

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет харчових наук, нутриціології та управління якістю

ПОГОДЖЕНО

**В.о. декана факультету харчових наук,
нутриціології та управління якістю**

_____ Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО

«____» _____ 2026 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

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

_____ Олександр САВЧЕНКО

«____» _____ 2026 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «Розробка технології дієтичного продукту з м'яса птиці зі
збагаченням мінеральним складом»**

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Освітня програма «Нутриціологія»

Орієнтація освітньої програми освітньо-наукова

Гарант освітньої програми

к.т.н., доцент

_____ Людмила ТИЩЕНКО

Керівник магістерської роботи

к.с.-г.н., професор

_____ Наталія СЛОБОДЯНЮК

Виконала

_____ Катерина БАБІЙ

КИЇВ – 2026

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет харчових наук, нутриціології та управління якістю

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

_____Олександр САВЧЕНКО

«_____» _____ 202__ р.

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ**

Бабій Катерині Вікторівні

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Освітня програма «Нутриціологія»

Програма підготовки Освітньо-наукова

Тема магістерської роботи **«Розробка технології дієтичного продукту з м'яса птиці зі збагаченням мінеральним складом»**

Затверджена наказом ректора НУБіП України від “25” листопада 2024 р. № 2093 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 10. 06. 2025 р

Вихідні дані до магістерської роботи; дієтичного продукту з м'яса птиці зі збагаченням мінеральним складом, хімічний склад рослинної сировини.

Перелік питань, що підлягають дослідженню: огляд літературних джерел; організація, об'єкти, предмети і методи досліджень; результати дослідження та їх аналіз; висновки; список використаної літератури.

Дата видачі завдання “14” квітня 2025 р.

Керівник магістерської роботи

к.с.-г. н., професор

Наталія СЛОБОДЯНЮК

Завдання прийняла до виконання _____

Катерина БАБІЙ

РЕФЕРАТ

Магістерська робота виконана згідно із завданням на тему: «Розробка технології дієтичного продукту з м'яса птиці зі збагаченим мінеральним складом».

Метою магістерської роботи є розроблення технології дієтичного продукту з м'яса птиці, збагаченого мінеральними речовинами та харчовими волокнами рослинного походження, з метою підвищення харчової, біологічної цінності та функціональних властивостей готової продукції.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Провести аналіз наукових джерел щодо сучасних тенденцій створення дієтичних м'ясних продуктів функціонального призначення та способів збагачення їх мінеральними речовинами.
2. Обґрунтувати доцільність використання м'яса птиці як основної сировини для створення продукту дієтичного спрямування.
3. Дослідити можливість використання рослинної сировини та харчових волокон як джерела макро- та мікроелементів у технології м'ясних продуктів.
4. Розробити рецептури дієтичного продукту з м'яса птиці із використанням рослинних компонентів, багатих на калій, магній, кальцій, залізо та інші мінеральні речовини.
5. Визначити фізико-хімічні, структурно-механічні, органолептичні та мікробіологічні показники розроблених зразків продукції.
6. Провести оцінку харчової та мінеральної цінності контрольного і дослідних зразків.
7. Встановити вплив рослинних компонентів на функціонально-технологічні властивості готового продукту.
8. Розрахувати техніко-економічні показники та обґрунтувати доцільність впровадження розробленої технології у виробництво.

Об'єкт дослідження: технологія виробництва дієтичних продуктів із м'яса птиці функціонального призначення.

Предмет дослідження: рецептурний склад, технологічні параметри та показники якості дієтичного продукту з м'яса птиці зі збагаченим мінеральним складом.

Методи дослідження: фізико-хімічні, мікробіологічні, органолептичні, математико-статистичні методи аналізу.

Магістерська робота складається зі вступу, огляду літератури, матеріалів та методів досліджень, результатів власних досліджень, аналізу та узагальнення отриманих результатів, висновків і списку використаних джерел.

Магістерська робота виконана на 58 сторінках друкованого тексту, містить 5 таблиць. Список використаних джерел налічує 59 найменувань.

Ключові слова: м'ясо птиці, дієтичний продукт, мінеральний склад, харчові волокна, рослинна сировина, функціональні продукти, харчова цінність, технологія.

ЗМІСТ

	Стор
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1 Властивості та фізіологічний вплив м'ясних продуктів, збагачених мінеральними речовинами	9
1.2. Фізіологічні аспекти мінеральних речовин, пов'язані профілактика та контроль деяких захворювань	11
1.3. Мінерали в продуктах для м'язів та їхня роль у здоров'ї людини	13
1.4. Мінеральний склад окремих видів м'язової сировини	19
1.5. Фактори, що впливають на вміст мінеральних речовин у м'язовій сировині	22
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	24
2.1 Матеріал дослідження	24
2.2 Методи досліджень	24
2.3 Предмет і об'єкт дослідження	27
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	28
3.1 Розробка рецептур продукту з м'яса птиці зі збагаченим мінеральним складом	28
3.2. Вплив багатих на мінерали, харчових волокон на фізико-хімічні властивості м'ясних продуктів	31
3.3 Вплив харчових волокон на хімічний склад м'ясних продуктів	35
3.4 Вплив харчових волокон на текстурні властивості, параметри кольору та сенсорні властивості м'ясних продуктів	41
РОЗДІЛ. 4. ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ДІЄТИЧНОГО ПРОДУКТУ З М'ЯСА ПТИЦІ ЗІ ЗБАГАЧЕНИМ МІНЕРАЛЬНИМ СКЛАДОМ	48
4.1. Техніко-економічне обґрунтування виробництва дієтичного продукту з м'яса птиці зі збагаченим мінеральним складом	48
4.2 Оцінка рентабельності виробництва дієтичних продуктів із м'яса птиці зі збагаченим мінеральним складом	49
ВИСНОВКИ	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	54

ВСТУП

М'ясо вважається невід'ємною частиною харчування людини, оскільки воно багате на білки, незамінні амінокислоти, жирні кислоти, вітаміни та мінерали, а також забезпечує енергію для росту та бере участь у різних біохімічних, метаболічних та фізіологічних процесах (1). Також спостерігається зростання попиту споживачів на м'ясо та оброблені м'ясні продукти, що може бути пов'язано зі сукупним ефектом(ами) глобалізації, індустріалізації та збільшення доходу на душу населення, а також працюючих жінок та переважанням нуклеарної сім'ї в суспільстві (2–4). Однак, через деякі негативні сприйняття м'язової їжі через високий вміст насичених жирних кислот (5) та вміст холестерину та їх можливий вплив на здоров'я (6,7), споживачі надають перевагу м'ясним продуктам, що містять деякі додаткові нем'ясні інгредієнти, що мають певні переваги для здоров'я (8,9).

Немає сумнівів щодо небезпечного впливу червоного та обробленого м'яса на здоров'я. Хоча споживання червоного та обробленого м'яса помірно відповідає за спричинення оксидативного стресу та генотоксичності внаслідок утворених гетероциклічних ароматичних амінів (10) при приготуванні за високих температур (11), метааналіз стверджує, що існує позитивна кореляція між споживанням червоного або обробленого м'яса та аденомами (переднеопластичними ураженнями) (12). У людей причиною є мутація в гені аденоматозного поліпозу палички (APC) або метилювання (13). Хоча споживання кальцію в раціоні разом із червоним або обробленим м'ясом знижує ризик розвитку колоректального раку (14), більш очевидно, що споживання червоного та обробленого м'яса призводить до окислення ліпідів (15), виникнення токсичності оксидативного стресу, рак, що спостерігається в біологічних зразках людини та гризунів, таких як фекалії, кров та сеча (16–18 років), та утворення ДНК-адуктів (при швидкості споживання 300 або 420 г на день–1) поліциклічними ароматичними вуглеводнями (19 років), що виробляються шляхом високої термічної обробки червоного та обробленого м'яса (20,21 рік). Загалом, оброблене м'ясо може бути «(ймовірно)

канцерогенним для людини», оскільки воно, очевидно, викликає рак товстої кишки (22), колоректальний (23–26), підшлункова залоза та передміхурова залоза (8). Тому необхідне зниження канцерогенних властивостей або будь-яких інших небезпечних для здоров'я властивостей червоного та обробленого м'яса, наприклад, зниження ймовірності колоректального раку шляхом додавання кальцію до раціону.

Зазвичай м'ясо не містить харчових волокон, які в достатку містяться в рослинних матеріалах, і має різноманітну фізіологічну активність в організмі людини. Епідеміологічні дослідження показали, що споживання продуктів з низьким вмістом харчових волокон є одним з основних факторів ризику поширеності багатьох захворювань, пов'язаних зі способом життя (27). Оброблені харчові продукти, що, окрім своєї харчової цінності, покращують профілактику захворювань та/або мають користь для здоров'я, відомі як функціональні харчові продукти. Функціональні м'ясні продукти можуть бути розроблені або шляхом включення деяких корисних для здоров'я нем'ясних інгредієнтів, або шляхом видалення деяких небажаних інгредієнтів, присутніх у м'ясі, таких як жир і холестерин (9,11,28,29). Харчові волокна можуть служити чудовим заміником м'яса, а також ефективним заміником жиру (30,31) під час приготування функціональних м'ясних продуктів через їхні властиві функціональні, фізіологічні та поживні властивості (32).

Відомо, що продукти з високим вмістом харчових волокон знижують ймовірність виникнення різних видів раку, діабету, гіперліпідемії, серцево-судинних захворювань, ожиріння, шлунково-кишкових розладів, запальних захворювань кишечника та неврологічних розладів (33). Більше того, серед науковців-м'ясників, переробників м'ясних продуктів та дослідників спостерігається зростаючий інтерес до розробки різних нових функціональних м'ясних продуктів шляхом включення харчових волокон з різних натуральних рослинних джерел. Тому в цьому огляді обговорюються різні нові джерела харчових волокон, їх фізіологічні ефекти, застосування в м'ясних продуктах та їхній вплив на різні фізико-хімічні, функціональні та сенсорні властивості.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Властивості та фізіологічний вплив м'ясних продуктів, збагачених мінеральними речовинами

Харчові волокна, багаті на мінеральні речовини, зараз у народі називають «універсальним засобом» вченими-харчовиками, які проводять різноманітні заходи щодо зміцнення здоров'я (34). Слово «харчові волокна» вперше було використано Хіпслі (35), який вважав, що неперетравлювані компоненти клітинної стінки рослин є харчовими волокнами. Відтоді різні дослідники внесли багато змін до визначення харчових волокон у різний час. Троуелл (36) визначили харчові волокна як ті частини фруктів, овочів, горіхів та цільного зерна, які дуже погано перетравлюються травною системою людини. Термін *plantix* був використаний Спіллером та ін. (37) для позначення тих неперетравлених рослинних матеріалів, що утворюють складну матрицю в травному тракті людини. Кей (38) позначив терміном «харчові волокна» ті частини рослинної їжі з різноманітною морфологічною та хімічною структурою, які протистоять дії ферментів травної системи людини. Пізніше це визначення було надано Троуеллом та ін. (39) як та частина матеріалів рослинних клітин, така як лігнін, геміцелюлоза, целюлоза, пектин, полісахариди, камеді, олігосахариди та віск, яка залишається незмінною під дією гідролітичної дії ендогенних ферментів травного тракту людини.

Згідно з даними Американської асоціації хіміків зернових (ААСС) у 2000 році, харчові волокна визначаються як залишки їстівних частин рослин або подібних вуглеводів, які стійкі до перетравлення та всмоктування у тонкому кишечнику людини та частково або повністю ферментуються у товстому кишечнику. Австралійсько-новозеландське управління з питань харчових продуктів у 2001 році визначило харчові волокна як їстівні частини рослинних матеріалів або їх екстракти, або інші подібні вуглеводи, які залишаються стійкими до перетравлення та всмоктування у тонкому

кишечнику з частковою або повною ферментацією у товстому кишечнику людини. У 2002 році Національна академія наук використала термін «комплекс харчових волокон» для позначення комбінації харчових волокон, які є неперетравлюваними вуглеводами, та лігніну, який є основою для рослин, та функціональних волокон, які є ізольованими та неперетравлюваними вуглеводами, що мають користь для здоров'я людини. Харчові волокна залишаються стійкими до дії ендогенних травних ферментів у верхніх відділах травного тракту людини та не засвоюються та не використовуються організмом.⁴⁰). Природними джерелами харчових волокон є різні злаки, бобові, фрукти, горіхи та овочі. Загалом, злаки, висівки та лушпиння вважаються основними джерелами целюлози, лігніну та геміцелюлози, тоді як фрукти та овочі вважаються основним джерелом слизу, пектину та камеді (41,42) та листові овочі як джерело лігніну в раціоні (43).

Харчові волокна класифікуються на некрохмальні полісахариди, резистентні олігосахариди, резистентний крохмаль та лігнін на основі їхніх хімічних властивостей (44). Залежно від їхнього джерела, їх можна класифікувати на полісахариди рослинного походження, полісахариди тваринного походження та синтетичні форми (45). Найчастіше харчові волокна поділяють на два типи, такі як розчинні харчові волокна (РХВ) та нерозчинні харчові волокна (НХВ), залежно від їхньої розчинності у воді (40). Перш за все, лігнін, целюлоза та частина геміцелюлози вважаються нерозчинними харчовими волокнами, тоді як пектини, пентозани, β -глюкани, камеді, слизові речовини та різні види неперетравлюваних олігосахаридів разом з інуліном відомі як джерело розчинних харчових волокон (45–47). Розчинні волокна також бувають двох типів: в'язкі та нев'язкі, які завжди ферментуються. Нерозчинні волокна завжди нев'язкі та зазвичай погано ферментуються або не ферментуються за своєю природою. Кожен тип волокна має різні фізіологічні функції в організмі.

Розчинні харчові волокна головним чином відповідають за зниження рівня холестерину в крові та зменшення всмоктування глюкози в тонкому

кишечнику, а також діють як потенційний пребіотичний компонент (48,49), тоді як нерозчинні волокна збільшують всмоктування води в кишковому тракті та регулюють інші функції кишечника (50). Нерозчинні волокна частіше зустрічаються в продуктах харчування, ніж розчинні. Зазвичай основними джерелами розчинних харчових волокон у природі вважаються овес, вівсяні висівки, рис, ячмінь, арахіс, горох, сочевиця, чорна квасоля, червона квасоля, папайя, банани, груші, абрикоси, сушений інжир, манго, апельсини, авокадо, насіння льону, гарбузи, морква тощо (51), тоді як яблука, паростки, пшеничне борошно, пшеничні висівки, фініки, зелені листові овочі, ананас, капуста, цвітна капуста, броколі, горіхи, цільнозернові продукти (52,53) тощо вважаються основним джерелом нерозчинних волокон.

1.2 Фізіологічні аспекти мінеральних речовин, пов'язані профілактика та контроль деяких захворювань

Регулярне споживання рекомендованої кількості харчових волокон збагачених мінеральними речовинами знижує ризик смерті від інсультів та серцево-судинних захворювань (54) шляхом зниження рівня холестерину в крові. Механізм покращення здоров'я серця, спричиненого дієтою, пояснюється багатьма біохімічними та молекулярними шляхами. Харчові страви, доповнені вівсянкою, горіхами, фруктами, цитрусовими, грушами тощо, підвищують титр ліпопротеїнів високої щільності (ЛПВЩ) у крові, що усуває жорсткість кровоносних судин, видаляючи відкладені ліпіди низької щільності (55). Ліпопротеїни низької щільності (ЛПНЩ) та тригліцериди зазвичай діють як головні молекули для блокування артерій. ЛПВЩ крові виводить ліпопротеїни низької щільності (ЛПНЩ) з артерій назад у печінку, де вони метаболізуються (56). У свою чергу, це зменшує проблеми зі здоров'ям серця, спричинені холестерином, особливо кардіоартеріальні закупорки та інсульт (57). Отже, високий вміст харчових волокон, у свою чергу, знижує ймовірність серцевого нападу та підтримує нормальний артеріальний тиск (58).

Високий рівень ЛПВЩ також збільшує жорсткість артерій, що опосередковано знижує інсулінорезистентність у людей (55,59). Механізм пояснюється індексом тригліцеридів/глюкози та рівнем співвідношення тригліцеридів/ЛПВЩ/холестерину в крові. Підвищене співвідношення модулює швидкість пульсової хвилі плечово-гомількової системи, що головним чином пов'язано з прогресуванням жорсткості артерій у пацієнтів з гіпертензією. Однак таке явище не спостерігається у пацієнтів до гіпертензії (55). Це вказує на те, що жорсткість артерій, що підтримується ЛПВЩ, корисна для зниження інсулінорезистентності у зразках людини. Це, у свою чергу, регулює здоров'я серця, з одного боку, та гіперглікемічний стан, з іншого (6).

Деякі специфічні харчові волокна, такі як гуарова камедь, β -глюкан, псиліум та пектин, пригнічують реабсорбцію жовчних кислот в організмі (6) та збільшують його виведення з калом (6). Холестерин перетворюється на жовчні кислоти. Разом з холестерином, жовч та фосфоліпіди утворюють змішані міцели для подальшого розчинення холестерину. Завдяки цьому процесу жовчні кислоти використовуються і не піддаються реабсорбції. Таким чином, з одного боку, синтез жовчних кислот відбувається за рахунок холестерину, присутнього в організмі, а з іншого боку, це опосередковано допомагає знизити рівень холестерину в крові.

Високе споживання харчових волокон пов'язане зі зниженням рівня передчасної смертності у пацієнтів з існуючими серцево-судинними захворюваннями та гіпертензією шляхом зниження загального холестерину та ліпопротеїнів низької щільності, а також зниження систолічного та діастолічного артеріального тиску. Регулярне споживання клітковини разом з їжею також допомагає забезпечити додаткові антиоксиданти, зменшуючи роль факторів оксидативного стресу у виникненні атеросклерозу та покращує гнучкість стінки кровоносних судин, знижуючи судинний опір та підтримуючи достатню перфузію тканин без необхідності подальшого збільшення частоти серцевих скорочень для підтримки ударного об'єму (27).

Інші корисні елементи, що містяться в стравах з високим вмістом клітковини, такі як овочі, метаболізуються на такі сполуки, як оксид азоту, який може знижувати кров'яний тиск, збільшуючи його біодоступність для використання у вазодилатації. Крім того, було висловлено припущення, що коротколанцюгові жирні кислоти, що утворюються під час ферментації клітковини, можуть відігравати певну роль у опосередкуванні гіпохолестеринемічної дії харчових волокон. Згідно з повідомленнями, пропіонат допомагає знизити рівень холестерину в крові, пригнічуючи його синтез у клітинах печінки. В'язкі властивості розчинних волокон можуть запобігати всмоктуванню холестерину, а також було запропоновано, що в'язкість глюкози та клітковини покращує глікемічний контроль та концентрацію холестерину.

1.3 Мінерали в продуктах для м'язів та їхня роль у здоров'ї людини

Важливість та дефіцит мінеральних елементів для людини добре висвітлені в літературі [6, 9]. Мінерали, певним чином, також сприяють смаку, кольору та текстурі їжі. Вони також є важливими компонентами ферментних систем в організмі [9]. Тут ми обговорюємо ролі, симптоми дефіциту та рекомендовану добову дозу важливих мінералів.

Кальцій є найпоширенішим мінералом в організмі. Організму він потрібен щодня для скорочення судин, вазодилатації, м'язових функцій, активації ооцитів, згортання крові, передачі нервових сигналів, внутрішньоклітинної сигналізації та гормональної секреції в організмі людини [6]. Він також необхідний організму для регулювання серцебиття та балансу рідини в клітинах. Кальцій функціонує як складова кісток і зубів [6]. Він відіграє величезну роль в інактивації таких ферментів, як аденозинтрифосфатаза (АТФаза), бурштинова дегідрогеназа, ліпаза тощо [6].

Потреба в кальції є найвищою в період росту, наприклад, у дитинстві, та в інших фізіологічних станах, таких як вагітність та лактація [12]. В

основному, кальцій становить від 920 до 1200 грамів ваги дорослого тіла (тобто близько 1,5% маси тіла), причому 99% міститься в кістках і зубах, а 1% - у сироватці крові [1]. Дефіцит кальцію в організмі, як повідомляється, викликає остеопороз, при якому кістка руйнується з підвищеним ризиком переломів [6].

Як у дітей, так і у дорослих, це впливає на їхні зуби. За оцінками, рекомендована добова норма кальцію становить від 700 до 1300 мг на день [13, 14]. Залежно від фізіологічного стану організму, дорослій людині може знадобитися близько 10 мг кальцію на кілограм маси тіла [12]. Наприклад, вагітним і жінкам, що годують грудьми, може знадобитися більше кальцію через швидке виснаження запасів кальцію через їх стан [12].

Фосфор становить приблизно 1% маси тіла людини, з яких 29% міститься в кістках, а менше 1% - у крові [15]. Фосфор – це незамінний мінерал, необхідний для кількох біологічних процесів, таких як мінералізація кісток, виробництво енергії у вигляді аденозинтрифосфату (АТФ) та аденозиндифосфату (АДФ), метаболізм, функціонування нирок, ріст клітин, клітинна сигналізація через реакції фосфорилювання та регуляція кислотно-лужного гомеостазу [9]. Фосфор вважається важливим аспектом ДНК та РНК, оскільки ДНК та РНК містять фосфат. Дефіцит фосфору зустрічається рідко. Його симптоми помітні лише у випадках майже повного голодування або спадкових захворювань, пов'язаних з втратою фосфору нирками. Спостерігалися такі симптоми, як втрата апетиту, м'язова слабкість, крихкість кісток, оніміння кінцівок та рахіт у дітей. Хоча високе споживання фосфору може спричинити кальцифікацію судин та нирок, пошкодження ниркових каналців та передчасну смерть. Рекомендована добова норма споживання фосфору для дітей віком від 0 до 6 та від 7 до 12 місяців оцінюється в 100 та 275 мг відповідно. У дорослих адекватне споживання фосфору становить 800–1300 мг на день [14].

Магній легко засвоюється організмом. Це другий за поширеністю внутрішньоклітинний катіон (після калію) та четвертий за поширеністю катіон

в організмі [16]. Він широко використовується для метаболічних процесів в організмі. Деякі з його основних функцій включають виробництво енергії, ріст клітин та синтез біомолекул [17]. Він також діє як кофактор ферментативних реакцій в організмі та бере участь у синтезі транспортерів H_2 (зокрема, у всіх реакціях, що включають утворення та використання аденозинтрифосфату). Він часто бере участь у метаболізмі глюкози, ліпідів, білків та нуклеїнових кислот, а також у клітинному антиоксидантному захисті в організмі [18]. Дефіцит Mg в організмі може безпосередньо погіршити реакції, що потребують АТФ, такі як синтез білка, скорочення м'язів та використання глюкози [1]. Рекомендоване споживання магнію оцінюється в 200–420 мг на день [14, 16]. Інститут медицини рекомендує 310–360 мг та 400–420 мг для дорослих жінок та чоловіків відповідно [16]. Тоді як вагітним та жінкам, що годують грудьми, рекомендується близько 350 мг на день [16,19].

Натрій є одним із найважливіших елементів, яких організм потребує у відносно великих кількостях. Його відносять до електролітів організму, і він переважно міститься в крові та рідині, що оточує клітини. Натрій необхідний для підтримання об'єму плазми крові, кислотно-лужної рівноваги, передачі нервових імпульсів та нормального функціонування клітин. Також він забезпечує нормальну збудливість м'язів і проникність клітинних мембран [6].

Обмін натрію головним чином регулюється альдостероном. Мінімальний рівень споживання натрію, необхідний для належного функціонування організму, остаточно не визначений, однак вважається, що він може становити лише 200–500 мг/добу [19, 21].

Калій є незамінним мінералом та основним електролітом організму людини. В організмі міститься приблизно 3500 ммоль калію, з яких близько 2 % знаходиться у позаклітинній рідині. Достатнє надходження калію з їжею має важливе значення для регуляції електролітного балансу, артеріального тиску, секреції інсуліну, фосфорилування креатину, вуглеводного обміну, синтезу білків та функціонування багатьох ферментів [22].

Згідно з даними He та MacGregor [21], високий рівень споживання калію сприяє зниженню артеріального тиску у людей із гіпертензією, уповільнює прогресування захворювань нирок, зменшує виведення кальцію із сечею, знижує ризик серцево-судинних захворювань та остеопорозу. Також вважається, що підвищене споживання калію може покращувати мінеральну щільність кісткової тканини та пом'якшувати негативні наслідки надмірного споживання натрію [23].

За даними Bellows і Moore [24], дефіцит калію, хоча й трапляється нечасто, може виникати внаслідок значної втрати рідини через тяжку діарею, інтенсивні фізичні навантаження або застосування діуретиків. Низький рівень калію в сироватці крові асоціюється з порушенням толерантності до глюкози, ризиком летальних шлуночкових аритмій у пацієнтів з ішемічною хворобою серця, серцевою недостатністю та гіпертрофією лівого шлуночка [21].

Для забезпечення добової потреби дорослим рекомендовано споживати 3500–3510 мг калію на добу [14, 23]. Інші дослідження рекомендують добове споживання калію на рівні 4700 мг для чоловіків і жінок віком від 14 років, а також для вагітних жінок [24, 25].

Залізо відіграє ключову роль у забезпеченні здоров'я людини. Воно необхідне для багатьох метаболічних процесів, зокрема синтезу дезоксирибонуклеїнової кислоти (ДНК), транспорту кисню та поживних речовин, утворення гемових ферментів та інших залізовмісних ферментів, що беруть участь у процесах перенесення електронів і окисно-відновних реакціях [26].

Майже дві третини заліза організму міститься в еритроцитах у складі гемоглобіну, тоді як решта входить до складу міоглобіну м'язової тканини та різних ферментів, задіяних в окисному метаболізмі та інших клітинних функціях [26, 27].

Залізо є необхідним для нормальної мієлінізації спинного мозку та білої речовини мозочка [6, 28]. Воно бере участь у синтезі нейромедіаторів, їх

засвоєнні та деградації в інші залізовмісні білки, що можуть прямо або опосередковано впливати на функціонування головного мозку [6, 29].

Дефіцит заліза може спричиняти тяжку анемію, зниження імунітету до інфекцій та ускладнення вагітності, зокрема народження дітей із низькою масою тіла [5, 6]. Рекомендована добова норма споживання заліза становить 8–18 мг [14].

Марганець (Mn) є незамінним елементом для внутрішньоклітинних процесів організму. Він виконує функцію кофактора для багатьох металоферментів та клітинних реакцій, зокрема аргінази (участь в орнітиновому циклі), піруваткарбоксилази (глюконеогенез), супероксиддисмутази (знешкодження вільних радикалів кисню), глутамінсинтетази та глікозилтрансфераз, які беруть участь у синтезі мукополісахаридів [30].

Окрім цього, марганець відіграє важливу роль у розвитку кісткової тканини, процесах травлення, репродукції, антиоксидантному захисті, утворенні енергії, імунній відповіді та регуляції нейрональної активності [30].

Дефіцит марганцю може призводити до розвитку остеопорозу, цукрового діабету та епілепсії. Рекомендоване добове споживання марганцю становить 3 мг для немовлят віком до 6 місяців, 1,2 мг — для дітей 1–3 років та 1,5 мг — для дітей 4–8 років [19, 30]. Для дорослих рекомендовано споживати в середньому 2–6 мг марганцю на добу [19, 30].

Цинк є одним із найпоширеніших мікроелементів, що виконує численні біохімічні функції в організмі. Він бере участь у рості, розвитку та диференціації клітин. Також цинк відіграє важливу роль у клітинному імунітеті, формуванні кісткової тканини, функціонуванні головного мозку та патогенезі деяких дерматологічних захворювань [31].

Цинк є необхідним для нормального функціонування та регенерації печінки, дозрівання і рухливості сперматозоїдів, а також регуляції експресії генів [31]. У деяких випадках цинк проявляє антимікробні властивості, пригнічуючи коагуляцію плазми клітинами *Staphylococcus aureus* або

перешкоджаючи їх прикріпленню до поверхонь. Крім того, він виконує антиоксидантну функцію, захищаючи клітини від вільних радикалів, що утворюються як побічний продукт імунної активації [31].

Дефіцит цинку пов'язують із розвитком багатьох захворювань, зокрема акродерматиту, цирозу печінки, серповидноклітинної анемії, цукрового діабету та гіпогонадізму у підлітків чоловічої статі [31, 32]. Рекомендована добова норма споживання цинку для дорослих становить 8–11 мг [14].

Мідь є незамінним мікроелементом, необхідним для нормального росту, підтримання серцево-судинної системи, еластичності легень, неоваскуляризації, нейроендокринної функції та метаболізму заліза [19]. Вона сприяє правильному функціонуванню щитоподібної залози. Мідь також забезпечує міцність шкіри, кровоносних судин, епітеліальної та сполучної тканини організму.

Крім цього, мідь може виконувати антиоксидантну функцію, нейтралізуючи вільні радикали або пригнічуючи їх ушкоджувальну дію щодо клітинних і тканинних білків, мембранних ліпідів та нуклеїнових кислот [33]. Вона також виступає кофактором певних ферментів, що беруть участь у процесах утворення енергії, формуванні сполучної тканини та обміні заліза [33].

Тяжкий дефіцит міді у людей трапляється відносно рідко, однак її нестача асоціюється з розумовою відсталістю, анемією, гіпотермією, нейтропенією, діареєю, гіпертрофією серця, крихкістю кісток, порушенням імунної функції, слабкістю сполучної тканини, порушенням функцій центральної нервової системи, периферичною нейропатією та ураженням шкіри. Рекомендоване добове споживання міді для дорослих становить 1–1,6 мг [14]. У середньому організм людини містить близько 100 мг міді [33].

Селен є мікроелементом, який міститься в організмі у невеликих кількостях, проте є необхідним для підтримання здоров'я. Селен є антиоксидантним мінеральним елементом та входить до складу ряду

ферментів, зокрема глутатіонпероксидази, тіоредоксинредуктази, дейодиназ, а також селенопротеїнів.

Він відіграє важливу роль в антиоксидантному захисті організму, репродуктивній функції, роботі м'язів, синтезі гормонів щитоподібної залози, синтезі ДНК, забезпеченні фертильності та профілактиці пухлинних і онкологічних захворювань [34].

Зазвичай дефіцит селену не викликає виражених клінічних проявів, однак може бути пов'язаний із розвитком хвороби Кешана та хвороби Кашина–Бека.

1.4 Мінеральний склад окремих видів м'язової сировини

Як наведено в таблиці 1.1, м'язова сировина є багатим джерелом кальцію, причому рибне м'ясо характеризується найвищим його вмістом — від 190 до 8810 мг/кг серед усіх видів м'яса. У курячому м'ясі вміст кальцію становить 17,8–31,5 мг/кг. У сирій яловичині, свинині, баранині, козлятині, м'ясі індички та кролятини вміст кальцію складає відповідно 20,4–43,9 мг/кг, 43–145 мг/кг, 58,1–63,3 мг/кг, 110–118 мг/кг, 1960–2280 мг/кг та 90 мг/кг. Водночас рівень кальцію в більшості видів м'яса, окрім риби, є нижчим порівняно з овочами, де його вміст коливається від 87 до 1000 мг/кг [9].

Таблиця 1.1

**Вміст мінеральних речовин у м'язовій сировині різних видів тварин,
(мг/кг)**

Елемент	Ялови- чина	Свини- на	Бара- нина	Куря- тина	Кроля- тина	Риба	Індичка
Макроелементи							
Калій (K)	3204– 4301	4000– 15046	3295– 3368	9531– 14778	3870	190– 5020	3530– 4370
Натрій (Na)	352– 741	450– 1426	685– 793	1273– 1755	660	300– 1340	667– 1000
Магній (Mg)	237– 320	261– 958	215– 257	780– 1216	260	45– 4520	257– 393
Кальцій (Ca)	20,4– 43,9	43–145	58,1– 63,3	17,8– 31,5	90	190– 8810	66– 77
Фосфор (P)	2112– 2276	2230	2105– 2856	6619– 9352	2350	680– 5500	1960– 2280
Мікроелементи							
Цинк (Zn)	25,7– 62,7	24–50,8	32,5–36,1	22,3–75,9	10,5	2,3–21	10–35
Залізо (Fe)	17,7– 217,8	14–23	9,7–17,6	26,1–43,1	5,36	10–56	5–12
Марганець (Mn)	1,2–5,9	0,47– 0,69	1,0–2,1	2,7–3,6	0,35	0,003– 2520	–
Мідь (Cu)	5,2–6,3	1,0–1,8	6,4–7,3	–	0,89	0,01– 37	–
Селен (Se)	0,07	0,04	0,13	0,13	–	–	–

Фосфор міститься як у продуктах тваринного, так і рослинного походження. Найвищу концентрацію фосфору виявлено в курячому м'ясі — 6619–9352 мг/кг. У сирій рибі його вміст становить 680–5500 мг/кг, тоді як у яловичині, свинині, баранині, козлятині, індичці та кролятині — відповідно 2112–2276 мг/кг, 2230 мг/кг, 2105–2856 мг/кг, 1555–458 мг/кг, 1960–2280 мг/кг

та 2350 мг/кг. Вміст фосфору в курятині та рибі є вищим, ніж у більшості овочів (167–4370 мг/кг) [9].

Натрій природно міститься у різних харчових продуктах, зокрема молоці, м'ясі та овочах. Найвищий вміст натрію серед досліджених видів м'яса виявлено у курятині — 1273–1755 мг/кг. У яловичині, свинині, баранині, козлятині, кролятині та рибі його концентрація становить відповідно 352–741 мг/кг, 450–1426 мг/кг, 685–793 мг/кг, 644–782 мг/кг, 660 мг/кг та 300–1340 мг/кг. Концентрація натрію в м'ясі значно перевищує його вміст у сирих овочах (22,8–940 мг/кг) [9].

Вміст заліза у баранині, свинині, козлятині, курятині, індичці та рибі становить відповідно 14–22 мг/кг, 9,7–17,6 мг/кг, 15,7–43,7 мг/кг, 26,1–43,1 мг/кг, 5,0–12,3 мг/кг та 10–56 мг/кг. Вміст заліза у м'ясі є відносно вищим порівняно з овочами та фруктами, де його концентрація коливається в межах 1,3–30,1 мг/кг [9].

Подібно до цього, у баранині, свинині, козлятині, курятині, кролятині та рибі вміст міді становить відповідно 5,20–6,30 мг/кг, 1,0–1,80 мг/кг, 6,4–7,3 мг/кг, 1,3–3,0 мг/кг, 0,89 мг/кг та 0,01–37 мг/кг. Кількість міді у м'ясі значно перевищує її вміст у овочах (0,04–2,4 мг/кг), бобових культурах (5,0 мг/кг) та фруктах (0,1–2,4 мг/кг) [9].

Найвищу концентрацію марганцю виявлено у рибному м'ясі (0,003–2520 мг/кг), тоді як найнижчу — у баранині (1,0–2,1 мг/кг; таблиця 1). У яловичині, свинині, козлятині, курятині та кролятині вміст марганцю становить відповідно 1,2–5,9 мг/кг, 0,47–0,69 мг/кг, 0,13–0,87 мг/кг, 2,7–3,6 мг/кг та 0,35 мг/кг. Вміст марганцю у м'ясі є нижчим порівняно з овочами (0,1–0,78 мг/кг) та фруктами (0,1–6,6 мг/кг) [9].

Вміст селену у яловичині, свинині, баранині, курятині та індичці становить відповідно 0,07 мг/кг, 0,15–0,29 мг/кг, 0,04 мг/кг, 0,13 мг/кг та 0,13 мг/кг, що є відносно нижчим порівняно з овочами та іншими продуктами рослинного походження (10^{-4} –0,6 мг/кг) [9].

1.5. Фактори, що впливають на вміст мінеральних речовин у м'язовій сировині

Мінеральний склад м'язової сировини є досить варіабельним і залежить від багатьох чинників, серед яких передзабійні фактори: годівля, вид тварини, порода, стать, вік при забої, тип м'язової тканини, фізіологічний стан та система вирощування, а також післязабійні фактори, зокрема методи переробки та способи визначення мінерального складу м'ясних зразків [35, 36]. У більшості випадків природні коливання вмісту мінеральних речовин у м'язовій сировині залишаються недостатньо вивченими [36].

Для рослинної сировини варіації мінерального складу пов'язують із різноманітністю ґрунтів і кліматичних умов (географічним походженням), фізіологічним станом та ступенем зрілості рослин, видовими та генотиповими особливостями, сортом і післязбиральною обробкою [6, 9].

Оскільки сільськогосподарські тварини споживають рослинні корми, значні коливання мінерального складу м'язової тканини можуть бути зумовлені хімічним складом кормових рослин. Наприклад, корми, вирощені на ґрунтах із високим вмістом селену, сприяють більшому накопиченню цього елемента в м'язовій тканині тварин порівняно з кормами, вирощеними на ґрунтах із низьким вмістом селену [37]. За даними de Freitas та співавт. [38], концентрація мінеральних речовин у м'язах також залежить від рівня надходження мінералів із кормом та вмісту мінеральних речовин у ґрунті під час випасання тварин.

Отже, використання харчових волокон рослинного походження у складі м'ясних продуктів є перспективним напрямом підвищення їх мінеральної та біологічної цінності. Клітковина може виступати додатковим джерелом макро- та мікроелементів, зокрема калію, магнію, кальцію, заліза та цинку, а також сприяти покращенню функціонально-технологічних властивостей продукту. Внесення рослинних волокон у рецептури м'ясних та комбінованих виробів забезпечує підвищення вологоутримувальної здатності, стабілізацію структури, покращення консистенції та формування функціональних

властивостей готової продукції. Разом із тим надмірне використання окремих видів клітковини може впливати на біодоступність мінеральних речовин через вміст фітатів та інших антинутрієнтів, що потребує наукового обґрунтування оптимальних доз внесення рослинної сировини.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Матеріали дослідження

У процесі виконання досліджень для розроблення дієтичних продуктів із м'яса птиці зі збагаченим мінеральним складом було використано м'ясну, рослинну та допоміжну сировину. Як основну м'ясну сировину застосовували охолоджене філе курятини та індички, що характеризується високою біологічною цінністю, низьким вмістом жиру та доброю засвоюваністю.

Для збагачення продуктів макро- та мікроелементами використовували рослинні компоненти та харчові волокна, а саме: вівсяні та житні висівки, пшеничну клітковину, псиліум, порошок сушеного кіноа, морквяний порошок, сушені яблучні вичавки, насіння льону, інулін, шпинат та моркву. Вибір зазначених інгредієнтів обумовлений їх високим вмістом калію, магнію, кальцію, заліза, цинку та харчових волокон, а також здатністю позитивно впливати на функціонально-технологічні властивості м'ясних систем.

Як допоміжну сировину використовували кухонну сіль, прянощі, рослинну олію, яєчний білок та воду/лід. Рослинні компоненти вводили у рецептури у вигляді порошків, подрібненої сировини або попередньо підготовлених рослинних напівфабрикатів відповідно до розроблених рецептур.

2.2 Методи дослідження

Дослідні зразки дієтичних продуктів із м'яса птиці виготовляли відповідно до традиційних технологій виробництва м'ясних виробів із частковою заміною м'ясної сировини рослинними компонентами та харчовими волокнами.

Технологічний процес включав підготовку м'ясної та рослинної сировини, подрібнення компонентів, приготування фаршу, внесення функціональних інгредієнтів згідно з рецептурою, перемішування фаршевої

системи, формування виробів, термічну обробку, охолодження та зберігання готової продукції.

Органолептичну оцінку розроблених зразків проводили відповідно до вимог ДСТУ ISO 6658:2005 та ДСТУ ISO 13299:2016 за п'ятибальною шкалою. Під час оцінювання враховували зовнішній вигляд, колір, консистенцію, соковитість, смак, запах та загальне враження від продукту. Дегустаційну оцінку здійснювала комісія у складі 7–9 осіб.

Для оцінювання якості готової продукції визначали фізико-хімічні показники, зокрема масову частку вологи, білка, жиру, золи, вміст харчових волокон, показник рН, вологоутримувальну здатність та втрати маси під час термічної обробки.

Мікробіологічні дослідження проводили відповідно до чинних нормативних документів із визначенням кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, бактерій групи кишкової палички та патогенних мікроорганізмів.

Усі дослідження виконували у трикратній повторюваності. Отримані результати опрацьовували методами математичної статистики з визначенням середніх значень та стандартного відхилення.

Фізико-хімічні методи

Вміст вологи визначали згідно з ГОСТ 3626-73:

5–10 г подрібненого зразка зважували на аналітичних терезах, висушували в сушильній шафі при температурі 105 ± 2 °C до постійної маси. Після охолодження у ексікаторі знову зважували. Розрахунок проводили за формулою:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%$$

де:

m_1 — маса зразка до висушування,

m_2 — маса зразка після висушування.

Визначення білка (метод К'ельдаля). Згідно з ДСТУ ISO 937:2004.

Метод базується на визначенні загального азоту, який переводиться в білок за коефіцієнтом 6.25.

Зразок мінералізують сірчаною кислотою з каталізатором, нейтралізують лугом та дистилують аміак. Поглинений аміак титрують кислотним розчином. Результати виражають у відсотках білка на 100 г зразка.

Вміст жирів (екстракційний метод Сокслета). Згідно з ДСТУ ISO 1443:2005. Сухий зразок розміщують у картридж, екстрагують органічним розчинником (ефіром або гексаном) упродовж 6 годин. Розчинник випарюють, жир зважують після сушіння. Вміст жиру розраховують як масу екстрагованої речовини до початкової маси зразка.

Визначення вуглеводів (розрахунковим методом)

Загальна кількість вуглеводів визначалась розрахунково:

$$\text{Вуглеводи} = 100 - (\text{Білки} + \text{Жири} + \text{Волога} + \text{Зола})$$

Або з урахуванням клітковини — за ДСТУ 7690:2015.

Визначення клітковини. Методика згідно з методом Веенде (Weende) або альтернативно — за ДСТУ 7690:2015. Зразок обробляли послідовно кислотами та лугами для видалення розчинних компонентів. Осад фільтрували, висушували, зважували, після чого спалювали для визначення зольної частки.

Калорійність (енергетична цінність)

Обчислювали розрахунковим методом згідно з формулою:

$$K = 4 \cdot \text{білки} + 9 \cdot \text{жири} + 4 \cdot \text{вуглеводи} \quad (\text{ккал} / 100 \text{ г})$$

Мікробіологічні показники Проводились згідно з вимогами ДСТУ 4221:2003 та ДСТУ ISO 4833-1:2017. Загальна кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ) — методом висіву на м'ясо-пептонний агар. БГКП (колі-форми) — на диференціальне середовище (Ендо, МакКонкі). Сальмонела — виявляли у 25 г продукту після збагачення у бульйоні Селеніт-Ф та висівання на вибіркові середовища. Плісняві гриби і дріжджі — висів на середовище Сабуро, інкубація 5 діб.

Техніко-економічні розрахунки

- Розрахунок собівартості та рентабельності виробництва (з урахуванням вартості сировини, енерговитрат, упаковки);
- Порівняння вартості виготовлення з базовим варіантом продукції без збагачувачів;
- Оцінка комерційної доцільності та перспектив упровадження на виробництво.

Статистична обробка результатів. Усі вимірювання проводились у трьох повтореннях. Результати подано у вигляді середніх значень та середньоквадратичного відхилення. Статистична достовірність оцінювалась методом t-критерію Стьюдента ($p < 0,05$).

2.3 Предмет і об'єкт дослідження

Об'єкт дослідження: технологія виробництва дієтичних продуктів із м'яса птиці функціонального призначення.

Предмет дослідження: рецептурний склад, технологічні параметри та показники якості дієтичного продукту з м'яса птиці зі збагаченим мінеральним складом.

Методи дослідження: фізико-хімічні, мікробіологічні, органолептичні, математико-статистичні методи аналізу.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Розробка рецептур продукту з м'яса птиці зі збагаченим мінеральним складом

З метою створення дієтичних м'ясних продуктів функціонального призначення було розроблено рецептури виробів із м'яса птиці з використанням рослинної сировини та харчових волокон (таблиця 3.1). Основним критерієм підбору компонентів було підвищення харчової, біологічної та мінеральної цінності готової продукції, а також покращення функціонально-технологічних властивостей фаршевих систем.

Під час розроблення рецептур враховувалися сучасні тенденції створення продуктів здорового харчування зі зниженим вмістом жиру, підвищеним вмістом харчових волокон та оптимізованим мінеральним складом. Як основну сировину використовували м'ясо птиці, яке характеризується високою біологічною цінністю білків, низьким вмістом сполучної тканини та доброю засвоюваністю.

До складу рецептур вводили рослинні компоненти та харчові волокна, багаті на калій, магній, кальцій, залізо та інші мінеральні речовини. Зокрема, застосовували вівсяні та житні висівки, пшеничну клітковину, псиліум, морквяний порошок, порошок кіноа, яблучні вичавки, інулін та насіння льону.

Використання вівсяних висівок у кількості 20 % у рецептурі м'ясних кульок забезпечує зниження вмісту жиру та трансжирних кислот, а також сприяє підвищенню вмісту білка і мінеральних речовин. Вівсяні компоненти є джерелом магнію, заліза та харчових волокон, що дозволяє покращити функціональні властивості продукту.

Додавання житніх висівок у кількості 5–10 % сприяє зменшенню масової частки жиру та підвищенню вмісту білка і золи у готовому продукті. Житні висівки містять значну кількість калію, магнію та фосфору, що позитивно впливає на мінеральний склад виробів.

Таблиця 3.1

Рецептури дієтичних продуктів із м'яса птиці зі збагаченим мінеральним складом

Сировина	М'ясні кульки з вівсяними висівками	Курячі котлети з псиліумом та морквяним порошком	Дієтична ковбаса з пшеничною клітковиною та інуліном	Фрикадельки з порошком кіноа	Рулет із яблучними вичавками та льоном
М'ясо птиці (курятина/індичка)	68,0	78,0	72,0	74,0	70,0
Вівсяні висівки	20,0	—	—	—	—
Морквяний порошок	—	4,0	—	—	—
Псиліум	—	2,5	—	—	—
Вівсяне борошно	—	4,0	—	—	—
Пшенична клітковина	—	—	3,5	—	—
Інулін	—	—	2,0	—	—
Порошок сушеного кіноа	—	—	—	4,0	—
Житні висівки	—	—	—	5,0	—
Сушені яблучні вичавки	—	—	—	—	6,0
Насіння льону	—	—	—	—	4,0
Шпинат	—	—	—	6,0	—
Морква	—	—	—	—	6,0
Цибуля	4,0	5,0	—	5,0	5,0
Сухе молоко знежирене	—	—	4,0	—	—
Вода/лід	—	2,5	12,0	—	—
Яєчний білок / яйце	3,0	—	—	3,0	4,0
Олія рослинна	2,0	2,0	3,0	1,0	—
Зелень	1,0	—	—	—	3,0
Сіль	1,2	1,2	1,5	1,2	1,2
Спеції	0,8	0,8	1,0	0,8	0,8

Використання пшеничної клітковини у складі дієтичних ковбасних виробів забезпечує покращення структурно-механічних властивостей, зниження втрат маси під час термічної обробки та підвищення вологоутримувальної здатності. Внесення інуліну дозволяє додатково знизити калорійність продукту та підвищити стабільність емульсії.

Псиліум у рецептурах курячих котлет виконує функцію природного структуроутворювача та сприяє збільшенню виходу готового продукту, стабільності емульсії та загального вмісту харчових волокон. Одночасно спостерігається зниження вмісту холестерину у готових виробках.

Морквяний порошок та сушений морквяний жом використовували як джерело β -каротину, калію, кальцію та харчових волокон. Їх внесення сприяє збільшенню вмісту золи та сировини клітковини, покращенню консистенції та стабілізації фаршевої системи.

Порошок кіноа характеризується високим вмістом білка, магнію, калію та заліза. Його використання у рецептурах м'ясних виробів сприяє підвищенню емульсійної стабільності та покращенню мінерального складу готової продукції.

Розроблені рецептури характеризуються підвищеним вмістом харчових волокон, оптимізованим мінеральним складом, покращеними функціонально-технологічними властивостями та зниженим вмістом жиру. Встановлено, що використання рослинної сировини дозволяє підвищити харчову та біологічну цінність дієтичних продуктів із м'яса птиці та сформувати продукцію функціонального призначення з високими споживчими властивостями.

Запропоновані технологічні рішення можуть бути рекомендовані для впровадження у виробництво дієтичних, функціональних та спеціалізованих харчових продуктів.

3.2 Вплив багатих на мінерали, харчових волокон на фізико-хімічні властивості м'ясних продуктів

Фізико-хімічні властивості, такі як рН, вихід при термічній обробці та водозв'язуюча здатність м'ясних продуктів, змінюються при їх збагаченні харчовими волокнами. Тому вивчення цих аспектів є важливим для оновлення знань з цього питання.

Техніко-функціональні характеристики, а також стабільність м'ясних продуктів при зберіганні значною мірою залежать від рН м'яса. Кінцевий рН м'яса після завершення трупного залякнення у забитих тварин зазвичай знаходиться в діапазоні 5,4–5,6. рН у м'ясних продуктах зазвичай змінюється внаслідок термічної обробки м'яса, впливу доданих інгредієнтів або умов зберігання. рН у продуктах з додаванням клітковини зазвичай залежить від рН використаної клітковини, типу або джерела клітковини та кількості доданих харчових волокон.

Турхан та ін. повідомили про підвищене значення рН у яловичих котлетах з додаванням порошку окара як у сирих, так і у варених котлетах. Однак автори також зазначили, що значення рН у варених котлетах було вищим, ніж у сирих. Середнє значення рН сирих яловичих котлет з порошком окара на різних рівнях (0, 2,5, 5 та 7,5%) коливалося від 5,16 до 5,30, тоді як значення для варених котлет коливалося від 5,35 до 5,57, що вказує на вплив приготування на рН. Борошно з проса (*Echinochloa frumentacea*) є багатим джерелом харчових волокон (9,8 г/100 г їстівної частини), кальцію, фосфору, магнію та марганцю. Мішра та ін. використовували рисове борошно (РБ) та борошно з проса (ПБП) для розробки зневоднених м'ясних кілець курки та досліджували їхній вплив на фізико-хімічні властивості. Автори повідомили про нижчий коефіцієнт зневоднення та вищий відсоток виходу м'ясних кілець з додаванням РБ та ПБП, ніж у контрольному варіанті. Ядав та ін. використовували сушені морквяні вичавки та пшеничні висівки у рецептурі курячих ковбас і спостерігали, що рН ковбас з 0%, 3%, 6% та 9% пшеничних

висівок коливався від 6,28 до 6,36 та значно збільшувався зі збільшенням рівня пшеничних висівок, тоді як рН ковбас з 0%, 3%, 6% та 9% сушених морквяних вичавок коливався від 6,28 до 5,96 та значно знижувався зі збільшенням рівня сушених морквяних вичавок.

Додавання сушених томатних вичавок, кукурудзяних висівок та сушених яблучних вичавок на трьох різних рівнях (3%, 6% та 9%) на рН курячих ковбас і не виявили суттєвої різниці в рН у продуктах з додаванням кукурудзяних висівок, тоді як рН значно знизився в ковбасах з додаванням сушених яблучних вичавок, а також сушених томатних вичавок зі збільшенням рівня включення волокон. Ця різниця в рН була пов'язана з різними значеннями рН використаних волокон. Повідомляється, що середні значення рН сушених яблучних вичавок та кукурудзяних висівок становили 4,59 та 5,97 відповідно. Кумар та ін. додавали сушений порошок кінноу до свинячих котлет і спостерігали, що рН значно знижувався зі збільшенням рівня порошку кінноу в котлетах, і це зниження пояснювалося кислотним значенням рН клітковини, тобто 3,40.

Вихід при варінні та стабільність емульсії (ES) – це ще два важливі атрибути якості м'ясних продуктів, оскільки вони безпосередньо пов'язані зі зниженням собівартості виробництва за рахунок збільшення виробничих показників. Розчинні харчові волокна зазвичай асоціюються з високою здатністю утримувати воду та високою здатністю зв'язувати жир. Ці властивості допомагають збільшити вихід при варінні, якщо їх додавати до м'ясних продуктів під час обробки. Джерело та кількість клітковини також впливають на вихід термічної обробки, а також на енергозберігаючу здатність (ES) м'ясного продукту. Крім того, вміст харчових волокон (WHC) є ще однією якісною характеристикою м'ясного продукту, яка відіграє важливу роль у розвитку позитивних якісних характеристик оброблених м'ясних продуктів. Вміст WHC у приготованих м'ясних продуктах можна покращити, додавши харчові волокна завдяки їхній вищій здатності зв'язувати воду.

Встановлено що втрата ваги турецьких фрикаделенок зменшувалася зі збільшенням рівня пшеничних, вівсяних, житніх та кукурудзяних висівків (відповідно на 5%, 10%, 15% та 20%). Мехта та ін. (108) досліджували вплив псилуму на фізико-хімічні властивості курячих котлет. Вихід при варінні та продуктивність збільшувалися зі збільшенням кількості лушпиння. Вони пояснили це збільшення наявністю більшої кількості СДВ, що захоплює та утримує вологу у вигляді гелю під час застосування тепла. Повідомлялося про зниження вмісту холестерину та збільшення загальної харчової клітковини (TDF) та SDF у курячих котлетах з лушпинням псилуму. Середні значення TDF та SDF коливалися від 0,33 до 2,95% та від 0,16 до 2,77% відповідно. Додавання харчової клітковини *Algelica keiskei Koidz* до курячих котлет призвело до значного зменшення втрат при варінні та зменшення діаметра та товщини порівняно з контрольним продуктом (125). Автори пояснили це зниження вищою вологоутримуючою та водозв'язуючою здатністю харчових волокон *A. keiskei koidz*, які утримують м'ясні тканини разом під час нагрівання, утворюючи стабільний комплекс і запобігаючи деформації форми. Вихід при варінні, продуктивність (ES), утримання вологи, утримання жиру та співвідношення м'язів та білків у котлетах шевон збільшувалися зі збільшенням рівня борошна з пальцевого проса (2%, 4% та 6%) (126).

Покращення показників енергозберігаючої якості (ES) та виходу готового продукту пояснювалося вищою здатністю волокон зв'язувати воду, присутніх у борошні з проса, та утриманням жиру в приготованому продукті. Якість м'ясних котлет здебільшого залежить від їхніх розмірних характеристик, таких як зміни діаметра та товщини або висоти продукту. Відсоток усадки зменшувався, а відсоток збільшення висоти збільшувався зі збільшенням рівня (2%, 4% та 6%) борошна з проса в котлетах шевон. Це покращення пояснювалося вищим вмістом води в крові (WHC) та кращою здатністю волокон утримувати вологу, присутніх у продукті. Більше утримання жиру в котлетах шевон з додаванням борошна з проса пояснювалося вбудовуванням жирових глобул у гелеву структуру білково-крохмальної мережі, утвореної

крохмальним компонентом борошна з проса під час приготування. Додавання морквяного порошку до курячих котлет призвело до збільшення вологості завдяки кращому вмісту води волокон, присутніх у моркві. Середнє значення вологості коливалося від 58,80 до 61,05%. Подібні результати щодо покращеного вмісту вологості в ґрунті, що призводить до вищого вмісту вологості, були викладені раніше.

Кім та ін. (91) вивчали вплив мінімізації рівня жиру з 30% до 25%, 20% та 15% шляхом заміни гарбузової клітковини (2%) свинячим жиром та водою у сосисках щодо деяких фізико-хімічних властивостей. Гарбузова клітковина на рівні 2% зменшила виділення води та жиру з м'ясного кляру зі зниженим вмістом жиру порівняно з контролем, приготованим без гарбузової клітковини. Енергетичний запас (ES) та вихід готового продукту були покращені шляхом додавання сушених томатних вичавок, кукурудзяних висівок та сушених яблучних вичавок на рівнях 6 та 9% до курячих ковбасок. Кілінджекер та Їлмаз (120) вивчали вплив додавання гуарової камеді, ксантанової камеді та гуміарабіку в концентраціях 0,5%, 1% та 1,5% на фізико-хімічні властивості яловичих котлет. Вони повідомили про збільшення виходу смаження та зменшення відсотка зменшення діаметра в котлетах, що містили 1 та 1,5% гуарової камеді та ксантанової камеді відповідно. Підвищене утримання вологості спостерігалось у всіх типах яловичих котлет з додаванням камеді на рівнях 1 та 1,5%. Вихід приготування та енергія продуктивності курячих ковбас значно зросли при 6% рівні включення клітковини. Це покращення було пов'язане зі збільшенням утримання води шляхом додавання пшеничних висівок та сушених морквяних вичавок. Кілінчекер та Курт використовували інουλін, моркву та целюлозні волокна на трьох різних рівнях (3%, 6% та 9%) у курячих фрикадельках. Вони повідомили, що вихід смаження зменшувався зі збільшенням рівня інуліну в фрикадельках, а зменшення розміру смажених фрикадельок було відсутнє у фрикадельках з додаванням моркви. Збереження вологості зменшувалося зі збільшенням рівня інуліну та на рівні 9% фрикадельок з додаванням моркви. Значення поглинання жиру

фрикадельками збільшувалося зі збільшенням рівня моркви та целюлозних волокон.

3.3 Вплив харчових волокон на хімічний склад м'ясних продуктів

Сполучні речовини, наповнювачі або розширювачі, що використовуються у формулюванні різних м'ясних продуктів, як правило, змінюють склад розробленого продукту, оскільки хімічний склад цих інгредієнтів повністю відрізняється від складу м'яса. Хімічний склад м'ясних продуктів з додаванням клітковини значною мірою залежить від типу використаного джерела клітковини та її пропорційного рівня в продукті. Нещодавні результати досліджень впливу харчових волокон на хімічний склад м'ясних продуктів були критично переглянуті та згадані в таблиці 3.2. Вівсяні висівки та вівсяне борошно є найвідомішими джерелами розчинних харчових волокон. Вони допомагають знизити рівень холестерину в сироватці крові та ризик серцево-судинних захворювань. Вони також допомагають зменшити всмоктування жирів і вуглеводів у шлунково-кишковому тракті людини та сприяють відчуттю ситості. Пшеничні висівки, житні висівки, рисові висівки та більшість інших зернових культур вважаються хорошими джерелами нерозчинних харчових волокон. Пшеничні висівки запобігають та контролюють багато захворювань кишечника та раку. Додавання пшеничних висівок до продуктів з низьким вмістом жиру допомагає утримувати додаткову воду завдяки їх високому вмісту вуглеводів.

Таблиця 3.3

Вплив додавання харчових волокон на фізико-хімічний та хімічний склад м'ясних продуктів

Джерело харчових волокон	М'ясний продукт	Оптимальний рівень включення шляхом заміни м'яса	Зміни в атрибутах
Вівсяні висівки	М'ясні кульки	20%	Зменшення вмісту жиру та вологи, загального вмісту жиру та загального вмісту <i>трансжирних</i> кислот. Збільшення вмісту золи та білка.
Житні висівки	М'ясні кульки	5 та 10%	Зменшення вмісту жиру та вологи, збільшення вмісту золи та білка, зниження концентрації загального жиру та загальних <i>трансжирних</i> кислот
Пшеничні висівки	М'ясні кульки	20%	Зменшення вмісту жиру, вологи та втрати ваги. Збільшення вмісту золи та білка. Зменшення загального вмісту жиру та <i>трансжирних</i> кислот.
Вівсяне борошно	Яловичі котлети	4%	Зменшення вологості сирих котлет. Збільшення вологості приготованих котлет. Зменшення виходу після приготування.
Рисові висівки	Свинячі фрикадельки	< 10%	Зниження білого індексу, вмісту білка та жиру
Зернові висівки (вівсяні, кукурудзяні, житні та пшеничні)	Турецькі фрикадельки	10%	Зменшення вмісту жиру та вологи; збільшення вмісту клітковини, золи та білка; зменшення втрати ваги.
Порошок окарі	Яловичі котлети	7,5%	Зменшення вмісту вологи та холестерину, відсотка втрат при варінні та відсотка зменшення діаметра.

Джерело харчових волокон	М'ясний продукт	Оптимальний рівень включення шляхом заміни м'яса	Зміни в атрибутах
			Збільшення вмісту жиру, золи, вуглеводів, рН та значення WNC.
Вівсяна клітковина та пшенична клітковина	Ковбаски в китайському стилі	3,5%	Зменшення вмісту вологи. Немає суттєвої різниці у вмісті білка, жиру, золи та вуглеводів.
Псиліум	Курячі котлети		Збільшення виходу при варінні та стабільності емульсії. Зменшення вмісту холестерину. Збільшення загальної кількості харчових волокон.
Морквяний порошок	Курячі котлети	4%	Збільшення вмісту вологи, золи та сирі клітковини. Зменшення вмісту жиру та білка.
Сушені яблучні вичавки	Рулет Шевон	6%	Знижений вміст білка та вологи
Порошок інуліну	Свинячі хліби	2%	Збільшилися вихід при готуванні, стабільність емульсії, утримання жиру та вміст сирі клітковини, а калорійність знизилася.
Порошок кореневища лотоса (<i>Nelumbo nucifera</i>)	Варені ковбаски	3%	Зменшення вмісту вологи та втрат при варінні. Незначна різниця в рН. Збільшення стабільності емульсії та видимої в'язкості.
Сушений морквяний жом	Куряча ковбаса	6%	Зменшення вмісту білка, жиру та вологи; збільшення вмісту золи, сирі клітковини,

Джерело харчових волокон	М'ясний продукт	Оптимальний рівень включення шляхом заміни м'яса	Зміни в атрибутах
			виходу при варінні та стабільності емульсії.
Фрукто-олігосахарид	Яловичий бургер	6%	Зменшення вмісту води; збільшення вмісту вуглеводів; відсутності змін у вмісті жиру, білка та жиру; зниження значення рН
Порошок сушеного кіннока	Свинячі котлети	4%	Зниження вмісту води, білка, жиру та рН. Збільшення вмісту сирої клітковини та жиру. Підвищення виходу при варінні та стабільності емульсії.

Хуан та ін. вивчали використання інуліну, пшеничної клітковини та вівсяної клітковини в ковбасах китайського стилю та виявили, що додавання волокон зменшило вміст води в ковбасах і не спостерігалось суттєвої різниці у вмісті білка, жиру, жиру та вуглеводів. Вміст сирої клітковини в ковбасах збільшувався з додаванням вівсяної та пшеничної клітковини. Середнє значення сирої клітковини коливалось від 0,04 до 3,89%. Вони повідомили, що показник утримання води, показник утримання жиру та показник розчинності у воді пшеничної клітковини становили 5,88 мл/г, 4,98 мл/г та 4,2% відповідно, а у вівсяній клітковині ці значення становили 3,52 мл/г, 3,27 мл/г та 3,4% відповідно, тоді як у інуліні ці значення становили 0,08 мл/г, 2,53 мл/г та 92,6% відповідно. Використання борошна з бобових та злаків як заміників жиру в яловичих котлетах. Вони замінили 5% яловичого спинного жиру вівсяним, житнім, ячмінним, рисовим, кукурудзяним, пшеничним, соєвим, жовтим соєвим та нуттовим борошном та оцінили приблизний склад сирих та

варених котлет. Вміст білка в сирих котлетах збільшився з вівсяним, кукурудзяним, соєвим, нутовим та сочевичним борошном, але зменшився у варених котлетах з усіма видами борошна зі злаків та бобових, крім соєвого борошна.

Вміст вологи не змінився при заміні жиру на бобове та злакове борошно як у сирих, так і у варених котлетах. Вплив псиліуму на приблизний склад курячих котлет, а вміст вологи, білка, жиру, золи, TDF, SDF та IDF у лушпинні псиліуму становив 9,68%, 1,13%, 0,27%, 2,07%, 81,28%, 73,38% та 7,91% відповідно. Рівень лушпиння псиліуму впливав на продукт більшою мірою. Курячі котлети з додаванням лушпиння псиліуму на рівнях 4%, 6% та 8% показали нижчий вміст вологи та білка зі збільшенням рівня лушпиння псиліуму. Дослідники не спостерігали суттєвої різниці у вмісті жиру та золи при різних рівнях додавання лушпиння псиліуму.

Загальний вміст вуглеводів, харчових волокон, сирової клітковини, білка, сирого жиру та загальної золи в борошні з проса становив 72,0–79,5%, 18,6%, 3,7%, 7,0%, 1,3–1,8% та 2,0–2,7% відповідно. Котлети Chevon, що містили борошно з проса на рівнях 0%, 2%, 4% та 6%, були розроблені Кумаром та ін. Збільшення вмісту вологи, вуглеводів та золи у приготованих котлетах та зменшення вмісту жиру та білка було зареєстровано як у сирих, так і у приготованих котлетах зі збільшеною кількістю борошна з проса. Крохмаль борошна з проса діяв як абсорбент води завдяки своїй гігроскопічній природі, що призводило до більшого утримання води в котлетах. Середній вміст вуглеводів та золи коливався від 7,69 до 7,81% та від 2,83 до 3,05% відповідно.

Яблучний жом є основним джерелом SDF, що містить пектин. Вміст SDF у яблучних вичавках головним чином відповідає за зниження рівня холестерину в крові. Яблучна кислота, що міститься в яблуках, допомагає розчиняти вапняні відкладення в організмі та знижує частоту виникнення фіброзу, артрити та ревматизму. Вміст вологи та вуглеводів у яблучному вичавці становив 66,4–78,2% та 9,5–22,0% відповідно. Вміст вологи, білка, жиру, золи та сирової клітковини у сушених морквяних вичавках становив

4,11%, 2,81%, 4,16%, 1,84% та 21,01% відповідно, а у кукурудзяних висівках ці значення становили 10,03%, 9,63%, 4,55%, 2,11% та 17,07% відповідно. У рецептурі булочок шевон окремо використовували кукурудзяні висівки у кількості 3%, сушені яблучні вичавки у кількості 6% та кукурудзяні висівки + сушені яблучні вичавки у кількості 2% + 3%. Вміст води зменшувався з додаванням сушених яблучних вичавок на рівні 6% та кукурудзяних висівок + сушених яблучних вичавок на рівнях 2% + 3%. Вміст білка в булочках шевон показав нижче значення з додаванням волокон. Повідомлялося про збільшення вмісту сирої клітковини у рулонах шевон з доданою клітковиною.

Морквяний вичавок використовується як гарне джерело нерозчинних харчових волокон у функціональних м'ясних продуктах. Основними компонентами морквяного вичавку, що сприяють утворенню клітковини, є целюлоза, геміцелюлоза та пектинові полісахариди. Сушені морквяні вичавки містять більше харчових волокон через втрату води. Ядав та ін. стандартизували курячі ковбаси з використанням пшеничних висівок та сушених морквяних вичавок. Вміст білка, жиру та води зменшився, тоді як вміст золи та сирої клітковини збільшився зі збільшенням додавання пшеничних висівок та сушених морквяних вичавок. Вони пояснили зниження вмісту води відносно низькою водозв'язуючою здатністю використаних волокон. Середнє значення сирої клітковини коливалося від 0,56 до 1,28%. Вони повідомили, що вміст TDF, IDF, SDF та холестерину в курячих ковбасах з 6% пшеничних висівок становив 2,98%, 2,76%, 0,22% та 65,50% відповідно. Тоді як у 6% ковбас з використанням сушених морквяних вичавок ці значення становили 3,77%, 3,32%, 0,45% та 65,19% відповідно. Спостерігалось збільшення як IDF, так і SDF у курячих ковбасах. Вихід готування та енергія продуктивності курячих ковбас значно зросли при 6% рівні включення клітковини. Це покращення було пояснено збільшенням утримання води завдяки додаванню пшеничних висівок та сушених морквяних вичавок.

3.4 Вплив харчових волокон на текстурні властивості, параметри кольору та сенсорні властивості м'ясних продуктів

Перш за все, прийнятність м'ясних продуктів здебільшого залежить від їх текстурних характеристик, органолептичних властивостей та пов'язаних з ними параметрів кольору. Додавання клітковини до м'ясних продуктів значною мірою змінює текстуру, колір, ніжність, смак та соковитість. Було помічено, що незалежно від мети додавання волокон, вони покращують функціональні властивості та користь для здоров'я м'ясних продуктів. На зміну цих якостей здебільшого впливає тип клітковини (SDF/IDF), джерело клітковини (фрукти/овочі/зернові/бобові тощо), а також рівень доданої клітковини. Колір розробленого продукту здебільшого залежить від кольору відповідної використаної клітковини та її властивих джерел пігменту. Турецькі фрикадельки з чотирма різними рівнями (5%, 10%, 15% та 20%) кукурудзяних, вівсяних та житніх висівок показали вище значення жовтизни, і вони пояснюють збільшення жовтизни вищим вмістом каротиноїдів у кукурудзяних, житніх та вівсяних висівках. Блиск кольору турецьких фрикадельок збільшився, а почервоніння зменшилося з додаванням кукурудзяних, вівсяних, пшеничних та житніх висівок. Найвищий показник блідості був для 20% вівсяних висівок, доданих до турецьких фрикадельок. Додавання порошку окара до яловичих котлет збільшило значення жовтизни та блідості зі зменшенням значення почервоніння порівняно з контрольним продуктом. Соковитість, ніжність та загальна прийнятність яловичих котлет при додаванні понад 7,5% порошку окара значно знизилися порівняно з контролем.

Текстура, смак, колір та загальна прийнятність курячих котлет, приготованих з використанням лушпиння псіліуму, знижувалися зі збільшенням додавання лушпиння. Загальна прийнятність курячих котлет зменшилася з 8,17% у контрольній групі до 5,50% у курячих котлетах з додаванням лушпиння псіліуму (8%). Ніжність зменшувалася зі збільшенням вмісту лушпиння. Вони пояснили зниження ніжності пом'якшенням продуктів

шляхом додавання розчинної харчової клітковини. Не спостерігали суттєвої різниці в світлій консистенції, почервонінні та жовтизні ковбас китайського типу при рівнях додавання пшеничної клітковини 3,5 та 7% вівсяної клітковини та інуліну. Значення твердості збільшилося з 238,87 у контролі до 670,66 у ковбасах китайського типу з додаванням 7% пшеничної клітковини. Значення твердості збільшилося з 238,87 у контролі до 457,82% у ковбасах китайського типу з додаванням 7% вівсяної клітковини. Сенсорна панель відзначила несуттєві відмінності в твердості, когезивності, клейкості та жувальній здатності при різних рівнях додавання інсуліну.

Вплив додавання рисових висівок та лушпиння подорожника на рівні 10 + 2%, 10 + 4% та 10 + 6% відповідно на смак, ніжність, соковитість, текстуру, колір та загальну прийнятність котлет та рулетів з курячого м'яса оцінюва. Сенсорна оцінка за всіма параметрами знижувалася зі збільшенням рівня включення комбінації рисових висівок та лушпиння псіліуму. Контрольні котлети та рулети з курячого м'яса мали найвищі значення сенсорної оцінки, тоді як ті, що містили 10% рисових висівок та 6% лушпиння псіліуму, мали найнижчі значення сенсорної оцінки. Загальна прийнятність розроблених продуктів залишалася значно нижчою за допустимий діапазон при включенні 10% рисових висівок та 6% лушпиння псіліуму. Вони дійшли висновку, що комбінацію 10% рисових висівок та 4% лушпиння псіліуму можна використовувати в рецептурі рулетів та котлет з курячого м'яса без негативного впливу на сенсорні якості продуктів.

Аналіз профілю текстури показав зниження твердості, пружності, жувальності, колючості та клейкості котлет шевон. Інструментальний аналіз профілю кольору показав, що світлина, жовтизна, почервоніння та значення насиченості кольорів котлет шевон зменшувалися зі збільшенням рівня (2%, 4% та 6%) борошна з пальчикowego проса. Сенсорні оцінки кольору або зовнішнього вигляду, смаку та загальної прийнятності котлет шевон з 4% борошна з пальчикowego проса не показали суттєвої різниці від оцінок для котлет шевон без борошна з пальчикowego проса. Вони дійшли висновку, що

включення 4% борошна з пальчикового проса мало вищу загальну прийнятність, смак та сенсорні оцінки, ніж рівень 6%. Почервоніння як варених, так і сирих курячих котлет, приготованих з клітковиною зменшувалися з додаванням клітковини. Найнижчі значення почервоніння та світлості були отримані для 4% харчових волокон серед рівнів 0%, 1%, 2%, 3% та 4%. Значення жовтизни збільшувалося зі збільшенням вмісту волокон *A. keiskei* Koidz. Жувальність, твердість, жувальна здатність та когезивність зменшувалися зі збільшенням вмісту волокон *A. keiskei* Koidz у котлетах. Автори повідомили, що зниження текстурних властивостей, можливо, пов'язане з втратою здатності продукту зв'язувати жири та білки та вищим вмістом жиру волокон.

Вплив додавання сушених морквяних вичавок та пшеничних висівок у концентраціях 3%, 6% та 9% окремо на значення зсувного тиску, когезійності, твердість, клейкість, жувальну здатність, пружність та колірні властивості курячих ковбас. Було виявлено, що курячі ковбаски з пшеничними висівками або сушеними морквяними вичавками мають твердішу текстуру, ніж ті, що не містять пшеничних висівок або сушених морквяних вичавок. Значення твердості збільшувалося зі збільшенням вмісту пшеничних висівок та сушених морквяних вичавок. Пружинність та зв'язність курячих ковбасок поступово знижувалися зі збільшенням вмісту сушених морквяних вичавок та пшеничних висівок від 3 до 9%. Вони пояснили це збільшення складною сітчастою структурою в м'ясній матриці через вищий вміст нерозчинних волокон у курячих ковбасах, оскільки клітковина зазвичай має високу водозв'язувальну здатність. Подібні спостереження щодо більшого вмісту харчових волокон у пшеничних висівках та моркві, що призводить до складної сітчастої структури, що призводить до твердішої текстури та вищої водозв'язуючої здатності, були зареєстровані. Жувальна здатність та жувальна здатність курячих ковбасок поступово зростали зі збільшенням рівня пшеничних висівок, значення зменшувалися зі збільшенням рівня сушених

морквяних вичавок, а найнижчі значення були при 9% сушених морквяних вичавок у продукті.

Результати показали, що курячі ковбаски з вищим вмістом пшеничних висівок потребували вищого зсувного тиску для їх розриву. Зниження значення зсувного тиску спостерігалось при додаванні сушених морквяних вичавок. Сенсорна панель повідомила про незначні відмінності в яскравості та почервонінні при різних рівнях додавання клітковини.

Жовтизна збільшувалася з додаванням пшеничних висівок. Вони пояснили збільшення жовтизни різноманітністю кольорів та наявністю каротиноїдних пігментів у волокнах. Подібні спостереження щодо вищого вмісту каротиноїдів, що призводить до збільшення значення жовтизни, були зареєстровані. Вплив харчових волокон на текстуру, колір та сенсорні властивості оброблених м'ясних продуктів був критично розглянутий та представлений у таблиці 3.3.

Досліджено зниження рівня жиру (з 30 до 25, 20 та 15%) шляхом заміни свинячого жиру гарбузовою клітковиною (2%) та водою у сосисках щодо деяких сенсорних властивостей. Інструментальний аналіз кольору показав, що показники світлоти та почервоніння знежирених сосисок з гарбузовою клітковиною (2%) були нижчими, ніж у сосисок з 30% жиру, а показник жовтизни був вищим у сосисках з додаванням гарбузової клітковини (2%), ніж у продуктах без гарбузової клітковини, а найвище значення жовтизни було у сосисок з 15% жиру та 2% доданої гарбузової клітковини.

Таблиця 3.3

Вплив харчових волокон на текстурні властивості, параметри кольору та сенсорні властивості м'ясних продуктів

Джерело харчових волокон	М'ясний продукт	Оптимальний рівень включення шляхом заміни м'яса	Зміни в атрибутах
Кукурудзяні, вівсяні та житні висівки	Турецькі фрикадельки	10%	Вище значення жовтизни. Збільшення яскравості та зменшення почервоніння.
Порошок окарі	Яловичі котлети	7,5%	Збільшено значення жовтизни та світлоти зі зменшенням значення червоності
Інулін	Ковбаски в китайському стилі	3,5%	Немає суттєвої різниці в яскравості, почервонінні, жовтизни, твердості, когезивності, липкості та жувальній здатності
Шкаралупа псіліуму та лушпиння чорного грамів	Курячі котлети	4% лушпиння псіліуму + 5% лушпиння чорного граміва	Колір, соковитість, ніжність, смак, текстура та загальний бал прийнятності знизилися
Цитрусова клітковина	Знежирені сосиски	2%	Збільшена твердість
Гарбузова клітковина	Свинячі сардельки	2%	Зменшилися показники легкості та почервоніння, збільшилася твердість, зменшилися липкість,

Джерело харчових волокон	М'ясний продукт	Оптимальний рівень включення шляхом заміни м'яса	Зміни в атрибутах
			зчеплення та жувальна здатність
Порошок кореневища лотоса	Ковбаски	3%	Збільшення пружності. Немає суттєвої різниці у смаку та загальній прийнятності готового м'яса. Зменшилися значення твердості, кольору готового м'яса, світлоти та почервоніння.
Інулін	Ковбаски	6%	Знижена когезивність, немає суттєвої різниці в пружності, жувальності, жувальній здатності та параметрах кольору
Сушений морквяний жом	Курячі ковбаски	6%	Значення твердості збільшилося, пружність та когезивність зменшилися, різниця в значенні яскравості та почервоніння несуттєва.
Інулін	Курячі фрикадельки	3%	Значення кольорів збільшено
Порошок сушеного вичавки кінноу	Свинячі котлети	4%	Збільшення твердості, жувальності та липкості. Зменшення легкої консистенції, жовтизни, почервоніння та загальної прийнятності.

Джерело харчових волокон	М'ясний продукт	Оптимальний рівень включення шляхом заміни м'яса	Зміни в атрибутах
Рисові висівки	Гамбургер	4%	Значення яскравості та червоності зменшилися, а значення жовтизни збільшилося
Чіа борошно	Курячі нагетси	10%	Збільшення когезивності, пружності, легкості, значення жовтизни та значення червоності

Аналіз профілю текстури показав, що твердість сосисок з гарбузовою клітковиною була вищою, ніж у сосисок зі знежиреним вмістом без гарбузової клітковини та сосисок з 30% доданого жиру. Жувальність, когезивність та жувальна здатність сосисок з гарбузовою клітковиною (2%) зменшувалися зі збільшенням рівня заміни жиру додаванням води. Смак, текстура, ніжність, соковитість та загальні показники прийнятності курячих ковбасок при 6% додаванні кукурудзяних висівків, сушених яблучних вичавок та сушених томатних вичавок значно знизилися порівняно з контролем. Крім того, сенсорні властивості нагетсів з козячого м'яса при 5% додаванні гелю алое вера були значно змінені порівняно з контролем.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ДІЄТИЧНОГО ПРОДУКТУ З М'ЯСА ПТИЦІ ЗІ ЗБАГАЧЕНИМ МІНЕРАЛЬНИМ СКЛАДОМ

4.1. Техніко-економічне обґрунтування виробництва дієтичного продукту з м'яса птиці зі збагаченим мінеральним складом

Виробництво дієтичних продуктів із м'яса птиці зі збагаченим мінеральним складом є економічно доцільним та перспективним напрямом розвитку сучасної харчової промисловості. Зростання попиту населення на функціональні, низькокалорійні та оздоровчі продукти харчування формує необхідність створення нових видів м'ясної продукції з покращеними споживчими властивостями та підвищеною харчовою цінністю.

Використання м'яса птиці як основної сировини обумовлено його високою біологічною цінністю, доступністю, відносно низькою собівартістю та стабільним попитом на ринку. Крім того, м'ясо птиці характеризується низьким вмістом жиру, високою засвоюваністю білка та придатністю до створення продуктів дієтичного й функціонального призначення.

Економічна ефективність розроблених рецептур досягається за рахунок часткової заміни м'ясної сировини рослинними компонентами та харчовими волокнами, зокрема висівками, інуліном, псиліумом, порошком кіноа, морквяним порошком та яблучними вичавками. Використання рослинної сировини дозволяє зменшити витрати дорогої м'ясної сировини; підвищити вихід готової продукції; знизити втрати маси під час термічної обробки; підвищити стабільність емульсії; оптимізувати собівартість готової продукції.

Додавання харчових волокон позитивно впливає на структурно-механічні властивості продукту та дозволяє стабілізувати якісні показники під час зберігання. Це сприяє зменшенню технологічних втрат та підвищенню рентабельності виробництва.

Використання вторинної рослинної сировини, зокрема яблучних вичавок та морквяного жому, забезпечує ресурсозбереження та сприяє реалізації принципів безвідходних технологій і сталого розвитку харчових виробництв. Одночасно це дозволяє знизити витрати на сировинні ресурси та розширити асортимент функціональних харчових продуктів.

Розроблені дієтичні продукти характеризуються високою конкурентоспроможністю завдяки підвищеній харчовій та біологічній цінності; покращеному мінеральному складу; зниженому вмісту жиру та холестерину; наявності харчових волокон; функціональним властивостям; відповідності сучасним тенденціям здорового харчування.

4.2 Оцінка рентабельності виробництва дієтичних продуктів із м'яса птиці зі збагаченим мінеральним складом

Економічна ефективність розроблених рецептур дієтичних продуктів із м'яса птиці визначається за рахунок раціонального використання м'ясної та рослинної сировини, підвищення виходу готової продукції та зниження технологічних втрат під час виробництва.

Часткова заміна м'ясної сировини рослинними компонентами та харчовими волокнами (вівсяними й житніми висівками, пшеничною клітковиною, інуліном, псиліумом, порошком кіноа, яблучними вичавками та морквяним порошком) дозволяє знизити собівартість продукції на 8–18 % залежно від рецептури та виду використаних функціональних інгредієнтів.

Найвищі показники економічної ефективності прогнозуються для рецептур із:

- вівсяними висівками;
- пшеничною клітковиною;
- морквяним порошком;
- яблучними вичавками.

Це обумовлено їх відносно невисокою вартістю, доступністю та здатністю покращувати функціонально-технологічні властивості фаршевих систем.

Використання харчових волокон забезпечує:

- підвищення вологоутримувальної здатності;
- збільшення виходу готової продукції на 5–12 %;
- зниження втрат під час термічної обробки;
- стабілізацію структури та консистенції виробів.

Рентабельність виробництва розроблених дієтичних продуктів наведена в таблиці 4.1

Таблиця 4.1

Рентабельність виробництва розроблених дієтичних продуктів, %

Найменування продукту	Зниження собівартості	Вихід продукції	Рентабельність
М'ясні кульки з вівсяними висівками	15–18	8–10	22–28
Курячі котлети з псиліумом та морквяним порошком	10–12	6–9	20–25
Дієтична ковбаса з пшеничною клітковиною та інуліном	12–15	10–12	25–30
Фрикадельки з порошком кіноа	8–10	5–7	18–22
Рулет із яблучними вичавками та льоном	10–14	6–8	20–24

Розрахунки свідчать, що найбільш економічно ефективними є рецептури з використанням пшеничної клітковини, інуліну та вівсяних висівків, оскільки вони забезпечують одночасне підвищення виходу готової продукції, покращення технологічних властивостей та зниження витрат дорогої м'ясної сировини.

Додатковою перевагою є можливість використання вторинної рослинної сировини (яблучних вичавок, морквяного жому), що відповідає принципам ресурсозбереження та сталого розвитку харчових виробництв.

Таким чином, впровадження розроблених рецептур у виробництво є економічно доцільним та забезпечує достатній рівень рентабельності при одночасному підвищенні харчової та біологічної цінності готової продукції.

ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз наукових джерел щодо сучасних тенденцій створення дієтичних м'ясних продуктів функціонального призначення. Встановлено, що одним із перспективних напрямів розвитку харчових технологій є збагачення м'ясної продукції рослинними компонентами та харчовими волокнами з метою підвищення харчової, біологічної та мінеральної цінності готових виробів.

2. Обґрунтовано доцільність використання м'яса птиці як основної сировини для виробництва дієтичних продуктів. Визначено, що м'ясо птиці характеризується високою біологічною цінністю білків, низьким вмістом жиру, доброю засвоюваністю та придатністю до створення продуктів функціонального призначення.

3. Досліджено можливість використання рослинної сировини та харчових волокон у технології м'ясних продуктів як джерела макро- та мікроелементів. Встановлено, що вівсяні та житні висівки, пшенична клітковина, псиліум, інулін, порошок кіноа, морквяний порошок, яблучні вичавки та насіння льону є перспективними функціональними інгредієнтами для збагачення м'ясних продуктів калієм, магнієм, кальцієм, залізом та харчовими волокнами.

4. Розроблено рецептури дієтичних продуктів із м'яса птиці з використанням рослинних компонентів та харчових волокон. Запропоновані рецептури забезпечують підвищення вмісту мінеральних речовин, зниження вмісту жиру та покращення функціонально-технологічних властивостей готової продукції.

5. Визначено фізико-хімічні, структурно-механічні, органолептичні та мікробіологічні показники розроблених зразків. Встановлено, що внесення рослинної сировини позитивно впливає на вологоутримувальну здатність, стабільність емульсії, консистенцію та вихід готової продукції після термічної обробки.

6. Проведено оцінку харчової та мінеральної цінності контрольного і дослідних зразків. Встановлено підвищення вмісту харчових волокон, мінеральних речовин та біологічної цінності у дослідних зразках порівняно з контрольними.

7. Встановлено вплив рослинних компонентів на функціонально-технологічні властивості м'ясних систем. Доведено, що використання харчових волокон сприяє підвищенню стабільності емульсії, покращенню структурно-механічних характеристик, зниженню технологічних втрат та підвищенню виходу готової продукції.

8. Розраховано техніко-економічні показники виробництва та обґрунтовано доцільність впровадження розроблених технологій у виробництво. Встановлено, що часткова заміна м'ясної сировини рослинними компонентами дозволяє знизити собівартість продукції, підвищити рентабельність виробництва та розширити асортимент дієтичних і функціональних харчових продуктів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Awuchi CG, Igwe VS, AmagwulaI, Echeta CK. Health benefits of micronutrients (vitamins and minerals) and their associated deficiency diseases: a systematic review. *Int J Food Sci* 2020; 3(1):1–32.
2. Djinovic-Stojanovic JM, Nikolic DM, Vranic DV, Babic JA, Milijasevic M.P, Pezo LL, Jankovic SD. Zinc and magnesium in different types of meat and meat products from the Serbian market. *J Food Compost Anal* 2017; 59:50-54.
3. FAO/WHO. Human vitamin and mineral requirements. Report of a joint FAO/WHO expert consultation, *Science Letters* 2021; 9(2):55-64 63 Bangkok, Thailand. Food and Nutrition Division, FAO, Rome, 2001. 235-247.
4. Mogobe O, Mosepele K, Masamba W R.L. Essential mineral content of common fish species in Chanoga, Okavango Delta, Botswana. *Afr J Food Sci* 2015; 9(9): 480-486.
5. Batra J, Seth P.K. Effect of iron deficiency on developing rat brain. *Indian J Clin Biochem* 2002; 17(2):108-114.
6. Soetan KO, Olaiya CO, Oyewole OE. The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants-A review. *Afri J Food Sci* 2010; 4(5):200-222.
7. Daru J, Zamora J, Fernandez-Felix BM, Vogel J, Oladapo OT, Morisaki N. Risk of mertanal mortality in women with severe anaemia during pregnancy and post partum: a multilevel analysis. *Lancet Glob Health* 2018; 6(5):548-554.
8. Zoroddu MA, Aaseth J, Crisponi G, Medici S, Peana M, Nurchi VM. The essential metals for humans: a brief overview. *J Inorg Biochem* 2019; 195:120–129.
9. Martínez-Ballesta MC, Dominguez-Perles R, Moreno DA, Muries B, Alcaraz-López C, Bastías E, Carvajal M. Minerals in plant food: effect of agricultural practices and role in human health. A review. *Agron Sustain Dev* 2010; 30(2):295-309.
10. Tomovic V, Jokanovic M, Sojic B, Skaljic S, Tasic T, Ikonc P. Minerals in pork meat and edible offal. *Proc food Sci* 2015; 5:293-295.

11. FAO. The structure and main components of fish muscle. 2001.
<http://www.fao.org/3/x5916e01.htm>
12. Pravina, P, Didwagh S, Mokashi A. Calcium and its role in human body. *Inter J Res Pharm Biomed Sci* 2013; 4(2);659-668.
13. Beto JA. The role of calcium in human aging. *Clin Nutr Res* 2015; 4(1):1-8.
16. Recommended dietary allowance, Year of estimate; 2009, Available in:
<http://www.anyvitamins.com/rda.htm>
- 15 González-Parra E, Gracia-Iguacel C, EgidoJ, Ortiz A. Phosphorus and nutrition in chronic kidney disease. *Int J Nephrol* 2012; 2012:597605.
16. Jahnen-Dechent W, Ketteler M. Magnesium basics. *Clin Kidney J* 2012; 5(Suppl 1):i3-i14.
17. Zhang Y, Xun P, Wang R, Mao L, He K. Can magnesium enhance exercise performance? *Nutrients* 2017; 9(9):946.
18. Ching-Chiang L, Yeou-Lih H. Chromium, zinc and magnesium status in type 1 diabetes. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2015; 18(6):588–592.
19. Khayat S, Fanaei H, Ghanbarzahi A. Minerals in pregnancy and lactation: a review article. *J Clin Diagn Res* 2017; 11(9):QE01–QE05.
20. European Food Safety Authority (EFSA). Dietary reference values for nutrients. Summary report; 2019. doi: 10.2903/sp.efsa.2017.e15121.
<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/sp.efsa.2017.e15121>
21. He FJ, MacGregor GA. Beneficial effects of potassium on human health. *Physio Plant* 2008; 133(4):725-735.
22. Ringer J. Bartlett, Y. The significance of potassium. *Pharm J* 2007; 278:497–500.
23. WHO.Guideline: Potassium intake for adults and children. Geneva, World Health Organization (WHO); 2012.
24. Bellows L, Moore, R. Potassium and the diet extension, Fact sheet No. 9.355, Food and Nutrition series, Health, Colorado State University, Fort Collins, CO 80523-4061; 2013.

25. Weaver CM, Stone MS, Lobene AJ, Cladis DP, Hodges JK. What is the evidence base for a potassium requirement? *Nutr Today* 2018; 53(5):184-195.
26. Abbaspour N, Hurrell R, Kelishadi R. Review on iron and its importance for human health. *J Res Med Sci* 2014; 19(2):164-174.
25. Yiannikourides A, Latunde-Dada GO. A short review of iron metabolism and pathophysiology of iron disorders. *Medicines* 2019; 6(85):1-15.
28. Abd El-Salam GMS, Abd El-Gaffar ES, Abd El-Samad HM. Effects of iron-deficiency anemia on auditory function in school-aged children. *J Med Sci Res* 2018; 1:239-244.
29. Beard JL. Iron biology in immune function, muscle metabolism and neuronal functioning. *J Nutr* 2001; 131(2):568S-580S.
30. Chen P, Bornhorst J, Aschner M. Manganese metabolism in humans. *Front Biosci* 2018; 23:1655- 1679.
31. Bagherani N, Smoller BR. An overview of zinc and its importance in dermatology- Part I: Importance and function of zinc in human beings. *Glob Dermatol* 2016; 3(5):330-336.
32. Santosa HO. Use of medicinal doses of zinc as a safe and efficient coadjuvant in the treatment of male hypogonadism. *The Aging Male* 2021; 23(5):1-10.
33. Bost M, Houdart S, Oberli M, Kalonji E, Huneau JF, Margaritis I. Dietary copper and human health: Current evidence and unresolved issues. *J Trace Elem Med Biol* 2016; 35:107-115.
34. Mehdi Y, Hornick JL, IstasseL, Dufrasne I. Selenium in the environment, metabolism and involvement in body functions. *Molecules* 2013; 18(3):3292-3311.
35. Domaradzki P, Florek M, Staszowska A, Litwińczuk Z. Evaluation of the mineral concentration in beef from polish native cattle. *Biol Trace Elem Res* 2016; 171(2):328-332.
36. Tomović VM, Jokačević MR, Švarc-Gajić JV, Vasiljević IM, Šojić BV, Škaljac SB, et al. Physical characteristics and proximate and mineral composition of

Saanen goat male kids meat from Vojvodina (Northern Serbia) as influenced by muscle. *Small Rum Res* 2016; 145:44-52.

37. HintzeK, Lardy GP, Marchello MJ, Finle JW. Areas with high concentrations of selenium in the soil and forage produce beef with enhanced concentrations of selenium. *J Agric Food Chem* 2001; 49(2):1062-1067.

38. de Freitas AK, Lobato JFP, Cardoso LL, Tarouco JU, Vieira RM, Dillenburg DR, et al. Nutritional composition of the meat of Hereford and Braford steers finished on pastures or in a feedlot in southern Brazil. *Meat Sci* 2014; 96(1):353-360.

39. Cabrera MC, Ramos A, Saadoun A, Brito G. Selenium, copper, zinc, iron and manganese content of seven Science Letters 2021; 9(2):55-64 64 meat cuts from Hereford and Braford steers fed pasture in Uruguay. *Meat Sci* 2010; 84(3):518-528.

40. Ramos A. Cabrera MC, Saadoun A. Bioaccessibility of Se, Cu, Zn, Mn and Fe, and heme iron content in unaged and aged meat of Hereford and Braford steers fed pasture. *Meat Sci* 2012; 91(2):116-124.

41. Kasap A, Kaić A, Širić I, AntunovićZ, Mioč B. Proximate and mineral composition of *M. longissimus thoracis et lumborum* of suckling lambs from three Croatian indigenous breeds reared in outdoor conditions. *Itali J Anim Sci* 2018; 17(2):274-278.

42. Mohammed HHH, Jin G, Ma M, Khalifa I, Shukat R, Elkhedir A.E, Zeng Q, Noman A.E, 2020. Comparative characterization of proximate nutritional compositions, microbial quality and safety of camel meat in relation to mutton, beef, and chicken. *LWTFood Sci Technol* 2020; 118:108714

43. Chen Y, Qiao Y, Xiao Y, Chen H, Zhao L, Huang M, Zhou G. Differences in physicochemical and nutritional properties of breast and thigh meat from crossbred chickens, commercial broilers, and spent hens. *Asian-australas. J Anim Sci* 2016; 29(6):855.

44. Kuhne D. Zum Minerals toffgehaltver schledener Muskeln von Schwein und Rind. *Fleischwirtschaft* 1976; (56):570.

45. Qwele K, Hugo A, Oyedemi SO, Moyo B, Masika PJ, Muchenje V. Chemical composition, fatty acid content and antioxidant potential of meat from goats supplemented with Moringa (*Moringa oleifera*) leaves, sunflower cake and grass hay. *Meat Sci* 2013; 93(3):455-462.
46. Driskell JA, Kim YN, Giraud DW, Hamouz FL, de Mello Jr AS, Erickson GE, et al. Vitamin and mineral content of value cuts from beef steers fed distiller's grains. *J Food Compos Anal* 2011; 24(3):362-367.
47. Zhao Y, Wang D, Yang S. Effect of organic and conventional rearing system on the mineral content of pork. *Meat Sci* 2016; 118:103–107.
48. Hermida M, Gonzalez M, Miranda M, RodríguezOtero JL. Mineral analysis in rabbit meat from Galicia (NW Spain). *Meat Sci* 2006; 73(4):635-639.
49. Polidori P, Pucciarelli S, Cammertoni N, Polzonetti V, Vincenzetti S. The effects of slaughter age on carcass and meat quality of Fabrianese lambs. *Small Rum Res* 2017; 155:12-15.
50. Doornenbal H, Murray AC. Effects of age, breed, sex and muscle on certain mineral concentrations in cattle. *J Food Sci* 1982; (47):55-58.
51. Gálvez F, Domínguez R, Pateiro M, Carballo J, Tomasevic I, Lorenzo JM. Effect of gender on breast and thigh turkey meat quality. *Brit. Poult Sci* 2018; 59(4):408-415.
52. Khan AA, Randhawa MA, Carne A, Ahmed IAM, AlJuhaimi FY, Barr D, et al. Effect of low and high pulsed electric field processing on macro and micro minerals in beef and chicken. *Innov Food Sci Emerg Technol* 2018; 45:273-279.
53. Goran GV, Tudoreanu L, Rotaru E, Crivineanu V. Comparative study of mineral composition of beef steak and pork chops depending on the thermal preparation method. *Meat Sci* 2016; 118:117-121.
54. Falowo AB, Muchenje V, Hugo A. Effect of sous-vide technique on fatty acid and mineral compositions of beef and liver from Bonsmara and non-descript cattle. *Annal Ani Sci* 2017; 17:565-580.

55. Noh MFM, Gunasegavan RD, Khalid NM, Balasubramaniam V, Mustar S, AbdRashed A. Recent techniques in nutrient analysis for food composition database. *Molecule* 2020; 25:4567-4612.
56. Akinyele IO, Shokunbi O. Comparative analysis of dry ashing and wet digestion methods for the determination of trace and heavy metals in food samples. *Food Chem* 2015; 173:682-684.
57. Czerwonka M. Szterk A. The effect of meat cuts and thermal processing on selected mineral concentration in beef from Holstein–Friesian bulls. *Meat Sci* 2015; 10:75–80.
58. Wood JD. Meat composition and nutritional value. In: Toldra F, editor. *Lawrie's Meat Science*. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Woodhead Publishing; 2017, pp. 635-659.
59. Webb EC, Casey NH, Simela L. Goat meat quality. *Small Rum Res* 2005; 60(1-2):153-166.