

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет харчових технологій та управління якістю продукції АПК

УДК 637.52

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету харчових технологій та
управління якістю продукції АПК

_____ Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО

« _____ » _____ 2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри технології м'ясних,
рибних та морепродуктів

_____ Наталія ГОЛЕМБОВСЬКА

« _____ » _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Розробка технології нового м'ясного продукту з нетрадиційної
сировини»

Спеціальність 181 «Харчові технології»

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

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

д.т.н, професор _____

Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО

Керівник магістерської роботи

к.с.-г.н., доцент _____

Оксана ПИЛИПЧУК

Виконав _____

Володимир БАГДАСАРЯН

КИЇВ – 2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет харчових технологій та управління якістю продукції АПК

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технології
м'ясних, рибних та морепродуктів
_____ Наталія ГОЛЕМБОВСЬКА
« ____ » _____ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ
РОБОТИ СТУДЕНТУ**

Багдасаряну Володимирі Гарегіновичу

Спеціальність 181 «Харчові технології»

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

Програма підготовки освітньо-професійна

Тема магістерської роботи **«Розробка технологій нового м'ясного продукту з нетрадиційної сировини»**

Затверджена наказом ректора НУБіП України від “17” січня 2024 р. № 53 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 15. 11. 2024 року

Вихідні дані до магістерської роботи: м'ясо оленя; ковбасні вироби; лабораторні прилади та обладнання; хімічні реактиви; економічно-статистична інформація щодо розрахунків економічної ефективності.

Перелік питань, що підлягають дослідженню: огляд літератури; матеріали та методи досліджень; результати власних досліджень та їх аналіз; економічна ефективність; висновки; список використаних джерел; перелік графічного матеріалу – таблиці, рисунки, діаграми, технологічні схеми тощо.

Дата видачі завдання “15” березня 2024 р.

Керівник магістерської роботи _____ Оксана ПИЛИПЧУК

Завдання прийняв до виконання _____ Володимир БАГДАСАРЯН

РЕФЕРАТ

Магістерська робота виконана згідно завдання: «Розробка технологій нового м'ясного продукту з нетрадиційної сировини»

Метою магістерської роботи було визначити органолептичні, фізико-хімічні властивості та показники якості нових м'ясних ковбасних виробів з масовою часткою м'язової тканини оленя в рецептурі понад 60 %. Для досягнення цієї мети були поставлені такі завдання:

- обґрунтувати доцільність використання м'яса оленини у технології ковбасних виробів;
- дослідити фізико-хімічні властивості м'яса оленини;
- розробити рецептури і ковбасних виробів з м'ясом оленини;
- дослідити вплив рослинної добавки на якісні характеристики та відносну і потенційну біологічну цінність варених ковбасних виробів;

Об'єкт дослідження – технологія ковбасних виробів з м'ясом оленини.

Предмет дослідження – м'ясо оленя, фаршеві системи, готові вироби.

Дипломна робота складається із вступу, огляду літератури, матеріалу та методики досліджень, результатів власних досліджень, аналізу і узагальнення, економічної доцільності, висновків та списку літератури.

Магістерська робота виконана на 64 сторінках, містить 6 таблиць та 1 рисунок. Список літератури складає 130 джерел.

Ключові слова: м'ясо оленя, готовий ковбасний виріб, термічна обробка, технологія виготовлення.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	7
1.1 Практики використання оленини в технології ковбасного виробництва	7
1.2 Динамічні зміни білкових, сенсорних, хімічних і окисних властивостей, що відбуваються в м'ясі під час термічної та нетермічної обробки	10
1.3 Технології термічної обробки нетрадиційної м'ясної сировини	14
1.4 Технології нетермічної обробки	23
1.4.1 Зміни м'яса та м'ясопродуктів при різних термічних і нетермічних способах обробки	28
1.4.2. Хімічні зміни, викликані під час обробки нетрадиційної м'ясної сировини	31
1.4.3. Зміна білка м'яса при термічній або нетермічній обробці	32
Висновок до розділу 1	34
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ, МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	36
2.1. Організація проведення експериментальних досліджень	36
2.2. Матеріали та об'єкти дослідження	38
2.3. Методи проведення досліджень	38
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	42
3.1 Дослідження м'яса оленя як сировини для ковбасних виробів	38
3.2 Розробка технології ковбасних виробів з нетрадиційної сировини та дослідження їх якісних показників	42
РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ, ТА ЇХ ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ.....	48
4.1 Розрахунок економічної ефективності розробленої технології ковбасних виробів	48
ВИСНОВКИ	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	50

ВСТУП

В останні десятиліття у світі виникли дві протилежні тенденції. По-перше, спостерігається постійне зростання населення світу (за даними на 2020 рік, воно становило до 7,8 мільярдів, 89% з яких є потенційними споживачами м'яса) (Gu et al., 2021; Kemper, 2020). По-друге, зменшується ресурс сирого м'яса (Kirkin et al., 2019). Водночас м'ясні продукти є одними з найпопулярніших у раціоні сучасної людини завдяки незамінним амінокислотам (Silva et al., 2019). Тому все більшої актуальності набуває питання мінімального та раціонального використання м'ясної сировини в продуктах (Samelis and Kakouri, 2018). Сучасне виробництво м'яса характеризується впровадженням білковмісних рослинних наповнювачів (Al-Adawiet al., 2016), які покращують якість і смак продукції (Phan et al., 2019). Зокрема, такі добавки використовуються у виробництві ковбасних виробів та м'ясних композицій (Lisitsyn et al., 2018).

Рослинні наповнювачі містять різні білки, вуглеводи, комплекс мінеральних сполук, волокна. Технологія використання рослинних наповнювачів, інтегрованих у ковбасне виробництво, покращує якість продукту. Необхідно враховувати деякі особливості ковбасних виробів (Alamriet al., 2021). Таким чином, сосиски популярні у всьому світі завдяки поєднанню кількох властивостей. По-перше, вони мають високу харчову та калорійну цінність (406,96 ккал (або 1703 кДж) на 100 г, середнє значення для варено-копчених ковбас) (Serikkyzyet al., 2022). Ця кількість становить $\frac{1}{4}$ добової норми білків і до половини жирів раціону, виходячи з добової норми 2000 ккал на 1 день. По-друге, тривалий термін зберігання є ще однією важливою властивістю ковбасних виробів, яка визначає можливість їх транспортування на великі відстані без втрати якості (Wanget al., 2018).

Однак якість ковбасних виробів багато в чому залежить від походження, породи великої рогатої худоби та якості раціону тварин (Malekian et al., 2014).

Не менш важлива якість технічного оснащення підприємства. Слід зазначити, що якість продукції залежить від відповідності м'ясної сировини загальноприйнятим стандартам. Зокрема, ковбаси, виготовлені з імпортного замороженого м'яса, можуть бути неякісними, що впливає на поживні, органолептичні, структурні та механічні властивості продукту (Verma and Banerjee, 2010). Тому, незважаючи на перераховані вище сучасні технології, необхідно розробляти нові, підвищувати ефективність виробництва ковбасних виробів. У нових рецептурах необхідно використовувати як якісну м'ясну сировину, так і харчові добавки в правильному дозуванні. Використання нових добавок дозволить знизити собівартість продукту, розширити асортимент пропонуванних ковбасних виробів, підвищити їх якість, а також зробити кінцевий продукт більш корисним для здоров'я за рахунок підвищення гігієнічності.

Мета досліджень – визначити органолептичні, фізико-хімічні властивості та показники якості нових м'ясних виробів з масовою часткою м'язової тканини оленя в рецептурі понад 60 %.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Практики використання оленини в технології ковбасного виробництва

Останнім часом разом зі зростанням цін на м'ясо спостерігається закономірне зниження цін на м'ясо. виробництво ковбасних виробів. У ковбасках з оленини немає ні яловичини, ні свинини. Однак у дослідженні такі аспекти не враховувалися, а в рецепті були дотримані стандартні співвідношення інгредієнтів. Таким чином, подальші дослідження можна проводити з урахуванням ринкової вартості м'яса свинини та яловичини та його часткової заміни олениною (Miyashita et al., 2023).

«Ковбасу з оленини» виготовляли з додавання 20% свинячого фаршу, 20% колотого льоду, 2,4% солі, 2% цукру, 0,15% барвника, 0,1% аскорбінової кислоти, 0,2% поліфосфату, 0,4% харчової соди, 0,6% чорного перцю, 0,2% спецій і 0,1% шавлії до фаршу з стегон плямистого оленя. Інгредієнти змішували вручну, а потім заливали в оболонки з овечих кишок. Після сушіння при 60°C протягом 30 хвилин ковбасу копчили при 60°C протягом 30 хвилин, а потім готували при 70°C протягом 1 хвилини. Розроблена «Ковбаса з оленини» показала значно покращену текстуру та якість смаку. Крім того, високий вміст білка, низький вміст жиру та високий вміст заліза, які є відмінними характеристиками м'яса оленя, разом із характерним червоним кольором м'яса забезпечують чудовий баланс між органолептичними та харчовими властивостями ковбаси. У дослідженні (Tsaregorodtseva et al., 2015) зазначено, що оленина займає незначну частку в загальному обсязі російського ринку. Проте цей вид м'ясної сировини має свого споживача, як в регіональному розрізі, так і в частині розширення асортименту м'ясної продукції, що виробляється переважно у великих містах (Горбачева та ін., 2021).

Об'єктами дослідження були заморожена оленина; несолоний свинячий жир; розтопленого курячого жиру; смажені ковбаски з оленини. В

ході експерименту обґрунтовано можливість використання молочної сироватки в процесі формування наповнювальної системи для виробництва ковбасних виробів. Показано, що додавання сироватки на етапі приправлення фаршу та взаємодія сироваткових білків зі структурними елементами м'яса сприяє як розпушенню м'язових волокон, так і активації ферментативних процесів. Це забезпечувало інтенсифікацію дозрівання м'ясної системи в середньому на 8 годин (Колобовець ін., 2018). Аналіз отриманих результатів підтвердив, що використання в ковбасних виробках оленини та топленого курячого жиру сприяє підвищенню їх харчової, у тому числі енергетичної та біологічної цінності. Продукт, отриманий за варіантом 1, характеризувався більшою енергетичною цінністю, яка склала 244,6 ккал (1015,3 кДж). Найнижча (239,4 ккал / 995,7 кДж) виявлена у зразках варіанту 3 з вмістом оленини 75,0 % і курячого топленого жиру 10,0 %. Додатковою перевагою запропонованого технічного рішення є введення натуральної добавки -CO₂-екстракту материнки з її антиоксидантними властивостями. Це дає змогу знизити ступінь окислення жирів і, як наслідок, збільшити термін зберігання ковбаси з оленини. Композитні ковбаси з оленини зі збалансованою поживністю та неповторним смаком одержували за допомогою м'ясо оленини та свинини як основну сировину, що відрізняються за ціною, поживністю, смаковими та технологічними характеристиками, з додаванням харчових добавок, таких як фрукти та овочі, харчові волокна та ізомальтоолігосахариди. За допомогою однофакторних дослідів проведено вплив соєвого білка, картопляного крохмалю, ізомальтоолігосахаридів, харчових волокон, фруктів та овочів, співвідношення змішування м'яса оленини та свинини на текстурні властивості композиційних ковбас з оленини. Композицію деяких із зазначених вище інгредієнтів було оптимізовано за допомогою ортогональної схеми на основі властивостей текстури та органолептичної оцінки. Соєвий білок і картопляний крохмаль мали значний вплив на текстурні властивості композитних ковбас з оленини, на які мало впливав ізомальтоолігосахарид. Оптимальна кількість доданого соєвого білка та картопляного крохмалю

становила 6% і 5% відповідно. Найкращою харчовою клітковиною для складних сарделюк з оленини була яблучна шкірка, а найкращою овочевою – гриб шиїтаке. За результатами побудови ортогональних масивів, факторного та діапазонного аналізу було проведено наступну формулу композиційних сарделюк з оленини (в розрахунку на масу): співвідношення м'яса оленини та свинини 4:6, грибів шиїтаке 15%, яблучної шкірки. 5% і ізомальтоолігосахарид 4% (Airapetyan et al., 2020).

У дослідженні Колобов, 2017 оцінюється якість сирого м'яса північного оленя та продуктів його переробки – варено-копчених ковбас. Дано характеристику оленини, яка не тільки багата білком, але й містить водорозчинні вітаміни. Вивчено мікробіологічну безпеку оленини, вирощеної в умовах Крайньої Півночі. Сировина пройшла ветеринарно-санітарну експертизу в державній ветеринарній службі та отримала офіційний ветеринарний документ про безпеку продукту. Описано етапи виробництва та технологічний процес варено-копченої ковбаси трьох видів, а саме: ковбаси, мисливської та норильської. Всі перевірки безпеки проводилися відповідно до СанПіН 2.3.2.1078-01, Технічного регламенту Митного союзу 021/2011 «Про безпечність харчових продуктів» і Технічного регламенту Митного союзу 034/2013 «Про безпеку м'яса та м'ясних продуктів». Наведено технологічну схему виробництва варено-копчених ковбас з оленини. Для переробки нетрадиційної м'ясної сировини використовувалися стандартні технологічні прийоми: оброблення, засолювання, дозрівання, формування та термічна обробка. Енергетична цінність 100 г сирокочених ковбас склала: сосиски - 453 ккал, мисливської - 453 ккал, норильської - 280 ккал. Після закінчення обробки перевіряли безпечність сирокочених ковбас за мікробіологічними показниками. Всі зразки показали відповідність стандартним нормативним вимогам.

1.2. Динамічні зміни білкових, сенсорних, хімічних і окисних властивостей, що відбуваються в м'ясі під час термічної та нетермічної обробки.

Переробка м'яса є невід'ємною частиною підготовки м'яса та м'ясних продуктів до споживання людиною. Як термічні, так і нетермічні методи обробки, як комерційні, так і побутові, здатні індукувати хімічну модифікацію та модифікацію білків м'язів, що може вплинути на окисні та сенсорні характеристики м'яса. Потреба споживачів у харчових продуктах з мінімальною обробкою проклала успішний шлях до безпрецедентного дослідження різноманітних нових технологій нетермічної обробки їжі. Переробка м'яса може мати серйозні наслідки для його харчового профілю та засвоюваності м'ясних білків у травній системі. Велика кількість методів обробки харчових продуктів може потенційно викликати зміни в структурі білка, смакових якостях, біодоступності та засвоюваності через різні явища, переважно денатурацію та реакцію Майяра. Окрім цього, під час різних термічних обробок м'яса негативно впливають такі сенсорні властивості, як колір, хрусткість, твердість і загальне сприйняття. Основним стимулом для впровадження нетермічної обробки їжі є її енергоефективність. Враховуючи це, було розроблено кілька методів нетермічної обробки для уникнення впливу традиційної термічної обробки на харчові матеріали щодо реакцій Майяра, зміни кольору та появи неприємного присмаку. Кілька важливих методів нетермічної обробки, таких як мікрохвильове нагрівання, подрібнення та додавання ферментів, можуть позитивно вплинути на засвоюваність білка, а також підвищити цінність кінцевого продукту. Крім того, ультразвук, опромінення, обробка під високим тиском та імпульсні електричні поля є іншими ключовими технологіями нетермічної обробки харчових продуктів у м'ясі та м'ясних продуктах. У цьому огляді розглядається, як різні методи термічної та нетермічної обробки, такі як су-виде, мікрохвильова піч, тушкування, смаження, варіння, смаження, гриль і приготування на пару, впливають на білки м'яса, хімічний склад, окислення та сенсорний профіль.

М'ясо має винятково багату харчову цінність і служить чудовим джерелом кількох незамінних амінокислот і різноманітних мікроелементів, таких як вітаміни В₃ і В₁₂, залізо та цинк (1). М'ясо поділяють на три основні категорії: червоне м'ясо, птиця та морепродукти. Все поголів'я складається з червоного м'яса, включаючи баранину, яловичину, свинину та козлятину. Свійська птиця зазвичай відноситься до білого м'яса, яке складається з курки, тоді як риба, ракоподібні (наприклад, краби, омари) і молюски (наприклад, молюски, устриці, гребінці, мідії) складаються з морепродуктів (2). Хімічний склад м'язів і, отже, м'яса характеризується великим вмістом води (~75%), потім білка (~20%), жиру (~3%) і розчинних небілкових речовин (~2%), з відмінностями серед різних розглянутих видів (3 – 11). Трьома основними групами м'язових білків можуть бути міофібрилярні, саркоплазматичні та білки сполучної тканини. Міофібрилярні білки складають 50–55% від загального білка, тоді як 30–34% від загального м'язового білка представлено білками саркоплазми (12). Олейнова кислота є основною жирною кислотою, присутньою в м'ясі, значною мірою переважає в нейтральних ліпідах і одержується зі стеаринової кислоти за допомогою ліпогенного ферменту (тобто стеароїл-Ко-А-десатурази). Відомо, що на якість м'ясних продуктів впливає їх склад, а також час і температура приготування (13). М'ясо — це різноманітна харчова група, склад якої залежить від категорії м'яса. Червоне м'ясо, таке як яловичина, баранина, свинина та оброблене м'ясо, як гамбургери та сосиски, має більший вміст жиру порівняно з куркою. Як правило, червоне м'ясо, таке як яловичина, і м'ясо темного кольору, одержане з курки та індички, є кращим джерелом заліза, ніж біле м'ясо.

Для приготування м'яса використовувалися різні теплопровідні середовища, які включають термічні та нетермічні методи приготування. Термічна обробка передбачає застосування тепла насамперед тому, що вважається найефективнішим способом усунення мікроорганізмів, що спричиняють захворювання харчового походження (14), хоча часто неадекватним чином (15). Проте люди готують м'ясо протягом сотень тисяч

років, щоб покращити його засвоюваність, змінити фізико-хімічний профіль м'яса, а також готувати їжу, використовуючи різні рівні температури, які, у свою чергу, залежать від продукту, який готується (16). Найбільш широко використовуваними методами є приготування на грилі, варіння, смаження на сковороді, запікання та смаження у фритюрі (17). Термічна обробка призвела до зміни структурної конформації білка, окрім зміни сенсорних ознак , таких як зовнішній вигляд, смак, текстура та хімічні характеристики інгредієнтів, впливаючи на розм'якшення та зміцнення (18–20). Гетероциклічні ароматичні аміни, які, як відомо, є потенційно багатими мутагенними/канцерогенними агентами, утворюються під час термічної обробки м'яса та неповного згоряння складових органічних матеріалів (21). Голух та ін. (22) ретельно досліджували вплив різних типів методів термічної обробки, а саме смаження на сковороді, приготування на водяній бані, смаження на грилі та смаження в конвекційній духовці на харчовий склад та енергію м'яса гусячої грудки. З усіх цих технологій конвекційне смаження вирізнялося найнижчою енергетичною цінністю та збереженням найвищого вмісту поживних речовин щодо жиру та основних мінералів, таких як фосфор і натрій.

Нова нетермічна технологія має певні переваги перед звичайними технологіями, включаючи підвищення якості та безпеки продукту, а також передовий рівень автоматизації, окрім більш точного контролю над методом обробки (23), але вплив нетермічної технології на сенсорну якість їжі не можна ігнорувати (24). Безпека та якість приготовленої їжі може бути покращена шляхом застосування нетермічної технології кондиціювання перед приготуванням. Нова технологія нагрівання харчових продуктів замінює звичайні процеси нагрівання для забезпечення теплової енергії під час приготування їжі, а також скорочує час приготування, покращує якість, ефективність очищення та безпечність продуктів. Основними методами нетермічної обробки є високий гідростатичний тиск, ультрафіолетове світло, ультразвук і імпульсні електричні поля, які виявилися корисними для

забезпечення органолептичних, а також поживних властивостей харчових продуктів (23).

Давно відомо, що обробка при вищих температурах призвела до денатурації білка разом із зменшенням вологоутримуючої здатності м'яса (25), тоді як структурні деформації можуть виникнути навіть при нижчих температурах (26). При приготуванні при температурі 58–64°C спіралеподібна/кристалічна структура молекул колагену в м'ясі змінюється на хаотично згорнуту/аморфну (27), що супроводжується розривом водневих зв'язків, що призводить до зниження взаємодії між водою та білком. , розслаблення структури тонкого волокна разом з підтягуванням структури колагену. Нестримні колагенові волокна зазнають усадки, коли їх піддають температурній обробці 60–70°C (12), відбувається денатурація в напрямку грануляції та посилюється солюбілізація з подальшою клейстеризацією внаслідок розриву міжмолекулярних зв'язків через збільшення тепла (28 , 29). Високий рівень швидкопсувного м'яса робить його консервування вкрай необхідним за допомогою наступних одного або кількох методів обробки. Щоб досягти цього, з давніх часів на практиці застосовувалися різноманітні традиційні способи приготування їжі, такі як приготування у воді та в печі. Оскільки ці традиційні методи мають кілька недоліків, таких як зміна температури між двома місцями в м'ясі, довший час обробки та менша швидкість нагрівання, крім зниження загальної якості оброблених продуктів. На тлі цього різні модерністські методи візуалізували еволюцію в останні роки (30, 31). Зазвичай використовувані методи приготування, такі як варіння, смаження та гриль, супроводжуються двома методами теплопередачі. Тепло, що передається через повітря під час смаження або через воду у режимі *sous-vide* на водяній бані, передбачає передачу в режимі конвекції, тоді як під час смаження м'ясо на грилі безпосередньо контактує з джерелом тепла шляхом кондукції, що передбачає порівняно короткий період часу для приготування м'яса (32).

Із зростанням попиту на високоякісні харчові продукти застосування нетеплових технологій набуло різкого зростання в харчовій промисловості. Ультразвукова обробка, обробка під високим гідростатичним тиском, гамма-випромінювання та обробка опромінення є найбільш реалізованими передовими промисловими застосуваннями, які були потенційно корисними для пригнічення хвороботворних мікробів, поширених у м'ясних і рибних продуктах (33). Метою цього огляду є вимірювання змін, які відбуваються в білкових, сенсорних, хімічних та окисних властивостях м'яса під час термічної та нетермічної обробки.

1. 3. Технології термічної обробки нетрадиційної м'ясної сировини.

М'ясо можна смажити, обертаючи його на рожні над вогнем. За основу береться жир або олія, оскільки це техніка сухого жару. Пряме приготування на грилі часто нагріває їжу до 260°C. Реакція Майяра відіграє вирішальну роль у обробці та приготуванні харчових продуктів, що призводить до багатьох хімічних змін і відповідає за генерацію кінцевих кольорів та смаків (34). У значному дослідженні було проаналізовано вплив гриля (230°C протягом 20 хвилин) і смаження (190°C протягом 25 хвилин) на продукти окислення холестерину в баранині та курчаті з використанням таких методів, як омилення, екстракція, дериватизація з подальшим кількісним визначенням за допомогою хроматографічний аналіз. Обробка смаження виявилася набагато кращою в порівнянні з грилем щодо продуктів окислення холестерину. Не спостерігалось істотної різниці між сирією бараниною та сирією куркою щодо холестерину, причому перше було більш домінуючим, ніж сире, через високий вміст насичених жирних кислот і холестерину (35). Порівняно з іншими методами обробки, смаження посилює окислення ліпідів, оскільки воно використовує високі температури протягом більш тривалого часу. Однак приготування на грилі, здається, має менший вплив на окислення ліпідів, ніж інші способи приготування (36).

Це дослідження мало на меті з'ясувати вплив умов приготування на фізико-хімічні та сенсорні характеристики яловичої корейки сухої та вологої витримки. Методи: Яловичину сухої та мокрої витримки, витриману протягом 28 днів, готували з використанням різних методів приготування (гриль або духовка) × температури приготування (150°C або 230°C), а також їх рН, реактивні речовини 2-тіобарбітурової кислоти (TBARS), летких сполук і вимірювали колір. Результати: Умови приготування не вплинули на рН; однак смаження на грилі призвело до нижчого TBARS, але вищої готовності на поверхні сухої яловичини порівняно з смаженням у духовці. У описовому сенсорному аналізі смак смаженої в'яленої яловичини був значно сильнішим при приготуванні на грилі порівняно з запіканням у духовці. Яловичина сухої витримки, приготована на грилі при 150°C, показала вищу інтенсивність сирного смаку, а яловичина, витримана на грилі при 230°C, продемонструвала більшу інтенсивність смаженого смаку порівняно з яловичиною, витриманою у вологому стані за тих самих умов, відповідно. Висновок: приготування на грилі може бути ефективним для посилення унікального смаку сухої яловичини. Підсумовуючи, переваги сухої витримки можуть бути посилені шляхом приготування на грилі замість смаження в духовці, оскільки приготування на грилі покращує бажаний смак і колір. Крім того, приготована на грилі суха витримана яловичина може бути привабливою для споживачів завдяки своєму інтенсивному смаженому смаку порівняно з приготованою на грилі яловичиною вологої витримки за тих самих умов приготування, і він є сильнішим, коли температура приготування вища. У рамках лікування в цьому дослідженні було б рекомендовано готувати в'ялену яловичину на грилі при вищій температурі (230°C) (37).

Сире м'ясо бройлерів піддавали обробці на грилі, смаженні, смаженні та су-виде, при цьому зразки, приготовлені су-від, демонстрували найменшу втрату вологи, ніж смажені та смажені зразки. Висока температура варіння мала значний вплив на окислення білків, флуоресценцію триптофану, карбонілювання білка та утворення дисульфідних зв'язків курячого шаркі.

Тривалість варіння сильно вплинула на вільні тіолові групи, формування шифової основи та твердість. На колір бройлерного шаркі негативно вплинув тип техніки приготування, що було приписано реакції Майяра. За якістю найвигіднішою виявилася техніка sous-vide (38).

Chang та ін. (39) оцінили вплив смаження на грилі та смаження на концентрацію семи поліциклічних ароматичних вуглеводнів, включаючи хризен, бензо (b) флуорантен, бензо (k) флуорантен, бензо (a) пірен, дибензо (a,h) антрацен, бензо (39). g,h,i) перилен та індено (1,2,3-c,d) пірен у м'ясі яловичини та свинини, виявивши, що як смаження на грилі, так і смаження в яловичині та свинині викликають поліциклічні ароматичні вуглеводні. Смаження було оцінено для отримання найвищих значень сили зсуву для будь-якого типу м'яса, виміряного тестом Уорнера Блатцера. У той час як яловичина, відварена на водяній бані, показала м'якість із значеннями сили зсуву, які були між зразками смаженої та смаженої яловичини, м'ясо, смажене на грилі та смажене, продемонструвало значні варіації ніжності.

Важливо розуміти фізичні зміни текстури м'яса під час приготування, насправді тривалість і температура, що застосовуються для приготування м'яса, мають великий вплив на фізичні властивості м'яса та харчову якість (40). Крім того, ніжність є важливою якісною рисою, яка визначає задоволення, повторну покупку та готовність платити преміальні ціни (41). Приготування є останнім кроком перед споживанням і має значний вплив на сенсорні якості (42). Індукована теплом денатурація основних білків м'яса, а також денатурація актину та міозину були пов'язані з більш жорстким м'ясом, а денатурація колагену була пов'язана зі зниженням твердості (43). Температура та швидкість нагрівання також впливають на ступінь денатурації колагену, повідомляючи, що температура, при якій відбувається денатурація колагену, зростає зі збільшенням швидкості (44). Зміни в цих білках відбуваються безперервно з підвищенням температури, і, з іншого боку, рівень м'якості коливається в процесі приготування, таким чином, сама по собі

конформаційна зміна білка не може повністю пояснити ніжність приготованого м'яса (45).

Смаження у фритюрі. Переважно м'ясо багате водою, ліпідами, білками, життєво важливими амінокислотами та кількома поживними мікроелементами, включаючи такі відомі мінерали, як залізо, магній, селен і цинк, і є важливим компонентом нашого раціону. Більшість людей вважають білки ключовим компонентом свого раціону (46). Смаження у фритюрі – це спосіб приготування, який сягає багатьох століть і отримав широку популярність через унікальність кольору та смакових характеристик, ставши однією з найбільш використовуваних технік приготування м'яса (47). Смаження у фритюрі передбачає занурення їжі в розігріту олію або жир, які досягли високої температури вище точки кипіння води.

Було вивчено різні процеси смаження та їх вплив на харчові, фізико-хімічні та сенсорні властивості скумбрії. Смаження у фритюрі мало значний несприятливий вплив на окислення ліпідів і деградацію білка, тоді як загальна оцінка прийнятності була неймовірно підвищена під час смаження на повітрі. У процесі смаження, крім підвищення сенсорних показників скумбрії, було виявлено зниження вмісту перфторованих сполук, мало токсинів, активність інгібітора трипсину. Повідомлялося про нижчу швидкість окислення та збереження поживних і сенсорних якостей смаженої скумбрії та фаршу із скумбрії при смаженні у вакуумі. Під час смаження в скумбрії спостерігалось збільшення летких основних речовин азоту та тіобарбітурової кислоти. Повідомлялося про величезний вплив на приблизний склад, а також вміст мінералів у смаженій скумбрії. На профіль жирних кислот смаженої скумбрії також вплинуло поглинання лінолевої кислоти з олії, окисне розкладання та втрата води. Амінокислоти також розкладалися під час смаження при високій температурі. Це ключове дослідження дійшло висновку, що процес смаження незмінно впливає на смак, колір і загальне сприйняття скумбрії (48).

Lin та ін. (49) проаналізували смаження у фритюрі та гарячому повітрі на текстуру, різницю кольорів, сенсорну оцінку та летючі ароматичні сполуки

фрикадельок гігантської саламандри до та після смаження. У фрикадельках гігантської саламандри, смажених на гарячому повітрі, було виявлено підвищену твердість, еластичність і L^* (яскравість), тоді як нижчі значення a^* , b^* і вміст жиру. Значно збільшився відносний вміст альдегідів і кетонів у фрикадельках смаженої гігантської саламандри. Sobowale та ін. (50) досліджували вплив оптимізованого часу приготування (30, 45, 60 хв), температури смаження (150, 170, 190°C) і часу (3, 6, 9 хв) на вміст вологи, втрату вологи, жир і вміст білка, колір, текстура та сенсорні характеристики смаженої у фритюрі ковбаси з козячого м'яса за допомогою методології поверхні відгуку. На загальну якість, консистенцію та сенсорні характеристики ковбаси з козлятини суттєво вплинули умови смаження. Тим не менш, зберігання та мікробіологічні дослідження ковбас, смажених у фритюрі з козячого м'яса, потребують значного вивчення. У порівнянні з іншими процедурами висока температура (смаження) призводить до більшої втрати вологи. Одним з найбільш часто використовуваних термічних прийомів приготування курячих фрикадельок є смаження у фритюрі. Крім того, різні температури та періоди смаження використовувалися як фактори дослідження. Кількість гетероциклічних ароматичних амінів, утворених цим способом смаження, становить менше 1 нг/г. Згідно з дослідженнями, глибоке смаження при високій температурі протягом тривалого періоду часу призвело до того, що курячі фрикадельки швидше втрачали вагу (46). Остаточна засвоюваність білка цих продуктів залежить від доданих інгредієнтів (тобто фрикадельки містять борошно), але, однак, деякі дослідження показали, що збереження білка в м'ясі після процесу смаження у фритюрі коливається від 96 до 100% (47).

Варка на пару. Тривалість приготування на пару може варіюватися від короткого часу (30–40 хв) для невеликих шматків м'яса до більш тривалого для цілої баранячої ноги (51). Незважаючи на те, що застосування перегрітої пари при сушінні харчових продуктів може надати різноманітні можливості для досліджень, все ще менше повідомлень про її використання для

приготування якісних м'ясних продуктів (52). Приготування на пару займає менше часу і передбачає рівномірний розподіл тепла (53). Дуже подібно до інших методів обробки, приготування на пару викликає зміни в м'ясних білках через денатурацію та агрегацію білків, що впливає на засвоюваність м'язових білків (54).

Ракотондрамаво та ін. (55) проводили варіння на пару вареної шинки, приготовленої зі свинини Longissimus dorsi, до внутрішньої температури 65°C. Була оцінена перетравність *in vitro* та швидкість перетравлення після приготування на пару. Загальна засвоюваність і швидкість перетравлення білків м'яса покращилася порівняно з сирим м'ясом завдяки денатурації, що призвела до оголення внутрішньої частини раніше нативних молекул. В іншому важливому дослідженні, яке продемонструвало вплив перегрітої пари разом з маринуванням і копченням на м'ясо, обробка перегрітою парою продемонструвала вищу загальну прийнятність якості м'яса ніжок і грудей, а саме. а саме поживний склад і корисність протягом періоду зберігання, незважаючи на мікробне та хімічне псування (56).

Абдулхамед та ін. (57) застосували кінетичне моделювання з використанням перегрітої пари для аналізу зміни текстури та кольору курячої ковбаси протягом кількох хвилин. Спостерігалось поступове зменшення текстури зі збільшенням часу приготування, а значення L^* (яскравість або легкість) м'яса зменшувалося лінійно з часом приготування, таким чином відображаючи кінетичну модель першого порядку для параметрів текстури та L^* -значення кольору для м'яса.

Смаження на сковороді. Сковорода з тефлоновим покриттям з невеликою кількістю олії або жиру в якості основи використовується для смаження на сковороді для швидкого приготування м'яса. Кастрюля повинна мати достатню ширину, щоб м'ясо не тиснулося під час приготування. Переповнення невеликої сковороди м'ясом знижує температуру та затримує приготування. За даними Liao et al. (58), яловичина готується за таким підходом при 180°C протягом 5–10 хв. На відміну від інших процесів

приготування, варіння та смаження на сковороді дають зразки м'яса кролика зі значно більшим вмістом білка та жиру та значно нижчим вмістом вологи. З іншого боку, інші автори повідомляли, що свиняче м'ясо можна смажити на сковороді при температурі від 150 до 250 °С, з великими сенсорними наслідками. Схоже, що при підвищенні температури смаження інтенсивність сенсорних ознак смаженого та паленого зростає, оскільки зменшилася кількість варених і поросячих нот, повідомляючи, що при нижчій температурі профіль аромату корелює з продуктами окислення ліпідів, тоді як при більш високих він корелює до продуктів реакції Майяра (59). Кількість гетероциклічних ароматичних амінів, що утворюються в результаті цього методу смаження, коливається від 2 до 70 нг/г вареного м'яса (28). У порівнянні з іншими процедурами приготування, зразки, що піддавалися кип'ятінню та смаженню на сковороді, показали значно вищі значення загального леткого основного азоту. Підвищений вміст білка, досягнутий після методів термічної обробки порівняно з іншими методами приготування, може бути причиною виявлених вищих значень загального леткого основного азоту.

Приготування *Sous-vid*. Незважаючи на те, що смаки споживачів до таких видів м'яса, як яловичина, свинина та курка, різняться між націями, регіонами та людьми, споживання м'яса, отриманого з птиці, постійно зростає у світі з часів античності (60). Процес, відомий як *sous-vide*, передбачає нагрівання сирого яловичини, яка була запечатана у вакуумі на водяній бані до заданої температури (61). Цей метод часто називають методологією «кухаря в мішку». У режимі *Sous-vid* зазвичай використовується температура від 50 до 85°C, що означає, що для нагрівання потрібно більше часу, ніж при традиційному способі приготування. Це вважається новим способом приготування, який характеризується герметичною упаковкою м'яса в пакет (часто у вакуумі) і приготуванням на водяній бані з метою збереження більше вологи, смаку та природного стану (62, 63), без утворення продуктів реакції Майяра (54). , зберігаючи деякі чудові технологічні характеристики, такі як окислювальна стабільність (63). Крім того, вакуумна упаковка здатна

запобігти втратам летючих сполук і вологи під час приготування, забезпечуючи кращу сенсорну якість (64). Це зменшує температурний градієнт і зменшує шкоду для вітамінів і білків, які чутливі до тепла (65). Крім того, це мінімізує втрати при приготуванні та зберігає соковитість. Значення твердості та сили зсуву залежать від часу приготування, а співвідношення часу та температури, здатність до жування та зв'язності м'яса значною мірою впливають на час приготування, температуру та взаємодію між двома факторами (66). Деякі автори повідомили, що сила зсуву зменшувалася, коли температура приготування підвищувалася з 50 до 65°C (61). У порівнянні з яловичиною, приготованою на пару, яловичина су-від мала менший відсоток поліненасичених жирних кислот, включаючи n-3, але подібне співвідношення n-6/n-3. Порівняно з контрольною групою, зразки су-від, які піддалися варінню при 60°C (SV60), повідомили про зниження значення рН. Багато модифікацій відбувається з білками під час варіння (поперечне зшивання, агрегація, окислення та зміни в конформації) (32).

Мікрохвильовий нагрів. Це видна термічна обробка, що включає низьке споживання енергії та короткий час приготування (67). Це сприяє стабільності та ефективності промислового виробничого процесу, окрім збереження поживного профілю продукту (68). Декілька фізико-хімічних модифікацій білків, що відбуваються під час термічної обробки, проявляються у вигляді кількох параметрів якості, переважно смакових якостей, біодоступності, засвоюваності та ефективності приготування (67). У порівнянні зі звичайними методами, доведено, що інноваційні та передові методи, такі як мікрохвильове та омічний нагрівання, спричиняють нижчу денатурацію м'ясних білків при високих швидкостях нагрівання (69). Приготування в мікрохвильовій печі перетворює електромагнітну енергію в теплову енергію та використовується для обробки кількох м'ясних продуктів, таких як бекон, фрикадельки та котлети (70). Приготування їжі в мікрохвильовій печі спричинило збільшення твердості текстури, крім

збільшення водоутримуючої здатності, що призвело до більшого погіршення міофібрилярних і саркоплазматичних білків (67).

Лі та ін. (71) повідомили про значні рівні денатурації білка, розрив клітинних мембран, солюбілізацію сполучної тканини та наявність великих проміжків між м'ясними волокнами та м'язовими пучками в м'ясі яка. Менше структурне пошкодження м'язів було виявлено у зразках м'яса, оброблених мікрохвильовою піччю, що пояснюється меншою тривалістю приготування. Під час приготування в мікрохвильовій печі також зустрічається кілька недоліків щодо змін якісних характеристик м'яса, таких як дефекти приготування та неприйнятні структурні властивості (72). Dong та ін. (73) повідомили про значний вплив мікрохвильової обробки на вторинні структури, засвоюваність білка *in vitro* та мікроструктурні характеристики білків креветок і дійшли висновку, що загальний вміст розчинного білка та засвоюваність білка *in vitro* значно підвищилися після проходження мікрохвильової обробки.

Омічний нагрів. Кілька методів омічного нагрівання, які використовують електричний струм для нагрівання харчових інгредієнтів, були розроблені та запатентовані вже більше століття. Однак обробка харчових продуктів за допомогою текучих частинок рідини є єдиним комерційним використанням. Омична кулінарна обробка давала продукти з яловичини, які готувалися швидше, споживали менше енергії та були безпечнішими; омічний нагрів генерує тепло об'ємно всередині матеріалу і може підвищувати температуру з більшою швидкістю (74). Цей спосіб приготування дає більш твердий продукт, який характеризується вищою твердістю та нижчою еластичністю, ніж традиційний метод (75). Омичний нагрів значно зменшив втрати при варінні та підвищив соковитість (17 , 76 , 77). Численні дослідження показали, що омічний нагрів, як окремо, так і в поєднанні з традиційними методами приготування, може бути використаний як процес приготування для отримання більш безпечних продуктів з яловичини. Порівняно з приготуванням на пару, електрично приготована

яловичина демонструвала незмінно більш світлий і зменшений червоний відтінок, зменшення втрат при приготуванні, але більш грубу текстуру. Вміст і фізичні характеристики харчових продуктів, що піддаються нагріванню, мають істотний вплив на ефективність омічного нагрівання. Формулювання м'ясних продуктів, призначених для омічного нагрівання, вимагає розуміння як м'ясних, так і нем'ясних компонентів через їх можливий вплив на омічний нагрів. Власна кількість електропровідних елементів у сирому м'ясі достатня для забезпечення омічного нагрівання, але композиція додаткових добавок може значно змінити ці рівні. Маломасштабна омічна нагрівальна комірка була використана для оцінки значень різних шматочків яловичини під час омічного нагрівання (78). Згідно Shirsat et al. (79), додавання нежирного жиру підвищило загальну провідність. Нагрівання м'ясних емульсій і м'ясних клярів здійснюється за допомогою омічного нагріву. У той час як традиційна яловичина мала втрати при варінні 27%, омічна низькотемпературна довготривала обробка мала втрати при варінні (25,20%) (76). Згідно з Zhang et al. (80), менший час нагрівання міг призвести до зниження коагуляційної тенденції міофібрил і гелеутворюючої здатності колагену, що призвело б до зниження здатності омічних нагрітих зразків до ефективного зв'язування та захоплення води в приготованому м'ясі, пояснюючи нижчу кількість води утримуюча здатність омічно приготовлених зразків.

1.4. Технології нетермічної обробки

В даний час для консервування їжі використовуються методи нетермічної обробки.

Гамма-промені високої енергії (^{60}Co і ^{137}Cs), рентгенівські промені та прискорені електрони є трьома типами іонізуючого випромінювання, які можна використовувати для опромінення їжі (81). На інактивацію мікробів у харчових продуктах сильніше впливає зміна інтенсивності опромінення. М'ясо також консервують за допомогою опромінення протягом кількох днів. Інактивація *L. monocytogenes*, *E. coli* та *S. typhimurium* у готовій до варіння

курчаті протягом 15 днів зберігання під дією гамма-випромінювання з інтенсивністю 0, 1,5, 3 та 4,5 кГр дала видатні результати (82). Навіть після 15 днів зберігання готова до споживання курка все ще мала приємні сенсорні та текстурні якості.

На додаток до потенційної ролі у подовженні терміну придатності шляхом запобігання хворобам, що передаються харчовими продуктами, і псуванню, технологія опромінення є бажаною технікою стерилізації через готовність споживачів платити за обробку харчових продуктів заради безпеки. Проте було виявлено, що використання опромінення у більш високих дозах викликає деякі несприятливі зміни в їжі, особливо в таких продуктах, як м'ясо, колір і вміст ліпідів якого є основними визначальними характеристиками. Навіть невелика зміна кольору або вмісту ліпідів може спричинити відмову споживачів від продукту (83).

Опромінення змінює харчові компоненти, зокрема ліпіди та білки в м'ясі, хоча воно також може зберегти початкову якість м'яса (84). Під впливом радіації жири починають окислюватися самостійно, що призводить до появи неприємних присмаків. Зі збільшенням дози опромінення рівень реактивних речовин тіобарбітурової кислоти в свинячих котлетах, упакованих аеробно, збільшувався (85). Опромінення їжі не створює жодних унікальних проблем з харчуванням. Дози опромінення до 10 кГр не впливають помітно на теплотворну здатність макроелементів, оброблених опроміненням у їжі (86).

Припущення споживачів, що опромінення харчових продуктів включає ядерну технологію, обмежує зростання застосування технологій опромінення в секторі харчової промисловості. Для розвитку цієї технології вкрай важливо змінити уявлення клієнтів і переконати їх купувати опромінену їжу, а також створити безпечніше та надійніше обладнання та оптимізувати лікування (80).

Останнім часом м'ясо та риба отримали користь від використання ультразвуку. Оскільки він не утворює відходів і завдає меншої шкоди навколишньому середовищу та здоров'ю людини (87, 88), він вважається

технікою збереження зелені. Цей процес не потребує хімічних добавок, які можуть вимиватися у воду, окрім меншого утворення стічних вод (89).

Ультразвук — це акустична енергія, крім того, це неіонізуюча, неінвазивна та незабруднююча форма механічної енергії (90), яка характеризується великим потенціалом контролю, покращення та прискорення процесів без шкоди для якості їжі (90, 87, 91).

Ультразвуковий процес може призвести до неактивності мікроорганізмів, які також можуть змінювати конформаційну структуру білків, розгортати структуру та навіть розщеплювати пептидні ланцюги білка за допомогою процесу, відомого як кавітація. Цей процес створює кавітаційні бульбашки, які розширюються протягом кількох циклів, перш ніж різко зруйнуватися. Це призводить до того, що зона кавітації відчуває сильні температури (понад 5000 K), високий тиск (1000 атм), хвилі високої енергії зсуву, утворення вільних радикалів і турбулентність. Мікроорганізми стають неактивними в результаті розпаду мікробних клітин, тоді як м'ясо стає більш ніжним в результаті розпаду клітин тварин (92, 93). Крім того, пошкодження клітин покращує текстурні якості, не впливаючи на якість харчування (94-96). Спостерігався вплив обробки ультразвуком на розмір частинок актоміозину, який був пов'язаний з дисоціацією білка під час кавітації, що також призвело до видалення агрегатів і агломератів.

Високоінтенсивна ультразвукова обробка здатна руйнувати клітинні та субклітинні компоненти, а циклічні коливання акустичного тиску послаблюють клітинні мембрани. Білки, мінерали та інші компоненти мігрують через пошкодження тканин, що також прискорює активність ферментів. Після ультразвукової терапії значення сили зсуву м'язів грудей бройлерів можуть бути значно зменшені (86) шляхом усунення бактерій псування та покращення стабільності продукту під час зберігання. Перевага використання ультразвуку полягає в тому, що воно продовжує термін зберігання. Відповідно до спостережень, деградація важливих показників якості, таких як колір і загальний фенольний вміст, флавоноїди, аскорбінова

кислота та загальна антиоксидантна здатність, оцінена за активністю поглинання вільних радикалів 2,2-дифеніл-1-пікрилгідразилу, не зазнає значного впливу ультразвукової обробки (97). Але ультразвук також може мати шкідливий вплив на якість харчових продуктів, наприклад, утворення неприємних запахів і псування речовин, пов'язаних з харчовою цінністю.

Пульсуюче електричне поле. Використовуючи технологію пульсуючого електричного поля, їжу можна зберегти, одночасно захищаючи від росту патогенних організмів. Це дозволяє інактивувати бактерії, зберігаючи природний колір, смак і текстуру сирової їжі, на відміну від термічної обробки. Метод пульсуючого електричного поля дозволяє безпечно та ефективно підвищити безпечність м'яса та м'ясних продуктів. Оскільки процес відбувається швидко, а тривалість імпульсу коливається від мікро до мілісекунд, повна інактивація мікроорганізмів не призводить до нагрівання консервованого продукту (98). У той час як нетеплова природа пульсуючого електричного поля гарантує збереження параметрів високоякісного м'яса та значне збереження поживних речовин навіть за високих температур, високі температури, які зазвичай використовуються як один із основних методів збереження харчових продуктів, є причиною деградації вітамінів. і біоактивні компоненти.

Враховуючи, що пульсуюче електричне поле діє, надаючи свій вплив на клітинні зміни та посилення проникності клітинної структури, отриманої в результаті електропорації, варто визнати його вплив на важливі поживні речовини, а саме. поживні мінерали, такі як залізо, цинк, калій і фосфор, про які повідомлялося для яловичини (99). Зміна клітинної структури може призвести до втрати мінеральних речовин або через втрату очищення з часом через дифузю та відсутність фізичної перешкоди через тиск, викликаний денатурацією білка (100).

Обробка під високим тиском. Обробка під високим тиском – це нетермічна технологія, яка має кілька застосувань у обробці м'яса, включаючи розм'якшення та зменшення солі. Це метод, який використовується для

зменшення проблем із якістю м'ясних продуктів із низьким вмістом жиру, а останнім часом це інноваційний підхід до підвищення засвоюваності. Обробка під високим тиском, яку також називають холодною пастеризацією харчових продуктів, відноситься до нетермічної обробки, яка в даний час є однією з найпопулярніших замінь термічних методів консервування харчових продуктів, що використовуються в харчовій промисловості. Її часто використовують для обробки м'яса та м'ясних продуктів, оскільки м'ясна промисловість використовує близько 29% усього промислового обладнання високого тиску (101).

Обробка під високим тиском дозволяє подовжити термін придатності разом із збереженням властивих сировині харчових цінностей і органолептичних якостей (таких як смак, запах, колір і консистенція) (102). Денатурація м'язового білка викликається процесинговою терапією під високим тиском, яка також змінює розгортання та повторне згортання білка, змінюючи структуру та властивості білка. Коли білки піддаються обробці під високим тиском, їх денатурація непередбачувана і залежить від величини тиску, який використовується, а також від джерела білка. У результаті зміни в структурі білків, спричинені тиском, можуть змінити те, наскільки легко білки засвоюються під час шлунково-кишкового травлення. Дослідження показали, що обробка під високим тиском сприяє перетравленню білків різноманітних продуктів, у тому числі м'язових. Звичайні характеристики свіжого м'яса, такі як текстура і особливо колір, можуть бути суттєво змінені шляхом обробки під високим тиском, оскільки це змінює критерії якості свіжого м'яса (103). Згідно з повідомленнями, обробка під високим тиском викликає руйнування електростатичних зв'язків і стимулює процеси обміну сульфгідрильно-дисульфідними зв'язками, що викликає дисоціацію білка та розгортання його структури. Міжмолекулярні та внутрішньомолекулярні взаємодії призводять до рефолдингу після обробки, що зберігає структуру білка. М'язові білки демонструють такі фізико-хімічні зміни, як денатурація, дисоціація, солюбілізація, агрегація та гелеутворення під впливом високого тиску, що

змінює їхні характеристики. Тиск, температура, рН та іонна сила мають значний вплив на ці змінні (104). Згідно з дослідженнями, обробка під високим тиском значно змінює колір свіжого м'яса, хоча зміни в в'ялених м'ясних продуктах допустимі і залежать від вмісту води в продукті та значення активності води (103). Хоча процеси, що лежать в основі індукованого обробкою під високим тиском окислення ліпідів, не повністю зрозумілі, було запропоновано, що обробка під високим тиском може сприяти окисленню ліпідів, роблячи залізо з гемопротейнів більш доступним і викликаючи руйнування мембрани (103). Одним із найважливіших елементів немікробного псування м'яса є окислення (105). Окислення ліпідів зазвичай не стає очевидним відразу після обробки під високим тиском, але його можна помітити під час зберігання в охолодженому стані (106).

1.4.1 Зміни м'яса та м'ясопродуктів при різних термічних і нетермічних способах обробки. Температура та тривалість приготування впливають на фізичні характеристики та споживчу якість м'яса. Особливі білки м'яса денатуруються під час варіння, що призводить до того, що структурний профіль м'яса зазнає ряду структурних змін. Клітинні мембрани руйнуються, м'ясні волокна зморщуються, міофібрилярні та саркоплазматичні білки агрегують і утворюють гелі, а сполучна тканина зморщується і розчиняється внаслідок цих процесів. Термічна обробка може призвести до несприятливих змін якості м'яса, включаючи втрату поживної цінності через окислення ліпідів і модифікації в кількох білкових сегментах.

Технології приготування змінюють фізичні та біохімічні властивості білка, вуглеводів, ліпідів та інших другорядних компонентів м'яса, що, у свою чергу, впливає на врожайність, ніжність, соковитість, аромат і смакові якості (107). Було вивчено вплив п'яти різних способів приготування (варіння, приготування на пару, гриль, мікрохвильова піч і перегріте паром) на приблизний склад, рН, колір, втрати при варінні, текстурні властивості та сенсорні характеристики курячого стейка. Вміст вологи та значення легкості

(L*-значення) були вищими в перегрітому курячому стейку, приготованому на пару, порівняно з курячими стейками, які піддавали варінню, парі, смаженню на грилі та в мікрохвильовій печі. Перегріті парові зразки продемонстрували кращі сенсорні характеристики, ніжність, соковитість і загальну оцінку прийнятності. Таким чином, застосування перегрітої пари в попередньо розігрітій до 250°C духовці та 380°C протягом 5 хвилин забезпечило кращі якісні характеристики та сенсорні властивості курячого стейка (52).

Утворення іншої білкової мережі та термічні модифікації, що відбуваються в м'язових білках під час нагрівання, безпосередньо впливають на вихід, текстуру та загальну якість кінцевого продукту. М'ясо, термічно м'яке після приготування, стає жорстким залежно від умов приготування (108). Рівень усадки є ключовим фактором для споживачів, оскільки різні методи термічної обробки несприятливо змінюють структуру м'яса, а більша усадка розглядається як ознака нижчої якості (109). Низькі температури та більший час призводять до збільшення усадки під час термічної обробки. Рівень усадки значно збільшується з температурою, що призводить до величезних втрат води під час приготування (12).

Серед цих згубних наслідків термічної обробки продуктів для боротьби з глобальним попитом на поживні та натуральні продукти харчування було розроблено широкий спектр методів нетермічної обробки для придушення мікробів. Серед нетермічних технологій ультразвук, обробка під високим тиском, імпульсні електричні поля та обробка імпульсним світлом виділяються в іммобілізації мікроорганізмів при температурах навколишнього середовища. Це зберігає харчові компоненти від термічної деградації, крім збереження органолептичних і поживних характеристик харчових продуктів, схожих на свіжі (110).

Нетермічна обробка охоплює всі ті методи обробки, які ведуть до знищення мікроорганізмів разом із збереженням харчових продуктів від різноманітних шкідливих термічних впливів і подовженням терміну придатності продукту за рахунок збереження їх фізичних, поживних і

сенсорних властивостей. Інактивація мікроорганізмів може бути досягнута в різному ступені шляхом високого застосування технологій обробки, зокрема гідростатичного тиску, імпульсних електричних полів, ультразвуку високої інтенсивності, ультрафіолетового світла, імпульсного світла, іонізуючого випромінювання та коливальних магнітних полів (111). Нетеплова обробка справді є однією з тих важливих технологій, які застосовувалися в харчовому секторі для подовження терміну придатності та збереження цілісності харчових продуктів при зниженні витрат на обробку. Нетеплові технології явно сприяють навколишньому середовищу, чи то шляхом підвищення загальної енергетичної ефективності процесу, чи використанням меншої кількості невідновлюваних ресурсів.

Зміни сенсорних властивостей. Традиційні методи приготування їжі використовують застосування високих температур, що значною мірою сприяє руйнуванню поживних компонентів, смаку та кольору тощо (112). Виразні ароматичні та смакові характеристики м'яса під час варіння набуваються завдяки складній взаємодії попередників, що походять із нежирних і жирних компонентів м'яса, що призводить до розвитку летких ароматичних сполук, що надають типовий смак м'яса (113). Метод «sous-vide» є одним із тих методів, який забезпечує більш високу мікробіологічну безпеку порівняно зі звичайним приготуванням їжі (114). Це призводить до підвищення ніжності, кращого збереження кольору та смаку та зменшення руйнування білків, ліпідів та термочутливих сполук (51). Омічний нагрів для зразків яловичого фаршу під різними градієнтами напруги суттєво не впливає на колір зразків. Такі зразки яловичини відображають більш однорідний колір і позбавлені шару вареної скоринки на своїй поверхні (77).

Колір приготованого м'яса вважається головним фактором безпеки та корисності. Неприйнятний коричневий колір всередині є показником належного приготування м'яса, тоді як рожевий колір корелює з необробленим м'ясом (115). Колір м'яса є одним із важливих параметрів, який є індикатором якості м'яса, що відображає переваги споживача і може дати

достовірну інформацію про харчову якість. Через високу температуру, яка використовується під час приготування, повідомлялося про збільшення значень кута відтінку варених зразків порівняно з сирими зразками. Було розроблено кінетичну модель для опису зміни текстури та кольору курячої ковбаси, підданої варінню на пару при температурі від 150 до 200 °С протягом 2–6 хв. Оцінювали твердість, когезійність, клейкість і жування, окрім яскравості (L^*), a^* (червоність). Повідомлялося про поступове зменшення текстури та яскравості (L^*) зі збільшенням часу приготування та температур (57).

1.4.2. Хімічні зміни, викликані під час обробки нетрадиційної м'ясної сировини. Міофібрили складаються з сітки білкових мереж кількох різних білків, які взаємодіють один з одним, що призводить до стабільних білкових комплексів і м'язових структур. Денатурація глобулярних головок молекули міозину починається при 40°C зі структурними змінами, видимими в субфрагментах міозину, поряд із повною денатурацією, що відбувається при температурі вище 53°C (116). Міозин починає процес денатурації одночасно зі змінами, які спостерігаються за допомогою ЯМР із низьким полем, що супроводжується зменшенням взаємодії вода-білок, що призводить до усадки та збільшення втрат при варінні на попередніх стадіях тривалого варіння при низькій температурі (117 , 118). Під час нагрівання при температурах (58–64°C) відбувається різкий перехід молекули колагену з кристалічного (спірального) стану в аморфний (безладно згорнутий) (119), що в основному пояснюється розривом водневих зв'язків, що призводить до зменшення водно-білкової взаємодії з наступним розпушуванням фібрилярної структури та скороченням молекули колагену. Термічна обробка при температурах 60–70°C призвела до усадки нестримних колагенових волокон (12). Процес денатурації відкриває шлях для грануляції та збільшення солубілізації та желатинізації внаслідок розриву міжмолекулярних зв'язків із застосуванням інтенсивного тепла (120 , 121). Під час смаження одночасний тепло- та масообмін олії та повітря викликає низку хімічних змін, а саме: втрата вологи,

утворення скоринки, поглинання олії, клейстеризація крохмалю, денатурація білка разом зі змінами кольору, викликаними реакціями Майяра та полімеризацією олії. Приготоване м'ясо набуває характерної консистенції за рахунок теплових змін сполучної тканини, міофібрилярних білків і розчинних білків. Розчинність молекул колагену залежить від перехресного зв'язку між молекулами колагену в сполучній тканині. Ці зміни в розчинності колагену під час термічної обробки мають чудовий вплив на текстуру м'яса птиці.

Окисні зміни. Велика активність води в м'ясних і рибних продуктах є чудовим живильним середовищем для росту та активності псування та патогенних мікроорганізмів (122 , 123). У зв'язку з цим відбувається значне зниження основних поживних елементів цих матриць, таких як білки, амінокислоти та незамінні вітаміни, переважно комплекс вітаміну В, разом із розпадом ліпідів, який сприйнятливий до явищ окисної деградації (124 , 125). Це вільні радикали, які відповідають за прискорення окислення ліпідів, а також денатурацію білка (90, 126). Окислення ліпідів у м'ясі під час варіння надає м'ясу характерний смак і запах, крім того, що викликає псування продукту, утворення небажаних запахів, прогірклість, втрату поживних речовин і вироблення токсинів (127, 128). Типовий аромат і смак м'яса в результаті термічної обробки походить від летких смакових компонентів, що утворюються внаслідок термічно викликаних реакцій під час нагрівання за чотирма шляхами, такими як реакція Майяра, що включає поєднання амінокислот або пептидів із відновлюючими цукрами; окислення ліпідів; взаємодія між продуктами реакції Майяра з продуктами окислення ліпідів і псування вітамінів (129). Термічна обробка є одним із ключових факторів, що призводить до втрати вологи в м'ясі, і є досить суттєвою з сенсорної точки зору, причому висока втрата вологи є показником меншої соковитості м'яса (130).

1.4.3. Зміна білка м'яса при термічній або нетермічній обробці. Під час обробки відбуваються численні зміни конформації в структурі білка разом зі смаком, текстурою та зовнішнім виглядом, а також хімічними

властивостями. Існують чотири різні структури білків, які були ідентифіковані, а саме: первинний, вторинний, третинний і четвертинний. Однією з найбільш істотних конформаційних змін, що переважають у білках при термічній обробці, є явище денатурації. Під час процесу нагрівання третинна структура руйнується внаслідок зовнішнього впливу, переважно тепла. Термічна обробка також призводить до розгортання білка, розриву асоціації білок-білок і, нарешті, призводить до руйнування колагену (12).

Під час нагрівання від 40 до 60°C і до 90°C відбувається агрегація більшості білків саркоплазми. Ці індуковані теплом агреговані саркоплазматичні білки можуть призвести до утворення гелю в складових структури м'яса, що призводить до розвитку консистенції м'яса після приготування (131). Утворення гелю відбувається з денатурацією міофібрилярних білків у розчині при низькій концентрації. Цей процес починається з розриву водневих зв'язків, що призводить до відкриття фібрилярної структури з подальшим скороченням молекули колагену. При нагріванні м'яса при 60–80°C протягом 1 год відбуваються значні зміни в структурі білків. Колаген в епімізіумі залишався незмінним після нагрівання, тоді як перимізіальний та ендомізіальний колагени досягають зернистої структури при 60°C, тоді як процес клейстеризації почався при 80°C (46).

Значне відхилення спостерігалось в солубілізації колагену під час процесу нагрівання. Техніки термічної обробки, такі як варіння, смаження, гриль, смаження, кип'ятіння та стерилізація, довели свій потенціал у знищенні патогенів, але супроводжуються погіршенням впливу на склад і характеристики їжі. Ступінь денатурації білків під час нагрівання залежить від температури та білка, що розглядається, що призводить до руйнування їх четвертинної та третинної структур, окрім розвитку розгорнутих довільних форм (132).

Різні технології нетермічної обробки, такі як опромінення, ультразвук, холодна плазма, імпульсне електричне поле та лікування високим тиском, також мають тенденцію викликати зміни в структурі білка, розчинності та

інших функціональних властивостях (116). Первинна структура білка визначається кількістю і типом амінокислот, які в ньому містяться. Утворення поперечних зв'язків дисульфідними зв'язками є механізмом, відповідальним за агрегацію міозину. Лікування ультразвуком призвело до явища кавітації, що утворюється через вільні радикали через дисульфідні зв'язки (133). Кілька інших знахідок повідомляють про важливість ковалентних і нековалентних зв'язків як основних взаємодій, що призводять до агрегації м'язових білків, які піддаються ультразвуковій обробці. Високі рівні структурних модифікацій були індуковані внаслідок руйнування зв'язків між амінокислотами та деякими окремими частинами білків, що супроводжувалося агрегацією білка з наступною деградацією між- та внутрішньомолекулярних водневих зв'язків у β -листових та α -спіральных структурах відповідно . Це призвело до розгортання, крім переходу випадкової структури у випадкові котушки та β -витки (134).

Висновок до розділу 1.

Текстурні властивості м'яса є ознакою кількох факторів, переважно тварин, середовища, управління та обробки. Білкова структура м'яса змінюється внаслідок таких явищ, як денатурація, реакція Майяра або агрегація. Техніки термічної обробки, включаючи комерційні та побутові, модифікують м'язові білки, що призводить до змін у засвоюваності. Проте термічна обробка м'яса значною мірою забезпечує мікробну безпеку, погіршує перетравність і біодоступність поживних речовин під час шлунково-кишкового травлення. Правильний вибір умов роботи помітно впливає не тільки на якість м'яса, але й на ефективність процесу приготування. Удосконалення поточної практики приготування їжі або дослідження нових стратегій приготування їжі є важливими для м'ясопереробної промисловості. Незважаючи на те, що традиційні методи приготування допомагають покращити зовнішній вигляд і смак м'яса ягняти, ці традиційні методи, такі як приготування на грилі, копчення, смаження тощо, також створюють ряд

обмежень для забезпечення здоров'я споживачів. Оцінка оптимального процесу приготування для забезпечення високоякісного та енергоефективного приготування м'яса допомагає споживачеві вибрати ефективний спосіб приготування та технологічні параметри приготування м'яса. Інгібування окислення ліпідів у м'ясі та м'ясних продуктах є надзвичайно важливим для харчової промисловості для збереження сенсорних і поживних властивостей м'яса та м'ясних продуктів. Нові технології обробки, насамперед приготування їжі в мікрохвильовій печі, передбачають зниження потреби в енергії, що призводить до зменшення втрат під час приготування. Окрім приготування в мікрохвильовій печі, інфрачервоне смаження та омичний нагрів можуть допомогти пом'якшити токсичні сполуки, таким чином покращуючи сенсорну якість і забезпечуючи мікробну безпеку м'яса. Нетеплова обробка, така як мікрокапсуляція, обробка під високим тиском та імпульсні електричні поля, опромінення, тепер стали найбільш зосередженими напрямками досліджень у харчовому секторі у світлі тяги споживачів до поживної, корисної їжі без мікробів.

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ, МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Організація проведення експериментальних досліджень

Теоретичні та експериментальні дослідження проводились у лабораторних умовах кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів Національного університету біоресурсів і природокористування України, а саме: здійснено дослідження щодо вологоутримуючої, жирутримуючої, вологозв'язувальної здатності фаршів ковбас, розроблено рецептуру та технологічну схему виробництва напівкопчених ковбас, розраховано їх енергетичну цінність, опрацьовано результати досліджень.

Дослідження морфологічного складу оленини, визначення амінокислотного та жирнокислотного складу рослинної сировини і напівкопчених ковбас, проведено гістологічний аналіз напівкопчених ковбас здійснено, здійснено дослідження продукту на біологічну цінність визначено *in vivo* на тест-організмах інфузорії *Tetrahymena pyriformis*.

Відповідно до поставлених завдань, було розроблено план та схему проведення досліджень. На першому етапі в результаті аналізу вітчизняної та іноземної наукової літератури та патентного пошуку сформовано наукову проблему та визначено мету досліджень. На рисунку 2.1 представлена схема проведення досліджень.

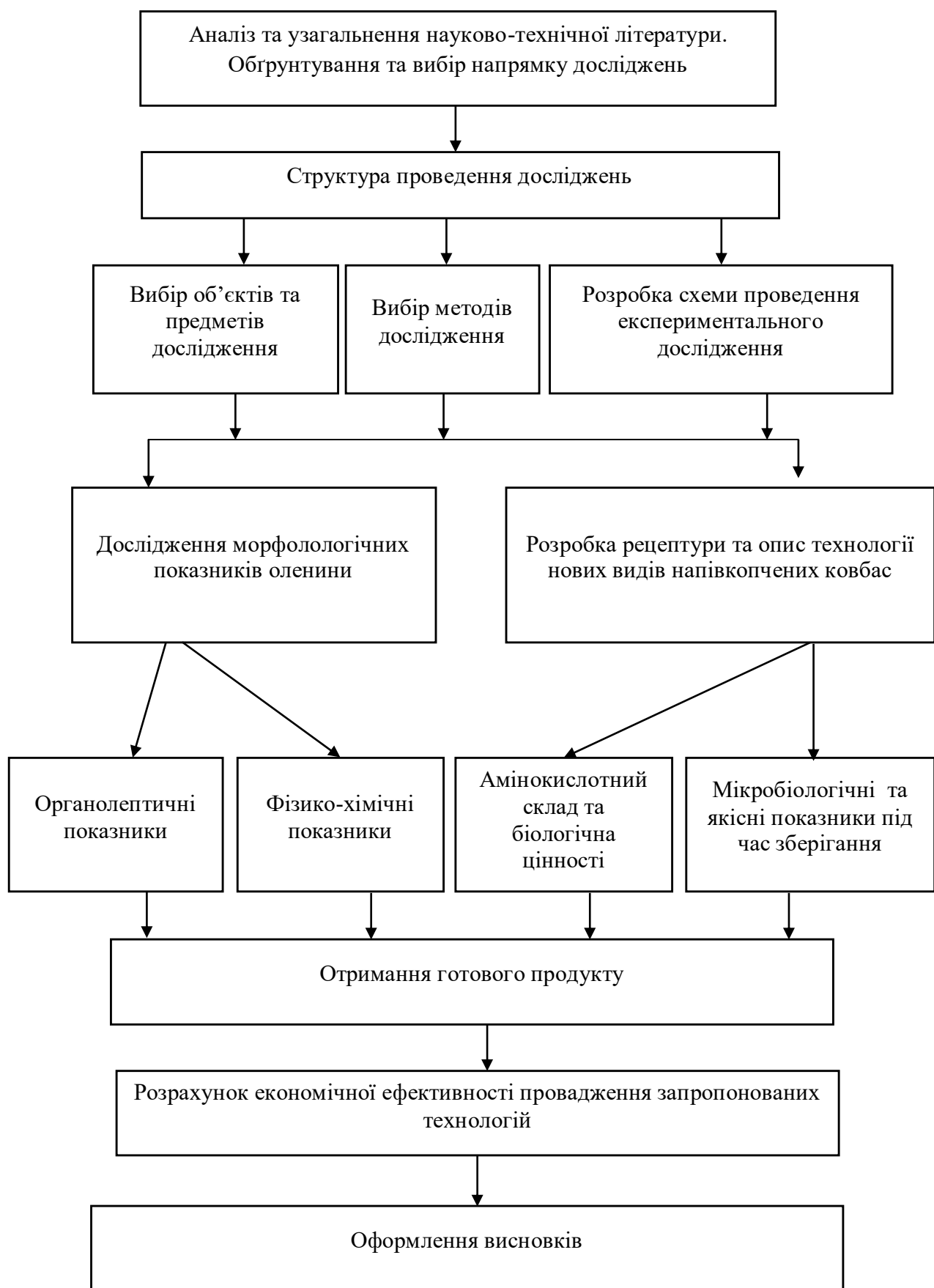


Рис. 2.1. Загальна схема проведення досліджень

На наступному етапі розробляли рецептуру та удосконалювали технологію напівкопчених ковбас з нетрадиційної сировини. Здійснено оцінку якості напівкопчених ковбас за органолептичними показниками, фізико-хімічними, показниками безпеки. Встановлено їх харчову та біологічну цінність шляхом порівняльного аналізу амінокислотного та жирнокислотного складу. Досліджено вплив рослинного компоненту на термін зберігання напівкопчених ковбас.

Кінцевий етап полягав у розрахунках економічної ефективності нового виду напівкопчених ковбас.

2.2. Матеріали та об'єкти досліджень

Мета і завдання дослідження. Метою магістерської роботи було визначити органолептичні, фізико-хімічні властивості та показники якості нових м'ясних ковбасних виробів з масовою часткою м'язової тканини оленя в рецептурі понад 60 %. Для досягнення цієї мети були поставлені такі завдання:

- обґрунтувати доцільність використання м'яса оленини у технології ковбасних виробів;
- дослідити фізико-хімічні властивості м'яса оленини;
- розробити рецептури і ковбасних виробів з м'ясом оленини;
- дослідити вплив рослинної добавки на якісні характеристики та відносну і потенційну біологічну цінність варених ковбасних виробів;

Об'єкт дослідження – технологія ковбасних виробів з м'ясом оленини.

Предмет дослідження – м'ясо оленя, фаршеві системи, готові вироби.

2.3. Методи досліджень

Під час виконання магістерської дипломної роботи використовували такі методи досліджень: органолептичні (зовнішній вигляд, консистенція, вигляд фаршу на розрізі, смак та запах, форма та розмір батонів); фізико-хімічні (масова частка вологи, білка, жиру, золи, амінокислотний склад);

функціонально-технологічні (вологодотримуюча, вологодзв'язуюча, жигодотримуюча здатності); мікробіологічні (загална кілкість мезофілних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів, бактерій групи кишкової палочки (коліформи), патогенних мікроорганізмів, в т. ч. сульфідредукувальних клостридій, бактерій роду *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *L. Monocytogenes*); математичні (загалні методи статистичної обробки). Відносну біологічну цінність продукту і безпечність рослинної сировини визначено *in vivo* на тест-організмах *Tetrahymena pyriformis*.

У напівкопчених ковбас визначали наступні показники:

– масову частку жиру – згідно ДСТУ ISO 1443:2005 (ISO 1443:1973, IDT):

«М'ясо та продукти м'ясні. Метод визначення загалного вмісту жиру»;

– органолептичну оцінку якості напівкопчених ковбас - ДСТУ 4823.2:2007 «Продукти м'ясні. Органолептичне оцінювання показників якості. Частина 2. Загалні вимоги» за 5-баловою шкалою;

– масову частку вологи – згідно з ДСТУ ISO 1442:2005. «М'ясо та продукти м'ясні. Метод визначення вмісту вологи (контрольний метод)»;

– масову частку білка фотометричним методом згідно з ГОСТ 25011-81;

– масову частку хлористого натрію – згідно з ДСТУ ISO 1841 2:2004 «М'ясо та продукти м'ясні. Метод визначення вмісту хлоридів. Частина 2. Потенціометричний метод»;

Дослідження ковбас за мікробіологічними показниками здійснювали згідно з:

– ДСТУ ISO 11290 (ISO 11290-1:1996, IDT)-1(2):2003. Частина 1. (2)

Метод виявлення «Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення та підрахування *Listeria monocytogenes*» [143].

У роботі використовували стандартні методи, за допомогою яких визначали органолептичні, фізико-хімічні, функціонально-технологічні,

мікробіологічні та гістологічні показники.

При проведенні досліджень використовували сировину:

– перець чорний та духмяний – згідно ТУ У 10.8-01553439-006:2013.

«Прянощі, приправи, суміші прянощів. Технічні умови»;

– суміш прянощів перцю чорного, чебрецю та ялівцю – згідно з ТУ У 10.8-41275804-001:2013. «Концентрати харчові. Суміші прянощів та приправ до м'ясних продуктів. Технічні умови»;

– сало – згідно з ДСТУ 4668:2006. «Продукти зі свинини варені, копчено-варені, копчено-запечені, запечені, смажені, сирокочені»;

– напівкопчені ковбаси – згідно з ДСТУ 4435:2005. «Ковбаси напівкопчені. Загальні технічні умови», та ТУ У 10.1-41275804-002:2017. «Ковбаси напівкопчені Технічні умови».

Відбір проб для аналізів органолептичної оцінки, фізико-хімічного та мікробіологічного, радіаційного контролю проводили згідно з методикою (Serikkaisaïet al., 2014).

Підготовка та мінералізацію проб для визначення вмісту токсичних елементів та підготовку проб до мікробіологічних досліджень проводили згідно (Sofiet al., 2017).

Визначення показників якості та безпечності. Органолептичну оцінку проводять за традиційними методами, згідно з (Hamet). al., 2016; Sánchez-Zapata, et al., 2013).

Мікробіологічні дослідження проводили згідно (Oreset al., 2018).

Вміст токсичних елементів визначали методом, описаним у (Hamet al., 2016).

Дослідження вмісту нітрозамінів згідно з Методичними вказівками МУК 4.4.1.011-93 «Визначення летких N нітрозамінів у продовольчій сировині та харчових продуктах», пестицидів - згідно з Методичними вказівками МУ 2142-80 «Методичні вказівки по визначенню хлорорганічних пестицидів у вода, продукти харчування, корми та тютюнові вироби методом тонкошарової хроматографії» та згідно з Рекомендаціями МУ 3049-84 «Настанови щодо

визначення залишкових кількостей антибіотиків у продуктах тваринного походження», а радіонуклідів - згідно (Hamet al.,2016). Контроль якості пакування та маркування ковбас з оленини проводили візуально, температуру всередині продукту вимірювали скляним рідинним термометром (не ртутним), масу нетто споживчої тари визначали гравіметричним методом (статичне зважування) за допомогою межа зважування, що відповідає вимірній масі, згідно з (Донсковаєт ін., 2018).

Дозволяється використовувати інші засоби вимірювальної техніки з метрологічними характеристиками не нижче зазначених у стандарті, рекомендованому для харчових продуктів. При використанні інших засобів вимірювальної техніки контроль здійснюється відповідно до інструкцій з їх застосування.

Статистичні дані обробляли за допомогою Microsoft Excel 2013 (Microsoft Inc., США). Середні значення розраховували для кожної з груп у % та інших одиницях. Істотну різницю розраховували за допомогою двовибіркового t-критерію; відмінності були достовірними при $p \leq$

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Дослідження м'яса оленя як сировини для ковбасних виробів.

Вихід і морфологічний склад частин тушки оленя представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Вихід і морфологічний склад частин тушки оленя

Назва відрубу	Вихід шматка M±m	М'ясо без кісток M±m	Кістка M±m
Розріз стегна на кістці з гомілкою	36,21±1,10	29,27±2,01	6,94±0,52
Задня гомілка	6,09±0,17	3,16±0,50	2,93±0,76
Зріз хвоста	2,91±0,15	1,32±0,11	1,59±0,09
Виріз спинки	8,72±0,39	5,04±0,46	3,68±0,63
Поперековий розріз	6,58±0,36	4,12±0,18	2,46±0,03
Грудинно-реберний розріз	13,37±0,78	10,41±1,13	2,96±0,77
Пашина	2,31±0,16	2,31±0,16	-
Передній зріз з хвостовиком	21,98±0,92	17,66±0,27	4,32±0,58
Плечовий зріз	18,66±0,16	16,03±0,24	2,63±0,46
Передня гомілка	3,32±0,15	1,63±0,54	1,69±0,19
Виріз шії	9,16±0,43	6,73±1,35	2,43±0,63
Вирізка	1,67±0,75	1,67±0,21	-
РАЗОМ	100,00	77,21	22,79

3.2 Розробка технології ковбасних виробів з нетрадиційної сировини та дослідження їх якісних показників.

Асортимент ковбасних виробів, які досліджувалися в даному дослідженні:

- ковбаси «Сніданок мисливця»;
- ковбаси «Дрезденські»;
- ковбаси «Ольденбурзькі»

Органолептичні та фізико-хімічні показники якості ковбасних виробів представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Органолептичні та фізико-хімічні показники якості ковбасних виробів

Назва показника	Найменування та характеристика ковбас з оленини		
	Ковбаси «Сніданок мисливця»	Ковбаси «Дрезденські»	Ковбаси «Ольденбурзькі»
Смак і запах	Властивий даному продукту, з ароматом прянощів, смак в міру солоний, без стороннього присмаку і запаху.		
Консистенція	Пружна, ніжна, соковита		
Зовнішній вигляд	Бруски з чистою сухою поверхнею		
Вигляд у розрізі	Однорідний, від світло-рожевого до світло-коричневого, рівномірно змішаний; для ковбас «Дрезденські», «Ольденбурзькі» - білого або світло-сірого кольору на зрізі з вкрапленнями на зрізі і під оболонкою шматочків бекону і спецій		
Форма	Скручені або зв'язані бруски циліндричної форми з плоскими або овальними кінцями, довжиною від 9 до		

	20 см, в оболонці діаметром від 18 мм до 32 мм; довжиною не більше 8 см в оболонці діаметром від 14 мм до 18 мм		
Масова частка натрію хлориду (кухонної солі), %	2,0 ± 0,1	1,9 ± 0,1	1,9 ± 0,1
Масова частка нітриту натрію, %	0,005 ± 0,001	0,005 ± 0,001	0,005 ± 0,001
Залишкова активність кислої фосфатази, %, не більше	0,005 ± 0,001	0,006 ± 0,001	0,006 ± 0,001

На основі табличних даних (табл. 3.2) встановлено, що такі органолептичні показники, як зовнішній вигляд, консистенція, вигляд розрізу, смак і запах приблизно однакові для всіх трьох видів ковбас «Завтрак охотника», «Дрезденські» та «Ольденбурзькі». За вмістом солі лідирував «Сніданок мисливця» (2,0 ± 0,1 %), потім йшли «Дрезденські» (1,9 ± 0,1 %) та «Ольденбурзькі» (1,9 ± 0,1 %). Масова частка кольоровості нітриту натрію проявника становила 0,005 ± 0,001% для всіх трьох видів ковбас, активність залишкової кислої фосфатази -0,005 ± 0,001% -0,006 ± 0,001%. При проведенні досліджень допускається: -збільшення масової частки кухонної солі в готовому продукті. на 0,2% в теплий період року (травень-вересень);- наявність дрібної пористості в розрізі;- жовтувате забарвлення шпику під оболонкою від копчення;- наявність включень сполучної тканини на зрізі. Вміст токсичних елементів, антибіотиків, пестицидів, нітрозамінів, бенз(а)пірену та радіонуклідів у ковбасах наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Показники якості та безпеки ковбасних виробів

Елемент		Допустимий рівень вмісту, мг/кг		
		Ковбаси «Сніданок мисливця»	Ковбаси «Дрезден- ські»	Ковбаси «Ольденбур- зькі»
Токсичні речовини	Свинець	0.3 ± 0.009	0.2 ± 0.06	0.3 ± 0.009
	миш'як	0.08 ± 0.002	0.08 ± 0.002	0.09 ± 0.002
	кадмій	0.03 ± 0.001	0.03 ± 0.001	0.02 ± 0.001
	ртуть	0.01 ± 0.001	0.01 ± 0.001	0.01 ± 0.001
Антибіотики: (не визначено для сировини з диких тварин)	Левоміцетин	немає		
	тетрациклінової групи	немає		
	гризин	немає		
	бацитрацин	немає		
Пестициди	гексахлорцикло гексан (α,β, γє ізомери)	0.09 ± 0.003	0.08 ± 0.002	0.08 ± 0.002
Бензпірін		0.001 ± 0.0	0.001 ± 0.0	0.001 ± 0.0
Радіонуклід и, мкг/кг	Cesium -137			
		130 ± 3.9	109 ± 3.3	137 ± 4.1

Табличні дані (табл. 3.3) свідчать про те, що найменшу кількість пестицидів (ДДТ та його метаболітів) $0,08 \pm 0,002$ мг/кг та нітрозамінів (сумарних НДМА та НДЕА) $0,001 \pm 0,0$ мг/кг свідчать у «Сніданок мисливця». Найменша кількість токсичних елементів (свинець $0,2 \pm 0,006$ мг/кг та миш'як $0,08 \pm 0,002$ мг/кг), пестицидів (гексахлорциклогексан (α, β, γ-ізомери) $0,08 \pm 0,002$ мг/кг) та радіонуклідів (цезій-137 - $109 \pm 3,3$ Бк/кг)

містилася в ковбасі «Дрезденська». Ковбаса «Ольденбурзька» містила мінімальну кількість кадмію $0,02 \pm 0,001$ мг/кг та гексахлорциклогексану (α , β , γ -ізомери) $0,08 \pm 0,002$ мг/кг. Проте в цілому слід сказати, що всі три види ковбас з дичини за органолептичними, фізико-хімічними властивостями, показниками якості та безпечності відповідали нормативній документації. Мікробіологічні показники ковбас наведені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4

Мікробіологічні показники ковбас

Назва показника	Допустимий рівень вмісту		
	Ковбаси «Сніданок мисливця»	Ковбаси «Дрезденські»	Ковбаси «Ольденбурзькі»
Маса продукту, г, в якому не допускається	СГВ (коліформи)	$1,0 \pm 0,03$	
	Сульфітредукуючі клостридії	$0,1 \pm 0,01$	
	<i>S. aureus</i>	$1,0 \pm 0,03$	
	Патогенні мікроорганізми:		
	Сальмонели	$25 \pm 0,75$	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	$25 \pm 0,75$	
	<i>E. coli</i>	$1,0 \pm 0,03$	

Дані таблиці 5 дозволяють зробити висновок, що всі три види сардельок «Завтрак охотника», «Дрезденські» та «Ольденбурзькі» відповідали нормативній документації за мікробіологічними показниками: КГБ (коліформи), сульфітредукуючі клостридії, *S. aureus*, патогенні мікроорганізми: *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *E. coli*. Харчова та Енергетична цінність ковбасних виробів на 100 г продукту представлена в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5**Харчова та енергетична цінність ковбасних виробів на 100 г продукту**

Найменування продукту	Білок, г не менше ніж	Жиру, г не більше ніж	Калорії, ккал/100 або кДж/100 г
«Сніданок мисливця»	9 ± 0,36	22 ± 0,65	234/983
«Дрезденські»	10 ± 0,45	35 ± 0,90	355/1491
«Ольденбурзькі»	10 ± 0,45	35 ± 0,90	355/1491

Табличні дані (табл. 6) дозволяє стверджувати, що за кількістю білка лідирували сосиски з оленини «Дрезденські» та «Ольденбурзькі», з вмістом білка 10 ± 0.45 г, за ними слідували сосиски «Сніданок мисливця», з вмістом білка $9 \pm 0 \pm 0$. При цьому кількість жиру збільшувалася в такому ж порядку: для сосисок "Дрезденські" та " Ольденбурзькі " - 35 ± 0.90 г, для сосисок "Сніданок мисливця" - 22 ± 0.65 г. Калорійність сосисок з оленини ("Ольденбурзькі", "Дрезденські", "Сніданок мисливця") склала 355, 355 і 234 ккал/100 г, відповідно.

РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ, ТА ЇХ ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

4.1. Перспективи використання нетрадиційної сировини в технології м'ясних продуктів

Встановлено, що активність води при варінні та копченні ковбасних виробів зменшилась у 1,2 раза порівняно з сирокоченими виробами ($p \leq 0,05$). Подібна тенденція відмічена і щодо вологоутримуючої здатності. Тому варіння та копчення сприяє швидшому висиханню ковбас. При цьому спостерігалось підвищення твердості виробу, що свідчило про його кращу якість. Це пов'язано з функцією утримання вологи та жиру, яку виконує кулінарна ковбаса (Serikkyzyet al., 2022). Виробництво ковбас має виконувати головне завдання харчової промисловості, а саме задоволення потреб населення.

З роками стає все важче відповідати критеріям збільшення виробництва (через зростання населення) при збереженні якості (Serikkaisaïet al., 2014). Ринки, особливо в країнах, що розвиваються, переповнені несертифікованою та низькоякісною продукцією (Sofiet al., 2017). Ковбаси такого виробництва не проходять жодних санітарно-мікробіологічних та органолептичних перевірок. Тому м'ясна промисловість постійно потребує нових розробок і технологій (Hamet al., 2016). Основною проблемою є замітники м'яса, які можуть зберегти або навіть покращити смакові та фізико-механічні якості продукту (Sánchez-Zapata, et al., 2013). Як правило, нові технології виробництва ковбасних виробів зводяться до створення виробів з оленини шляхом варіння та копчення (Oreset al., 2018).

Таким чином досягається комплексний ефект – продукт містить ряд корисних речовин, здатних нейтралізувати канцерогенний ризик куріння, деякі з речовин можуть навіть мати терапевтичний ефект. Водночас зі зменшенням жирності досягається більша емульгування, що покращує якість продукту (Донскова et in., 2018).

ВИСНОВОК

У результаті проведених досліджень встановлено органолептичні, фізико-хімічні властивості та показники якості нових ковбас «Сніданок мисливця», «Дрезденські» та «Ольденбурзькі» категорії А з масовою часткою м'язової тканини оленя в рецептурі понад 60 %. Слід зазначити, що всі три види ковбаси з оленини «Сніданок мисливця», «Дрезденська» та «Ольденбурзька» за органолептичними, фізико-хімічними властивостями, всіма показниками якості та безпеки (в тому числі мікробіологічними) відповідали нормативній документації.

Контроль якості пакування та маркування здійснювався візуально відповідно до вимог стандарту. Температуру всередині продукту вимірювали скляним рідинним термометром, встановленим у металевій рамі, або напівпровідниковим термометром. Масу нетто споживчої тари визначали гравіметричним шляхом статичним зважуванням, причому межа зважування відповідала вимірній масі. Усі досліджувані показники не виходили за межі нормативних

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Khalid W, Arshad MS, Yasin M, Imran A, Ahmad MH. Quality characteristics of gamma irradiation and kale leaf powder treated ostrich and chicken meat during storage. *Int J Food Properties*. (2021) 24:1335–48. doi: 10.1080/10942912.2021.1963274
2. Jayathilakan K, Sultana K, Radhakrishna K, Bawa AS. Utilization of byproducts and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: a review. *J Food Sci Technol*. (2012) 49:278–93. doi: 10.1007/s13197-011-0290-7
3. De Palo P, Maggiolino A, Centoducati P, Tateo A. Slaughtering age effect on carcass traits and meat quality of italian heavy draught horse foals. *Asian-Australas J Anim Sci*. (2013) 26:1637–43. doi: 10.5713/ajas.2013.13174
4. De Palo P, Maggiolino A, Centoducati P, Milella P, Calzaretto G, Tateo A. Is meat quality from *Longissimus lumborum* samples correlated with other cuts in horse meat? *Anim Prod Sci*. (2016) 87:428–38. doi: 10.1111/asj.12433
5. De Palo P, Tateo A, Maggiolino A, Marino R, Ceci E, Nisi A, et al. Martina Franca donkey meat quality: influence of slaughter age and suckling technique. *Meat Sci*. (2017) 134:128–34.
6. De Palo P, Maggiolino A, Centoducati P, Calzaretto G, Ceci E, Tateo A. An assessment of sire-breed effects on carcass and meat quality traits of lambs at the ages of 40 and 100 days from Comisana ewes crossed with Suffolk or Bergamasca rams. *J Anim Prod Sci*. (2018) 58:1794–801.
7. Gálvez F, Maggiolino A, Domínguez R, Pateiro M, Gil S, De Palo P, et al. Nutritional and meat quality characteristics of seven primal cuts from 9-month-old female veal calves: a preliminary study. *J Sci Food Agric*. (2019) 99:2947–56.
8. Maggiolino A, Pateiro M, Serrano MP, Landete-Castillejos T, Domínguez R, García A, et al. Carcass and meat quality characteristics from Iberian wild red deer (*Cervus elaphus*) hunted at different ages. *J Sci Food Agric*. (2019) 99:1938–45.

9. Gálvez F, Domínguez R, Maggiolino A, Pateiro M, Carballo J, De Palo P, et al. Meat quality of commercial chickens reared in different production systems: industrial, range and organic. *Ann Anim Sci.* (2020) 20:263–85.
10. Maggiolino A, Bragaglio A, Salzano A, Rufrano D, Claps S, Sepe L, et al. Dietary supplementation of suckling lambs with anthocyanins: effects on growth, carcass, oxidative and meat quality traits. *Anim Feed Sci Technol.* (2021) 276:114925.
11. Maggiolino A, Sgarro MF, Natrella G, Lorenzo J, Colucci A, Faccia M, et al. Dry-aged beef steaks: effect of dietary supplementation with pinus taeda hydrolyzed lignin on sensory profile. *Colorimetr Oxid Stabil.* (2021) 10:1080.
12. Tornberg E. Effects of heat on meat proteins – Implications on structure and quality of meat products. *Meat Sci.* (2005) 70:493–508.
13. Alfaia CMM, Alves SP, Lopes AF, Fernandes MJE, Costa ASH, Fontes CMGA, et al. Effect of cooking methods on fatty acids, conjugated isomers of linoleic acid and nutritional quality of beef intramuscular fat. *Meat Sci.* (2010) 84:769–77.
14. de Jonge R. Predictable and unpredictable survival of foodborne pathogens during non-isothermal heating. *Int J Food Microbiol.* (2019) 291:151–60.
15. Roccatò A, Uyttendaele M, Cibin V, Barrucci F, Cappa V, Zavagnin P, et al. Survival of *Salmonella Typhimurium* in poultry-based meat preparations during grilling, frying and baking. *Int J Food Microbiol.* (2015) 197:1–8.
16. Raza A, Shabbir MA, Khan MI, Suleria HAR, Sultan S. Effect of thermal treatments on the formation of heterocyclic aromatic amines in various meats. *J. Food Process. Preserv.* (2015) 39:376–83.
17. Özkan N, Ho I, Farid M. Combined ohmic and plate heating of hamburger patties: quality of cooked patties. *J Food Eng.* (2004) 63:141–5.
18. Ježek F, Kameník J, Macharáčková B, Bogdanovičová K, Bednář J. Cooking of meat: effect on texture, cooking loss and microbiological quality – a review. *Acta Veterinaria Brno.* (2019) 88:487–96. doi: 10.2754/avb201988040487

19. Tateo A, Maggiolino A, Domínguez R, Lorenzo JM, Dinardo FR, Ceci E, et al. Volatile organic compounds, oxidative and sensory patterns of vacuum aged foal meat. *Animals*. (2020).
20. Sgarro MF, Maggiolino A, Pateiro M, Domínguez R, Iannaccone F, De Palo P, et al. Effects of anthocyanin supplementation and ageing time on the volatile organic compounds and sensory attributes of meat from goat kids. *Animals*. (2022) 12:139.
21. Singh L, Agarwal T, Simal-Gandara J. PAHs, diet and cancer prevention: cooking process driven-strategies. *Trends Food Sci Technol*. (2020) 99:487–506.
22. Goluch Z, Barbara K, Haraf G, Wołoszyn J, Okruszek A, Wereńska M. Impact of various types of heat processing on the energy and nutritional values of goose breast meat. *Poultry Sci*. (2021) 100:101473.
23. Chen F, Zhang M, Fan K, Mujumdar AS. Non-thermal technology and heating technology for fresh food cooking in the central kitchen processing: a review. *Food Rev Int*. (2022) 38:608–27. doi: 10.1080/87559129.2020.1740246
24. Lagnika C, Zhang M, Mothibe KJ. Effects of ultrasound and high pressure argon on physico-chemical properties of white mushrooms (*Agaricus bisporus*) during postharvest storage. *Postharvest Biol Technol*. (2013) 82:87–94. doi: 10.1016/j.postharvbio.2013.03.006
25. Naqvi ZB, Thomson PC, Ha M, Campbell MA, McGill DM, Friend MA, et al. Effect of sous vide cooking and ageing on tenderness and water-holding capacity of low-value beef muscles from young and older animals. *Meat Sci*. (2021) 175:108435.
26. Sun X, Li X, Tang J, Lai K, Rasco BA, Huang Y. Formation of protein-bound N ϵ -carboxymethyllysine and N ϵ -carboxyethyllysine in ground pork during commercial sterilization as affected by the type and concentration of sugars. *Food Chem*. (2021) 336:127706.
27. Dominguez-Hernandez E, Salaseviciene A, Ertbjerg P. Low-temperature long-time cooking of meat: eating quality and underlying mechanisms. *Meat Sci*. (2018) 143:104–13.

28. Abdel-Naeem HHS, Sallam KI, Zaki HMBA. Effect of different cooking methods of rabbit meat on topographical changes, physicochemical characteristics, fatty acids profile, microbial quality and sensory attributes. *Meat Sci.* (2021) 181:108612.
29. Argel NS, Lorenzo G, Domínguez R, Fraqueza MJ, Fernández-López J, Sosa ME, et al. Hybrid meat products: incorporation of white bean flour in lean pork burgers. *Appl Sci.* (2022) 12:7571.
30. Yu L, Gao C, Zeng M, He Z, Wang L, Zhang S, et al. Effects of raw meat and process procedure on N ϵ -carboxymethyllysine and N ϵ -carboxyethyl-lysine formation in meat products. *Food Sci Biotechnol.* (2016) 25:1163–8.
31. Yu L, Li Y, Gao C, Yang Y, Zeng M, Chen J. N ϵ -carboxymethyl-lysine and N ϵ -carboxyethyl-lysine contents in commercial meat products. *Food Res Int.* (2022) 155:111048.
32. Yu T-Y, Morton JD, Clerens S, Dyer JM. Cooking-induced protein modifications in meat. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* (2017) 16:141–59.
33. Al-Nehlawi A, Guri S, Guamis B, Saldo J. Synergistic effect of carbon dioxide atmospheres and high hydrostatic pressure to reduce spoilage bacteria on poultry sausages. *LWT Food Sci Technol.* (2014) 58:404–11.
34. Arihara K, Yokoyama I, Ohata M. Bioactivities generated from meat proteins by enzymatic hydrolysis and the Maillard reaction. *Meat Sci.* (2021) 180:108561.
35. Alina A, Ah NM, Shazamawati Z, Nurulhuda M, Hs US, Imtinan A. Effect of grilling and roasting on the fatty acids profile of chicken and mutton. *World Appl Sci J.* (2012) 17:29–33.
36. Dominguez R, Gomez M, Fonseca S, Lorenzo JM. Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation of volatile compounds in foal meat. *Meat Sci.* (2014) 97:223–30. doi: 10.1016/j.meatsci.2014.01.023
37. Lee D, Lee HJ, Yoon JW, Ryu M, Jo C. Effects of cooking conditions on the physicochemical and sensory characteristics of dry- and wet-aged beef. *Anim Biosci.* (2021) 34:1705–16. doi: 10.5713/ab.20.0852

38. Silva FAP, Ferreira VCS, Madruga MS, Estévez M. Effect of the cooking method (grilling, roasting, frying and sous-vide) on the oxidation of thiols, tryptophan, alkaline amino acids and protein cross-linking in jerky chicken. *J Food Sci Technol.* (2016) 53:3137–46. doi: 10.1007/s13197-016-2287-8
39. Chang H, Wang Q, Xu X, Li C, Huang M, Zhou G, et al. Effect of heat-induced changes of connective tissue and collagen on meat texture properties of beef semitendinosus muscle. *Int J Food Properties.* (2011) 14:381–96. doi: 10.1080/10942910903207728
40. Combes S, Lepetit J, Darche B, Lebas F. Effect of cooking temperature and cooking time on Warner–Bratzler tenderness measurement and collagen content in rabbit meat. *Meat Sci.* (2004) 66:91–6. doi: 10.1016/S0309-1740(03)00019-6
41. Gál R, Kameník J, Salek RN, Polášek Z, Macharáčková B, Valenta T, et al. Research note: impact of applied thermal treatment on textural, and sensory properties and cooking loss of selected chicken and turkey cuts as affected by cooking technique. *Poultry Sci.* (2022) 101:101923. doi: 10.1016/j.psj.2022.101923
42. Warner RD, Wheeler TL, Ha M, Li X, Bekhit AE-D, Morton J, et al. Meat tenderness: advances in biology, biochemistry, molecular mechanisms and new technologies. *Meat Sci.* (2022) 185:108657. doi: 10.1016/j.meatsci.2021.108657
43. Martens H, Stabursvik E, Martens M. Texture and colour changes in meat during cooking related to thermal denaturation of muscle proteins. *J Texture Stud.* (1982) 13:291–309. doi: 10.1111/j.1745-4603.1982.tb00885.x
44. Latorre ME, Palacio MI, Velázquez DE, Purslow PP. Specific effects on strength and heat stability of intramuscular connective tissue during long time low temperature cooking. *Meat Sci.* (2019) 153:109–16. doi: 10.1016/j.meatsci.2019.03.016
45. Vaskoska R, Ha M, Naqvi ZB, White JD, Warner RD. Muscle, ageing and temperature influence the changes in texture, cooking loss and shrinkage of cooked beef. *Foods.* (2020) 9:1289. doi: 10.3390/foods9091289

46. Shabbir MA, Raza A, Anjum FM, Khan MR, Suleria HAR. Effect of thermal treatment on meat proteins with special reference to heterocyclic aromatic amines (HAAs). *Crit Rev Food Sci Nutr.* (2015) 55:82–93. doi: 10.1080/10408398.2011.647122
47. Ananey-Obiri D, Matthews L, Azahrani MH, Ibrahim SA, Galanakis CM, Tahergorabi R. Application of protein-based edible coatings for fat uptake reduction in deep-fat fried foods with an emphasis on muscle food proteins. *Trends Food Sci Technol.* (2018) 80:167–74. doi: 10.1016/j.tifs.2018.08.012
48. Negara BFSP, Lee M-J, Tirtawijaya G, Cho W-H, Sohn J-H, Kim J-S, et al. Application of deep, vacuum, and air frying methods to fry chub mackerel (*Scomber japonicus*). *Processes.* (2021) 9:1225. doi: 10.3390/pr9071225
49. Jin W, Pei J, Chen X, Geng J, Chen D, Gao R. Influence of frying methods on quality characteristics and volatile flavor compounds of giant salamander (*Andrias davidianus*) meatballs. *J Food Qual.* (2021) 2021:8450072. doi: 10.1155/2021/8450072
50. Sobowale SS, Olayanju TA, Mulaba-Bafubiandi AF. Process optimization and kinetics of deep fat frying conditions of sausage processed from goat meat using response surface methodology. *Food Sci Nutr.* (2019) 7:3161–75. doi: 10.1002/fsn3.1145
51. Suleman R, Wang Z, Aadil RM, Hui T, Hopkins DL, 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
52. Choi YS, Hwang KE, Jeong TJ, Kim YB, Jeon KH, Kim EM, et al. Comparative study on the effects of boiling, steaming, grilling, microwaving and superheated steaming on quality characteristics of marinated chicken steak. *Korean J Food Sci Anim Resour.* (2016) 36:1–7. doi: 10.5851/kosfa.2016.36.1.1
53. Pathare PB, Roskilly AP. Quality and energy evaluation in meat cooking. *Food Eng Rev.* (2016) 8:435–47. doi: 10.1007/s12393-016-9143-5

54. Bhat ZF, Morton JD, Bekhit AEA, Kumar S, Bhat HF. Thermal processing implications on the digestibility of meat, fish and seafood proteins. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* (2021) 20:4511–48. doi: 10.1111/1541-4337.12802
55. Rakotondramavo A, Rabesona H, Brou C, de Lamballerie M, Pottier L. Ham processing: effects of tumbling, cooking and high pressure on proteins. *Eur Food Res Technol.* (2019) 245:273–84. doi: 10.1007/s00217-018-3159-4
56. Cho W-H, Choi J-S. Sensory quality evaluation of superheated steam-treated chicken leg and breast meats with a combination of marination and hot smoking. *Foods.* (2021) 10:1924. doi: 10.3390/foods10081924
57. Abdulhameed AA, Yang TA, Abdulkarim A. Kinetics of texture and colour changes in chicken sausage during superheated steam cooking. *Polish J Food Nutr Sci.* (2016) 66:199–209. doi: 10.1515/pjfn-2015-0044
58. Liao GZ, Wang GY, Xu XL, Zhou GH. Effect of cooking methods on the formation of heterocyclic aromatic amines in chicken and duck breast. *Meat Sci.* (2010) 85:149–54. doi: 10.1016/j.meatsci.2009.12.018
59. Meinert L, Andersen LT, Bredie WLP, Bjerregaard C, Aaslyng MD. Chemical and sensory characterisation of pan-fried pork flavour: interactions between raw meat quality, ageing and frying temperature. *Meat Sci.* (2007) 75:229–42. doi: 10.1016/j.meatsci.2006.07.004
60. Zhang W, Naveena BM, Jo C, Sakata R, Zhou G, Banerjee R, et al. Technological demands of meat processing—An Asian perspective. *Meat Sci.* (2017) 132:35–44. doi: 10.1016/j.meatsci.2017.05.008
61. Vaudagna SR, Sánchez G, Neira MS, Insani EM, Picallo AB, Gallinger MM, et al. Sous vide cooked beef muscles: effects of low temperature–long time (LT–LT) treatments on their quality characteristics and storage stability. *Int J Food Sci Technol.* (2002) 37:425–41. doi: 10.1046/j.1365-2621.2002.00581.x
62. Sun S, Sullivan G, Stratton J, Bower C, Cavender G. Effect of HPP treatment on the safety and quality of beef steak intended for sous vide cooking. *LWT.* (2017) 86:185–92. doi: 10.1016/j.lwt.2017.07.037

63. Roascio - Albistur A, Gámbaro A. Consumer perception of a non-traditional market on sous-vide dishes. *Int J Gastron Food Sci.* (2018) 11:20–4. doi: 10.1016/j.ijgfs.2017.10.002
64. Baldwin DE. Sous vide cooking: a review. *Int J Gastron Food Sci.* (2012) 1:15–30. doi: 10.1016/j.ijgfs.2011.11.002
65. Di Giorgio L, Salgado PR, Mauri AN. Flavored oven bags for cooking meat based on proteins. *LWT* (2019) 101:374–81. doi: 10.1016/j.lwt.2018.11.002
66. Botinestean C, Hossain M, Mullen AM, Kerry JP, Hamill RM. The influence of the interaction of sous-vide cooking time and papain concentration on tenderness and technological characteristics of meat products. *Meat Sci.* (2021) 177:108491. doi: 10.1016/j.meatsci.2021.108491
67. Taşkıran M, Olum E, Candoğan K. Changes in chicken meat proteins during microwave and electric oven cooking. *J Food Proc Preserv.* (2020) 44:e14324. doi: 10.1111/jfpp.14324
68. Chizoba Ekezie F-G, Sun D-W, Han Z, Cheng J-H. Microwave-assisted food processing technologies for enhancing product quality and process efficiency: a review of recent developments. *Trends Food Sci Technol.* (2017) 67:58–69. doi: 10.1016/j.tifs.2017.05.014
69. Hassoun A, Heia K, Lindberg SK, Nilsen H. Spectroscopic techniques for monitoring thermal treatments in fish and other seafood: a review of recent developments and applications. *Foods.* (2020) 9:767. doi: 10.3390/foods9060767
70. Orsat V, Raghavan GSV, Krishnaswamy K. 5 - Microwave technology for food processing: an overview of current and future applications. Second ed. In: Regier M, Knoerzer K, Schubert H, editors. *The Microwave Processing of Foods.* Sawston: Woodhead Publishing (2017). p. 100–16. doi: 10.1016/B978-0-08-100528-6.00005-X
71. Li S, Tang S, Yan L, Li R. Effects of microwave heating on physicochemical properties, microstructure and volatile profiles of yak meat. *J Appl Anim Res.* (2019) 47:262–72. doi: 10.1080/09712119.2019.1624553

72. Barbosa-Cánovas GV, Medina-Meza I, Candoğan K, Bermúdez-Aguirre D. Advanced retorting, microwave assisted thermal sterilization (MATS), and pressure assisted thermal sterilization (PATs) to process meat products. *Meat Sci.* (2014) 98:420–34. doi: 10.1016/j.meatsci.2014.06.027
73. Dong X, Wang J, Raghavan V. Impact of microwave processing on the secondary structure, in-vitro protein digestibility and allergenicity of shrimp (*Litopenaeus vannamei*) proteins. *Food Chem.* (2021) 337:127811. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.127811
74. Gavahian M, Tiwari BK, Chu Y-H, Ting Y, Farahnaky A. Food texture as affected by ohmic heating: mechanisms involved, recent findings, benefits, and limitations. *Trends Food Sci Technol.* (2019) 86:328–39. doi: 10.1016/j.tifs.2019.02.022
75. Icier F, Izzetoglu GT, Bozkurt H, Ober A. Effects of ohmic thawing on histological and textural properties of beef cuts. *J Food Eng.* (2010) 99:360–5. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2010.03.018
76. Zell M, Lyng JG, Cronin DA, Morgan DJ. Ohmic cooking of whole beef muscle – Optimisation of meat preparation. *Meat Sci.* (2009) 81:693–8. doi: 10.1016/j.meatsci.2008.11.012
77. Bozkurt H, Icier F. Ohmic cooking of ground beef: effects on quality. *J Food Eng.* (2010) 96:481–90.
78. Sarang S, Sastry SK, Knipe L. Electrical conductivity of fruits and meats during ohmic heating. *J Food Eng.* (2008) 87:351–6. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2007.12.012
79. Shirsat N, Lyng JG, Brunton NP, McKenna B. Ohmic processing: electrical conductivities of pork cuts. *Meat Sci.* (2004) 67:507–14. doi: 10.1016/j.meatsci.2003.12.003
80. Zhang Z-H, Wang L-H, Zeng X-A, Han Z, Brennan CS. Non-thermal technologies and its current and future application in the food industry: a review. *Int J Food Sci Technol.* (2019) 54:1–13. doi: 10.1111/ijfs.13903

81. Farkas J. Irradiation for better foods. *Trends Food Sci Technol.* (2006) 17:148–52. doi: 10.1016/j.tifs.2005.12.003
82. Ibrahim HM. Prediction of meat and meat products by gamma rays, electron beams and X-ray irradiations—A review. *Int J Agric Sci.* (2013) 3:521–34.
83. Urbain W. *Food Irradiation.* Amsterdam: Elsevier (2012).
84. Jia W, Shi Q, Shi L. Effect of irradiation treatment on the lipid composition and nutritional quality of goat meat. *Food Chem.* (2021) 351:129295. doi: 10.1016/j.foodchem.2021.129295
85. Ahn DU, Jo C, Du M, Olson DG, Nam KC. Quality characteristics of pork patties irradiated and stored in different packaging and storage conditions. *Meat Sci.* (2000) 56:203–9. doi: 10.1016/s0309-1740(00)00044-9
86. Formanek Z, Lynch A, Galvin K, Farkas J, Kerry JP. Combined effects of irradiation and the use of natural antioxidants on the shelf-life stability of overwrapped minced beef. *Meat Sci.* (2003) 63:433–40. doi: 10.1016/s0309-1740(02)00063-3
87. Awad TS, Moharram HA, Shaltout OE, Asker D, Youssef MM. Applications of ultrasound in analysis, processing and quality control of food: a review. *Food Res Int.* (2012) 48:410–27. doi: 10.1016/j.foodres.2012.05.004
88. Turantaş F, Kılıç GB, Kılıç B. Ultrasound in the meat industry: general applications and decontamination efficiency. *Int J Food Microbiol.* (2015) 198:59–69. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2014.12.026
89. Arroyo C, Eslami S, Brunton NP, Arimi JM, Noci F, Lyng JG. An assessment of the impact of pulsed electric fields processing factors on oxidation, color, texture, and sensory attributes of turkey breast meat. *Poult Sci.* (2015) 94:1088–95. doi: 10.3382/ps/pev097
90. Chemat F, Zille H, Khan MK. Applications of ultrasound in food technology: processing, preservation and extraction. *Ultrason Sonochem.* (2011) 18:813–35. doi: 10.1016/j.ultsonch.2010.11.023

91. Gallego-Juarez JA. High-power ultrasonic processing: recent developments and prospective advances. *Phys Proc.* (2010) 3:35–47. doi: 10.1016/j.phpro.2010.01.006
92. Jayasooriya SD, Bhandari BR, Torley P, D’Arcy BR. Effect of high power ultrasound waves on properties of meat: a review. *Int J Food Properties.* (2004) 7:301–19.
93. Alarcon-Rojo AD, Janacua H, Rodriguez JC, Paniwnyk L, Mason TJ. Power ultrasound in meat processing. *Meat Sci.* (2015) 107:86–93. doi: 10.1016/j.meatsci.2015.04.015
94. O’Donnell CP, Tiwari BK, Bourke P, Cullen PJ. Effect of ultrasonic processing on food enzymes of industrial importance. *Trends Food Sci Technol.* (2010) 21:358–67. doi: 10.1016/j.tifs.2010.04.007
95. Multari S, Stewart D, Russell WR. Potential of fava bean as future protein supply to partially replace meat intake in the human diet. *Comprehens Rev Food Sci Food Saf.* (2015) 14:511–22. doi: 10.1111/1541-4337.12146
96. Rosario DKA, Rodrigues BL, Bernardes PC, Conte-Junior CA. Principles and applications of non-thermal technologies and alternative chemical compounds in meat and fish. *Crit Rev Food Sci Nutr.* (2021) 61:1163–83. doi: 10.1080/10408398.2020.1754755
97. Aadil RM, Zeng X-A, Han Z, Sun D-W. Effects of ultrasound treatments on quality of grapefruit juice. *Food Chem.* (2013) 141:3201–6. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.06.008
98. Al-juhaimi F, Ghafoor K, Özcan MM, Jahurul MHA, Babiker EE, Jinap S, et al. Effect of various food processing and handling methods on preservation of natural antioxidants in fruits and vegetables. *J Food Sci Technol.* (2018) 55:3872–80. doi: 10.1007/s13197-018-3370-0
99. Bhat ZF, Morton JD, Mason SL, Bekhit AE-DA. Pulsed electric field: role in protein digestion of beef Biceps femoris. *Innov Food Sci Emerg Technol.* (2018) 50:132–8. doi: 10.1016/j.ifset.2018.09.006

100. Khan AA, Randhawa MA, Carne A, Mohamed Ahmed IA, Barr D, Reid M, et al. Effect of low and high pulsed electric field on the quality and nutritional minerals in cold boned beef *M. longissimus et lumborum*. *Innov Food Sci Emerg Technol.* (2017) 41:135–43. doi: 10.1016/j.ifset.2017.03.002
101. Aymerich T, Picouet PA, Monfort JM. Decontamination technologies for meat products. *Meat Sci.* (2008) 78:114–29. doi: 10.1016/j.meatsci.2007.07.007
102. Ribeiro JS, Santos MJMC, Silva LKR, Pereira LCL, Santos IA, da Silva Lannes SC, et al. Natural antioxidants used in meat products: a brief review. *Meat Sci.* (2019) 148:181–8. doi: 10.1016/j.meatsci.2018.10.016
103. Bajovic B, Bolumar T, Heinz V. Quality considerations with high pressure processing of fresh and value added meat products. *Meat Sci.* (2012) 92:280–9. doi: 10.1016/j.meatsci.2012.04.024
104. Sazonova S, Galoburda R, Gramatina I. Application of high-pressure processing for safety and shelf-life quality of meat—a review. *Proceedings of the 11th Baltic Conference on Food Science and Technology “FOODBALT”*. Jelgava: (2017). doi: 10.22616/FoodBalt.2017.001
105. Cepero-Betancourt Y, Opazo-Navarrete M, Janssen AEM, Tabilo-Munizaga G, Pérez-Won M. Effects of high hydrostatic pressure (HHP) on protein structure and digestibility of red abalone (*Haliotis rufescens*) muscle. *Innov Food Sci Emerg Technol.* (2020) 60:102282. doi: 10.1016/j.ifset.2019.102282
106. Guyon C, Meynier A, de Lamballerie M. Protein and lipid oxidation in meat: a review with emphasis on high-pressure treatments. *Trends Food Sci Technol.* (2016) 50:131–43. doi: 10.1016/j.tifs.2016.01.026
107. Mir NA, Rafiq A, Kumar F, Singh V, Shukla V. Determinants of broiler chicken meat quality and factors affecting them: a review. *J Food Sci Technol.* (2017) 54:2997–3009.
108. Li C, Wang D, Dong H, Xu W, Gao F, Zhou G, et al. Effects of different cooking regimes on the microstructure and tenderness of duck breast muscle. *J Sci Food Agric.* (2013) 93:1979–85. doi: 10.1002/jsfa.6003

109. Barbera S, Tassone S. Meat cooking shrinkage: measurement of a new meat quality parameter. *Meat Sci.* (2006) 73(3):467–74. doi: 10.1016/j.meatsci.2006.01.011
110. Pereira RN, Vicente AA. Environmental impact of novel thermal and non-thermal technologies in food processing. *Food Res Int.* (2010) 43:1936–43. doi: 10.1016/j.foodres.2009.09.013
111. Sunil NC, Singh J, Chandra S, Chaudhary V, Kumar V. Non-thermal techniques: application in food industries” A review. *J Pharmacognosy Phytochem.* (2018) 7:1507–18.
112. Iborra-Bernad C, Philippon D, García-Segovia P, Martínez-Monzó J. Optimizing the texture and color of sous-vide and cook-vide green bean pods. *LWT Food Sci Technol.* (2013) 51:507–13. doi: 10.1016/j.lwt.2012.12.001
113. Van Ba H, Hwang I, Jeong D, Touseef A. Principle of meat aroma flavors and future prospect. *J Latest Res Qual Control.* (2012) 2:145–76.
114. Ayub H, Ahmad A. Physiochemical changes in sous-vide and conventionally cooked meat. *Int J Gastron Food Sci.* (2019) 17:100145.
115. Suman SP, Nair MN, Joseph P, Hunt MC. Factors influencing internal color of cooked meats. *Meat Sci.* (2016) 120:133–44.
116. Liu J, Ruusunen M, Puolanne E, Ertbjerg P. Effect of pre-rigor temperature incubation on sarcoplasmic protein solubility, calpain activity and meat properties in porcine muscle. *LWT Food Sci Technol.* (2014) 55:483–9.
117. Bertram HC, Aaslyng MD, Andersen HJ. Elucidation of the relationship between cooking temperature, water distribution and sensory attributes of pork – a combined NMR and sensory study. *Meat Sci.* (2005) 70:75–81. doi: 10.1016/j.meatsci.2004.12.002
118. Christensen M, Ertbjerg P, Failla S, Sañudo C, Richardson RI, Nute GR, et al. Relationship between collagen characteristics, lipid content and raw and cooked texture of meat from young bulls of fifteen European breeds. *Meat Sci.* (2011) 87:61–5. doi: 10.1016/j.meatsci.2010.09.003

119. Lepetit J. A theoretical approach of the relationships between collagen content, collagen cross-links and meat tenderness. *Meat Sci.* (2007) 76:147–59. doi: 10.1016/j.meatsci.2006.10.027
120. Palka K. The influence of post-mortem ageing and roasting on the microstructure, texture and collagen solubility of bovine semitendinosus muscle. *Meat Sci.* (2003) 64:191–8. doi: 10.1016/s0309-1740(02)00179-1
121. Voutila L, Ruusunen M, Puolanne E. Comparison of the thermal characteristics of connective tissue in loose structured and normal structured porcine *M. semimembranosus*. *Meat Sci.* (2008) 80:1024–30. doi: 10.1016/j.meatsci.2008.04.021
122. McAfee AJ, McSorley EM, Cuskelly GJ, Moss BW, Wallace JMW, Bonham MP, et al. Red meat consumption: an overview of the risks and benefits. *Meat Sci.* (2010) 84:1–13.
123. Olmedilla-Alonso B, Jiménez-Colmenero F, Sánchez-Muniz FJ. Development and assessment of healthy properties of meat and meat products designed as functional foods. *Meat Sci.* (2013) 95:919–30.
124. Cao JJ, Nielsen FH. Acid diet (high-meat protein) effects on calcium metabolism and bone health. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* (2010) 13:698–702. doi: 10.1097/MCO.0b013e32833df691
125. Manthey-Karl M, Lehmann I, Ostermeyer U, Rehbein H, Schröder U. Meat composition and quality assessment of king scallops (*Pecten maximus*) and frozen atlantic sea scallops (*Placopecten magellanicus*) on a retail level. *Foods.* (2015) 4:524–46. doi: 10.3390/foods4040524
126. Fallas-Padilla K, Rodriguez-Rodriguez C, Jaramillo HF, Enchandi MLA. Arcobacter: comparison of isolation methods, diversity, and potential pathogenic factors in commercially retailed chicken breast meat from costa rica. *J Food Protect.* (2014) 77:880–4. doi: 10.4315/0362-028X.JFP-13-368
127. Broncano JM, Petrón MJ, Parra V, Timón ML. Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation of free cholesterol oxidation

products (COPs) in Latissimus dorsi muscle of Iberian pigs. *Meat Sci.* (2009) 83:431–7. doi: 10.1016/j.meatsci.2009.06.021

128. Hyeon J-Y, Chon J-W, Hwang I-G, Kwak H-S, Kim M-S, Kim S-K, et al. Prevalence, antibiotic resistance, and molecular characterization of *Salmonella* serovars in retail meat products. *J Food Protect.* (2011) 74:161–6. doi: 10.4315/0362-028X.JFP-10-327

129. Khan MI, Jo C, Tariq MR. Meat flavor precursors and factors influencing flavor precursors—A systematic review. *Meat Sci.* (2015) 110:278–84. doi: 10.1016/j.meatsci.2015.08.002

130. Bertram HC, Andersen HJ, Karlsson AH, Horn P, Hedegaard J, Nørgaard L, et al. Prediction of technological quality (cooking loss and Napole Yield) of pork based on fresh meat characteristics. *Meat Sci.* (2003) 65:707–12. doi: 10.1016/S0309-1740(02)00272-3