використовуйте засоби захисту. Контакт з хімічними речовинами, такими як масла, мастила та миючі засоби, що може викликати хімічну реакцію. Тому необхідно дотримуватися таких вимог:

- Під час роботи з хімічними речовинами дотримуйтеся діючих правил та паспорти безпеки виробників цих речовин, що стосуються зберігання, обігу, використання та утилізації.

- Під час роботи з їдкими речовинами необхідно використовувати необхідні засоби захисту (герметичні захисні окуляри, засоби захисту обличчя та органів дихання, кислотостійкі захисні рукавички, нековзна захисне взуття, захисний одяг).

- При попаданні в очі або на шкіру негайно промийте уражені ділянки великою кількістю води. Поряд із робітником місцем мають бути відповідні

засоби (пляшка для промивання очей, раковина, душ). • Забороняється їсти, пити, курити та зберігати продукти у приміщеннях, де зберігаються хімічні речовини

- Ніколи не зберігайте хімічні речовини у харчових контейнерах або ємностях. Завжди використовуйте та маркуйте дозволені контейнери для хімічної речовини[68].

Висновок до 4 розділу

У цьому розділі висловлені основні правила використання системи Clean Smoke та системи охорони праці на підприємстві харчової промисловості з ефективністю їх застосування для покращення умов праці та забезпечення безпеки праці працівників використовуючи в ТОВ “Фудком”.

5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ CLEAN SMOKE

Структура харчування населення України характеризується недостатнім споживанням якісних білків, вітамінів та мінеральних елементів, таких як йод, селен, залізо та кальцій. Водночас спостерігається надмірне споживання жирів і вуглеводів. Виробництво функціональних продуктів харчування залишається на низькому рівні, тоді як в розвинених країнах цей сегмент швидко розвивається. За прогнозами експертів, протягом наступних 15-20 років ринок функціональних продуктів харчування може скласти до 30% від загального обсягу продовольчого ринку.

Одним із найважливіших компонентів харчування є м'ясна сировина, яка постачає повноцінний тваринний білок, ідеальний за амінокислотним складом для людського організму. Важливим завданням у промисловій обробці м'яса є збереження стабільної якості та поживних властивостей продукції. Це досягається шляхом стандартизації сировини та використанням новітніх технологій, таких як система clean smoke, що дозволяє не тільки покращити смакові характеристики, але й підвищити термін зберігання м'ясних продуктів.

Ситуація на ринку України свідчить про дефіцит м'яса, що призводить до зростання цін на цю продукцію. Для оцінки економічної ефективності використання технології clean smoke у виробництві м'ясних продуктів, зокрема курячого стегна, проведені розрахунки загальних витрат на виробництво 1 тонни продукції, прибутку та рентабельності.

Отримані результати дозволяють провести порівняльний аналіз вартості продукції, виготовленої за традиційними технологіями, і продукції, обробленої за допомогою технології clean smoke. Це забезпечить глибше розуміння економічної доцільності впровадження новітніх методів у виробництво м'яса, що сприятиме покращенню якості продукції та її конкурентоспроможності на ринку.

Для розрахунку економічної ефективності використання технології Clean Smoke в порівнянні з традиційним копченням курячого стегна необхідно врахувати кілька ключових аспектів. По-перше, варто проаналізувати капіталовкладення, що включає вартість інвестицій у нове обладнання для Clean Smoke, яке може бути дорожчим, ніж традиційне коптильне обладнання. Далі слід оцінити експлуатаційні витрати, включаючи енерговитрати на споживання електрики або пального, а також витрати на сировину, порівнюючи вартість деревини або димних матеріалів. Важливими є також витрати на обслуговування обох типів обладнання.

Виробнича продуктивність також грає важливу роль, адже варто врахувати тривалість процесу копчення: технологія Clean Smoke може бути швидшою, що дозволить збільшити обсяги виробництва. Якість продукції слід оцінити за показниками, такими як смак, аромат і термін зберігання, а також за відсотком браку. Екологічні аспекти включають порівняння викидів забруднюючих речовин від обох технологій, а також вплив на здоров'я споживачів.

Фінансові показники є критично важливими: варто розрахувати собівартість продукції, визначити ціну продажу і потенційний прибуток від реалізації. Економічна ефективність може бути виражена через показник рентабельності[69].

Після збору і обробки даних слід провести аналіз, щоб зрозуміти, чи є технологія Clean Smoke більш вигідною в порівнянні з традиційним методом, і в яких аспектах (економічних, екологічних, якісних) це виявляється. Цей аналіз можна доповнити графіками та таблицями для наочності, що полегшить сприйняття результатів.

Для порівняння економічної ефективності використання системи clean smoke та звичайного копчення на 1 тонні курячого стегна, проведемо аналогічні розрахунки[69].

Вхідні дані на 1 тонну (1000 кг):

1. Вартість сировини:

- Вартість 1 кг курячого стегна: 100 грн.

Вартість на 1 т:

$$100 \text{ грн/кг} \times 1000 \text{ кг} = 100,000 \text{ грн. (3.2)}$$

2. Вартість додаткових інгредієнтів:

- Сіль і спеції: 100 грн на 1 кг.

Вартість на 1 т:

$$100 \text{ грн/кг} \times 1000 \text{ кг} = 100,000 \text{ грн.}$$

3. Вартість обладнання:

- Амортизація та витрати на енергію: 6,32 грн на 1 кг.

Вартість на 1 т:

$$6,32 \text{ грн/кг} \times 1000 \text{ кг} = 6,320 \text{ грн}$$

4. Вартість обробки:

- Витрати на робочу силу та використання системи clean smoke: 15 грн на 1 кг.

Вартість на 1 т:

$$15 \text{ грн/кг} \times 1000 \text{ кг} = 15,000 \text{ грн.}$$

5. Вартість упаковки:

- Упаковка: 1,43 грн на 1 кг.

Вартість на 1 т:

$$1,43 \text{ грн/кг} \times 1000 \text{ кг} = 1,430 \text{ грн.}$$

6. Ціна продажу готового продукту:

- Ціна продажу: 260 грн за 1 кг.

Ціна продажу на 1 т:

$$260 \text{ грн/кг} \times 1000 \text{ кг} = 260,000 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.1. Загальні витрати на 1 тону копчених виробів

Найменування	Загальні витрати на 1 тону (clean smoke),грн	Загальні витрати на 1 тону(звичайне копчення),грн
- Вартість сировини	100 000	100 000
Вартість інгредієнтів	100 000	100 000
Вартість електроенергії	6 320	8 520
Вартість обробки	15 000	15 000
Вартість упаковки	1 430	1 430
Всього	222 750	224 950

Прибуток на 1 тону (clean smoke):

Прибуток:

Ціна продажу - Загальні витрати = 260,000 - 222,750 = 37,250 грн.

Економічна ефективність (clean smoke):

$$\text{Рентабельність} = \frac{\text{Прибуток}}{\text{Загальні витрати}} \times 100\% \quad (5.2)$$

$$\text{Рентабельність} = \frac{37,250}{222,750} \times 100\% = 16,70\%$$

Порівняння зі звичайним копченням:

Економічна ефективність (звичайне копчення):

$$\text{Рентабельність} = \frac{35,000}{224,960} \times 100\% = 12,67\%$$

Висновок до 5 розділу

Економічні показники використання системи clean smoke є економічно вигіднішим у порівнянні зі звичайним копченням, забезпечуючи вищу рентабельність та прибуток вказують на перспективність їх впровадження у виробництві. Удосконалена технологія копчення не дозволяє знизити їх собівартість але можна підвищити прибуток та рентабельність виробництва даного виду продукту за рахунок збільшення термінів зберігання.

ВИСНОВКИ

В результаті проведеного дослідження з використанням способу Clean Smoke у технології м'ясних продуктів було здійснено комплексне вдосконалення процесів копчення м'ясо птиці за допомогою вище вказаної технології.

Виходячи з викладеної інформації, можна зробити висновок, що застосування способу Clean Smoke в технології м'ясних продуктів відкриває нові перспективи для покращення їх якості, безпечності та можливості подовження терміну зберігання м'ясним виробам. Цей метод не лише дозволяє досягти специфічних смакових характеристик, але й має потенціал для зниження вмісту шкідливих речовин, таких як нітрати та канцерогени, що особливо важливо в умовах сучасного виробництва.

У ході проведених досліджень було оцінено різні аспекти якості варено-копчених продуктів з м'яса птиці зокрема їх хімічний склад, амінокислотний склад та мікробіологічні характеристики. За результатами аналізу хімічного складу зразків виявлено, що технологія Clean Smoke позитивно впливає на вихід продукту та його фізико-хімічні показники. Зразки, виготовлені за цією технологією, демонструють вищий вихід (Зразок 1 — 92,24%, Зразок 2 — 95,53%), порівняно з контрольним зразком (91,88%). Це свідчить про зменшення втрат при обробці, що є важливою перевагою в процесі виробництва. Також відзначено зниження жируотримуючої та вологоутримуючої здатності у зразках, отриманих за технологією Clean Smoke, що може бути пов'язане зі зміною структури м'яса внаслідок застосування новітніх технологій обробки.

Що стосується мікробіологічних досліджень, то результати показали, що варено-копчені продукти з м'ясо птиці відповідають вимогам ТУ У 10.1-40982829-012:2022. Протягом п'яти діб зберігання у зразках не було виявлено бактерій групи кишкової палички, сальмонели, сульфїтредукуючих клостридій, *Staphylococcus aureus* чи *Listeria monocytogenes*, що підтверджує безпеку продуктів і їх відповідність санітарним нормам.

Дослідження амінокислотного складу показали, що варено-копчені продукти з м'ясо птиці містять амінокислоти, необхідні для нормальної функції організму, зокрема для синтезу білків, ферментів та інших біологічно активних сполук. Порівняльний аналіз виявив деякі зміни в складі амінокислот у зразках, що може бути результатом застосування нових технологій.

У контексті зазначених досліджень, доцільно акцентувати увагу на важливості розробки оптимальних технологічних параметрів для впровадження Clean Smoke у виробництво м'ясних виробів. Це включає в себе не лише вибір відповідних видів м'яса та технології обробки, а й детальний аналіз впливу даного методу на органолептичні та фізико-хімічні показники готової продукції.

Практичні результати кваліфікаційної роботи були реалізовані у вигляді публікацій на наукових конференціях, а також у апробації даної технології на підприємстві ФУДКОМ, що демонструють важливість використання інноваційних технологій у виробництві копчених м'ясних продуктів. У кінцевому результаті, розроблені продукти мають значний потенціал для комерціалізації та внесення на ринок, сприяючи розвитку харчової промисловості та задоволенню потреб споживачів у збалансованому та продуктів тривалого терміну зберігання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. 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.: Л.В. Пешук, О.А. Топчій, О.І. Гащук. – К.: НУХТ, 2019.- 33 с.
2. М'ясні технології. Модуль 3. Технології ковбасного виробництва [Електронний ресурс] [Текст] : лабораторний практикум для здобувачів освіт. ступ. "Бакалавр" спец. 181 "Харчові технології" освіт.-проф. програми "Харчові технології та інженерія" ден. та заоч. форм навч. / уклад. : В. М. Пасічний, О. Є. Москалюк, І. М. Страшинський ; Нац. ун-т харч. технол. — Київ : НУХТ, 2022. — 76 с. — каф. технології м'яса і м'ясних продуктів.
3. М'ясні технології. Модуль 4. Технології м'ясних напівфабрикатів та солених виробів [Електронний ресурс] [Текст] : лабораторний практикум для здобувачів освіт. ступ. "Бакалавр" спец. 181 "Харчові технології" освіт.-проф. програми "Харчові технології та інженерія" ден. та заоч. форм навч. / уклад. : І. М. Страшинський, В. М. Пасічний, О. П. Фурсік ; Нац. ун-т харч. технол. — Київ : НУХТ, 2022. — 50 с. — каф. технології м'яса і м'ясних продуктів.
4. Напівфабрикати м'ясні та м'ясорослинні посічені. Загальні технічні умови. ДСТУ4437:2005. [Чинний від 2008-04-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2006 – 30 с. – (Національні стандарти України).
5. Електронний ресурс: BA_BASTRAMAT-MODELL-FR_ru.pdf
6. Електронний ресурс: CleanSmoke - CleanSmoke - This is how we clean smoke
7. Bhat, Z.F.; Morton, J.D.; Bekhit, A.E.; Kumar, S.; Bhat, H.F. Thermal processing implications on the digestibility of meat, fish and seafood proteins. Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. 2021, 20, 4511–4548.

8. Singh, L.; Varshney, J.G.; Agarwal, T. Polycyclic Aromatic hydrocarbons' formation and occurrence in processed food. *Food Chem.* 2016, 199, 768–781.
9. Racovita, R.C.; Secuianu, C.; Ciuca, M.D.; Israel-Roming, F. Effects of smoking temperature, smoking time, and type of wood sawdust on polycyclic aromatic hydrocarbon accumulation levels in directly smoked pork sausages. *J. Agric. Food Chem.* 2020, 68, 9530–9536.
10. Onopiuk, A.; Kołodziejczak, K.; Szpicer, A.; Wojtasik-Kalinowska, I.; Wierzbicka, A.; Półtorak, A. Analysis of factors that influence the PAH profile and amount in meat products subjected to thermal processing. *Trends Food Sci. Technol.* **2021**, 115, 366–379.
11. European Commission Regulation (EU) 2023/915 of 25 April 2023 on Maximum Levels for Certain Contaminants in Food. Available online: <http://data.europa.eu/eli/reg/2023/915/oj> (accessed on 15 November 2023).
12. European Commission Regulation (EU) 1321/2013 of 10 December 2013 on Establishing the Union List of Authorized Smoke Flavoring Primary Products for Use as such in or on Foods and/or for the Production of Derived Smoke Flavorings. Available online: http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2013/1321/oj (accessed on 15 November 2023).
13. European Commission Regulation (EU) 835/2011 of 19 August 2011 Amending Regulation (EC) No 1881/2006 as Regards Maximum Levels for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Foodstuffs. Available online: <http://data.europa.eu/eli/reg/2011/835/oj> (accessed on 15 November 2023).
14. European Parliament Regulation and of the Council (EC) No 2065/2003 of 10 November 2003 on Smoke Flavorings Used or Intended for Use in or on Foods. Available online: <http://data.europa.eu/eli/reg/2003/2065/2021-03-27> (accessed on 15 November 2023).
15. Fardet, A.; Rock, E. Ultra-Processed Foods and Food System Sustainability: What Are the Links? *Sustainability* 2020, 12, 6280.

16. Krarup Hansen, K.; Sara, R.B.M.E.; Smuk, I.A.; Brattland, C. Sámi Traditional Knowledge of Reindeer Meat Smoking. *Food Ethics* 2022, 7, 13.
17. Mastanjević, K.; Kartalović, B.; Puljić, L.; Kovačević, D.; Habschied, K. Influence of Different Smoking Procedures on Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Formation in Traditional Dry Sausage Hercegovačka kobasica. *Processes* 2020, 8, 918
18. Suleman R., Wang Z., Aadil R.M., Hui T., Hopkins D.L., Zhang D. Effect of cooking on the nutritive quality, sensory properties and safety of lamb meat: Current challenges and future prospects. *Meat Sci.* 2020;167:108172. doi: 10.1016/j.meatsci.2020.108172.
19. Pöhlmann M., Hitzel A., Schwägele F., Speer K., Jira W. Influence of different smoke generation methods on the contents of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) and phenolic substances in Frankfurter-type sausages. *Food Control.* 2013;34:347–355. doi: 10.1016/j.foodcont.2013.05.005.
20. Toldrá F., Hui Y.H. In: *Handbook of Fermented Meat and Poultry*. 1st ed. Toldrá F., Hui Y.H., editors. Blackwell Publishing Ltd.; Ames, AI, USA: 2007.
21. Bertram H.C., Kohler A., Böcker U., Ofstad R., Andersen H.J. Heat-induced changes in myofibrillar protein structures and myowater of two pork qualities. A combined FT-IR spectroscopy and low-field NMR relaxometry study. *J. Agric. Food Chem.* 2006;54:1740–1746. doi: 10.1021/jf0514726.
22. Stabursvik E., Martens H. Thermal denaturation of proteins in post rigor muscle tissue as studied by differential scanning calorimetry. *J. Sci. Food Agric.* 1980;31:1034–1042. doi: 10.1002/jsfa.2740311010.
23. Lingbeck J.M., Cordero P., O'Bryan C.A., Johnson M.G., Ricke S.C., Crandall P.G. Functionality of liquid smoke as an all-natural antimicrobial in food preservation. *Meat Sci.* 2014;97:197–206. doi: 10.1016/j.meatsci.2014.02.003.
24. Estrada-Muñoz R., Boyle E.a.E., Marsden J.L. Liquid smoke effects on *Escherichia coli* O157:H7, and its antioxidant properties in beef products. *J. Food Sci.* 1998;63:150–153. doi: 10.1111/j.1365-2621.1998.tb15697.x.

25. Incze K. European products. In: Toldrá F., editor. *Handbook of Fermented Meat and Poultry*. Blackwell Publishing Ltd.; Oxford, UK: 2007. pp. 307–318.
26. Ogbadu, L.J. PRESERVATIVES|Traditional Preservatives—Wood Smoke. In *Encyclopedia of Food Microbiology*; Academic Press: Cambridge, MA, USA, 2014; pp. 141–148.
27. Sikorski, Z.E.; Sinkiewicz, I. SMOKING|Traditional. In *Encyclopedia of Meat Sciences*; Academic Press: Cambridge, MA, USA, 2014; pp. 321–327.
28. Ledesma, E.; Rendueles, M.; Díaz, M. Smoked food. In *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2017; pp. 201–243.
29. Fellows, P.J. Smoking. In *Food Processing Technology. Principles and Practice*, 4th ed.; Fellows, P.J., Ed.; Woodhead Publishing Inc.: Kidlington, UK, 2017; pp. 717–732.
30. Rozum, J. SMOKING|Liquid Smoke (Smoke Condensate) Application. In *Encyclopedia of Meat Sciences*; Academic Press: Cambridge, MA, USA, 2014; pp. 315–320.
31. Lv, Y.; Yin, X.; Wang, Y.; Chen, Q.; Kong, B. The prediction of specific spoilage organisms in Harbin red sausage stored at room temperature by multivariate statistical analysis. *Food Control* **2020**, *123*, 107701.
32. Kanokruangrong, S.; Birch, J.; Bekhit, A.E.A. Processing effects on meat flavor. In *Encyclopedia of Food Chemistry*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2019; pp. 302–308.
33. Chambers, E.; Koppel, K. Associations of volatile compounds with sensory aroma and flavor: The complex nature of flavor. *Molecules* **2013**, *18*, 4887–4905.
34. AMSA. *Research Guidelines for Cookery, Sensory Evaluation and Instrumental Measurements of Fresh Meat*, 2nd ed.; American Meat Science Association and National Livestock and Meat Board: Champaign, IL, USA, 2015.

35. Mastanjević, M.; Kartalović, B.; Petrović, J.; Novakov, N.; Puljić, L.; Kovačević, D.; Jukić, M.; Lukinac, J.; Mastanjević, K. Polycyclic aromatic hydrocarbons in the traditional smoked sausage Slavonska kobasica. *J. Food Compos. Anal.* **2019**, *83*, 103282.
36. Берник І.М., Коц І.В., Новгородська Н.В. Гідроімпульсне устаткування для інтенсифікації процесів масажування і насичення інгредієнтами м'ясної сировини. *Продовольчі ресурси*. 2021. Т. 9. № 17. С. 22-32
37. Електронний ресурс: [Техніка внутрішньом'язових ін'єкцій](#)
38. Електронний ресурс: [Mikrobiolohiia miasa.pdf](#)
39. «Мікробіологія молочних та м'ясних продуктів з основами ветсанекспертизи». Методичні вказівки для виконання лабораторних занять для студентів факультету «Технології виробництва і переробки продукції тваринництва» спеціальністю 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», освітній ступінь «Магістр», Вінниця.- ВНАУ, 2018.- 50
40. Державне регулювання якості та безпеки харчових продуктів. Сертифікація харчових продуктів. Методичні вказівки до лабораторних робіт та самостійної роботи для студентів спеціальності 102 «Хімія» денної форми навчання / уклад. С. О. Коновалова. – Краматорськ : ДДМА, 2020. – 68 с.
41. ДСТУ ISO 2294:2005 М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення загального вмісту фосфору (контрольний метод) (ISO 2294:1974, IDT)
42. Jantawat P., Carpenter J.A. Salt preblending and incorporation of mechanically deboned chicken meat in smoked sausage. *J. Food Qual.* 1989;12:393–401. doi: 10.1111/j.1745-4557.1989.tb00340.x.
43. Anandh M.A., Lakshmanan V. Storage stability of smoked buffalo rumen meat product treated with ginger extract. *J. Food Sci. Technol.* 2014;51:1191–1196. doi: 10.1007/s13197-012-0622-2.

44. Hou C., Wang Z., Wu L., Chai J., Song X., Wang W., Zhang D. Effects of breeds on the formation of heterocyclic aromatic amines in smoked lamb. *Int. J. Food Sci. Technol.* 2017;52:2661–2669. doi: 10.1111/ijfs.13557.

45. Sugimura T., Wakabayashi K., Nakagama H., Nagao M. Heterocyclic amines: Mutagens/carcinogens produced during cooking of meat and fish. *Cancer Sci.* 2004;95:290–299. doi: 10.1111/j.1349-7006.2004.tb03205.x.

46. Bailey H.M., Berg E.P., Stein H.H. Energy and Protein Metabolism and Nutrition. Volume 138. EAAP Scientific Series; Rome, Italy: 2019. Protein quality evaluation in processed human foods by the digestible indispensable amino acid score methodology; pp. 423–424.

47. Лабораторний практикум для студентів за напрямом підготовки 6.051701 “Харчові технології та інженерія” спеціальності “Технологія зберігання, консервування та переробки м’яса” всіх форм навчання / Уклад.: Л.В. Пешук, Ю.П. Крижова, О.Є. Москалюк. – К.: НУХТ, 2011. – 129 с.

48. Оптимізація технологічних процесів галузі: лабораторний практикум для студентів спеціальності 7.05170104, 8.05170104 «Технології зберігання, консервування та переробки м’яса» всіх форм навчання / уклад. В.М. Пасічний, І.В. Тимошенко. – К.: НУХТ, 2014. – 67 с.

49. Методи оптимізації процесів виробництва м’ясних і м’ясомістких продуктів [Електронний ресурс]: метод рекомендації до вивчення дисципліни та виконання контрольної роботи для здобувачів освітнього ступеня «магістр» спеціальності 181 «Харчові технології», освітньо-професійної програми «Технології зберігання, консервування та переробки м’яса» денної та заоч. форм навч. /уклад.: В.М. Пасічний.-К.:НУХТ, 2019. 26 с.

50. Електронний ресурс: [Industrial Line - BASTRA – Intelligent cooking and smoking technology | Arnsberg](#)

51. Електронний ресурс: [EuroStandart | Bastra](#)

52. Паска, М. З. Можливість використання пряно-ароматичних рослин у технології напівкопчених ковбас як альтернативи харчовим добавками

[Текст] : зб. тез / М. З. Паска, І. І. Маркович // Якість і безпека харчових продуктів. – Київ, 2013. – С. 124–126.

53. Паска, М. З. Дослідження вмісту токсичних елементів в сочевиці і пряно-ароматичних рослинах та у вироблених напівкопчених ковбасах з їх додаванням [Текст] / М. З. Паска, І. І. Маркович // Наукові праці ОНАХТ. – 2013. – Вип. 44. Т. 2. – С. 185–189.

54. Електронний ресурс: [CleanSmoke-Organic-Market-Info-15032022.pdf](#)

55. Smirnov, O. “Meat Product Technologies: Traditions and Innovations.” – Kyiv: Food Industry Technology Publishing, 2018.

56. Levchenko, M. “Basics of Food Smoking.” – Lviv: Food Industry, 2019.

57. Petrov, S. “Traditional and Modern Meat Smoking Methods.” – Kharkiv: Food Product Technologies, 2020.

58. Johnson, T. “Smoking Techniques in Meat Processing.” – New York: Meat Science Press, 2021.

59. Cilla, I., & Astiasarán, I. (2018). Effect of Different Smoking Techniques on the Nutritional and Sensory Quality of Meat Products. *Journal of Food Science and Technology*, 55(7), 2581-2592.

60. Ganaie, A. A., & Singh, P. (2021). Innovations in Smoking Techniques for Meat Products: A Review. *Meat Science*, 176, 108437.

61. Gulsun Akdemir Evrendilek et al. (2022), High hydrostatic processing of marinated ground chicken breast: Exploring the effectiveness on physicochemical, textural and sensory properties and microbial inactivation, *Food Control* (Volume 142), pp. 486-495.

62. Nazlıcan Çimen et al (2024), Effects of ultrasound-assisted marination on spent henmeats: Microstructure, textural and technological properties, *Food Bioscience*, (Vol: 61), Page: 104563.

63. Електронний ресурс: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>

64. Albuja, M. H. (2024). Chapter 7 - microhaplotypes analysis for human identification using next-generation sequencing (NGS). *Next Generation Sequencing (NGS) Technology in DNA Analysis*, [2024\(open in a new window\)](#), 99–10.

65. Argudin, M. A., Mendoza, M. C., & Rodicio, M. R. (2010). Food poisoning and *Staphylococcus aureus* enterotoxins. *Toxins*, [2\(open in a new window\)](#)([7\(open in a new window\)](#)), 1751–1773.

66. Белафі-Бако, К., і Неместоті, Н. (Ред.). (2018). Іонний обмін: теорія та застосування. IntechOpen.

67. Cytiva (раніше GE Healthcare Life Sciences). Довідник з принципів і методів іонообмінної хроматографії.

68. ОСНОВНІ ЗАКОНОДАВЧІ ТА НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ АКТИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ЩО ДІЮТЬ НА ПІДПРИЄМСТВАХ УКРАЇНИ [Електронний ресурс]. – Режим доступу:http://www.dut.edu.ua/uploads/l_924_92469681.pdf.

69. Бойчик, І. М. Економіка підприємства [Електронний ресурс] : підручник / І. М. Бойчик . – Київ : Кондор, 2016. – 378 с. – режим доступу: <http://elib.chdtu.edu.ua/e-books/3350>

70. Інноваційні харчові інгредієнти у технології м'ясних продуктів [Електронний ресурс] [Текст] : метод рекомендації до вивч. дисц. та викон. контрол. роботи для здобувачів освіт. ступ. "Магістр" спец.181 "Харчові технології", освіт.-проф. програми "Технології зберігання, консервування та переробки м'яса" ден. та заоч. форм навч. / уклад. : В. М. Пасічний; Нац. ун-т харч. технол. — Київ : НУХТ, 2019. — 20 с. — каф. технології м'яса і м'ясних продуктів.

71. Інноваційне обладнання м'ясопереробних виробництв [Текст] : підручник / О. М. Чепелюк, О. М. Гавва, І. Г. Бабанов та ін. — Київ : Сталь, 2021. — 805 с. — ISBN 978-617-676-178-5.

72. Шевченко, Ірина Іванівна. Науково-практичні аспекти виробництва солених м'ясних виробів з використанням багатофункціональних

розсільних колоїдних систем [Текст] : монографія / І. І. Шевченко, С. В. Стращенко ; Нац. ун-т харч. технол. — Київ : НУХТ, 2018. — 170 с.

73. Пасічний, Василь Миколайович. М'ясні технології. Модуль 4. Технології м'ясних напівфабрикатів та солених виробів [Електронний ресурс] [Текст] : конспект лекцій для здобувачів освіт. ступ. "Бакалавр" спец. 181 "Харчові технології", освіт.-проф. програми "Харчові технології та інженерія" ден. та заоч. форм навч. / В. М. Пасічний, І. М. Страшинський, О. П. Фурсік ; Нац. ун-т харч. технол. — Київ : НУХТ, 2022. — 113 с. — каф. технології м'яса і м'ясних продуктів.

74. Наукові засади високо- і низькотемпературного оброблення харчових продуктів [Електронний ресурс] [Текст] : лабораторний практикум для здобувачів освіт.-наук. ступ. "Доктор філософії" спец. 181 "Харчові технології" освіт.-наук. програми "Харчові технології" ден. та заоч. форм навч. / уклад. : І. І. Шевченко, В. М. Пасічний ; Нац. ун-т харч. технол. — Київ : НУХТ, 2023. — 43 с. — каф. технології м'яса і м'ясних продуктів.

75. Інноваційне обладнання м'ясопереробних виробництв [Текст] : підручник / О. М. Чепелюк, О. М. Гавва, І. Г. Бабанов та ін. — Київ : Сталь, 2021. — 805 с.

76. Науково-дослідницький практикум [Електронний ресурс] [Текст] : метод. рекомендації до орг. та викон. самостійної роботи для здобувачів освіт. ступ. "Магістр" спец. 181 "Харчові технології" освіт.-проф. програми "Технології зберігання, консервування та переробки м'яса" ден. та заоч. форм здобуття освіти / уклад. : В. М. Пасічний, І. І. Шевченко, О. А. Топчій, І. М. Страшинський, О. А. Чернюшок, О. О. Галенко ; Нац. ун-т харч. технол. — Київ : НУХТ, 2024. — 17 с. — каф. технології м'яса і м'ясних продуктів.

77. Інноваційні промислові та крафтові технології HoReCa [Текст] : навч. посібник / О. А. Топчій, В. М. Пасічний, О. В. Грек та ін. ; Нац. ун-т харч. технол. — Київ : Дакор, 2024. — 372 с.