

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

УДК 664.953

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету харчових технологій та
управління якістю продукції АПК

_____ Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО

« _____ » _____ 2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри технологій м'ясних,
рибних та морепродуктів

_____ Наталія ГОЛЕМБОВСЬКА

« _____ » _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Удосконалення технології печінкового паштету з
використанням 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

Андрій АНДРІЄВСЬКИЙ

КИЇВ – 2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет харчових технологій та управління якістю продукції АПК

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ
РОБОТИ СТУДЕНТУ**

Андрієвському Андрію Любомировичу

Спеціальність 181 «Харчові технології»

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

Програма підготовки освітньо-професійна

Тема магістерської роботи **«Удосконалення технології печінкового паштету з використанням 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: насіння чорного кмину та макуха кедрового горіха; 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 _____

Андрій АНДРІЄВСЬКИЙ

РЕФЕРАТ

Магістерська робота виконана згідно завдання: «Удосконалення технології печінкового паштету з використанням нетрадиційної сировини».

Метою магістерської роботи було розробити технологію збагачених рослинною сировиною, продуктів із м'яса кроликів. Для досягнення цієї мети були поставлені такі завдання:

- обґрунтувати доцільність комплексного використання рослинної сировини, у технології печінкових паштетів;
- провести підбір компонентів для розробки рослинної добавки;
- дослідити фізико-хімічні властивості рослинної сировини;
- розробити рецептури і технології печінкового паштету з використанням нетрадиційної сировини;
- дослідити вплив рослинної сировини на якісні характеристики та біологічну цінність печінкових паштетів;

Об'єкт дослідження – технологія печінкових паштетів з рослинною сировиною.

Предмет дослідження – насіння чорного кмину, макуха кедрового горіха, готові вироби печінкових паштетів.

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 70 сторінках, містить 7 таблиць та 4 рисунки. Список літератури складає 103 джерела.

Ключові слова: субпродукти, готовий виріб, термічна обробка, технологія виготовлення.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	6
1.1 Підходи до оцінки функціональності м'ясних продуктів, виготовлених із включення рослинних субпродуктів	6
1.2 Споживання їстівних субпродуктів	7
1.3 Поживна цінність їстівних субпродуктів	10
1.4 Білки горіхів як інгредієнти рослинного походження: нові інгредієнти для харчової промисловості	15
1.4.1. Білковий склад горіхів	16
1.4.2. Білки горіхів як харчові та функціональні альтернативи	19
1.4.3. Застосування горіхових білків у продуктах харчування	20
1.5. Властивості насіння чорного кмину	24
1.5.1. Функціональність насіння чорного кмину харчових продуктах	28
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	31
2.1. Організація проведення експериментальних досліджень.....	31
2.2. Матеріали та об'єкти дослідження.....	33
2.3. Методи проведення досліджень.....	33
2.4. Методи випробувань модельних зразків печінкового паштету	38
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	40
3.1 Дослідження технологічних властивостей білків горіхів	40
3.1.1. Розчинність і водопоглинальна здатність	40
3.1.2. Перевірка якості та безпеки макухи кедрового горіха	45
3.2 Розробка технології печінкового паштету з використанням рослинної сировини	46
3.3 Дослідження впливу рослинної сировини на харчову цінність розроблених паштетів	46
РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ, ТА ЇХ ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ	55
4.1 Техніко – економічне обґрунтування розроблення печінкових паштетів з рослинною сировиною	55
ВИСНОВКИ	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	59

ВСТУП

Печінкові паштети популярні у всьому світі, але, як правило, вони містять велику кількість насичених тваринних жирів і холестерину, що несприятливо з точки зору сучасної дієтології. Використання рослинної сировини, багатой основними поживними речовинами, дозволяє отримувати комбіновані функціональні продукти, що відповідають фізіологічним норми харчування [7], [28].

Розроблено рецептури паштету зі свинячої печінки з додаванням насіння коноплі, насіння льону та їх комбінації, що збагачує продукт поліненасиченими жирними кислотами, а також з рослинною клітковиною, білком і мінеральними елементами [31]. Широко поширена технологія виробництва паштетів з використанням нетрадиційної рослинної сировини, а саме борошна пшеничного селену, гарбуза, пророслого насіння сої, інсуліну з пшеничними висівками та ламінарії, екстракту меду волоського горіха, олії чорного кмину, зеленого чаю, екстракту каштана та винограду. відомі [5, 15-16, 19, 23, 28, 30]. Широко відомий чорний кмин (*Nigella sativa* L.) або чорний кмин є перспективним компонентом сировини в дієтичних модифікаціях; його використовують у щоденному раціоні або додають як функціональний інгредієнт [2], [4]. Чорний кмин насіння містить: білок (26 %), вуглеводи (25 %), клітковину (8,4 %), а також алкалоїди, сапоніни, флавоноїди, пігменти, смоли, віск, дубильні речовини, кумарини, аскорбінову кислоту. Насіння багате мінералами, такими як Cu, P, Zn і Fe [1], [20].

Характерною особливістю хімічного складу ядер кедрових горіхів є значний вміст незамінних амінокислот, поліненасичених жирних кислот, вітамінів групи В, токоферолів, харчових волокон, білкових фракцій, мікроелементів, що свідчить про його потенціал як високоцінної добавки до харчових продуктів [6], [29].

Метою дослідження було вивчення можливості застосування макухи насіння чорного кмину та ядер кедрового горіха у виробництві печінкового паштету з підвищеними харчовими властивостями.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Підходи до оцінки функціональності м'ясних продуктів, виготовлених із включення рослинних субпродуктів

М'ясо та продукти з нього є ключовими для підтримки повноцінного раціону людини завдяки високій щільності поживних речовин [1-3]. Однак зростаючий попит на ці продукти харчування негативно впливає на навколишнє середовище та обтяжує природні ресурси [4]. Оптимальне використання сировини із забитих тварин може зменшити викиди парникових газів, харчові відходи та явище глобального голоду [10], і в даний час становить серйозну проблему як для науки, так і для промисловості. Їстівні субпродукти можуть становити майже 40% ваги туші тварини [11]. Зазвичай вони багаті високоякісними білками, вітамінами, мікроелементами та макроелементами, жирами, біоактивними пептидами тощо, часто в кількостях, що відповідають або перевищують ті, що містяться в скелетних м'язах [17]. Незважаючи на значну харчову цінність субпродуктів, їх використання залишається обмеженим [18]. Хоча він використовується в різних стравах і продуктах майже в усьому світі [20], деякі фактори (наприклад, традиції, культура) обмежують його споживання [19]. Жителі високорозвинутих країн майже не вживають субпродуктів [24], що може бути пов'язано з уподобаннями, які визначаються доступністю інших продуктів харчування. Пропагування поживних переваг та унікальності страв (наприклад, фуа-гра, *gis de veau*), разом із екологічними міркуваннями, може збільшити рівень споживання субпродуктів [25]. Використання їстівних субпродуктів розширює різноманітність м'ясних продуктів і страв, підвищує економічну ефективність, підвищує поживну цінність, зменшує відходи та усуває дефіцит білка в раціоні людей у країнах, що розвиваються [30].

У той час як у науковій літературі багато інформації про харчову цінність, фізико-хімічні властивості та харчове використання м'яса, доступність інформації про харчову цінність субпродуктів худоби [32], птахів

[34], а дика природа обмежена [38], а сама інформація досить розпорошена. Бази даних FAO, включаючи Глобальну модель екологічної оцінки худоби (GLEAM), не надають актуальної інформації про виробництво їстівних субпродуктів і поживний склад їстівних субпродуктів [40]. Крім того, база даних Міністерства сільського господарства США (2011) пропонує лише обмежений огляд у розділі «різноманітне м'ясо та субпродукти», з акцентом, який, як правило, є специфічним для виду та рідко розглядає варіації харчового складу через зовнішні та внутрішні фактори. [32]. Крім того, методології збору даних у більшості баз даних про харчовий склад не розголошуються, що залишає розбіжності між базами даних непоясненими. Крім того, більшість баз даних про харчовий склад не розкривають, як були отримані дані. З цієї причини явні відмінності між базами даних не можна пояснити [43]. Отже, спрямування наукових досліджень на поживну цінність субпродуктів, поряд із їхнім впливом на здоров'я, навколишнє середовище та економіку, є відповідним та інноваційним курсом дій [8]. Генерація нових наукових ідей може підвищити обізнаність споживачів, виробників і вчених про переваги використання субпродуктів [44]. Таким чином, це дослідження має на меті вивчити за допомогою наукових звітів останнього десятиліття потенціал субпродуктів як джерела поживних речовин у раціоні людини. Цей огляд підкреслює важливість субпродуктів як багатого на поживні речовини джерела функціональних інгредієнтів. Він докладно описує врожайність різних їстівних органів і фактори, що впливають на їх споживання людиною. Він досліджує фактори, що впливають на харчову цінність субпродуктів тварин, і роль окремих поживних речовин у підтримці здоров'я організму.

1.2. Споживання їстівних субпродуктів

Споживчі переваги та рівень споживання субпродуктів є предметом обширних наукових досліджень [6, 7, 10], але результати залишаються фрагментарними. Велике значення у визначенні споживчої поведінки в кожному регіоні мають соціальні, релігійні, економічні та культурні фактори

[51 , 60]. У деяких частинах світу субпродукти вважаються харчовими делікатесами; в інших це відносно рідкісна їжа або вважається неїстівною [79]. Харчове використання субпродуктів є відносно нестабільним і не мало впливає на стан тваринницької галузі. Це позначається на асортименті субпродуктів, який значно менший порівняно з асортиментом м'ясних [74].

Глобальне споживання побічних продуктів тваринного походження демонструє значну різноманітність [19], на яке впливають зміни дієти, зростання попиту на зручні продукти [89], проблеми зі здоров'ям (наприклад, BSE) [90], накопичення важких металів (наприклад, Cd і Pb) [91], соціальні та демографічні фактори [92], харчова неофобія [7, 10], а також доступність сировини [21]. Незважаючи на те, що сенсорні, корисні та харчові властивості є основними критеріями вибору їжі, економічні та культурні аспекти (традиції, норми та звичаї певного суспільства) поряд із соціальними факторами (такими як ставлення та переконання споживачів) також відіграють вирішальну роль у прийнятті рішень щодо споживання субпродуктів [31].

Загальновідомо, що субпродукти мають тенденцію мати небажаний образ, який може вплинути на емоції та поведінку споживачів [95]. Харчова неофобія та чутливість до їжі відіграють вирішальну роль у визначенні бажання споживачів їсти їх. Доведено, що харчова неофобія має прямий негативний вплив на намір споживати субпродукти [7].

В Європі спостерігається помітне зниження споживання субпродуктів [6 , 64 , 97]. Наприклад, у 2020 році поляки споживали приблизно 13 г субпродуктів на день, що становить близько 6% від загального споживання м'яса та перевершує споживання яловичини [36 , 98]. Тим часом в Іспанії споживання субпродуктів знизилося приблизно до 0,23 г [6 , 99 , 100]. Дослідження Clauser та ін. (2021) [6] вказує на те, що іспанці цінують харчові переваги, турботу про навколишнє середовище (наприклад, зменшення харчових відходів і впливу на навколишнє середовище) і доступність у своїх покупках субпродуктів. Наявність потенційно небажаних сполук (таких як

токсини або залишки ліків), зовнішній вигляд і смак (але не смак) субпродуктів можуть відлякати деяких споживачів [101].

Незважаючи на м'який металевий смак, гіркуватий присмак і тонку текстуру, яка може бути непривабливою для деяких, печінка є основним продуктом у багатьох європейських дієтах [24]. В середньому європейці споживають близько 2,47 г печінки на день. Найбільше споживається печінка птиці, в середньому 0,75 г/день, за нею йдуть свиняча печінка 0,54 г, яловича 0,36 г, бараняча печінка 0,30 г, теляча печінка 0,27 г, гусяча печінка 0,19 г та індича печінка. 0,05 г. Згідно з даними EFSA (2011) [102], значний обсяг споживання печінки можна пояснити частково популярністю паштету [103].

У Південній Африці щоденне споживання субпродуктів становить у середньому 13 г/особу [38 , 39 , 104]. Дослідження Алао та ін. (2018) [21] вказує, що ключовими факторами, які впливають на купівлю субпродуктів, є свіжість, ціна та доступність, а не харчова цінність. У Гані віддають перевагу свинячій, великій рогатій худобі та козячим печінкам і шлункам [29 , 30]. Однак у регіонах з переважно мусульманським населенням традиційні переваги схиляються до печінки, нирок і серця. Рідше споживаються голова і ноги, шлунок, кишечник, селезінка і легені, при цьому середньодобове споживання субпродуктів на домогосподарство становить близько 25 г. Значно рідше споживають голову і ноги, шлунок, кишечник, селезінку і легені. Тим не менш, середньодобове споживання субпродуктів там становить близько 25 г на домогосподарство [51].

В африканських країнах смак, поряд зі здоров'ям, економічними, культурними та релігійними міркуваннями, відіграє вирішальну роль у визначенні споживання субпродуктів диких тварин. Це пояснюється тим, що люди віддають перевагу знайомим смакам і часто висловлюють негативні переваги щодо невідомих продуктів [6 , 56 , 105 , 106].

Субпродукти займають важливе місце в турецькій кухні. Однак, як показало дослідження Akin et al. (2023) [27] показали, що більшість туристів, які відвідують Туреччину, з обережністю ставляться до страв із субпродуктів,

які подають в етнічних ресторанах [10 , 27]. В Індії, де існує багатовікова традиція вегетаріанства, спостерігається неприйняття споживання субпродуктів [51]. Інші причини низького споживання субпродуктів були виявлені в США [15]. В основі лежить обережність споживачів щодо незнайомої їжі та небажання через відразу [107 , 108]. Споживачі в США невинувато занадто часто вважають субпродукти непридатними для споживання людиною [109 , 110], незважаючи на визначення Міністерством сільського господарства США субпродуктів як безпечного, прибуткового та цінного продукту харчування [111]. Тим не менш, кількість рестораторів-новаторів, орієнтованих на сталі розвиток, які впроваджують інновації в субпродукти, продовжує зростати [16]. Субпродукти використовуються в кухнях по всьому світу [112], хоча зрозуміло, що прийняття страви зазвичай залежить від культурного та релігійного контексту [111].

Субпродукти дозволяють використовувати широкий спектр методів приготування, використовуючи їх унікальну текстуру, склад, функціональні та сенсорні властивості [113]. Його можна готувати цілим, нарізаним, подрібненим або фаршированим [19, 36, 51], і завдяки його відмінним сенсорним характеристикам, таким як смак, запах і зовнішній вигляд, він зазвичай використовується в харчовій промисловості для виробництва різноманітних м'ясних продуктів, таких як паштет, ліверна ковбаса, пудинг і м'ясо [19 , 20 , 22 , 37]. Субпродукти також є економічною сировиною [19, 20, 32]. Водночас у багатьох регіонах світу субпродукти є основним інгредієнтом традиційних продуктів [25 , 32].

1.3. Поживна цінність їстівних субпродуктів

Субпродукти історично не враховувалися в дієтичних рекомендаціях, залишаючи сьогодні споживачам недостатньо інформації про їх харчову цінність. Тим не менш, ключовою характеристикою субпродуктів є їх часто вища поживна цінність порівняно зі звичайними шматками м'яса [20 , 22 , 33]. Хімічний склад багато в чому залежить від типу органу. Визнано, що харчові

продукти тваринного походження мають вищу біодоступність багатьох поживних речовин [3 , 29 , 30]. Зокрема, субпродукти багаті комплексами поживних речовин, такими як фолієва кислота, холін і вітамін В12, що мають рівень біодоступності, який важко порівняти з іншими харчовими джерелами [45].

Численні дослідження [44, 45, 51, 52, 58, 61] показали, що субпродукти містять значну кількість високоякісних якісний білок, мінерали (включаючи залізо, фосфор, мідь, магній, йод, кальцій, калій, натрій, селен, цинк і марганець), вітаміни (такі як В1, В2, В6, фолієва кислота, В12, А, D, Е і К), а також незамінні жирні кислоти, особливо n -3 ейкозапентаєнова кислота (ЕРА) і докозагексаєнова кислота (DHA), і мають сприятливе співвідношення поліненасичених жирних кислот (PUFA) до насичених жирних кислот (SFA). Хімічний склад в першу чергу визначає сприятливі смакові та дієтичні якості. Субпродукти, крім печінки, містять мало вуглеводів [56 , 69].

Печінка виділяється своєю щільністю поживних речовин [14]. Щоденне споживання 100 г печінки може забезпечити до 50% рекомендованого споживання заліза, цинку, селену, вітамінів групи В та 100% вітаміну А [30]. Свиняча печінка особливо багата нуклеїновими кислотами, а високий вміст пуринів формує смак печінки [122]. Загальноновизнано, що продукти з високим вмістом пуринів є умами [24 , 123].

Білки та амінокислоти. Вміст білка в субпродуктах високий, із широким діапазоном від приблизно 7% (у кишечнику) до приблизно 30% (у печінці дикого кабана). Червоні субпродукти демонструють меншу мінливість вмісту білка, ніж білі субпродукти. Примітно, що органічні тварини пропонують багате джерело білків, яке можна порівняти з тим, що міститься в м'язовій тканині [9 , 14]. У печінці, як правило, найвищий вміст білка, а в кишечнику – найменший. На вміст білка впливає вік тварини — яловичий язик містить більше білка, ніж баранячий і телячий. Крім того, порода формує вміст білка в нирках, мозку, серці та селезінці [22 , 32 , 59].

Система утримання свиней впливає на вміст білка в легенях і печінці. Органи свиней, які утримуються на решітчастій підлозі, мають вищу частку протеїну порівняно зі свинями, які утримуються на глибокій підстилці [69]. Серце, легені та печінка свиней містять менше білка порівняно з відповідними субпродуктами кабанів [58, 78]. Навпаки, пора року не впливає на хімічний склад і вміст білка в субпродуктах [74].

Вміст білка в печінці та серці курчат-бройлерів з органічних систем виробництва вище, ніж у печінці птахів із звичайних систем виробництва. Вважається, що причиною більш високого вмісту білка в серцях є більш висока рухова активність органічно вирощених птахів [35]. Печінка страуса містить значно менше білка, ніж серце і шлунок [36].

Колаген, що знаходиться у формі сполучної тканини, є одним із білків, які формують ніжність, засвоюваність та харчову цінність сировини. Однак наявність цієї тканини в печінці (у свинині її до 3,3%) обмежує її привабливість у стравах [24]. Вік, вид і порода впливають на кількість колагену в субпродуктах [22 , 58]. Порівняно зі свинячими серця кабана містять менше, а печінка містить більше колагену. При цьому в печінці кабана міститься вдвічі більше колагену, ніж у нирках і серці, і втричі менше, ніж у язичку і легенях.

Незамінні амінокислоти, які виконують важливі фізіологічні функції, повинні надходити з їжею, оскільки вони не виробляються організмом людини [126]. Висока біологічна цінність субпродуктів обумовлена схожим набором незамінних амінокислот з м'язовими білками. Крім того, вони не втрачаються при термічній обробці, оскільки субпродукти не містять відновлюючих цукрів, які поряд з амінокислотами є субстратом реакції Майяра. Вміст незамінних амінокислот у субпродуктах значно коливається (табл. 3). Відмінності у вмісті та типі амінокислот пов'язані з різним білковим складом субпродуктів, наприклад вмістом колагену [20 , 66]. Найвищі рівні незамінних амінокислот, таких як треонін, валін, ізолейцин, лейцин, фенілаланін, лізин і гістидин, були

знайдені в свинячій [20] і овечій [66] печінці, що становить майже 50% від загального вмісту амінокислот [24].

Жир і профіль жирних кислот. Печінка, серце, нирки та легені мають особливо низький вміст жиру [22 , 61]. Високий вміст жиру характерний для язиків овець, ягнят і свиней [33 , 58 , 59 , 66 , 69]. Крім того, порода зумовлює значні відмінності у вмісті жиру в субпродуктах овець [32] і свиней [22]. Особливо це стосується жирності язика, серця, печінки, нирок. Також стать впливає на жирність свинячої печінки. Печінка чоловіків містить більше жиру, ніж печінка жінок [58]. Але печінка і серце самців ему містять менше жиру, ніж печінка самок [37].

Субпродукти диких тварин і птахів із відкритих систем утримання містять менше жиру, ніж субпродукти худоби. Низький вміст жиру пояснюється тим, що тварини та птахи можуть вільно пересуватися на великій площі, що зменшує відкладення жиру у їхніх внутрішніх органах [37]. Аналогічно, свині, які утримуються на решітці, мають менше жирних субпродуктів (серця та печінки) порівняно зі свинями, які утримуються в умовах, які сприяють тривалому відпочинку [69]. Abdullah and Buchtova (2016) [35] зазначили, що вміст жиру в печінці органічних бройлерів значно вищий порівняно з вмістом жиру у звичайних бройлерах.

Свиняча печінка надзвичайно багата фосфоліпідами, поступаючись лише яєчному жовтку та яловичому мозку, причому фосфатидилхолін становить більше половини цих фосфоліпідів [24 , 132]. Яловичі субпродукти, включаючи нирки, легені та серце, можуть помітно підвищити поглинання менш біодоступного негемового заліза з овочів, збагачувачів і харчових добавок приблизно на 200% завдяки фосфоліпідам або білковій фракції, які природно присутні в субпродуктах [68].

Отже, їстівні субпродукти, нем'ясні частини тварин, постають як значне джерело поживних і функціональних речовин у раціоні людини, хоча часто недооцінюються в дискусіях про харчування. Цей огляд розкриває

результати останніх досліджень щодо харчової цінності субпродуктів, потенційного впливу на здоров'я людини та їх впливу на стійкість.

Субпродукти є багатим джерелом високоякісного білка, а також необхідних вітамінів і мікроелементів, таких як вітаміни групи В, вітамін А, а також високобіологічно доступні форми заліза та цинку. Дослідження, підсумовані в цій статті, показують, що вміст поживних речовин у субпродуктах може конкурувати або навіть перевершувати вміст скелетних м'язів тварин за концентрацією. Включення субпродуктів у раціон може сприяти різноманітності та збалансованості харчування, особливо в країнах, що розвиваються, де дефіцит поживних речовин поширений. Профіль поживних речовин і розмір субпродуктів суттєво залежать від таких факторів, як вид тварини, порода, вік і умови вирощування, причому тип органу є надзвичайно важливим. Однак слід пам'ятати, що їстівні субпродукти тварин можуть містити ксенобіотичні сполуки, наприклад важкі метали, або, якщо гігієна їх виробництва недостатня, вони можуть містити паразитів (про які в цьому огляді не йдеться). Тому щоразу слід проводити оцінку існуючих і потенційних небезпек. Тим не менш, через високий вміст поживних речовин, особливо холестерину, споживання субпродуктів має бути розумним, щоб уникнути перевищення ліміту споживання з їжею. Рішенням може бути ефективне поєднання різних органів, що веде до персоналізованої/збалансованої дієти з корисними для здоров'я властивостями.

Значення субпродуктів у кулінарних традиціях різне в різних частинах світу. Навчання та поширення знань про її поживну цінність може збільшити споживання, збагатити кулінарні традиції та навіть певною мірою пом'якшити глобальний голод. Крім того, інтеграція субпродуктів у раціон може сприяти зменшенню харчових відходів за рахунок ефективного використання всієї тварини. Використання субпродуктів у раціоні зменшує кількість органічних відходів, що утворюються в м'ясній промисловості, і зменшує потребу в утилізації, що сприяє зменшенню негативного впливу на навколишнє

середовище та підвищує економічну ефективність. Стимулювання споживання субпродуктів також може позитивно вплинути на навколишнє середовище, зменшивши викиди парникових газів, пов'язані з виробництвом м'яса. Субпродукти тварин комплексно впливають на сферу життєдіяльності людини, але найголовніше, як було показано, є повноцінною альтернативою м'яса в раціоні, сприяючи, в тому числі, диверсифікації джерел поживних речовин, а також зниженню тиску на природні екосистеми.

1.4. Білки горіхів як інгредієнти рослинного походження: нові інгредієнти для харчової промисловості

В останні роки дієтологія просунулася завдяки новим відкриттям про роль білків у харчуванні. Білки мають вирішальне значення для організму, оскільки вони сприяють побудові та відновленню тканин [1–3]. Попит на здорове харчування призвів до зростаючого інтересу до ізольованих білків горіхів, таких як каштани, фундук і волоські горіхи, для задоволення потреб у харчуванні. У цій статті ми детально вивчимо ці білки, включаючи їх походження, переваги, застосування та наукові докази.

Білки необхідні для росту, підтримки та відновлення організму людини, оскільки вони складаються з амінокислот, необхідних для життєво важливих біологічних функцій [4]. Потреба в білках залежить від віку, статі, фізичної активності та особистих цілей. Ізольовані білки горіхів, які пройшли очищення для видалення жирів і вуглеводів, пропонують високу концентрацію білка [5].

Ці білки пропонують значні переваги, будучи джерелом високоякісного білка, часто з повним амінокислотним профілем [6–8]. Це робить їх цінними для росту м'язів, відновлення після тренування та загального здоров'я [9–11]. Крім того, відсутність небажаних жирів і вуглеводів (насичених або транс-жирів і цукру, пов'язаних з непереносимістю, такою як непереносимість лактози), робить ці білки придатними для людей з харчовою непереносимістю або дієтичними обмеженнями. Їх універсальність

дозволяє включати їх до складу різних харчових продуктів і напоїв [12,13]. Виділені рослинні білки також мають чудові технологічні та функціональні властивості, такі як гелеутворення, емульгування та згущення, покращуючи текстуру та стабільність харчових продуктів [14,15]. Наприклад, їх можна використовувати в альтернативному виробництві м'яса, забезпечуючи подібну текстуру та смак [16,17]. Вони поширені в хлібобулочних виробках, десертах і напоях для покращення текстури та утримання вологи.

Ці властивості мають значний вплив на харчову промисловість, стимулюючи споживання продуктів рослинного походження [16]. Ізольовані білки горіхів задовольняють потреби в екологічно чистих і здорових продуктах харчування.

1.4.1. Білковий склад горіхів. В останні роки спостерігається помітне збільшення використання горіхів у харчових цілях. Ціле насіння, олії, борошно, макуха містять велику кількість поживних речовин і біологічно активних сполук і тому широко пропагуються спеціалістами з питань харчування та компаніями харчової промисловості. Цей зростаючий інтерес до здорових інгредієнтів виходить за межі та веде до дослідження нових тенденцій. Як науковці, так і представники харчової промисловості досліджують можливість часткової заміни тваринних білків рослинними. Цей рух не лише посилює користь м'ясних продуктів для здоров'я, але й усуває етичні та екологічні проблеми. Ці зміни відображають зростаюче занепокоєння вчених, активістів та урядів щодо скорочення виробництва м'яса, заохочуючи більш стійкий вибір продуктів харчування [18]. Рослинні білки стали економічною та універсальною альтернативою в харчуванні людини, відіграючи значну роль у складі їжі. Така зростаюча модель споживання може знизити попит на білки тваринного походження, потенційно вплинувши на виробництво та зрештою призвівши до зниження цін на продукти тваринного походження [19].

Горіхи — це багата поживними речовинами їжа, яку можна споживати свіжою, смаженою або консервованою, приносячи різноманітну користь для

здоров'я людини. Через їх поживний вміст, багатий на ненасичені жирні кислоти, такі як олеїнова кислота та лінолева кислота, і низький вміст насичених жирних кислот, вони рекомендуються для здорового харчування. Крім того, горіхи містять біоактивні ліпіди, такі як фітостероли, токофероли та токотрієноли, які сприяють здоров'ю серцево-судинної системи [20].

На додаток до своїх ліпідних властивостей, горіхи також є чудовим джерелом білків, клітковини, вітамінів, таких як фолієва кислота, ніацин і вітамін В6, а також необхідних мінералів, таких як кальцій, магній і калій. Вони також містять різноманітні фенольні сполуки, включаючи фенольні кислоти, флавоноїди, лігнін, гідролізовані таніни та проантоціанідини (конденсовані таніни), які мають антиоксидантні та протизапальні властивості, сприяючи загальному здоров'ю [21].

У поточному сценарії харчової промисловості зростає попит на інноваційні варіанти з горіхів і бобових. Ці альтернативи виділялися не лише своєю різноманітністю та сенсорною привабливістю, але й довговічністю, обслуговуючи різноманітних споживачів, включаючи вегетаріанців і всеїдних. Цей рух стимулював дослідження в галузі білків горіхів, пропонуючи багатообіцяючі напрямки майбутнього. У цьому контексті рослинні білки набувають популярності як життєздатні замітники тваринних білків. Інтенсивні дослідження цих білків відкривають двері для інновацій у харчовій промисловості, уможливаючи розробку продуктів, які відповідають вимогам споживачів, стурбованих етичними, екологічними та здоров'я [22].

Вирішальним аспектом цього прогресу є використання білкових ізолятів і концентратів. Вони відіграють важливу роль, особливо коли білки потрібно виділити та застосувати в конкретних композиціях (табл. 1). Детальне розуміння цих компонентів є життєво важливим для створення високоякісних харчових продуктів, що забезпечує не тільки їх комерційну життєздатність, але й задоволення споживачів [23].

Екстракційний вихід білків горіхів

Горіхи	Наукова номенклатура	Вихід білка (%)
Бразильський горіх	<i>Bertholletia excelsa</i>	15–20
Арахіс	<i>Arachis hypogaea</i>	8,88–12,7
Горіх пекан	<i>Carya illinoensis</i>	8
Макадамія	<i>Macadamia integrifolia</i>	9,23
Кедровий горіх	<i>Anacardium occidentale L.</i>	42
Фундук	<i>Corylus avellana</i>	35–41
Фісташка	<i>Pistacia vera</i>	34,6–46,1
Мигдаль Бару	<i>Dipteryx alata</i>	26–30

На додаток до цього аспекту, амінокислотний склад різних горіхів відрізняється, тобто їхні амінокислотні профілі різні. Рослинні білки мають дефіцит незамінних екзогенних амінокислот і мають низький вміст або головний недолік лізину, ізолейцину, триптофану, метіоніну та валіну. Для заміни великої кількості м'ясних білків у продукті білками рослинного походження доцільно використовувати два-три типи комплементарних амінокислотних композицій з різної рослинної сировини. Це забезпечило б організм усіма незамінними екзогенними амінокислотами за принципом комплементарності. Необхідно забезпечити правильний вміст незамінних екзогенних амінокислот, оскільки вони відповідають за правильний «обіг білків», тобто постійний обмін білків організму [33]

Останнім часом рослинні білки стали незамінними в харчовій промисловості, їх широко включали як функціональні інгредієнти. Зокрема, білки, отримані з насіння олійних культур, набули популярності, їх ретельно вивчали для використання в харчових продуктах. У таблиці 2 наведено приклади деяких із цих білків і розподіл незамінних амінокислот, підкреслюючи їхній поживний потенціал [21].

Таблиця 1.2

Орієнтовний склад незамінних амінокислот у горіхах, %

горіх	Харчовий лейцин	Валін	Лізин	Фенілаланін	Цистеїн	Треонін	Тирозин
Бразильський горіх	82,4	49,2	37,4	71,8	95,9	26,4	71,8
Арахіс	70,3	39,5	38,8	87,8	16,4	22,1	87,8
Фундук	74,0	46,6	29,3	73,6	24,2	29,5	73,6
Кедровий горіх	45,9	56,5	45,9	72,6	28,1	32,2	72,6
Фісташка	75,6	56,9	46,4	73,2	24,1	29,7	73,2

Білки в їжі відіграють вирішальну роль у будівництві біологічних систем, сприяючи відновленню шкірних і кісткових тканин, а також відновленню пошкоджених клітин. Незамінні амінокислоти мають фундаментальний хімічний склад, що сприяє виробленню людських білків. Ці білки виконують різні фізіологічні функції, включаючи транспортування поживних речовин і гормонів, реплікацію клітин і підтримку органічних функцій [34].

1.4.2. Білки горіхів як харчові та функціональні альтернативи.

Враховуючи те, що поточний профіль споживачів зазнає трансформацій, харчова промисловість шукає життєздатні альтернативи, особливо з рослинними білками, щоб забезпечити продукти для всіх аудиторій [100]. Такі групи, як вегани та вегетаріанці, які споживають мало або зовсім не споживають білки тваринного походження у своєму раціоні, прагнуть включити альтернативи, такі як квасоля, нут, сочевиця, горох, зернові, такі як кіноа, пшениця та ячмінь, а також горіхи та насіння, як мигдаль, гарбузове насіння та чіа. Маючи високу харчову та функціональну цінність, рослинні білки є полімерами амінокислот, абсорбованими на межах розділу [101–103]. Розглядаються як хороша альтернатива через їх біологічну та поживну

цінність, рослинні білки є варіантом для споживачів з непереносимістю лактози та казеїну. Вони широко використовуються для забезпечення якості та текстури хлібобулочних виробів завдяки своїй здатності утворювати білкові мережі в тісті [104]. «Рослинний» ринок пропонує більш здорові варіанти завдяки зниженій алергенності та є більш стійким порівняно з білками тваринного походження [100,103].

Харчова цінність рослинних білків істотно змінюється залежно від наявності незамінних амінокислот, засвоюваності білків і фізико-хімічних властивостей. Їх функціональність безпосередньо пов'язана з їх призначенням, методами обробки та обраним методом вилучення. Крім того, вони забезпечують споживачам переваги для здоров'я, такі як зниження споживання насичених жирів і холестерину, присутніх у білках тваринного походження [100,105].

Багаті незамінними жирними кислотами, горіхи є важливим харчовим атрибутом для здоров'я людини, з високим вмістом вітамінів, мінералів, антиоксидантів і амінокислот. Правильне споживання горіхів у збалансованому раціоні пов'язане з численними перевагами для здоров'я, такими як неінфекційні хронічні захворювання (діабет, рак, респіраторні та серцево-судинні захворювання) та інфекції [106]. Відповідно до Сui та ін. [107], під час оцінки ультразвукових ефектів білків із насіння *Cyperus Esculents* (тигрового горіха) з метою дослідження ультразвукової потужності за допомогою скануючої електронної мікроскопії. Отримані результати показали наявність деяких полярних і гідрофобних груп у білках після обробки, таким чином збільшуючи площу зв'язування між молекулами білка та водою, покращуючи розчинність і гідрофобність на поверхні білка, підвищуючи його здатність утворювати гелі [107].

1.4.3. Застосування горіхових білків у продуктах харчування.

Включення інгредієнтів у харчові продукти відіграє вирішальну роль у промисловості, охоплюючи різні сектори, такі як молочні продукти, рослинні олії, тістечка та протеїнові батончики. Незважаючи на поширеність білків

тваринного походження в минулому, білки рослинного походження зараз відіграють значну роль у глобальному харчуванні. Вони не тільки забезпечують необхідні поживні речовини, але й задовольняють потреби харчової промисловості та конкретних споживачів, таких як вегани та вегетаріанці.

Аккар і його колеги [115] підкреслюють фундаментальну роль екструзії в промисловій обробці твердої сировини, поєднуючи різні операції в одному пристрої, який називається екструдером. У харчовій промисловості цей метод пропонує значні переваги як в робочому, так і в технологічному плані, що призводить до його все більшого застосування. Технологія екструзії інтенсивно досліджується з точки зору властивостей текстурування, поживних характеристик і стійкості екструдованих продуктів. Однак більшість досліджень зосереджується на параметрах проміжних продуктів, припускаючи їх споживання в чистому вигляді. У той час як деякі дослідження стосуються поживних властивостей і стійкості, вони часто ігнорують текстуру та аспекти обробки.

Cheng та ін. [116] виявили, що техніка екструзії широко використовується у виробництві різних продуктів, включаючи сухі сніданки, закуски та різноманітні солоні ласощі, використовуючи кукурудзяне борошно, рис, пшеничне борошно або картоплю, що призводить до різних форм і текстур. Незважаючи на те, що застосування екструзії в борошні з бобових є загальноприйнятою практикою, це нова область досліджень, за винятком сої. Однак багато закусок на основі кукурудзи, доступних на поточному ринку, містять високий рівень натрію та насичених жирів, що може бути занепокоєним для здоров'я.

Тим не менш, крохмаль часто використовується в екструдованих продуктах завдяки його здатності до розширення. Однак при використанні в якості основного інгредієнта це призводить до продуктів зі зниженою харчовою цінністю.

Екструзія стала багатообіцяючою стратегією в пошуку продуктів на основі білка волоського горіха, які успішно імітують текстуру м'яса тварин. Цей виробничий процес дозволяє реструктуризувати білки волоського горіха, що призводить до отримання кінцевих продуктів, які не тільки пропонують значні поживні переваги, але й нагадують звичайне м'ясо з точки зору текстури, жування та соковитості [117].

Харчова цінність горіхів невід'ємно пов'язана з їх багатим білком складом, що включає різні види, такі як альбумін, глобулін, проламін, глютенін і склеропротеїн. Ці білки відрізняються високою засвоюваністю та розчинністю в різних розчинниках, що надає горіхам вищої поживної якості порівняно з іншими джерелами рослинного білка [134,135].

Варто зазначити, що вміст і склад білка може змінюватися залежно від виду, сорту та способу обробки горіхів (табл. 2).

Засвоюваність, біодоступність і біодоступність білків з горіхів привернули значну увагу в наукових дослідженнях через їх потенційний вплив на харчування людини. Засвоюваність означає здатність організму розщеплювати та засвоювати білки з їжі, тоді як біодоступність зосереджується на фактичній доступності білків для використання організмом.

Біодоступність, у свою чергу, пов'язана зі здатністю білків вивільнятися зі своїх харчових матриць і бути легко доступними для поглинання.

Перетравлення білків – це складний процес, який розгортається на різних стадіях, починаючи з жування, залучаючи дію ферментів, коливання рН і зазвичай завершуючись розщепленням білків на менші фрагменти, які називаються пептидами. У всьому процесі, особливо в кишечнику, кишкова мікробіота відіграє вирішальну роль, допомагаючи подальшій деградації пептидів і остаточному засвоєнню амінокислот.

Пептиди, що утворюються під час травлення, були предметом досліджень і досліджень щодо їх потенційних терапевтичних і харчових переваг.

Їх зазвичай називають біоактивними пептидами, коли вони виявляють сприятливий вплив на здоров'я, наприклад, регулюють фізіологічні процеси та підтримують антиоксидантні, антигіпертензивні та протизапальні функції, серед іншого. Перетравлення знежиреного борошна з горіхів кеш'ю призвело до отримання багатой на пептиди розчинної фракції, яка продемонструвала підвищену антиоксидантну здатність під час процесу травлення. Крім того, ця білкова фракція захищала ДНК від окисного пошкодження та демонструвала потенційні пребіотичні ефекти для *Bifidobacterium lactis* [136].

Хоча білки горіхів часто асоціюються з алергічними реакціями, варто підкреслити, що сирі горіхи містять значний вміст сирого білка. Наприклад, вміст білка в арахісі може досягати близько 30%, і існує до 18 типів амінокислот, включаючи всі вісім незамінних амінокислот (ізолейцин, лейцин, лізин, метіонін, фенілаланін, треонін, триптофан і валін), за винятком аспарагін і глутамін [135]. Тринадцять вільних амінокислот були виявлені в суміші горіхів, включаючи кешью та фісташки, з яких шість вважаються незамінними амінокислотами, шість є незамінними амінокислотами, а одна класифікується як напівнезамінна амінокислота. Загальний вміст амінокислот у зразках горіхів змінювався в наступному порядку: фісташка ($1469,06 \pm 43,56$ мкг/г⁻¹), суміш горіхів ($1002,46 \pm 11,34$ мкг/г⁻¹), волоський горіх ($848,06 \pm 3,66$ мкг/г⁻¹) і кешью ($790,23 \pm 2,60$ мкг/г⁻¹). Порівняно з окремими горіхами, біодоступність амінокислот у змішаній групі значно зросла після перетравлення *in vitro*, зокрема для Gly (2,43–7,04 рази), Lys (2,02–4,30 рази), Arg (1,38–1,90 рази) і Leu (1,45–1,75 рази). У цьому ж дослідженні спостерігалось значне збільшення концентрацій Ala, Thr, Lys і Leu в тонкому кишечнику щурів у відповідь на змішану дієту. Автори підкреслили, що ці концентрації амінокислот у мишачих тканинах корелювали зі збільшенням симульованої засвоюваності білка. Завдяки вищій засвоюваності білка в групі

змішаних продуктів також спостерігалось покращення поглинання менших молекул, таких як амінокислоти та жирні кислоти, у тканинах [137].

Загалом дослідження показали, що перетравлення білків, які містяться в горіхах, призводить до збільшення антиоксидантної здатності завдяки підвищенню вмісту біоактивних амінокислот. Це свідчить про те, що споживання горіхів може сприяти не тільки високоякісним білкам, але й потенційним антиоксидантним перевагам [136,138].

Отже, харчова цінність, функціональна універсальність і технологічне застосування, роблять білки горіхів ключовими гравцями у задоволенні попиту на альтернативні джерела білка. Акцент на доповненні амінокислотами та дослідженні різноманітних горіхів пропонують комплексний підхід до використання повного поживного потенціалу цих білків. Оскільки харчова промисловість продовжує впроваджувати інновації, включення білків горіхів не тільки відповідає сучасним дієтичним тенденціям, але й сприяє екологічно свідомому вибору. Майбутні дослідження та розробки в цій галузі мають багатообіцяючі перспективи для створення більш здорових, стійких і смачних продуктів харчування, які задовольняють різноманітні потреби споживачів у всьому світі.

1.5. Властивості насіння чорного кмину.

Чорний кмин (*Nigella sativa*) — однорічна квіткова рослина з родини Ranunculaceae і царства Plantae. Чорне насіння в основному зустрічається в Західній Азії, середземноморській зоні Північного моря, а також у Західній і Південній Європі. Чорне насіння також описується в Біблії як «цілюще чорне насіння», Гіппократ і Діскоїд називали його Мелантіон, а Пліній придумав його Гіт [1]. Згідно зі світовим сільськогосподарським виробництвом, виробництво насіння олійних культур становить 40,29 мільйонів метричних тонн у Пакистані; у всьому світі – 607,3 млн метричних тонн [2]. Відповідно до медичної системи Унані Тібб, *Nigella sativa*. виявився дуже корисним у лікуванні багатьох захворювань. *Nigella sativa* використовувалася з давніх

часів у різних цивілізаціях світу, і її рекомендують як «чудодійний засіб», оскільки вона має потенціал для лікування кількох захворювань і регулює процес природного загоєння в організмі людини [3]. Згідно з індійською медичною культурою, насіння можна споживати як гіркий, глистогінний, в'язучий засіб, засіб від жовтяниці, стимулятор, періодичну лихоманку, сечогінний засіб, параліч, емменагогу, набряки, шкірні захворювання та диспепсію [4 , 5]. Вони можуть бути використані у формі протиракового, діабетичного, бактеріального, гепатотоксичного, паразитарного та грибкового засобу, а також як терапевтичний засіб. Чорне насіння в фітопрепаратах споживається безпосередньо як активний інгредієнт або у формі трав'яного чаю. Екстракт чорного насіння має тенденцію проявляти антиоксидантні та протизапальні властивості. Його використовували хворі для придушення кашлю, розпаду ниркових конкрементів, гальмування канцерогенного процесу, лікування болю в животі, діареї, метеоризму та поліомієліту, здійснення жовчогінної та сечової дії [4 , 6]. Відповідно до попередньої літератури, насіння *Nigella sativa* демонструє різні властивості проти різних видів раку, таких як рак крові, [7] шкіри, [8] шийки матки, [9] товстої кишки, [10] печінки, [11] простати, [12] грудей , і ниркової [13]. Доведено , що екстракт, насіння та олія *Nigella sativa* справляються з окисним стресом, гіпертонією та діабетом, а також [14] виразкою, [15] епілепсією, [16] жировою дистрофією печінки, [17] астмою, [18] артритом. , [19] запальні захворювання [20] рак [21] та паразитарні захворювання [22 , 23] у людей [24]].

Nigella sativa використовується в народній медицині та медицині унані в Пакистані. Дотримуючись попередньої літератури, *Nigella sativa* має великий потенціал для лікування хвороб і покращення здоров'я; необхідні додаткові дослідження, щоб перетворити лікарські трави на нові системи лікування. Тимохінон містить карбонільний полімер під назвою нігеллон. Олія насіння *N. sativa* та її активні інгредієнти виявляють такі терапевтичні функції, як противірусна, протимікробна, знижує рівень цукру в крові, протипухлинна,

антиоксидантна, м'язове розслаблення та протизапальна [25 , 26 , 27 , 28]. Раніше з різних видів *Nigella sativa* виділяли різні види хімічних сполук [29]. Отже, *Nigella sativa* містить 84 г клітковини, 216 г білка, 45 г золи, 38 г вологи, 406 г жиру, 249 г екстракту вільного азоту, 60 мг цинку, 105 мг заліза, 527 мг фосфору, 15,4 мг тіаміну, 18 мг міді. , 57 мг ніацину, 0,16 мг фолієвої кислоти та 1860 мг кальцію на кг [30]. *Nigella sativa* визнана однорічною трав'янистою рослиною, яка входить до родини Ranunculaceae і переважно культивується в різних регіонах Південної Європи, а також у кількох областях Азії [31], яка включає Саудівську Аравію, Пакистан, Сирію, Індію, і Туреччина [32]. Кольори його квітів переважно білі, рожеві, жовті, світло-блакитні або лавандові, а квітковий склад складається з 6–10 пелюсток. Фруктова частина рослини являє собою об'ємну і схожу на повітряну кулю коробочку, яка містить багато чорних насіння з гірким і ароматним смаком [4]. Час вирощування *Nigella sativa* припадає на листопад-квітень, а період його проростання завершується через два тижні після посіву насіння. Однак зазвичай плоди отримують з рослин з січня по квітень [33]. Олія насіння *Nigella sativa* та її активні інгредієнти використовувалися в багатьох стравах для охолодження та ароматизації [34]. Приблизно 28–36% нелеткої олії міститься в насінні *Nigella sativa* , і воно складається з різноманітного ряду ненасичених жирних кислот, таких як ліноленова, арахідонова, лінолева та ейкозадієнова кислоти. Навпаки, насиченими жирними кислотами є міристинова, стеаринова та пальмітинова кислоти [35]. Іншими компонентами олії з насіння є цитронеліацетат, холестерин, карвон, кампестерол, α -спінастерол, стигмастерин, р-цимол, β -ситостерин, пальмітолеїнова кислота, олеїнова кислота, цитронелол, нігеллон і лімонен [36].]. Нелетка олія містить 12,5% олеїнової, лінолевої та пальмітинової кислот; летючі масла містять карвон, транс-анетол, лімонен і п-цимол [37]. Олія також містить значну кількість вуглеводів, амінокислот, нелетких або летких олій і білків [32]. Однак різноманітність фармакологічних властивостей насіння пояснюється в основному наявністю в ньому компонентів хініну,

найбільш поширеним з яких є тимохінон. У ефірних оліях чорного насіння міститься більша кількість тимохінону. Галі-Мухтасіб та ін. [38] пояснив, що тимохінон, флавоноїди, алкалоїди та дубильні речовини є активними інгредієнтами чорного насіння, екстрагованого етиловим спиртом і холодною водою [39]. Нині олію *Nigella sativa* класифікують як функціональну олію, оскільки вона містить високий вміст омега-9 (олеїнової, 15–24%) і -6 (лінолевої, 54–70%) жирних кислот, а також інших жирних кислот, які містяться в незначних кількостях. [40]. Ця сира олія має захисну дію, головним чином на нервові клітини [41] і печінку [42]. На додаток до інших біологічних функцій, сира олія *Nigella sativa* містить невелику кількість летючої олії та демонструє функціональні властивості завдяки тимохінону. Ця сира олія є безпечною і в основному використовується в дієтичних добавках, оскільки вона має менший токсичний ефект [43]. Ключовою складовою олії є тимохінон, який виконує свою функцію протиепілептичного засобу [44]. Цей екстракт також містить дубильні речовини, терпени, алкалоїди, глікозиди, сапоніни, стероїди та флавоноїди [45]. Біологічно активні сполуки *Nigella sativa* є нестабільними під час різних хімічних реакцій, і їх встановлена кількість не була прийнятною для клінічних досліджень. Насіння *Nigella sativa* також містить ефіри ненасичених жирних кислот з нігелліміном, терпеновими спиртами, сапоніном і алкалоїдом нігеллідіном [46 , 47]. За даними Agbaria et al. [48], несмажене насіння має меншу антипроліферативну активність, ніж попередньо оброблене нагріте насіння (50–150 °С, приблизно 10 хв) для процесу помелу. Спочатку процес окислення був низьким; він посилювався під час зберігання (близько 55 днів) і вирівнювався [49]. Щоб подолати всі вищезазначені проблеми, для олії чорного кмину та її активних компонентів були використані різні методи інкапсуляції. Це найуспішніший метод захисту тимохінону (рис. 1). Сучасна олія чорного кмину мікрокапсульована за допомогою процесів емульгування – розпилювальної сушки та нанопреципітації. Ця інкапсульована олія чорного кмину має високий вміст фітохімічних речовин, що покращує поживний статус харчових продуктів.

Олія *Nigella sativa* вживається як функціональний інгредієнт у харчових системах. Його можна використовувати у вигляді ароматизаторів і приправ під час розробки харчових продуктів [50 , 51].

1.5.1. Функціональність насіння чорного кмину харчових продуктах. Натуральні харчові продукти з високим вмістом поживних речовин і можливою біологічною активністю користуються високим попитом у сучасних споживачів (табл. 4). Це повинно мотивувати виробників харчових продуктів і проводити дослідження для розробки нових рецептур харчових продуктів, доповнених різними речовинами [76]. Кілька попередніх досліджень пропонували підвищити поживну цінність харчових продуктів шляхом додавання олій з високим вмістом фітохімічних речовин. Масло *Nigella sativa* було запропоновано як корисний компонент у їжі [129]. *Nigella sativa* (Klonji) - це цінна приправа з особливим ароматом і смаком, яка використовується в соліннях, випічці, кондитерських виробках, соусах, салатах і пікантних стравах [130]. Було виявлено, що насіння використовуються як приправа та ароматизатор в індійській та близькосхідній кулінарії [131]. Насіння *Nigella sativa* використовуються як спеції в різних кухнях [132]. Щоб зробити гірку пасту цижа, насіння подрібнюють [133]. Каррі, овочі та бобові — усі вони корисні завдяки сухому смаженому насінню. Їх можна використовувати в рецептах зі стручковими фруктами, овочами, салатами та куркою як спецію. Чорне насіння використовується як частина суміші прянощів у кількох культурах [134]. Чорне насіння також використовується для приготування сиру тресс, середньосхідного плетеного сиру, відомого як маждуле або майдулі.

Чорне насіння (Klonji) - це рослина, яка використовується як харчовий консервант, а також як лікарський порошок [25]. Біологічна дія олії чорного кмину пояснюється наявністю фітохімічних молекул, відомих як тимохінон, відповідно до Hassanien та ін. [135].

Масло *Nigella sativa* було використано для збагачення продукту морозива, оскільки наноемульсію олії у воді можна легко додавати до

молочних продуктів для підвищення їх поживного вмісту. Завдяки своїм функціональним якостям у харчовій промисловості, наноемульсії були включені до різноманітних харчових систем [136 , 137]. Наноемульсію використовували для введення олії *Nigella sativa* в морозиво. Наноемульсія NSO покращила фізичні якості морозива, а також покращила сприйняття покупцями. Сенсорна оцінка різних зразків показала, що зразок морозива з 5% наноемульсією отримав найбільше визнання учасників. Результати показали, що наноемульсію NSO можна використовувати для збагачення морозива [138]. У результаті його можна використовувати як інноваційний компонент морозива з широким спектром корисних властивостей олії чорного кмину. Однак, оскільки олія чорного кмину має гіркий або сильний перцевий смак у роті та може вплинути на смак харчових продуктів з морозива, було рекомендовано не збільшувати кількість наноемульсії олії чорного кмину на 10% [71].

Майонез — один із найстаріших і найбільш широко використовуваних соусів у світі. Традиційний майонез складається з олії (70-80%), яєчного жовтка, оцту, приправ. Майонез особливо чутливий до псування та автоокислення через високий вміст олії [139]. Споживачі все більше цікавляться натуральними продуктами харчування та консервантами, щоб жити здоровішим життям. У результаті харчова промисловість шукає нові та цікаві ароматизатори спецій для етнічних і міжкультурних кухонь [140]. Завдяки своїм антиоксидантним властивостям [78] і перевагам для здоров'я чорне насіння (*Nigella sativa*) та їх необроблені або ефірні олії широко використовуються у функціональних харчових продуктах, нутрицевтиках і фармацевтичних продуктах [135 , 141]. Майонези з додаванням чорних насіння мали кращу стійкість до окиснення порівняно з майонезами, виготовленими з SFO. Фенольні хімічні речовини в чорному насінні, зокрема тимохінон, можуть відігравати певну роль в окислювальній стабільності. Використання його в рецептах майонезу як джерела природного

антиоксиданту може допомогти зменшити окислення, отже, покращуючи термін зберігання та смак [142].

У курячому м'ясі багато легкозасвоюваних білків, у тому числі жирних кислот омега, ліпідів з високим вмістом ПНЖК, вітамінів і мінералів. Підвищений вміст ПНЖК в курячому м'ясі посилює окислювальні процеси, що призводить до більш швидкої втрати якості м'яса, порівняно з іншими сортами м'яса. Фізико-хімічні якості, біохімічні та фізіологічні профілі та гігієна харчових продуктів страждають від окислення ліпідів. Крім того, небажані бактерії, отримані від тварин, боєнь, обробки та високих температур, можуть заражати куряче м'ясо. Трави та спеції використовувалися для консервування м'яса, щоб надати йому виразного смаку та зберегти його від псування під час зберігання [143]. Рослини та їх екстракти добре впливають на якість м'яса, що пояснюється їх високою антиоксидантною та антибактеріальною активністю. Не було проведено багато досліджень щодо ефективності екстракту чорного насіння в системі живлення м'язів. Антиоксидантні властивості чорного насіння були використані для захисту м'ясних продуктів від окислення. Екстракт чорного насіння здатний значно подовжити термін зберігання сирого подрібненого м'яса курки. Це також забезпечує збереження мікробіологічної якості м'яса курки. Екстракт чорного насіння покращив окислювальну стабільність і безпечність м'яса, різко змінив колір зразків і стабілізував рН. Антиоксидантна здатність екстрактів чорного насіння була високою у ліпідній і білковій фракціях, тоді як активність екстрактів чорного насіння поглинання радикалів ABTS•+ була набагато нижчою [144].

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Організація проведення експериментальних досліджень

Експериментальні дослідження, виконані в умовах навчальної лабораторії кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів Національного університету біоресурсів і природокористування України а саме: здійснено дослідження щодо вологоутримуючої, жирутримуючої, вологозв'язувальної здатності отриманого нового продукту, розроблено рецептуру та технологічну схему виробництва м'ясних паштетів, розраховано їх енергетичну цінність, опрацьовано результати досліджень.

Була проаналізована спеціалізована наукова література по процесу виготовлення печінкових паштетів з рослинною сировиною.

Після літературного аналізу також були визначені об'єкт та предмет дослідження, поставлені завдання, обрано методику експериментальних досліджень.

Відповідно до поставлених завдань, було розроблено план та схему проведення досліджень (рисунок 2.1).

При виконанні роботи було використано комплекс фізичних, хімічних, фізико-хімічних, мікробіологічних методів дослідження з субпродуктів та рослинної сировини.

На третьому етапі провели дослідження комплексних характеристик модельних паштетів, визначили фізико – хімічні та структурно – механічні властивості. Далі були проведені дослідження комплексних показників якості та безпечності готової продукції і розроблено технологію печінкових паштетів з рослинною сировиною.

Завершальним етапом роботи було розрахунок економічної ефективності розробленого продукту.

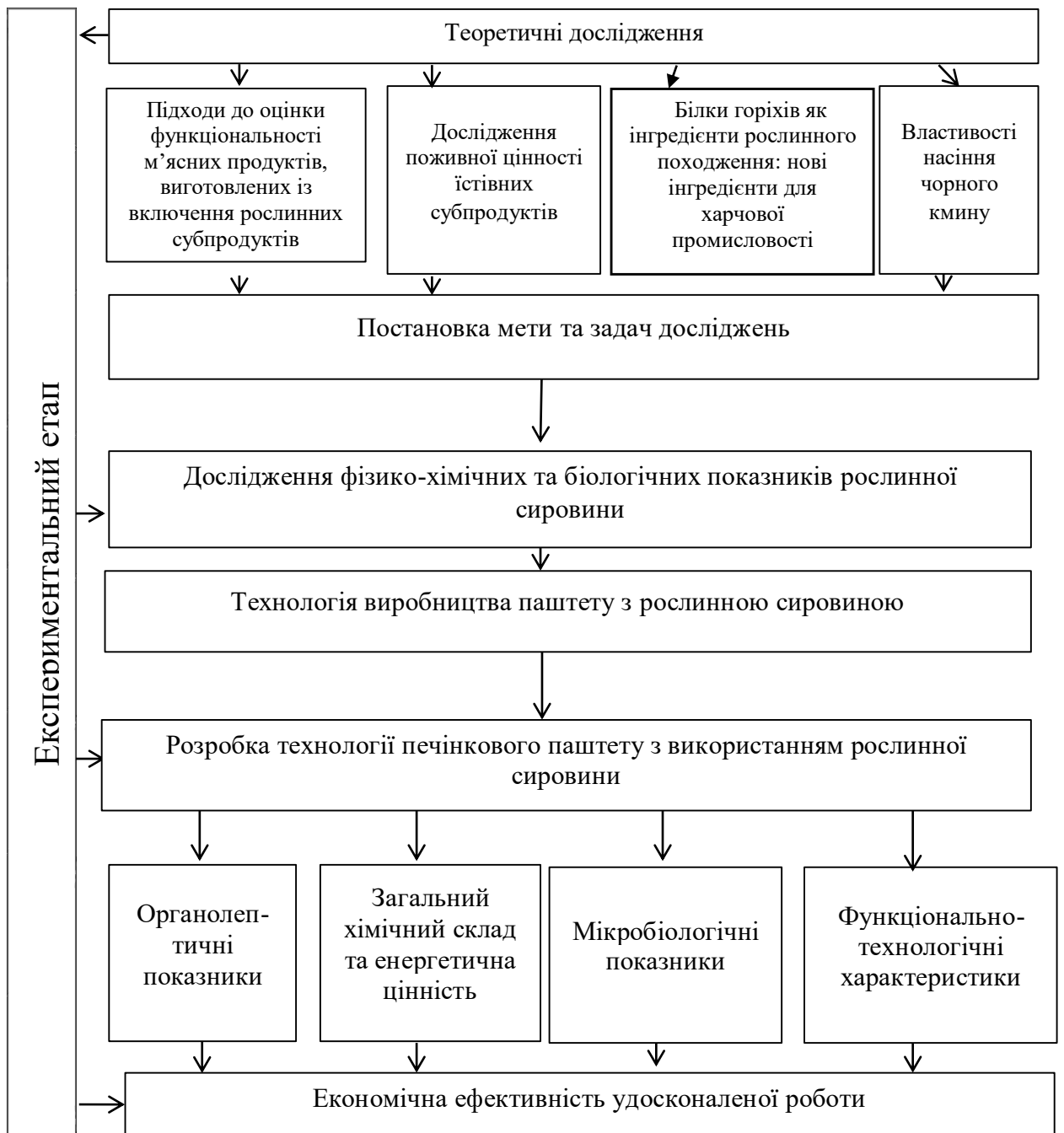


Рис. 2.1 Схема проведення досліджень

2.2. Матеріали та об'єкти досліджень

Метою магістерської роботи було розробити технологію збагачених рослинною сировиною, продуктів із м'яса кроликів. Для досягнення цієї мети були поставлені такі завдання:

- обґрунтувати доцільність комплексного використання рослинної сировини, у технології печінкових паштетів;
- провести підбір компонентів для розробки рослинної добавки;
- дослідити фізико-хімічні властивості рослинної сировини;
- розробити рецептури і технології печінкового паштету з використанням нетрадиційної сировини;
- дослідити вплив рослинної сировини на якісні характеристики та біологічну цінність печінкових паштетів;

Об'єкт дослідження – технологія печінкових паштетів з рослинною сировиною.

Предмет дослідження – насіння чорного кмину, макуха кедрового горіха, готові вироби печінкових паштетів.

2.3 Методи експериментальних досліджень

У магістерській роботі використовували загальноприйняті, стандартні методи досліджень, які в сукупності забезпечували виконання поставлених задач.

Відбір проб для аналізів за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками здійснювали за ГОСТ 9792-73 і ГОСТ 26668-85 [44].

Методи дослідження хімічного складу

Дані методи досліджень дозволяють отримати інформацію про вміст основних поживних речовин, а також про макро- і мікроелементний склад досліджуваних харчових систем.

Визначення масової частки вологи та сухих речовин здійснювали методом висушування наважки досліджуваного зразка в сушильній шафі до постійної маси при $(103 \pm 2) ^\circ\text{C}$ [45].

Визначення масової частки білка проводили мінералізацією досліджуваного продукту і визначенням кількості азоту, який виділяється при цьому за методом К'ельдаля [45].

Визначення масової частки жиру проводили гравіметричним методом в апараті Сокслета [45].

Визначення масової частки золи здійснювали спалюванням наважки в муфельній печі при температурі $500 - 550 ^\circ\text{C}$, з попереднім висушуванням [46].

Визначення мінеральних речовин проводили рентгенфлуоресцентним методом: в висушених до повітряно-сухого стану дослідних зразках за допомогою спектрометра «Спектроскан» [47].

Методи розрахунку енергетичної цінності.

Енергетична цінність сировини і виробів (ккал) здійснювався розрахунковим методом із застосуванням загальноприйнятих коефіцієнтів:

$E = M_b \times KB + M_z \times KJ + M_y \times KB,$	(1)
--	-----

де M_b – масова частка білків в продукті; $M_{ж}$ – масова частка жирів в продукті; M_y – масова частка вуглеводів в продукті; фактори конверсії $KB = 4$, $KJ = 9$, $KB = 3,75$.

Органолептичні методи дослідження

Оцінку якості готової продукції (печінкових паштетів) за органолептичними показниками проводили відповідно до ГОСТ 9959 в наступній послідовності: зовнішній вигляд, колір, запах, смак, консистенція за дев'ятибальною шкалою, яка передбачає наступне розподілення балів, наведених в таблиці 2.1.

Шкала розподілення балів

Оцінка	Бали
Відмінно	9
Дуже добре	8
Добре	7
Вище середнього	6
Середнє	5
Нижче середнього	4
Погане (прийнятне)	3
Погане (неприйнятне)	2
Дуже погане (абсолютно неприйнятне)	1

Методи дослідження фізико-хімічних показників і функціонально-технологічних властивостей

Для визначення функціональних властивостей, як добавок були проведені дослідження таких показників: вологоутримуючої здатності (ВУЗ), жиро- утримуючої здатності (ЖУЗ), критичної концентрації гелеутворення [49].

Визначення функціонально-технологічних властивостей модельних м'ясних систем проводили за нижчевикладеними методиками.

Вологозв'язуючу здатність (ВЗЗ) визначали методом пресування по Грау і Хамм [80].

ВУЗ та ЖУЗ модельних м'ясних систем досліджували, застосовуючи методики представлені в [45].

Методи дослідження біохімічних показників і якості готової продукції

Величину водневого показника (рН) визначали потенціометричним методом [45].

Кислотне число встановлювали шляхом титрування вільних жирних кислот 0,1 М розчином гідроксиду калію за методом [45].

Для характеристики глибини окислення жиру в процесі зберігання визначали перекисне число [50].

Мікробіологічні показники готових паштетів після термічної обробки і в процесі зберігання визначали відповідно до ГОСТ 9958-81, ГОСТ 10444.15-94 [51, 52] і МВБ № 5061-89 [53]. Дослідження були спрямовані на виявлення чотирьох груп мікроорганізмів:

- санітарно-показових - кількості мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів;
- умовно-патогенних мікроорганізмів, до яких відносяться E.coli, Staf. aureus, бактерії роду Proteus, Bac. cereus;
- патогенних мікроорганізмів, в тому числі Salmonella;
- мікроорганізмів псування - це дріжджі і цвілеві гриби.

Для готування м'ясних паштетів використовували наступні матеріали:

- м'ясо курки за ТУ;
- печінка яловича за ТУ;
- сіль кухонна харчова за ДСТУ 3583;
- перець чорний мелений за ОСТ 18279–76;
- жир тваринний за ДСТ 25292–82Е;
- борошно за ТУ.

Методика приготування досліджуваних зразків

М'ясні паштети готували з фаршу, отриманого з використанням побутової м'ясорубки з діаметром отворів 3 мм. Гомогенізовану суміш робили за допомогою гомогенізатора.

Паштет, виготовлений за традиційною рецептурою (склад, маса нетто: печінка яловича – 857 г, сало свиняче – 150 г, масло вершкове – 100 г, цибуля ріпчаста – 100 г, морква – 74 г, бульйон м'ясний – 50 г, сіль харчова – 17 г, прянощів – 8 г) [12] як контрольну пробу. Вихід отриманого паштету була 1000 г. При варінні паштету нарізані цибулю і моркву обсмажували з жиром до

напівготовності. Потім додаємо нарізану печінку і спеції, тушкуємо до готовності і пропускаємо через кутер з дрібною решіткою двічі. Після цього розм'якшене вершкове масло, бульйон посолили додають і ретельно перемішують. З паштету формували бруски масою нетто 100 г.

Дослідні зразки одержано шляхом додавання рослинної сировини, замінюючи у формулі таку ж кількість печінки яловичої: зразок №1 – додавання макухи насіння чорного кмину (ТМ «Сибірський») у кількості 1,5; 3,0; 5,0 % ; зразок № 2 – додавання ядра кедр меленого (ТМ «Сибірський продукт») у кількості 5,0; 7,0; 10,0 %. Кількісний діапазон дозування макухи був експериментальним. Модельні зразки зберігали при температурі 4 ± 2 °C протягом 24 годин.

2.3.1. Методи випробування рослинної сировини

Матеріал макухи перевірені на органолептичні властивості. Зовнішній вигляд і колір визначали візуально, запах і смак – дегустацією [9]. Масову частку вологи визначали відгоном води з кеку в розчиннику, що утворює з водою азеотропну суміш, з наступним вимірюванням об'єму дистильованої води. Вміст фосфору визначали за його здатністю сполучатися з амоній-молібденом до утворення фосфорно-молібденової кислоти, яка відновлюється амідоловим реактивом і забарвлюється в синій колір. Вміст вітамінів визначали методом вискоєфективної рідинної хроматографії. Наявність бактерій *Salmonella* визначали шляхом посіву препарату в селективну рідину, а потім у селективне агаризоване живильне середовище, інкубацію посівів при температурі 37 ± 1 °C протягом 24 ± 3 годин з наступною ідентифікацією всіх видимих колоній, що вирости, за допомогою біохімічних і серологічних тестів. Наявність *S. aureus* визначали шляхом висіву препарату на поверхню щільного живильного середовища, інкубації посівів при температурі 37 ± 1 °C протягом 24-48 годин та підрахунку типових колоній з подальшим підтвердженням їх належності до *S. aureus* за їхньою плазмокоагуляційною здатністю.

2.4. Методи випробувань модельних зразків печінкового паштету

Під час дегустаційної оцінки паштету печінкового з метою визначення відповідності органолептичних показників вимогам нормативних документів використовували шкалу від одного до дев'яти [3]. Масову частку натрій хлориду визначали титруванням вилученого з продукту хлорид-іона іоном срібла в нейтральному середовищі в присутності калій хромату; масову частку фосфору – мінералізацією проби азотною та сірчаною кислотами, осадженням фосфору у вигляді хінолінфосфомолібдату та визначенням маси осаду.

Методом полум'яної атомної абсорбції визначали вміст кальцію, марганцю, магнію, заліза, міді та цинку в рослинній сировині та в комбінованих продуктах; масову частку білка визначали методом К'ельдаля, який полягає в мінералізації проби та фотометричному вимірюванні інтенсивності індофенолового синього, пропорційної кількості аміаку в мінералізованій речовині; масову частку жиру визначали екстракційним методом в апараті Сокслета; масова частка золи – шляхом повного згоряння органічної частини проби сировини з наступним гравіметричним визначенням досліджуваної проби. Кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів (QMAFAnM) визначали шляхом інокуляції зразка продукту в м'ясо-пептонний агар, інкубації посівів при 30 ± 1 °C протягом 72 годин, а потім підрахунку всіх вирощених видимих колоній. Наявність бактерій групи E. coli визначали шляхом посіву препарату в селективно-діагностичне живильне середовище, інкубації посівів при температурі 37 ± 1 °C протягом 24 ± 3 годин, підрахунку типових і атипичних колоній і визначення можливості бактерій з цих колоній зброджувати лактозу з утворенням газу. Кількість сульфїтвідновлюючих клостридій визначали шляхом посіву зразка препарату в живильне середовище з наявністю залізу сульфїтного агару, інкубуючи посіви при температурі 37 ± 1 °C протягом 24-48 годин, а потім підраховуючи колонії різної інтенсивності чорного кольору. Добова норма споживання мінеральних компонентів для дорослої людини була взята з існуючих нормативів [26].

Статистичний аналіз

Усі вимірювання повторювали тричі. Статистичний аналіз проводили за допомогою Microsoft Excel XP та Statistica 8.0. Статистична похибка не перевищувала 5% (з довірчим рівнем 95%).

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3. 1. Дослідження технологічних властивостей білків горіхів

3.1.1. Розчинність і водопоглинальна здатність. Розчинність відіграє фундаментальну роль у характеристиках білків, що містяться в горіхах, тісно пов'язаних із взаємодією цих білків з молекулами води, пептидними зв'язками, водневими зв'язками та бічними ланцюгами амінокислотних залишків. Ця розчинність має велике значення для харчових продуктів, що містять білки, оскільки вона впливає на такі функціональні властивості, як емульгування, утворення піни, реологічна поведінка та поверхнева активність [40,41]. Декілька факторів, включаючи температуру, метод екстракції, рН, концентрацію іонів і властиві характеристики білків у горіхах, відіграють вирішальну роль у розчинності та, отже, у цих білків [40].

Білки, що містяться в горіхах, мають нижчу розчинність навколо їх ізоелектричної точки (pI), яка зазвичай коливається від рН 3,0 до 5,0. Однак розчинність зростає при значеннях рН, що відрізняються від pI. Це свідчить про те, що ці білки мають кислотну природу [40,42–44]. Нижча розчинність в ізоелектричній точці є результатом сумарного заряду пептидів, зменшення електростатичного відштовхування між білками через гідрофобні взаємодії, а також підвищення гідрофобності поверхні [45]. З іншого боку, розчинність зростає при нейтральному або лужному рН, оскільки рослинні білки мають глобулярну структуру, що покращує розчинність у цих умовах [40].

рН відіграє вирішальну роль у розчинності білків, оскільки електричні заряди білків можуть призвести до електростатичних сил відштовхування, які утримують білки диспергованими в розчині. Однак поблизу ізоелектричної точки білки мають тенденцію до агрегації через сильні взаємодії, що призводить до зниження розчинності. Додавання солей у невеликих кількостях може збільшити розчинність білка, але більш високі концентрації можуть призвести до іонних взаємодій, які зменшують розчинність [43].

Розчинність білків горіхів можна покращити за допомогою м'якої термічної обробки, але це також може призвести до агрегації та зниження розчинності в окремих випадках. Нетрадиційні методи, такі як застосування високого тиску, також можуть впливати на розчинність, при цьому значну роль відіграють певні параметри. Крім того, фосфорилування білка може значно збільшити розчинність, вводячи негативні заряди та посилюючи електростатичне відштовхування між молекулами білка. Розчинність білків горіхів може сильно відрізнятися серед різних типів горіхів, при цьому деякі, такі як мигдаль, демонструють хорошу розчинність у широкому діапазоні рН, тоді як інші мають більш обмежену розчинність [46].

Здатність до водопоглинання (WAC) — ще одна важлива властивість білків горіхів, на яку впливають такі фактори, як іонна сила, рН, температура та тиск. WAC можна покращити шляхом оптимізації цих факторів. Підвищення концентрації солі може впливати на WAC, спочатку збільшуючи його, але зменшуючи, коли концентрація солі зростає, через взаємодію між іонами солі та білками [43]. У кислому рН нижчі значення цієї властивості отримують білки горіха. Він покращується при лужному рН [40,43]. Це відбувається в цих матрицях через утворення агрегатів, що відбувається в ізоелектричній точці, що є результатом сильних молекулярних взаємодій і впливає на низький WAC [43]. При регулюванні рН як стратегії для покращення властивостей білків, що містяться в горіхах, спостерігається збільшення кількості зв'язаної води через збільшення електричного заряду та полярності білків, що є результатом іонізації груп амінокислот [47].

Щодо концентрації іонів солі Юліана та ін. [43] відзначили, що WAC збільшився з 1,23 до 2,04 $\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$ при збільшенні концентрації NaCl від 0 до 0,5 моль $\cdot \text{dm}^{-3}$. Згодом спостерігалось помірне зниження WAC з подальшим підвищенням концентрації NaCl. Автори пояснюють, що зі збільшенням концентрації солі більша частина доступної води зв'язується з іонами солі, посилюючи міжмолекулярні взаємодії між білками.

Це призводить до дегідратації білка і, як наслідок, до зниження WAC. У таблиці 3 представлені різні білки горіхів, а також їх WAC і розчинність за різних умов рН, концентрації іонів солі та температури, чітко ілюструючи прямий вплив цих факторів на характеристики цих білків. Очевидно, що всі ці фактори суттєво впливають на WAC та властивості розчинності. Наприклад, збільшення концентрації солі від 0 до 0,4 М може покращити WAC до 12,6% [40].

Однак WAC має тенденцію до зменшення зі збільшенням концентрації солі через явище, відоме як «засолювання». Подібним чином розчинність безпосередньо залежить від іонної сили, збільшуючись із додаванням солі, але зменшуючись, коли концентрація солі стає вищою [40].

Хоча термічна обробка може призвести до денатурації білка, варто відзначити, що при оптимізації з іншими процесами це може призвести до явного покращення розчинності білка горіхів. Крім того, впровадження передових технологій, таких як високий тиск, також позитивно впливає на цю властивість. Обробка за допомогою цих нових технологій зменшує розмір частинок, тим самим сприяючи підвищенню розчинності білка [30,41,48]. Однак важливо зазначити, що надмірно високі рівні тиску (150 МПа) у деяких випадках можуть призвести до зниження розчинності через надмірну обробку, збільшення взаємодії між білками та водою, що призводить до денатурації білка після обробки [41].

Таблиця 3.1

Водопоглинаюча здатність і розчинність різних білків горіхів

Матеріал	Стан	Водопоглинаюча здатність	Розчинність
Ізолят протеїну кедрового горіха	pH 3 і 8/pH 3 і 11	1,2 і 2,97 см ³ води/г білка	48,44% і 84,75% [43]

	NaCl 0,5 М і 2 М	2,04 і 1,73 см ³ води/г білка	75,37% і 66,72%
Ізолят протеїну лісового горіха	pH 3 і 4/pH 8	1,24 г і 2,88 г води/г білка	67,19%
	NaCl 0,2 М і 1 М	2,67 г і 2,49 г води/г білка	-
Фісташковий білковий ізолят	Контроль	2,25 мл/г ⁻¹	-
	Кип'ятіння	2,80 мл/г ⁻¹	-
	Автоклав	2,70 мл/г ⁻¹	
Ізолят протеїну горіха кешью	Контроль	1,00 мл г ⁻¹	-
	Кип'ятіння	3,05 мл/г ⁻¹	-
	Автоклав	4,20 мл/г ⁻¹	-
Ізолят білка каштана	Контроль	1,05 мл/г ⁻¹	-
	Кип'ятіння	2,60 мл/г ⁻¹	-
	Автоклав	3,10 мл/г ⁻¹	-
Мигдальний протеїновий ізолят	pH 3–4/pH 7–9	-	80–90%/70–80%
Лісовий горіх	Високий тиск (0– 100 МПа/150 МПа)	-	Покращення розчинності (~87%) в емульсіях і

			піні/зменшення розчинності
Ізолят протеїну макадамії	Контроль/Квітозан	-	86,49%/97,32%

Текстура, що включає реологічні та структурні властивості, а також геометричні та поверхневі особливості харчових продуктів, які сприймаються механічними, зоровими та слуховими рецепторами, є найважливішою характеристикою смаку. Текстура з'являється, коли їжа зазнає механічних змін, таких як надрізи, укуси або стиснення. Саме за цих умов можна оцінити такі властивості, як хрусткість, стійкість, волокнистість, шорсткість, когезійність і зернистість. Властивості текстури поділяються на три класи: геометричні, механічні та консистенція [108].

Визначена як основне відчуття від їжі, текстура може бути замаскована смаком і ароматом. Природно, люди демонструють унікальну структурну селективність їжі та переваги щодо смаків і ароматів, що впливає не лише на споживання, але й на відразу до певної їжі [109,110].

Інструменти текстурного тестування вважаються інструментами, які виявляють і кількісно визначають фізичні та сенсорні параметри сприйняття, включаючи жування, визначення структури їжі та виявлення таких відчуттів, як дотик і тиск [111].

Як сенсорна властивість, безпосередньо пов'язана з харчовим вмістом, кольором і смаком, текстурою впливає на прийнятність їжі. Пов'язані з вмістом їжі та її макро- і мікроскопічні

Формування, текстура є основоположною для безпеки та якості харчових продуктів. Теплові процедури і методи обробки впливають на властивості текстури. Поєднання з високим тиском і різні температурні обробки використовуються для досягнення позитивного впливу на текстуру, колір і смак у певній їжі. Крім того, продукти, що піддаються тиску, порівняно

з тими оброблені теплом, демонструють поліпшення текстурних і колірних властивостей [111].

З надмірним зростанням населення заміна тваринного білка рослинними альтернативами стає дедалі більш необхідною та набирає обертів у поточному середовищі споживачів. Негативний вплив на навколишнє середовище, такий як виділення високого рівня вуглекислого газу при виробництві тваринного білка, а також зв'язок надмірного споживання червоного м'яса з розвитком численних проблем зі здоров'ям людини, є суттєвими факторами, що спонукають до цієї заміни [112].

Щоб оцінити тест на різання, безпосередньо пов'язаний із текстурою їжі, Lima et al. [106] порівнювали поживні батончики з бразильського горіха та мигдаль бару. Вони виявили, що батончик Вагу вважається твердішим, ніж батончик бразильського горіха. Однак при оцінці сили результати були обернено пропорційними, причому бруски Бару показали нижчі значення, ніж бруски бразильського горіха. Цей вищий показник міцності пов'язаний із вмістом білка, що є визначальним фактором для міцнішої гелевої сітки, яка робить продукт міцнішим. Мигдаль бару має більш високий вміст білка, мигдаль бару — 24,27 г, а бразильський горіх — 17,92 г. Вища міцність виникає, оскільки вищий вміст білка призводить до більшої взаємодії між молекулами та утворення агрегатів [113].

3.1.2. Перевірка якості та безпеки макухи кедрового горіха. На першому етапі експерименту значна увага приділялася вивченню органолептичних, окремих фізико-хімічних і мікробіологічних властивостей та мінеральної цінності макухи для встановлення придатності нетрадиційної рослинної сировини як компонента підвищення харчова цінність комбінованого продукту. Результати наведені в таблиці 1. Органолептична оцінка виявила такі характерні запахові та смакові властивості коржів (без стороннього запаху та присмаку): макуха насіння чорного кмину демонструвала типовий нейтральний запах та помірно гіркий смак без

присмаку; той із ядер кедрових горіхів мав характерний злегка солодкуватий смак.

За кольоровою гамою (кремово-білий колір) макуха з ядер кедрових горіхів виявилася більш технологічною для виготовлення печінкового паштету, що дозволило використовувати її у більших дозах. Вміст у кедровому горісі ліпідної фракції, багатой поліненасиченими жирними кислотами макуха ядра в 5 разів перевищувала цей вміст у макусі насіння чорного кмину. Вміст білка в макусі чорного кмину ($40,60 \pm 1,40$ %), а також вміст золи ($6,46 \pm 0,03$ %) удвічі перевищували ці ж показники у торт з кедрових горіхів. Відносно висока зольність сировини пояснюється високою концентрацією в насінні кмину мінеральних елементів, зокрема заліза (у 6,8 раза більше), кальцію (у 5,4 раза), магнію (у 1,6 раза). Проте вміст фосфору і марганцю в насінні чорного кмину в 14,4 і 1,8 рази менше, ніж в ядрах кедрового горіха відповідно. При дослідженні мікробіологічних показників якості макухи в досліджуваному рослинному матеріалі виявлено відсутність бактерій групи кишкової палички, сальмонел, золотистого стафілокока та сульфїтредукуючих клостридій. Вміст мезофільної мікрофлори в макусі ядер кедрових горіхів був у 1,5 раза меншим.

3.2. Розробка технології печінкового паштету з використанням рослинної сировини

Другий етап дослідження був присвячений вивченню впливу макухи у різних дозуваннях на якість модельних зразків паштету (табл 3.2). Результати дослідження органолептичних властивостей наведені на рисунках 1 і 2.

Таблиця 3.2

Показники якості та мінеральний склад макухи

Контроль	Дослід	
	макуха з насіння чорного кмину	макуха з кедрових горіхів
Органолептичні показники		
Зовнішній вигляд і консистенція	Однорідний сипкий порошок, розмір частинок менше 0,3 мм	
Колір	Чорно-коричневі, однорідні по всій масі	Кремове-білий, однорідний по всій масі
Запах	Типовий, нейтральний. Відсутність затхлого, пліснявого, прогірклого або будь-якого іншого стороннього запаху	
Смак	Типовий, помірно гіркий смак без присмаку. Відсутність затхлого, пліснявого, прогірклого чи будь- якого іншого стороннього присмаку	Типовий, злегка солонкуватий смак без присмаку. Відсутність затхлого, пліснявого, прогірклого чи будь- якого іншого стороннього присмаку
Фізико-хімічні показники		
Масова частка вологи, %	7.20 ± 0.70	3.20 ± 0.30
Масова частка білка, %	40.6 ± 1.4	20.8 ± 0.6
Масова частка жиру, %	10.2 ± 0.5	54.2 ± 1.3
Масова частка золи, %	6.46 ± 0.03	3.07 ± 0.02
Вміст фосфору, мг/кг	781.00 ± 166.00	11256.00 ± 3144.70
Вміст кальцію, мг/кг	3869.70 ± 1393.09	717.34 ± 258.24
Вміст купруму, мг/кг	19.59 ± 1.96	11.92 ± 1.19

Вміст заліза, мг/кг	411.28 ± 41.13	60.37 ± 6.04
Вміст магнію, мг/кг	3720.5 ± 1004.5	2286.3 ± 617.3
Вміст марганцю, мг/кг	41.80 ± 13.79	75.43 ± 24.89
Вміст Цинку, мг/кг	51.60 ± 5.16	51.80 ± 5.18
Мікробіологічні показники		
КМАФАнМ, КУО/г	3.2×10 ²	2.1×10 ²
Збудники, в тому числі сальмонели в 25 г	не виявлено	
S. aureus в 0,1 г	не виявлено	
E. coli (коліформи) в 1 г	не виявлено	
Сульфітрeredуючих клостридій в 0,1 г	не виявлено	

Результати органолептичної оцінки модельних зразків ілюструють ступінь зміни споживчих властивостей продукції при збільшенні дозування макухи чорного кмину. Так, макуха в кількості 1,5 % лише незначно змінила зовнішній вигляд паштету, внівши сіруватий відтінок у коричневий колір продукту. У середньому дослідні зразки набрали 8,7 ± 0,3 бала, що відповідає категорії «дуже добра» якість. Торт в 3% спричинило більшу зміну кольору (колір зразків змінився з «коричневого» на «сірий з коричневим відтінком») та смаку готового продукту (смак став трохи гострішим), але консистенція і соковитість залишалися прийнятними. Під час дегустаційної оцінки дослідні зразки в середньому набрали 8,2±0,3 бала, що відповідає категорії «дуже добра» якість. Збільшення кількості рослинної сировини до 5 % погіршувало смакові якості зразків паштету, викликаючи неприємний трав'янистий присмак і дещо сухувату соковитість. В результаті якість продукції знизилася до категорії «нижче середнього». Консистенція об'єднаних зразків під час жування була задовільною, але дещо сухою. Середній бал дослідних зразків (5,6±0,3 бала) дав змогу визначити якість як «середню».

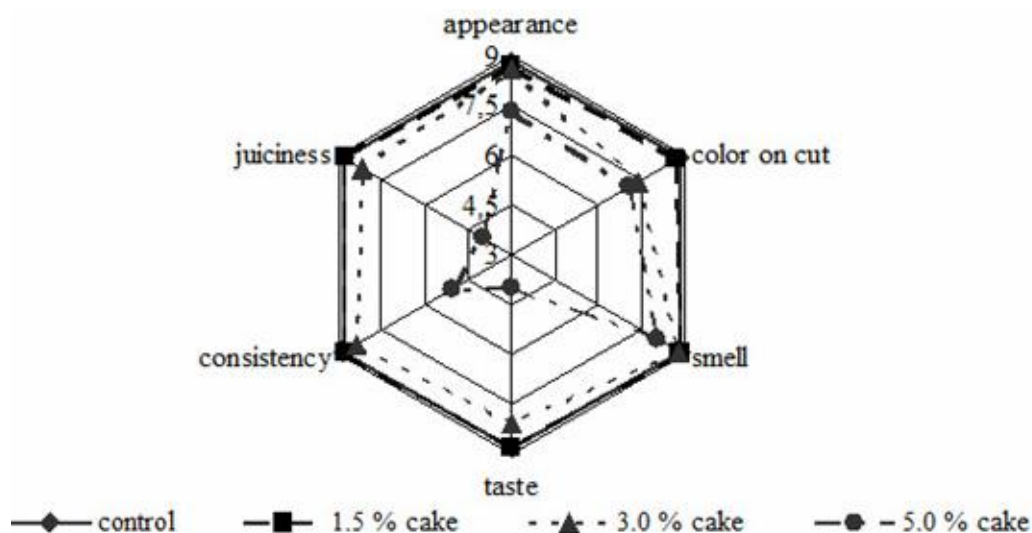


Рис. 3.1. Профілеграма органолептичної оцінки модельних зразків печінкового паштету з додаванням макухи чорного кмину

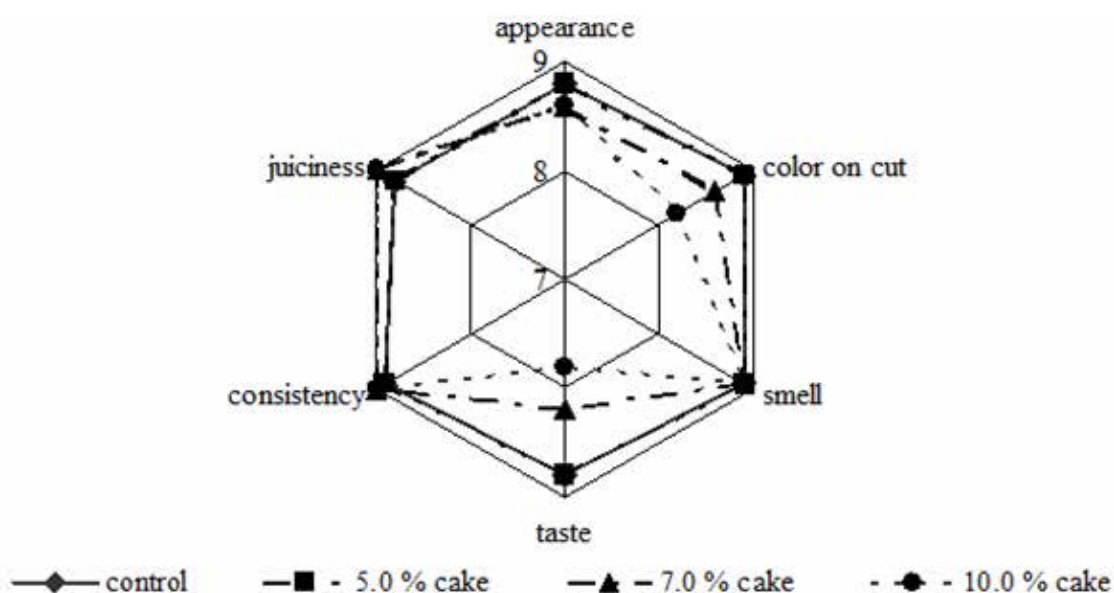


Рис. 3.2. Профілеграма органолептичної оцінки модельних зразків печінкового паштету з додаванням макухи ядра кедрового горіха

Макуха ядра кедрових горіхів у кількості 5,0 % не вплинула на споживчі властивості печінкового паштету, тобто за органолептичними показниками дослідні зразки не відрізнялися від контрольних. Середній бал зразків становив $8,8 \pm 0,2$, що відповідало категорії «дуже добра» якість. Внесення макухи ядра кедрового горіха кремово-білого кольору у кількості 7,0 та 10,0 % суттєво не змінило коричневого кольору паштету. Різниця з контрольним зразком у балах за колір при дегустаційній оцінці становила 0,3 та 0,7 бала

відповідно. Однак смак паштету з 10,0 % ядер кедрових горіхів виявився злегка солодкуватим, але залишився досить смачним (набрав 7,8 балів і відповідає «добрій» якості), що надавало продукту пікантності та більшої ніжності. послідовність.

Останнє, мабуть, можна пояснити багатим на поліненасичені жирні кислоти жирнокислотним складом ліпідів кедрового горіха, які формують пластичні властивості структури харчових продуктів [9]. Середній бал дослідних зразків з 10,0 % макухи склав $8,5 \pm 0,2$, що відповідає категорії «дуже добра» якість продукції.

За результатами для подальших досліджень було обрано дослідні зразки з додаванням 3,0 % макухи насіння чорного кмину та 10,0 % макухи ядра кедрового горіха, оскільки за вказаних концентрацій нетрадиційної рослинної сировини модельні зразки печінкового паштету все ще залишаються неактивними. зберігають прийнятні споживчі характеристики.

Результати досліджень фізико-хімічних та мікробіологічних показників якості модельних зразків паштету в порівняльному аспекті наведені в табл. 2.

При дослідженні зразків печінкових паштетів встановлено, що масові частки вологи, білка, жиру та натрію хлориду як у контрольних, так і в дослідних зразках були в однаковому кількісному діапазоні. Проте вміст білка в досліджуваних зразках мав тенденцію до зростання: на 7,8 % при додаванні макухи чорного кмину та на 38,3 % при додаванні макухи кедрового горіха. Зольність дослідних зразків з рослинною сировиною також була вищою порівняно з контрольною на 20,6 та 24,5 % відповідно, що відповідає результатам дослідження мінеральної цінності модельних зразків паштетів. Бактерії групи E. coli та сульфітредукуючі клостридії не виявлені в даній масі контрольної та дослідної проб протягом усього періоду дослідження. Результати досліджень бактеріальної контамінації модельних зразків паштету показують, що КМАФАнМ був у межах норми (не більше $1,0 \times 10^3$) у контрольних і дослідних зразках навіть наприкінці терміну придатності (24 години). Проте кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів

після 24-годинного зберігання у зразках з макухою чорного кмину зросла на 23 %, а в контрольних і дослідних зразках з макухою кедрового горіха — на 32-33 %. Стабілізацію QMAFAnM можна пояснити відомою здатністю насіння чорного кмину в різних дозах пригнічувати ріст *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Listeria innocua*, стафілококів, а також *Aspergillus flavus*, *Fusarium graminearum*, *Fusarium. moniliforme*, *Penicillium viridicatum* та ін.

Таблиця 3.3

Показники якості модельних зразків печінкового паштету

Показники	Результати випробувань		
	Контроль	3,0 % чорний насіння кмину	10,0 % макуха з кедрових горіхів
Свіжоприготовлені зразки			
Масова частка вологи, %	43.1 ± 0.7	43.0 ± 0.7	44.2 ± 0.6
Масова частка білка, %	14.10 ± 0.88	15.20 ± 0.88	19.50 ± 0.90
Масова частка жиру, %	29.1 ± 2.9	28.2 ± 2.8	29.7 ± 2.3
Масова частка натрій хлориду, %	0.60 ± 0.07	0.60 ± 0.07	0.60 ± 0.07
Масова частка золи, %	1.55 ± 0.03	1.87 ± 0.03	1.93 ± 0.03
КМАФAnM [КУО/г]	7,5×10 ²	7,7×10 ²	6,9×10 ²
<i>E. coli</i> (коліформи) в 1 г	не виявлено		

Сульфїтредукуючих кlostридий в 0,1 г	не виявлено		
Зразки після 24 годин зберігання			
Масова частка вологи, %	42.7 ± 0.7	42.9 ± 0.7	44.0 ± 0.7
КМАФАнМ [КУО/г]	9.9×10 ²	9.5×10 ²	9.2×10 ²
E. coli (коліформи) в 1 г	не виявлено		
Сульфїтредукуючих кlostридий в 0,1 г	не виявлено		

3.3. Дослідження впливу рослинної сировини на харчову цінність розроблених паштетів.

Модельні зразки печінкового паштету Мінеральні речовини поряд з білками, жирами і вуглеводами є життєво важливими компонентами харчування людини, необхідними для формування структур живих тканин і здійснення біохімічних і фізіологічних процесів, що лежать в основі життєдіяльності організму. На відміну від інших незамінних поживних речовин (поліненасичені жирні кислоти, незамінні амінокислоти), вітаміни не є будівельним матеріалом або джерелом енергії. Жиророзчинні вітаміни виконують сигнальні функції екзогенних прогормонів і гормонів (гормоновітаміни). У зв'язку з цим останній етап досліджень був присвячений вивченню вмісту окремих мінеральних компонентів і вітамінів у модельних зразках печінкового паштету. Результати досліджень наведені в табл. 3.4

Таблиця 3.4

Мінерально-вітамінна цінність модельних зразків печінкового паштету

Показники	Результати випробувань		
	контроль	3,0 % насіння чорного кмину	10,0 % макуха з кедрових горіхів
Масова частка фосфору [%]	0,290±0,018	0,300±0,018	0,631±0,018
Вміст кальцію, мг/кг	144,50±56,36	821,16±295,62	627,44±225,88
Вміст міді, мг/кг	1,60±0,16	3,53±0,35	3,67±0,36
Вміст заліза, мг/кг	73,19±7,32	249,38±24,94	171,73±7,17
Вміст магнію, мг/кг	151,32±56,75	342,64±128,49	603,75±163,01
Вміст марганцю, мг/кг	2,29±0,92	3,74±1,50	14,06±5,62
Вміст цинку, мг/кг	27,50±2,75	34,47±3,45	35,00±3,80
Вміст вітаміну А (ретинол), мг/кг	1,71±0,34	1,51±0,25	1,24±0,25
Вміст вітаміну Е (альфа-токоферол), мг/кг	< 25,0		
Вміст вітаміну D3 (холекальциферол), мг/кг	< 0,5		

Оцінки свідчать (рис. 3.3), що включення в раціон 100 г печінкового паштету з макухами дозволяє значно вищою мірою задовольнити потребу дорослої людини в мінеральних елементах, а саме:

- Продукти з макухою чорного кмину забезпечують наступну фізіологічну потребу: 176,2% заліза для чоловіків і 97,9% для жінок, 19,3% міді, 6-7% цинку, марганцю і кальцію, 4,7% магнію;
- Продукти з покриттям з ядра кедрового горіха: 98,5% заліза для чоловіків і 54,8% для жінок, 58,9% марганцю, 20,7% міді, 11,3% магнію, 5-6% кальцію і цинку.

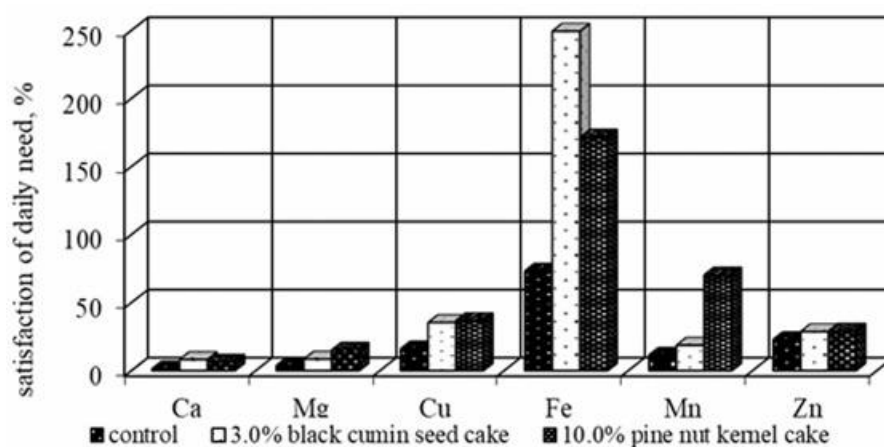


Рис. 3.3. Задоволення фізіологічної потреби в мінеральних речовинах 100 г паштету

Це дозволяє оптимізувати раціон щодо певних мікроелементів і попередити ряд аліментарнозалежних захворювань.

РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

4.1 Техніко – економічне обґрунтування розроблення печінкових паштетів з рослинною сировиною.

Харчова промисловість є ключовою складовою агропромислового комплексу (АПК) будь-якої країни, об'єднуючи виробництво та промислову переробку сировини рослинного й тваринного походження з реалізацією готової продукції. Забезпечення населення якісними харчовими продуктами залишається одним із головних пріоритетів соціально-економічного розвитку держави. Споживання їжі – це базова фізіологічна потреба, без якої не може існувати жодне суспільство.

Однак швидкі зміни в економічній ситуації України, пов'язані зі світовими продовольчими та фінансовими кризами, вимагають підвищеної уваги до харчової промисловості. Ця галузь займає друге місце за внеском у ВВП країни. До структури харчової промисловості України входять харчосмакова, молочна, рибна та м'ясна галузі, причому частка м'ясної промисловості становить майже 15% від загального обсягу реалізованої продукції.

Важливо зазначити, що харчова промисловість відіграє значну роль у забезпеченні продовольчої безпеки країни. Продовольча безпека передбачає здатність держави забезпечувати населення достатньою кількістю харчових продуктів, які відповідають енергетичним потребам людини. Харчова та біологічна цінність продуктів визначається їх здатністю задовольняти потреби організму у білках, жирах, вуглеводах, вітамінах, мінералах, енергії та незамінних амінокислотах.

Розв'язання продовольчих проблем значною мірою зосереджено на ліквідації дефіциту життєво необхідних речовин, зокрема білка, основним джерелом якого є м'ясо та м'ясні продукти. Таким чином, м'ясна промисловість відіграє важливу роль у вирішенні питань економічного та соціального розвитку України.

Протягом останніх двадцяти років вітчизняна м'ясна промисловість перебуває у непростій ситуації, що значною мірою зумовлено проблемами у сировинному секторі. Політична та економічна нестабільність суттєво вплинули на розвиток тваринництва в Україні. Прийнята у 2000-х роках концепція переходу від великотоварного до дрібнотоварного виробництва негативно позначилася на стані та перспективах розвитку сировинної бази м'ясної галузі.

По-перше, швидкість обороту капіталу у птахівництві в 2,5 раза вища, ніж у виробництві свинини, не кажучи вже про яловичину. Крім того, для вирощування корів та свиней потрібно близько 8 кг комбікорму на кожен кілограм виробленого м'яса, тоді як для отримання одного кілограма курятини достатньо лише 2 кг комбікорму.

По-друге, в Україні раніше практично не було великої рогатої худоби м'ясних порід. За статистикою останніх років, споживання м'яса на душу населення зросло на 27%. Якщо у 2005 році середньостатистичний українець споживав 38,9 кг м'яса на рік, то в 2019 році ця цифра зросла до 49,7 кг, а в 2023-му – до 56,1 кг.

Збільшення обсягів споживання м'яса пов'язане не лише з підвищенням рівня добробуту населення, але й зі змінами у структурі харчування.

Аналіз споживання м'ясопродуктів за останні роки свідчить про такі тенденції:

Перше місце займають сосиски, сардельки та варені ковбаси – 69,4%.

Напівкопчені вироби посідають друге місце – 14,5%.

Варено-копчені м'ясні продукти – 7,7%.

Делікатесні вироби знаходяться на четвертому місці – 6,77%.

Найменшу частку займають копчено-запечені м'ясні продукти – 1,63%.

Таким чином, можна зробити висновок, що імпорт сировини в Україні скорочується, тоді як експорт демонструє зростання. Це свідчить про

позитивну тенденцію розвитку м'ясопереробної галузі в напрямку збільшення використання власної сировини.

Аналізуючи наведені вище дані, видно, що попит на делікатеси займає третє місце, що стимулює виробників розширювати асортимент продукції та підвищувати її якість. Для досягнення цієї мети підприємства впроваджують нові технології та купують сучасне обладнання, що робить актуальним вдосконалення технології виробництва паштетів.

Згідно з основних показників економічної ефективності, обсяг виробництва зріс завдяки підвищенню виходу готової продукції, а загальновиробничі та адміністративні витрати знизилися. Зокрема:

Витрати на 1 грн виробленої продукції з ламінарією зменшилися на 0,06 грн, а рентабельність підвищилася на 7,65%.

Для продукції з чорним кмином витрати на 1 грн зменшилися на 0,03 грн, а рентабельність зросла на 4,28%.

Аналіз отриманих даних дозволяє зробити висновок, що вдосконалення технології виробництва печінкових паштетів із додаванням макухи кедрового горіха є економічно доцільним і вигідним.

ВИСНОВОК

В ході виконання магістерської роботи вперше встановлено позитивний вплив досліджуваних макух у досліджуваній концентрації на поповнення мінеральної цінності печінкових паштетів. Щодо макроелементів, то дослідні зразки з 3,0 % макухи чорного кмину містять більше кальцію (у 5,7 рази), магнію (у 2,3 рази), мікроелементів – заліза (у 3,4 рази), міді (у 2,2 рази), марганцю (на 63 %), цинк (на 25 %). Вміст цинку в модельних зразках знаходився в межах одного кількісного діапазону. Додавання 10,0 % ядра кедрового горіха підвищує марганець (у 6,1 рази), кальцій (у 4,3 рази), магній (3,9 рази), залізо та мідь (у 2,3 рази), фосфор у 2,2 рази, цинк (на 27 %) в готовому продукті. Проте виявлено, що заміна яловичої печінки на макуху з насіння чорного кмину призвела до зниження вмісту вітаміну А в паштеті на 11,7 %, на макуху з кедрових горіхів – на 27,5 %, а вміст вітаміну Е і D3 зберігся стабільний.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Kadam D, Lele SS. Extraction, characterization and bioactive properties of *Nigella sativa* seedcake. *J Food Sci Technol.* (2017) 54:3936–47.
2. AlAttas SA, Fat'heya MZ, Turkistany SA. *Nigella sativa* and its active constituent thymoquinone in oral health. *Saudi Med J.* (2016) 37:235.
3. Alu'datt MH, Rababah T, Alhamad MN, Alodat MD, Al-Mahasneh, MA, Gammoh S, et al. Molecular characterization and biofunctional property determination using SDS-PAGE and RP-HPLC of protein fractions from two *Nigella* species. *Food Chem.* (2017) 230:125–34.
4. X, Abd El-Aty MA, Shim, JH. Various extraction and analytical techniques for isolation and identification of secondary metabolites from *Nigella sativa* seeds. *Mini Rev Med Chem.* (2011) 11:947–55.
5. Yimer EM, Tuem KB, Karim A, Ur-Rehman N, Anwar F. *Nigella sativa* L. (black cumin): a promising natural remedy for wide range of illnesses. *Evid Based Complement Altern Med.* (2019) 2019:1528635
6. Amin B, Hosseinzadeh H. Black cumin (*Nigella sativa*) and its active constituent, thymoquinone: an overview on the analgesic and anti-inflammatory effects. *Planta Med.* (2016) 82:8–16.
7. Liu X, Abd El-Aty AM, Cho SK, Yang A, Park JH, Shim JH. Characterization of secondary volatile profiles in *Nigella sativa* seeds from two different origins using accelerated solvent extraction and gas chromatography-mass spectrometry. *Biomed Chromatogr.* (2012) 26:1157– 62.
8. Kesen S. Composition and Functionality of *Nigella sativa* Seed Extracts. In: Fawzy Ramadan M, editor. *Black Cumin (Nigella sativa) Seeds: Chemistry, Technology, Functionality, and Applications.* Food Bioactive Ingredients. Cham: Springer (2021). p. 481–99.
9. Liu X, Park JH, Abd El-Aty AM, Assayed ME, Shimoda M, Shim JH. Isolation of volatiles from *Nigella sativa* seeds using microwave-assisted extraction: effect of whole extracts on canine and murine CYP1A. *Biomed Chromatogr.* (2013) 27:938–45.

10. Adegbeye MJ, Elghandour MM, Faniyi TO, Perez NR, Barbabosa-Pilego A, Zaragoza-Bastida A, et al. Antimicrobial and antihelminthic impacts of black cumin, pawpaw and mustard seeds in livestock production and health. *Agrofor Syst.* (2020) 94:1255–68.
11. Abd El-Hack MEA, Alagawany M, Saeed M, Arif M, Arain MA, Bhutto ZA, et al. Effect of gradual substitution of soyabean meal by *Nigella sativa* meal on growth performance, carcass traits and blood lipid profile of growing Japanese quail. *J Anim Feed Sci.* (2016) 25:244–9.
12. Day, L. Proteins from Land Plants—Potential Resources for Human Nutrition and Food Security. *Trends Food Sci. Technol.* 2013, 32, 25–42.
13. Friedman, M. Nutritional Value of Proteins from Different Food Sources. A Review. *J. Agric. Food Chem.* 1996, 44, 6–29.
14. Loveday, S.M. Food Proteins: Technological, Nutritional, and Sustainability Attributes of Traditional and Emerging Proteins. *Annu. Rev. Food Sci. Technol.* 2019, 10, 311–339.
15. Kristo, E.; Corredig, M. Functional Properties of Food Proteins. In *Applied Food Protein Chemistry*; Ustunol, Z., Ed.; Wiley: Hoboken, NJ, USA, 2014; pp. 47–73.
16. Kumar, M.; Tomar, M.; Potkule, J.; Verma, R.; Punia, S.; Mahapatra, A.; Belwal, T.; Dahuja, A.; Joshi, S.; Berwal, M.K.; et al. Advances in the Plant Protein Extraction: Mechanism and Recommendations. *Food Hydrocoll.* 2021, 115, 106595.
17. Brufau, G.; Boatella, J.; Rafecas, M. Nuts: Source of Energy and Macronutrients. *Br. J. Nutr.* 2006, 96, S24–S28.
18. Gonçalves, B.; Pinto, T.; Aires, A.; Morais, M.C.; Bacelar, E.; Anjos, R.; Ferreira-Cardoso, J.; Oliveira, I.; Vilela, A.; Cosme, F. Composition of Nuts and Their Potential Health Benefits - An Overview. *Foods* 2023, 12, 942.
19. Yang, J. Brazil Nuts and Associated Health Benefits: A Review. *LWT—Food Sci. Technol.* 2009, 42, 1573–1580.

20. Farouk Abdel-salam, F.; Mohamed Ibrahim, R.; Ik Ali, M. Formulation and Evaluation of High Energy-Protein Bars as a Nutritional Supplement for Sports Athletics. *Am. J. Food Sci. Technol.* 2022, 10, 53–65.
21. Venderley, A.M.; Campbell, W.W. Vegetarian Diets: Nutritional Considerations for Athletes. *Sports Med.* 2006, 36, 293–305.
22. Yi, M.; Fu, J.; Zhou, L.; Gao, H.; Fan, C.; Shao, J.; Xu, B.; Wang, Q.; Li, J.; Huang, G.; et al. The Effect of Almond Consumption on Elements of Endurance Exercise Performance in Trained Athletes. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 2014, 11, 18.
23. Qamar, S.; Manrique, Y.J.; Parekh, H.; Falconer, J.R. Nuts, Cereals, Seeds and Legumes Proteins Derived Emulsifiers as a Source of
24. Plant Protein Beverages: A Review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2020, 60, 2742–2762.
25. Roselló-Soto, E.; Poojary, M.M.; Barba, F.J.; Koubaa, M.; Lorenzo, J.M.; Mañes, J.; Moltó, J.C. Thermal and Non-Thermal Preservation Techniques of Tiger Nuts' Beverage “Horchata de Chufa”. Implications for Food Safety, Nutritional and Quality Properties. *Food Res. Int.* 2018, 105, 945–951.
26. Langendörfer, L.J.; Avdylaj, B.; Hensel, O.; Diakité, M. Design of Plant-Based Food: Influences of Macronutrients and Amino Acid Composition on the Techno-Functional Properties of Legume Proteins. *Foods* 2023, 12, 3787.
27. Li, S.; Feng, X.; Hao, X.; Zhu, Y.; Zou, L.; Chen, X.; Yao, Y. A Comprehensive Review of Mung Bean Proteins: Extraction, Characterization, Biological Potential, Techno-functional Properties, Modifications, and Applications. *Comp. Rev. Food Sci. Food Safe* 2023, 22, 3292–3327.
28. Andreani, G.; Sogari, G.; Marti, A.; Froldi, F.; Dagevos, H.; Martini, D. Plant-Based Meat Alternatives: Technological, Nutritional, Environmental, Market, and Social Challenges and Opportunities. *Nutrients* 2023, 15, 452.
29. Hargreaves, S.M.; Rosenfeld, D.L.; Moreira, A.V.B.; Zandonadi, R.P. Plant-Based and Vegetarian Diets: An Overview and Definition of These Dietary Patterns. *Eur. J. Nutr.* 2023, 62, 1109–1121.

30. Salas-Salvadó, J.; Pascual-Compte, M. Nuts and Seeds. In *Encyclopedia of Human Nutrition*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2023; pp. 513–522,
31. Otero, D.M.; Da Rocha Lemos Mendes, G.; Da Silva Lucas, A.J.; Christ-Ribeiro, A.; Ribeiro, C.D.F. Exploring Alternative Protein Sources: Evidence from Patents and Articles Focusing on Food Markets. *Food Chem.* 2022, 394, 133486.
32. Zhao, J.; Wang, X.; Lin, H.; Lin, Z. Hazelnut and Its By-Products: A Comprehensive Review of Nutrition, Phytochemical Profile, Extraction, Bioactivities and Applications. *Food Chem.* 2023, 413, 135576.
33. Alves-Santos, A.M.; Fernandes, D.C.; Naves, M.M.V. Baru (*Dipteryx Alata* Vog.) Fruit as an Option of Nut and Pulp with Advantageous Nutritional and Functional Properties: A Comprehensive Review. *NFS J.* 2021, 24, 26–36.
34. 39. Leal, A.R.; Dionísio, A.P.; Abreu, F.A.P.D.; Oliveira, G.F.D.; Araújo, I.M.D.S.; Magalhães, H.C.R.; Leite, A.B.; Silva, E.K.M.D.; Nascimento, R.F.D.; Nascimento, H.O.D.; et al. Impact of Different Kernel Grades on Volatile Compounds Profile, Fatty Acids and Oxidative Quality of Cashew Nut Oil. *Food Res. Int.* 2023, 165, 112526.
35. Gul, O.; Gul, L.B.; Baskıncı, T.; Parlak, M.E.; Sarıcaoglu, F.T. Influence of pH and Ionic Strength on the Bulk and Interfacial Rheology and Technofunctional Properties of Hazelnut Meal Protein Isolate. *Food Res. Int.* 2023, 169, 112906.
36. Sarıcaoglu, F.T.; Gul, O.; Besir, A.; Atalar, I. Effect of High Pressure Homogenization (HPH) on Functional and Rheological Properties of Hazelnut Meal Proteins Obtained from Hazelnut Oil Industry by-Products. *J. Food Eng.* 2018, 233, 98–108.
37. Yan, C.; Zhou, Z. Solubility and Emulsifying Properties of Phosphorylated Walnut Protein Isolate Extracted by Sodium Trimetaphosphate. *LWT* 2021, 143, 111117.

38. Yuliana, M.; Truong, C.T.; Huynh, L.H.; Ho, Q.P.; Ju, Y.-H. Isolation and Characterization of Protein Isolated from Defatted Cashew Nut Shell: Influence of pH and NaCl on Solubility and Functional Properties. *LWT—Food Sci. Technol.* 2014, 55, 621–626.
39. Zhong, Y.; Xiang, X.; Wang, X.; Zhang, Y.; Hu, M.; Chen, T.; Liu, C. Fabrication and Characterization of Oil-in-Water Emulsions Stabilized by Macadamia Protein Isolate/Chitosan Hydrochloride Composite Polymers. *Food Hydrocoll.* 2020, 103, 105655.
40. Alting, A.C.; De Jongh, H.H.J.; Visschers, R.W.; Simons, J.-W.F.A. Physical and Chemical Interactions in Cold Gelation of Food Proteins. *J. Agric. Food Chem.* 2002, 50, 4682–4689.
41. Qin, P.; Wang, T.; Luo, Y. A Review on Plant-Based Proteins from Soybean: Health Benefits and Soy Product Development. *J. Agric. Food Res.* 2022, 7, 100265.
42. Zeng, Y.; Chen, E.; Zhang, X.; Li, D.; Wang, Q.; Sun, Y. Nutritional Value and Physicochemical Characteristics of Alternative Protein for Meat and Dairy—A Review. *Foods* 2022, 11, 3326.
43. Mileti, O.; Baldino, N.; Carmona, J.A.; Lupi, F.R.; Muñoz, J.; Gabriele, D. Shear and Dilatational Rheological Properties of Vegetable Proteins at the Air/Water Interface. *Food Hydrocoll.* 2022, 126, 107472.
44. Gastaldello, A.; Giampieri, F.; De Giuseppe, R.; Grosso, G.; Baroni, L.; Battino, M. The Rise of Processed Meat Alternatives: A Narrative Review of the Manufacturing, Composition, Nutritional Profile and Health Effects of Newer Sources of Protein, and Their Place in Healthier Diets. *Trends Food Sci. Technol.* 2022, 127, 263–271.
45. Lima, D.S.; Egea, M.B.; Cabassa, I.D.C.C.; Almeida, A.B.D.; Sousa, T.L.D. Lima, T.M.D.; Loss, R.A.; Volp, A.C.P.; Vasconcelos, L.G.D.; Dall’Oglio, E.L.; et al. Technological Quality and Sensory Acceptability of Nutritive Bars Produced with Brazil Nut and Baru Almond Coproducts. *LWT* 2021, 137, 110467.

46. Cui, Q.; Wang, L.; Wang, G.; Zhang, A.; Wang, X.; Jiang, L. Ultrasonication Effects on Physicochemical and Emulsifying Properties of *Cyperus Esculentus* Seed (Tiger Nut) Proteins. *LWT* 2021, 142, 110979.
47. Duan, H.; Gu, S.; Zhao, L.; Lu, D. Establishment of Fracturability Standard Reference Scale by Instrumental and Sensory Analysis of Chinese Food. *J. Texture Stud.* 2014, 45, 148–154.
48. Cappellotto, M.; Olsen, A. Food Texture Acceptance, Sensory Sensitivity, and Food Neophobia in Children and Their Parents. *Foods* 2021, 10, 2327.
49. Prescott, J.; Chheang, S.L.; Jaeger, S.R. Food Neophobia: Higher Responsiveness to Sensory Properties but Low Engagement with Foods Generally. *J. Sens. Stud.* 2022, 37, e12771.
50. Gokul Nath, K.; Pandiselvam, R.; Sunil, C.K. High-Pressure Processing: Effect on Textural Properties of Food—A Review. *J. Food Eng.* 2023, 351, 111521.
51. Baune, M.-C.; Jeske, A.-L.; Profeta, A.; Smetana, S.; Broucke, K.; Van Royen, G.; Gibis, M.; Weiss, J.; Terjung, N. Effect of Plant Protein Extrudates on Hybrid Meatballs—Changes in Nutritional Composition and Sustainability. *Future Foods* 2021, 4, 100081.
52. Cubides, Y.T.P.; Eklund, P.R.; Foegeding, E.A. Casein as a Modifier of Whey Protein Isolate Gel: Sensory Texture and Rheological Properties. *J. Food Sci.* 2019, 84, 3399–3410.
53. Kluczkowski, A.M. Fungal and Mycotoxin Problems in the Nut Industry *Curr. Opin. Food Sci.* 2019, 29, 56–63.
54. Aćkar, Đ.; Babić, J.; Jozinović, A.; Milićević, B.; Lončarić, A.; Šubarić, D. Extrusion Cooking and Snack Food Technologies. In *ICC Handbook of 21st Century Cereal Science and Technology*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2023; pp. 319–325,
55. Cheng, W.; Gao, L.; Wu, D.; Gao, C.; Meng, L.; Feng, X.; Tang, X. Effect of Improved Extrusion Cooking Technology on Structure, Physiochemical

and Nutritional Characteristics of Physically Modified Buckwheat Flour: Its Potential Use as Food Ingredients. *LWT* 2020, 133, 109872.

56. 117. Rehra, D.; Ahmedna, M.; Goktepe, I.; Yu, J. Extrusion Parameters and Consumer Acceptability of a Peanut-based Meat Analogue. *Int. J. Food Sci. Tech.* 2009, 44, 2075–2084.

57. Drunkler, D.A.; Fariña, L.O.d.; Kaskantzis Neto, G. Alergia ao leite de vaca e possíveis substitutos dietéticos. *Rev. Instituto Laticio Candido Tostes* 2010, 65, 3–16.

58. Fuentes Cuiñas, A.A. Cambios En El Consumo y Percepciones En Torno a La Alimentación Saludable de La Leche Tradicional y Bebidas de Origen Vegetal. *Rivar* 2019, 6, 1–14.

59. Costa Fernandes, A.B.; Marcolino, V.A.; Silva, C.; Barão, C.E.; Pimentel, T.C. Potentially Synbiotic Fermented Beverages Processed with Water-Soluble Extract of Baru Almond. *Food Biosci.* 2021, 42, 101200.

60. Silva, K.; Machado, A.; Cardoso, C.; Silva, F.; Freitas, F. Rheological Behavior of Plant-Based Beverages. *Food Sci. Technol.* 2020, 40, 258–263.

61. Bruno, L.M.; Lima, J.R.; Wurlitzer, N.J.; Rodrigues, T.C. Non-Dairy Cashew Nut Milk as a Matrix to Deliver Probiotic Bacteria *Food Sci. Technol.* 2020, 40, 604–607.

62. Demoliner, F.; De Carvalho, L.T.; De Liz, G.R.; Prudêncio, E.S.; Ramos, J.C.; Bascuñan, V.L.A.F.; Vitali, L.; Block, J.M. Improving the Nutritional and Phytochemical Compounds of a Plant-based Milk of Sapucaia Nut Cake Using Block Freeze Concentration. *Int. J. Food Sci. Tech.* 2020, 55, 3031–3042.

63. Rebouças, M.C.; Rodrigues, M.C.P.; Freitas, S.M. Utilization of Mathematical Models to Evaluate the Acceptance and Physicochemical Parameters for the Development of a Beverage Made from Cashew Nut. *Int. Food Res. J.* 2018, 25, 684–689.

64. Rebouças, M.; Rodrigues, M.; De Freitas, S.; Ferreira, B. The Physicochemical Optimization and Acceptability of a Cashew Nut-Based Beverage Varying in Mango Juice and Sugar: A Pilot Study. *Beverages* 2016, 2, 23.

65. Morais, A.C.S.; Rodrigues, M.C.P. Optimization and Consumer Acceptability of Carob Powder as Cocoa Substitute in Lactose-Free Cashew Nut Almonds-Based Beverage. *Int. Food Res. J.* 2016, 25, 2268–2274.
66. Meganaharshini, M.; Sudhakar, V.; Dhivya Bharathi, N.; Deepak, S. Review on Recent Trends in the Application of Protein Concentrates and Isolates—A Food Industry Perspective. *Food Humanit.* 2023, 1, 308–325.
67. 128. Ning, F.; Ge, Z.; Qiu, L.; Wang, X.; Luo, L.; Xiong, H.; Huang, Q. Double-Induced Se-Enriched Peanut Protein Nanoparticles Preparation, Characterization and Stabilized Food-Grade Pickering Emulsions. *Food Hydrocoll.* 2020, 99, 105308.
68. 129. Ni, F.; Luo, X.; Zhao, Z.; Yuan, J.; Song, Y.; Liu, C.; Huang, M.; Dong, L.; Xie, H.; Cai, L.; et al. Enhancing Viability of *Lactobacillus Plantarum* Encapsulated by Alginate-Gelatin Hydrogel Beads during Gastrointestinal Digestion, Storage and in the Mimic Beverage Systems. *Int. J. Biol. Macromol.* 2023, 224, 94–104.
69. Yu, J.; Song, L.; Xiao, H.; Xue, Y.; Xue, C. Structuring Emulsion Gels with Peanut Protein Isolate and Fish Oil and Analyzing the Mechanical and Microstructural Characteristics of Surimi Gel. *LWT* 2022, 154, 112555.
70. Houmy, N.; Melhaoui, R.; Belhaj, K.; Richel, A.; Sindic, M.; Hano, C.; Kodad, S.; Mihamou, A.; Addi, M.; Abid, M.; et al. Chemical Characterization of Almond Meal as a Co-Product of the Mechanical Extraction of Almond Oil. *E3S Web Conf.* 2020, 183, 4004.
71. Souza, T.S.P.; Dias, F.F.G.; Koblitz, M.G.; de M. Bell, J. Aqueous and Enzymatic Extraction of Oil and Protein from Almond Cake: A Comparative Study. *Processes* 2019, 7, 472.
72. Wang, X.; Zhao, Y.; Wang, T.; Li, Y.; Wang, C.; Zhao, X.; Liang, Y.; Wang, H. The Structural and Functional Properties Changing of Peanut Protein Isolate (PPI) via Different Treatments and Their Application in Pork Meatballs Production. *LWT* 2023, 184, 115046.

73. De Oliveira Sousa, A.G.; Fernandes, D.C.; Alves, A.M.; De Freitas, J.B.; Naves, M.M.V. Nutritional Quality and Protein Value of Exotic Almonds and Nut from the Brazilian Savanna Compared to Peanut. *Food Res. Int.* 2011, 44, 2319–2325.
74. Liu, C.; Peng, Q.; Zhong, J.; Liu, W.; Zhong, Y.; Wang, F. Molecular and Functional Properties of Protein Fractions and Isolate from Cashew Nut (*Anacardium occidentale*, L.). *Molecules* 2018, 23, 393.
75. Sisoneto Bisinotto, M.; Da Silva, D.C.; De Carvalho Fino, L.; Moreira Simabuco, F.; Neves Bezerra, R.M.; Costa Antunes, A.E.; Bertoldo Pacheco, M.T. Bioaccessibility of Cashew Nut Kernel Flour Compounds Released after Simulated in Vitro Human Gastrointestinal Digestion. *Food Res. Int.* 2021, 139, 109906.
76. Jian, F.; Zhang, Z.; Li, D.; Luo, F.; Wu, Q.; Lu, F.; Dai, Z.; Nie, M.; Xu, Y.; Feng, L.; et al. Evaluation of the Digestibility and Antioxidant Activity of Protein and Lipid after Mixing Nuts Based on in Vitro and in Vivo Models. *Food Chem.* 2023, 414, 135706.
77. Hernández-Olivas, E.; Asensio-Grau, A.; Calvo-Lerma, J.; García-Hernández, J.; Heredia, A.; Andrés, A. Content and Bioaccessibility of Bioactive Compounds with Potential Benefits for Macular Health in Tiger Nut Products. *Food Biosci.* 2022, 49, 101879.
78. Ahmad A., Husain A., Mujeeb M. et al., 2013. A review on therapeutic potential of *Nigella sativa*: a miracle herb. In: *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, vol. 3(5), pp. 337-352.
79. Alhazmi M.I., Hasan T.N., Shafi, G. et al., 2014. Roles of p53 and caspases in induction of apoptosis in MCF-7 breast cancer cells treated with a methanolic extract of *Nigella sativa* seeds. In: *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, vol. 15(22), pp. 9655-9660.
80. Baharetha H.M., Nassar Z.D., Aisha A.F. et al., 2013. Proapoptotic and antimetastatic properties of supercritical CO₂ extract of *Nigella sativa* Linn. against breast cancer cells. In: *Journal of Medicinal Food*, vol. 16(12), pp. 1121-1130.

81. Bazhenova B.A., Balzhinimaeva S.K., 2011. Pate forcemeat with a biologically active dietary supplement. In: Food Processing: Techniques and Technology, vol. 4, pp. 19-23.
82. Chung K.H., Shin K.O., Hwang H.J. et al., 2013. Chemical composition of nuts and seeds sold in Korea. In: Nutrition Research and Practice, vol. 7(2), pp. 82-88.
83. Dominguez R., Agregan R., Goncalves A. et al., 2016. Effect of fat replacement by olive oil on the physico-chemical properties, fatty acids, cholesterol and tocopherol content of pate. In: Grasas y Aceites, vol. 67, pp. 133-139.
84. Egorova E.Yu., Bochkarev M.S., Reznichenko I.Yu., 2014. Definition of technical requirements to oilcakes of nonconventional food oil-bearing crops. In: Food processing: Techniques and Technology, vol. 1, pp. 131-138.
85. Estevez M., Ventanas J., Cava R. et al., 2005. Definition of technical requirements to oilcakes of nonconventional food oil-bearing crops. In: Meat Science, vol. 71, pp. 657-669.
86. Gargaeva A.G., Gurinovich G.V., 2017. Development of formulas for proteinfat emulsions for poultry based pate. In: Food Processing: Techniques and Technology, vol. 4, pp. 33-39.
87. Golunova N.E., 2003. Collection of recipes for dishes and culinary products for public catering establishments. SPb.: Profix, 408 p.
88. Gomez-Ariza J.L., Arias-Borrego A., Garcia-Barrera T., 2006. Multielemental fractionation in pine nuts (*Pinus pinea*) from different geographic origins by size-exclusion chromatography with UV and inductively coupled plasma mass spectrometry detection. In: Journal of Chromatography A, vol. 1121(2), pp. 191-199.
89. Hajhashemi V., Ghannadi A., Jafarabadi H., 2004. Black cumin seed essential oil, as a potent analgesic and anti-inflammatory drug. In: Phytotherapy Research, vol. 18(3), pp. 195-199.
90. Kosenko T.A., Novitskaya E.G., Kalenik T.K., 2016. The use of plant raw

91. material in production of combined liver pate. In: Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy named after V.R. Filippov, vol. 1, pp. 117-122.
92. Kurako U.M., 2016. Development of technology of the halal pate of the turkey liver by enriching it with the black cumin oil. In: The Agrarian Scientific Journal, vol. 3, pp. 52-56.
93. Lutz M., Luna L., 2016. Nuts and body weight: an overview. In: Health Benefits of Nut Consumption. Nutrients, vol. 2, pp. 652-682.
94. Martin-Sanchez A.M., Ciro G., Sayas E. et al., 2013. Date palm by-products as a new ingredient for the meat industry: Application to a pork liver pate. In: Meat Science, vol. 93(4), pp. 880-887.
95. Pateiro M., Lorenzo J.M., Amado I.R. et al., 2014. Effect of addition of green tea, chestnut and grape extract on the shelf-life of pig liver pate. In: Food Chemistry, vol. 147, pp. 386-394.
96. Ramadan M.F., Morsel J.F., 2002. Neutral lipids classes of black cumin (*Nigella sativa* L.) seed oils. In: European Food Research and Technology, vol. 214, pp. 202-206.
97. Rogozhin E.A., 2016. Seeds of black cumin (*Nigella sativa* L.) - a source of biologically active polypeptides with antibiotic and antitumor activity. In: New and Non-Traditional Plants and Prospects for Their Use, vol. 12, pp. 253-255.
98. Slozhenkina M.I., 2014. Development of technology and evaluation of the quality of children's meat pate with biologically active substances. In: Irrigated Agriculture, vol. 2, pp. 19-20.
99. Terrasa A.M. Staffolo M.D., Tomas M.C., 2016. Nutritional improvement and physicochemical evaluation of liver pate formulations. In: LWT-Food Science and Technology, vol. 66, pp. 678-684
100. Venkatachallam S.K.T., Pattekhan H., Divakarath S., 2010. Chemical composition of *Nigella sativa* L. Seed extracts obtained by supercritical
101. carbon dioxide. In: Journal of Food Science and Technology, vol. 47(6), pp. 598-605.

102. Vershinina A.G., Kalenik T.K., Samchenko O.N., 2012. Development of meat and vegetable pâtés for a healthy diet. In: Food Processing: Techniques and Technology, vol. 1, pp. 120-124.

103. Zając M., Świątek R., 2018. The effect of hemp seed and linseed addition on the quality of liver pâtés. In: Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria, vol. 17(2), pp. 169-176.