

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет харчових технологій та управління якістю продукції АПК

УДК 637.521:635.9

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету харчових технологій та
управління якістю продукції АПК

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри технології м'ясних,
рибних та морепродуктів

_____ Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО

_____ Наталія ГОЛЕМБОВСЬКА

«_____» _____ 2024 р.

«_____» _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «Розробка технології м'ясних напівфабрикатів з додаванням
грибів»**

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

Сергій ДЖУРА

КИЇВ – 2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет харчових технологій та управління якістю продукції АПК

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ
РОБОТИ СТУДЕНТУ**

Джурі Сергію Михайловичу

Спеціальність 181 «Харчові технології»

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

Програма підготовки освітньо-професійна

Тема магістерської роботи **«Розробка технології м'ясних напівфабрикатів з додаванням грибів»**

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: гриби; м'ясна сировина; січені напівфабрикати; 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 _____

Сергій ДЖУРА

РЕФЕРАТ

Магістерська робота виконана згідно завдання: «Розробка технології м'ясних напівфабрикатів з додаванням грибів»

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

- обґрунтувати доцільність використання грибів у технології м'ясних напівфабрикатів;
- дослідити фізико-хімічні властивості грибів;
- розробити рецептуру і технологію січених напівфабрикатів з грибами;
- дослідити вплив грибів на якісні характеристики та м'ясо-рослинних виробів;

Об'єкт дослідження – технологія січених напівфабрикатів з грибами.

Предмет дослідження – м'ясо сировина, порошок грибів; модельні фаршеві системи і готові вироби.

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

Магістерська робота виконана на 61 сторінці, містить 4 таблиці та 7 рисунків. Список літератури складає 106 джерел.

Ключові слова: м'ясна сировина, готовий виріб, термічна обробка, технологія виготовлення, харчові волокна, гриби.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	7
1.1 Обґрунтування використання грибів у технології м'ясних напівфабрикатів	7
1.2 Їстівні гриби як функціональні інгредієнти для розробки більш здорової та стійкої їжі для людського організму	9
1.3 Гриби як біоактивні функціональні харчові інгредієнти	12
1.4. Поживний профіль грибів	14
1.4.1. Вплив їстівних грибів на харчову цінність продукти	18
1.4.2. Вплив грибів на фізико-хімічні властивості м'ясної їжі	20
Висновок до розділу 1	29
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ, МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	30
2.1. Організація проведення експериментальних досліджень	30
2.2. Матеріали та об'єкти дослідження	31
2.3. Методи проведення досліджень	31
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	33
3.1 Дослідження функціонально-технологічних властивостей грибів	33
3.2 Дослідження впливу грибів на сенсорні показники розробленого продукту	37
3.2.1. Аналіз кольоровості	39
3.2.2. Аналіз текстури	40
3.3.3. Сенсорний аналіз	41
РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ	43
ВИСНОВКИ	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	50

ВСТУП

Однією з багатьох основних вимог до новітніх харчових технологій є розширення асортименту продукції за рахунок створення нових комбінованих продуктів із професійно підібраним складом харчових та біологічних речовин [1–7]. Відсутність у раціоні пересічної людини таких важливих харчових поживних речовин, як білки, вітаміни, сучасна несприятлива екологічна ситуація, необхідність економного використання вторинних ресурсів висувають завдання виробництва м'ясної продукції з використанням різних видів сировини, в т.ч. сировина рослинного походження, а саме гриби [8–12].

Будь-який харчовий продукт повинен містити в необхідному співвідношенні компоненти, необхідні для нормального обміну речовин організму кожної людини [13–17]. Повне впровадження запропонованих технологій дозволить збільшити асортимент функціональних продуктів при дефіциті харчових білків, вітамінів і харчових волокон [18–20]. М'ясо займає центральне місце в харчуванні завдяки незамінним поживним речовинам, необхідним організму [21–24]. М'ясо урізноманітнює раціон людини і включає багату на смак їжу [25–28].

Гриби - цінний продукт харчування. Гриби містять цілий комплекс макроелементів (вуглеводи, білки, жири), мікроелементів (майже весь комплекс вітамінів групи В, жиророзчинні вітаміни D і E, макро- і мікроелементи, харчові волокна, органічні кислоти, ферменти) і не містять рослинний крохмаль. Від рослин гриби відрізняються відсутністю крохмалю. Свіжі гриби містять 84–94% води. Близько половини сухих речовин становлять азотисті сполуки, які в середньому на 70% складаються з білків. У грибах містяться глікоген і цукор з групи вуглеводів (трегалоза - невідновний дисахарид; маніт - багатоатомний спирт; хітин у складі клітковини). Замість клітковини оболонки грибів складаються зі специфічної речовини – фунгіну. Гриби містять близько 0,5% жиру, більша його частина міститься в плодовому шарі плодожерки.

Гливи є дієтичним продуктом, так як в 100 г грибів міститься всього 33 ккал. Незважаючи на низьку калорійність, вміст поживних речовин, необхідних організму людини, у гливи досить високий. За кількістю амінокислот і білка гриби значно перевищують таку в овочах і можуть конкурувати з молочними і м'ясними продуктами. За вмістом білків і амінокислотним складом гливи ближче до рослинної сировини порівняно з сировиною тваринного походження. Протеїн гливи містить всі незамінні амінокислоти, необхідні людині.

Вітаміни А і Е, що містяться у великій кількості, роблять гливу протираковим продуктом. У глинах міститься велика кількість біологічно активних речовин. Згідно з дослідженнями, сік цього гриба перешкоджає росту кишкової палички, а завдяки своїм бактерицидним властивостям гриби виводять з організму людини радіоактивні речовини. Регулярне додавання в раціон грибів робить людину більш стійкою до впливу рентгенівських променів. Глива бере участь у виведенні з організму людини різних солей важких металів і радіонуклідів; підвищує імунітет, має протівірусну дію. Беззаперечною перевагою полісахаридів гливи є їх низька токсичність. Плодові тіла грибів містять сполуки, які затримують процес старіння організму завдяки своїй антиоксидантній активності. Гливи беруть участь у виведенні холестерину з організму, що знижує ризик розвитку атеросклерозу.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Обґрунтування використання грибів у технології м'ясних напівфабрикатів.

Їстівні гриби, які можна вживати в сушеному вигляді, використовують переважно у вигляді готових супів і соусів. Вважається, що гриби *Agaricus bisporus* і *Pleurotus ostreatus*, вирощування яких набуло широкого поширення останнім часом, слід використовувати в різних харчових рецептурах, щоб додати додаткову цінність цим видам грибів. Для цього гриби *A. bisporus* і *P. ostreatus*, вирощені в грибному цеху Університету *Osmaniye Korkut Ata*, були висушені у відповідних умовах і перетворені в порошок. Спочатку готували закуску з *A. bisporus*. Пшеничне борошно було замінено на 5% - 10% - 20% і 30%, і таким чином було досліджено потенціал продукту з відносно нижчим вмістом вуглеводів і жирів і більшим вмістом клітковини. У другій частині дослідження 5% і 10% порошку грибів *A. bisporus* і *P. ostreatus* додавали до традиційного рецепту фрикадельок (яловичий фарш, сіль), і таким чином було поставлено на мету замінити м'ясо аромат у фрикадельках з ароматом грибів, щоб фрикадельки легше споживати. Як закуски, так і зразки фрикадельок аналізували фізично (текстура та колір) і сенсорно, а результати сенсорного аналізу оцінювали статистично.

Гриби відомі як здорова їжа та дієтичні поживні речовини в усьому світі, оскільки вони містять багату кількість рослинних білків, хітину, незамінних амінокислот, вітамінів, мінералів і низький вміст жиру та калорій (Redneault та ін., 2008). У сухому вигляді їстівний гриб містить 56,8% вуглеводів, 25,0% білка, 5,7% жиру і 12,5% золи (Demirbaş, 2002; Mendil et al., 2004). Однак гриби вважаються не лише джерелом їжі, але й мають лікувальні властивості завдяки біологічно активним сполукам (Chiu та ін., 2000; Chang і Miles, 2004). Крім того, їстівні гриби можуть бути корисними при багатьох захворюваннях, таких як гіпертонія, рак і холестерин. Протягом багатьох років продукти із злаків присутні в житті людини і є найбільш улюбленими харчових

матеріалів у світі. З цієї причини хлібопекарська промисловість швидко розвивається, а хлібобулочні виробни, такі як хліб, круасани, закуски тощо, зайняли величезну участь у міжнародному продовольчому ринку. Але ожиріння, серцево-судинні захворювання, діабет і деякі види раку безпосередньо пов'язані з харчовими звичками (Hu, 2002). Щоб зменшити ризики, споживачі прагнуть спробувати нові, але більш здорові продукти харчування.

Отже, хлібопекарська промисловість повинна слідувати останнім і здоровим тенденціям (Byrne, 2000; Kohn, 2000; Kotsianis et al., 2002). Це може бути досягнуто шляхом переробки або зміни складу харчових продуктів, таких як нетермічні операції або функціональні харчові продукти (Reisch і Gwozdz, 2011; Kaur і Das, 2011; Aschemann-Witzel, 2015).

Останнім часом дослідники зосередилися на заміні пшеничного борошна різними типами борошна, щоб задовольнити потребу в більш здорових продуктах харчування (Coelho and Salas-Mellado, 2015).

М'ясо та м'ясні продукти містять значну кількість білків, вітамінів і мінералів, і споживання цих продуктів було збільшено. зростає в країнах, що розвиваються (FAO, 2013; Ledesma et al., 2016). Особливо червоне м'ясо містить велику кількість заліза, цинку, селену, калію та низку вітамінів групи В, включаючи ніацин, рибофлавін, тіамін і вітамін В12 (Wyness et al., 2011). Через насичених жирних кислот лікарі та дослідники протягом кількох років пропонували зменшити споживання червоного м'яса в щоденному раціоні. Але дослідження, проведені в Європі та Північній Америці, показали, що не було жодного зв'язку між споживанням червоного м'яса та різними захворюваннями, такими як рак і серцево-судинні розлади (Siri-Tarino та ін., 2010; Каппелер та ін., 2013; Рорманн та ін., 2013; Чоудхурі та ін., 2014). Недавні дослідження також вказали на те, що слід розрізняти необроблені та оброблені м'ясні продукти (салямі, ковбаси тощо) (Binnie et al., 2014). Замість споживання синтетичних харчових добавок або хімічних речовин із обробленого м'яса, необроблене м'ясо, наприклад фарш, можна було б

приправити природними сполуками. У попередніх дослідженнях деякі види грибів досліджувалися різними дослідниками як харчові добавки (Wakchaure та ін. , 2010; Окафор та ін., 2012; Айша і Ван Рослі, 2014). Це дослідження є важливим індикатором доступності в якості харчової добавки в таких продуктах, як фрикадельки та закуски з висушеного *A. bisporus* і *P. ostreatus*, і фокусується на колірних, текстурних і сенсорних властивостях згаданих нових харчових продуктів.

1.2. Їстівні гриби як функціональні інгредієнти для розробки більш здорової та стійкої їжі для людського організму.

М'язова їжа, така як м'ясо та риба, відіграє важливу роль у щоденному раціоні більшості споживачів завдяки своїм бажаним сенсорним властивостям і корисним поживним властивостям, включаючи високий рівень якісних білків, вітамінів і мінералів. Проте м'язова їжа має дефіцит вітаміну С, кальцію, харчових волокон і антиоксидантів [1]. Крім того, споживання обробленої їжі було пов'язано з певними хронічними проблемами зі здоров'ям, такими як збільшення діабету та ожиріння [2 , 3]. Підвищення обізнаності споживачів про можливі зв'язки між дієтою та здоров'ям призводить до зрушень у їхніх моделях харчування в бік більш здорових харчових продуктів. Здоровіші харчові звички включають зменшення споживання інгредієнтів, які можуть спричинити проблеми зі здоров'ям, таких як насичені жири, цукор і сіль, а також збільшення споживання інгредієнтів, які можуть сприяти здоров'ю людини, таких як ненасичені жирні кислоти, вітаміни, мінерали та нутрицевтики [4]. Прийняття цих дієтичних звичок сприяє підтримці здорової ваги, а також мінімізує ризик деяких захворювань способу життя [5]. Як наслідок, зростає попит на більш здорові харчові продукти, які споживачі можуть легко включити у свій раціон. Крім того, вирощування тварин для отримання м'язової їжі є небажаним з екологічної точки зору, оскільки це призводить до більших викидів парникових газів, землекористування, використання води та забруднення, ніж вирощування

орних культур [6]. Отже, також бажано зменшити загальну кількість продуктів тваринного походження в раціоні людини. Цього можна досягти, якщо повністю відмовитися від продуктів тваринного походження (веганство), відмовитися від м'ясних продуктів (вегетаріанство) або зменшити кількість м'ясних продуктів у раціоні (флекситаріанство). Цей останній підхід підходить для тих, хто хоче прийняти більш здорову та стійку дієту, але все ще хоче споживати трохи м'яса.

У результаті цих проблем харчова промисловість змінює формулу існуючих продуктів і створює нові продукти, щоб зробити їх більш здоровими та стійкими [7, 8]. У цій статті ми зосередимося на створенні харчових продуктів, призначених для флекситарного ринку. Зокрема, ми зосереджуємося на заміні частини м'ясних або рибних продуктів здоровими та більш стійкими натуральними інгредієнтами: грибами. Їстівні гриби вважаються корисними харчовими інгредієнтами, оскільки вони містять високий рівень якісних білків, харчових волокон, вітамінів, мінералів і фенольних сполук [9 , 10 , 11 , 12]. Крім того, вони мають відносно низьку концентрацію жиру та засвоюваних вуглеводів, що робить їх придатними для покращення харчового профілю харчових продуктів [13]. Також повідомлялося, що деякі гриби містять компоненти, які виявляють корисні терапевтичні ефекти [14]. Наприклад, повідомляється, що полісахаридно-білкові комплекси та лектини мають імуномодулюючу та протипухлинну дію [15 , 16], гіпотензивну дію [17] та дію проти ангиогенезу [18]. Таким чином, зростає інтерес до включення грибів у м'язову їжу, тим самим зменшуючи частку м'яса [19 , 20]. Одна з переваг використання грибів для цієї мети полягає в тому, що вони мають хорошу сумісність з м'ясними продуктами через смак уамі та волокнисту текстуру, схожу на м'ясо [21 , 22 , 23 , 24].

У цьому огляді описано використання їстівних частин грибів як функціональних інгредієнтів у м'язових харчових продуктах, таких як м'ясо та риба. Зокрема, критично розглядається вплив грибів на поживні та якісні

властивості цих продуктів, включаючи їхні фізико-хімічні властивості, мікробіологічну стабільність, хімічну стабільність та сенсорні аспекти.

У багатьох країнах гриби цінуються як кулінарні делікатеси, а в багатьох культурах їх називають «рослинним м'ясом». Ботанічно вони є плодовими тілами макроскопічних нитчастих сапрофітних грибів, які ростуть над землею. Їх благотворний вплив на здоров'я та харчування людини було визнано в ранніх грецьких, єгипетських, римських і китайських цивілізаціях [25 , 26 , 27]. Гриби можна умовно розділити на три основні групи відповідно до їх застосування: їстівні (54%), лікарські (38%) і дикі (8%) [28]. Було підраховано, що в усьому світі існує щонайменше 12 000 видів грибів, близько 2000 з них придатні для їстівного та/або медичного застосування, але лише 35 зараз культивуються в комерційних цілях [29]. З поживної точки зору гриби мають багато позитивних переваг для раціону людини: вони містять низький вміст жиру, високий вміст білка та харчових волокон, а також є хорошими джерелами вітамінів, мінералів і нутрицевтиків [30 , 31]. Як наслідок, світовий ринок грибів значно виріс за останні кілька років з виробництвом 34 мільярдів кг, а споживання на душу населення перевищило 4,7 кг у 2013 році [28]. Дійсно, виробництво грибів наразі є багатомільярдною галуззю з річним оборотом близько 35 мільярдів доларів США у 2015 році та, за оцінками, перевищить 59 мільярдів доларів США у 2021 році, зростаючи приблизно на 9,2% з 2016 по 2021 рік. У комерційних цілях гриби в основному вирощуються на відходах сільського господарства, що дозволяє перетворити ці відходи на цінне джерело їжі для людей [32], а також зменшити відходи та забруднення навколишнього середовища.

Одними з найбільш важливих комерційно культивованих грибів є *Agaricus bisporus* (агарик або гудзик), *Lentinula edodes* (шиітаке), *Flammulina velutipes* (енокі або зимовий гриб), *Pleurotus eryngii* (королівський гриб), *Pleurotus ostreatus* (вишечка), *Volvariella volvacea* (гриб підмаренник), *Calocybe indica* (молочний гриб), *Hericium erinaceus* (гриб помпон або левиний зів), *Boletus edulis* (білий гриб, білий гриб або королівський гриб), *Grifola*

frondosa (гриб майтаке або лісовий гриб) і *Agrocybe aegerita* (pioppini) [33]. При цьому близько 85% культивованих у світі їстівних грибів представлено лише п'ятьма родами. *Lentinula* , *Agaricus* , *Pleurotus* , *Auricularia* і *Flammulina* [28], незважаючи на те, що широкий спектр інших їстівних грибів також можна культивувати в промислових масштабах у великих масштабах. Існують деякі зовнішні та внутрішні фактори, які впливають на висоту ніжки, діаметр ніжки та розмір капелюшка культивованого гриба. Найважливішими факторами, відповідальними за збільшення виробництва культивованих їстівних грибів, є температура, вологість, свіже повітря та щільність матеріалу.

1.3. Гриби як біоактивні функціональні харчові інгредієнти

Незважаючи на те, що під час приготування оброблених харчових продуктів використовується багато інгредієнтів, роль харчових інгредієнтів, яка заслуговує на особливу увагу, полягає в тих, що мають притаманні харчові та функціональні властивості, які впливають на якість готових харчових продуктів. Тому інгредієнти тепер розглядаються як невід'ємна частина будь-якого процесу розробки харчових продуктів. Однак інгредієнти або сполуки, отримані з природних джерел і в цілому вважаються безпечними, представляють великий інтерес через їхню безпеку та характеристики для здоров'я [34]. За даними Управління з контролю за якістю харчових продуктів і медикаментів, це речовини, які прямо чи опосередковано впливають на різні атрибути та властивості будь-якої їжі. Вони включені на будь-якій нижній стадії обробки, будь то виробництво, пакування чи зберігання їжі, доки вона не досягне споживача. Метою є не лише покращення харчової якості та безпеки, але й свіжість, зовнішній вигляд і загальна прийнятність харчових продуктів шляхом зміни смаку та текстури. Ці добавки часто вважаються нутрицевтиками, якщо вони або частина їх компонентів мають медичну або позитивну користь для здоров'я та відіграють життєво важливу роль у профілактиці та лікуванні різних захворювань [35 , 36]. Нутрицевтиками може бути ціла їжа або її частина, або навіть окремий компонент або екстракт

їжі, який регулярно використовується як дієтична добавка. Харчовий продукт називається «функціональним» лише тоді, коли ці нутрицевтики включені в їжу або її рецептуру для досягнення конкретної цільової функції, наприклад покращення самопочуття, а також якості життя людини шляхом зниження ризику захворювання за межами харчової цінності [35 , 37].

Печериці, які належать до нитчастих вищих грибів, відомі своєю харчовою насиченістю, низькою калорійністю, смаковими та поживними властивостями. Завдяки своїм унікальним поживним, а також текстурним властивостям їх використовують як дієтичну добавку і часто розглядають як альтернативне джерело м'яса, риби, овочів, фруктів тощо [38]. Крім того, гриби є джерелом високоякісного білка, який виробляється у величезних кількостях від переробки нікчемних агровідходів, включаючи агропромислові відходи на одиницю площі та часу [39 , 40]. Тому збагачення або збагачення дієт або харчових продуктів таким хорошим джерелом білка, що містить усі незамінні амінокислоти, може допомогти зменшити випадки білково-енергетичного недоїдання у людей [41]. Крім того, завдяки наявності численних вторинних метаболітів або нутрицевтиків або біологічно активних сполук, що мають медичну цінність, гриби також можуть використовуватися як біотерапевтичні засоби [42 , 43].

Як правило, гриби володіють усіма трьома функціональними властивостями їжі — харчовою, смаковою та фізіологічною. Гриби мають особливо приємний пікантний смак, званий уамі, завдяки наявності натрієвих солей вільних амінокислот, таких як глутамінова та аспарагінова амінокислоти та 5'-нуклеотидів [44]. Смак уамі, також званий приємним смаком, є не що інше, як загальний смак їжі, посилений моно-глутаматом натрію [45]. Отже, гриби є кращими та адаптованими до більшості харчових рецептів завдяки цьому унікальному смаку.

Знову ж таки, пептиди смаку уамі та пептиди, що підсилюють уамі, також вважаються важливими компонентами, які впливають на сенсорну якість грибів. Пептиди з різною структурою та довжиною мають унікальні

смакові властивості, включаючи солодкі, гіркі, умами, кислі та солоні. Вони зазвичай несмачні у воді, але вони можуть посилити солоний, солодкий, кислий, гіркий або умами смак у поєднанні з відповідними смаковими речовинами [46]. Різні дослідники повідомили, що деякі дипептиди або трипептиди, що містять Glu, такі як Glu-Glu, Glu-Asp, Glu-Asp-Glu, Glu-Gly-Ser, підсилюють смак умами [47]. Нещодавно з гідролізату висушеного гриба шиітаке були виділені пептиди умами (2 трипептиди і 3 дипептиди), і вважають, що ці пептиди відповідають за специфічний смак гриба шиітаке. Вони також сприяють унікальному смаку грибів або навіть взаємодіють з іншими летючими сполуками, щоб вплинути на весь смак їжі [48]. В іншому дослідженні пептиди смаку умами, такі як Gly-Leu-Pro-Asp і Gly-His-Gly-Asp, виділені з гриба *Agaricus bisporus*, вважаються ключовими молекулами смаку кокумі [49]. Смак кокумі найкраще описується такими характеристиками смаку, як ковток, складність і безперервність. Смакові речовини кокумі самі по собі мають легкий смак або навіть не мають смаку, але вони можуть посилити смак основних смаків, таких як солодкий, солоний і умами [50]. Цікаво, що при додаванні в чистий курячий бульйон ці пептиди з *Agaricus bisporus* можуть викликати нові смакові відчуття, такі як відчуття смаку та складність [49].

1.4. Поживний профіль грибів

Як зазначалося раніше, гриби є чудовим джерелом харчових волокон і багаті білком, що містить усі дев'ять амінокислот, які необхідні людині [26], але мають низький вміст жиру та калорій [13]. Загалом плодове тіла грибів містять 5–15 % сухої речовини, 19–35 % білка та низький вміст жиру (табл. 1). Дійсно, вміст білка в грибах майже в чотири рази більше, ніж у помідорах і моркві, у шість разів більше, ніж в апельсинах, і в 12 разів більше, ніж у яблуках [40 , 51]. Гриби, як гриби, так і стебла, є чудовим джерелом харчових волокон, головним чином завдяки наявності некрохмальних полісахаридів. Стебла грибів в основному складаються з нерозчинних харчових волокон

(IDF) і глюканів. Отже, ніжка гриба може бути використана для приготування біологічно активних полісахаридних комплексів як харчова добавка [52]. У недавньому дослідженні стебло енокі або зимового гриба (*Flammulina velutipes*) містить 32% харчових волокон [53]. Знову ж таки, низький вміст жиру та високий вміст клітковини в грибах може допомогти запобігти гіпертонії та гіперхолестеринемії, а також бути корисним для контролю ваги [54]. Гриби також є корисними джерелами незамінних жирних кислот (52–87% ненасичених жирних кислот), в основному у формі лінолевої кислоти, яка не може бути безпосередньо синтезована в організмі людини, але потрібна для здоров'я [55]. Гриби також багаті неперетравлюваними вуглеводами, що робить їх перспективними джерелами нових пребіотичних компонентів [56 , 57]. Низький глікемічний індекс і високий вміст маніту в грибах також вважаються корисними для діабетиків [58].

Будучи чудовим джерелом харчових волокон і білків, гриби також мають низький вміст натрію та містять різноманітний спектр мікроелементів, таких як вітаміни В 1 , В 2 , В 12 , С, D, Е, ніацин і фолієву кислоту [59].]. Незважаючи на те, що гриби культивуються в темряві та не є джерелом їжі тваринного походження, гриби містять значні рівні вітаміну D, який часто називають «сонячним вітаміном». Під впливом сонячного світла або ультрафіолетового (УФ)-В-світла вміст вітаміну D (особливо вітаміну D 2) у грибах значно збільшується, що може відігравати значну роль у здоров'ї кісток і хрящів веганів і вегетаріанців [60 , 61 , 62].].

Крім того, гриби є багатим джерелом необхідних мінералів, таких як залізо, мідь, марганець і цинк, які відіграють важливу роль у належному функціонуванні різних метаболічних шляхів. Дійсно, рівні деяких важливих мікроелементів (таких як калій і фосфор) зазвичай значно вищі в грибах, ніж у більшості овочів [63]. Їстівні гриби також можуть виробляти ряд флавоноїдів, які можуть проявляти користь для здоров'я [64].

Слід зазначити, що поживний склад грибів значно змінюється залежно від таких факторів, як вид, внутрішньовидова генетична мінливість, зрілість,

умови зростання, географічне розташування, умови навколишнього середовища та умови після збору врожаю [65 , 66]. Хімічний склад деяких популярних сортів грибів, про які повідомляють різні дослідники, представлений у таблиці 1 .

Грибні нутрицевтики – це природні сполуки, що містяться в грибах, які можуть мати користь для здоров'я, зменшуючи ризики певних захворювань або покращуючи працездатність людини [42 , 81 , 82]. Потенційний вплив грибних нутрицевтиків на зміцнення здоров'я та запобігання захворюванням пояснюється широким спектром біологічних дій, які обговорюються в цьому розділі.

Повідомлялося, що гриби містять різні види нутрицевтиків, включаючи лектини, тритерпеноїди, ганодерову кислоту, β -глюкан, фенольні речовини, флавоноїди, гісполон, кальцелін, протеоглікан, лентинан, лакказу, нуклеозиди, нуклеотиди та ергостеролин [31 , 83 , 84 , 85]. Що стосується поліфенольних сполук, то плодові тіла грибів, а також екстракти грибів містять значну кількість фенольних кислот, особливо похідних бензойної кислоти та похідних коричної кислоти. Було виявлено, що різні види грибів містять протокатехієву, *p*-гідроксибензойну, ванільну, саліцилову, *p*-кумаринову, галову, гентизинову, сирингієву, вератрієву, коричну, кавову та ферулову кислоти [86]. Біологічна активність і потенційна користь для здоров'я деяких із цих нутрицевтиків були ретельно вивчені. Наприклад, ряд полісахаридів, знайдених у грибах, включаючи хітин, β -глюкан, α -глюкан, маннани, ксилани та галактани, як повідомляється, мають потенційну користь для здоров'я [43 , 61 , 87]. Загалом, нутрицевтики в грибах можуть виявляти широкий спектр різних біологічних дій залежно від їх хімічної структури та їх взаємодії з біохімічними процесами, включаючи протизапальну, антиканцерогенну, протипухлинну, антимуtagenну, антидіабетичну, антибактеріальну, протівірусну, проти ожиріння та антигіперхолестеринемічну активність [36 , 60 , 88 , 89]. Оскільки їх застосування для зміцнення здоров'я людини було

детально розглянуто багатьма попередніми дослідниками [42 , 43 , 55 , 66 , 82 , 84 , 90], ми не розглядаємо їх далі в цьому огляді.

Пребіотичні ефекти грибів. З'являється все більше доказів того, що здоров'я людини можна зміцнити, дотримуючись дієти, яка створює різноманітний мікробіом у товстій кишці [91]. Зокрема, дієти, які сприяють росту корисних бактерій, таких як *Lactobacillus* і *Bifidobacterium*, одночасно пригнічуючи ріст шкідливих бактерій, таких як *Clostridia* і *Bacteroides*, можуть сприяти здоров'ю [56 , 91]. Пребіотики - це неперетравлювані та ферментовані харчові компоненти, такі як олігосахариди, харчові волокна та неперетравлювані крохмалі, які сприяють здоров'ю шляхом вибіркової модуляції складу та/або активності мікробіоти кишечника [61 , 92 , 93]. Повідомлялося, що гриби містять численні компоненти, які виявляють пребіотичну активність, включаючи хітин, геміцелюлозу, β -глюкан, α -глюкан, маннани, ксилани та галактани [57]. Деякі з важливих видів грибів, які, як повідомляється, виявляють сильну пребіотичну активність, включають *L. edodes* (Шітаке), *Trametes versicolor* (Юнчжі) і *Ganoderma lucidum* (Рейші).

У дослідженні Chou et al. [94] повідомили, що пребіотики (полісахариди та білково-полісахаридні комплекси) з грибів проходили через людський шлунок і тонкий кишечник без травлення, а потім досягали товстої кишки, де вони стимулювали ріст здорових бактерій (*Lactobacillus acidophilus* і *Bifidobacterium longum* subsp.). Так само було показано, що глюкани з *P. ostreatus* і *P. eryngii* [95] і *G. lucidum* [90] також стимулюють ріст *Bifidobacterium* sp. і *Lactobacillus* sp.

Також повідомляється, що пребіотичні грибні полісахариди виявляють протиожиріння та протидіабетичні ефекти шляхом регулювання енергетичного гомеостазу та рівнів глюкози в плазмі організму господаря [61]. Вважається, що відновлення енергетичного балансу відбувається за рахунок постачання альтернативних джерел енергії з коротколанцюгових жирних кислот, що утворюються під час бродіння неперетравлюваних вуглеводів у товстій кишці [96]. Деякі дослідження *in vitro* також показали, що екстракти

з *G. lucidum* можуть модулювати мікробіоту кишечника таким чином, що може допомогти запобігти ожирінню [97 , 98]. Інші дослідження показали, що полісахариди з різних сортів грибів можуть бути здатні полегшувати метаболічні синдроми (включаючи діабет), такі як *Agaricus brasiliensis* , *Agrocybe chaxingu* , *Catathelasma ventricosum* , *Pleurotus abalonus* , *Tremella fuciformis* , *G. frondosa* та *G. lucidum* [61, 99].

1.4.1. Вплив їстівних грибів на харчову цінність продукти. Їстівні гриби, завдяки багатству поживної цінності та функціональних харчових компонентів, роблять їх неперевершеним джерелом здорової їжі та розглядаються як чудові харчові добавки [36 , 53]. Щоб використати переваги поживних, нутрицевтичних та інших лікувальних цінностей, гриби використовуються не лише безпосередньо як їжа, але й як сировина для створення та розробки нових функціональних харчових продуктів для споживачів, які піклуються про своє здоров'я. Крім цих значень, гриби віддають перевагу в якості добавок виробникам харчових продуктів через їхній аромат, смак і притаманні функціональні властивості модифікації текстури [100 , 101], які, як повідомляється, позитивно впливають на смак, зовнішній вигляд, загальне сприйняття та термін зберігання, при включенні в різні оброблені харчові рецептури [53].

Враховуючи їх величезну користь, різноманітні харчові продукти, такі як хліб [102], рибні та м'ясні продукти [103], печиво [104], інші продукти, такі як супи швидкого приготування, макарони, приправи для закусок, запіканки та страви з рису [105 , 106] розробляються з використанням грибів як функціональних біологічно активних компонентів, які, як стверджується, покращують профіль харчування та потенційні переваги для здоров'я [104]. Хоча доступна досить велика кількість дослідницьких статей, які висвітлюють використання грибів як потенційних функціональних сполук у різних харчових продуктах, цей огляд обмежує свою увагу потенційним застосуванням грибів лише у м'язовій їжі (м'ясо та риба).

Додавання грибів та їх частин не тільки суттєво впливає на бажану текстуру, смак, аромат і стабільність харчових продуктів для м'язів, але також збагачує їх поживними та функціональними цінностями для здоров'я [36 , 104 , 107 , 108 , 109]. На малюнку 2 показано сприятливий вплив грибів на якісні характеристики м'язової їжі та пов'язану з цим користь для здоров'я. Крім того, гриб більш відомий своїм низьким вмістом натрію [110]. Наприклад, плодові тіла *Agaricus* sp. містять 396 мг натрію/кг [111], що є низьким вмістом серед овочів [112]. З іншого боку, оброблене м'ясо містить 7–39 г хлориду натрію/кг [113]. Дієтичне споживання такої більшої кількості натрію часто пов'язане з різними захворюваннями та підвищує ризик гіпертонії та серцево-судинних захворювань [114]. Таким чином, попереднє змішування або змішування грибів у обробленому м'ясі може допомогти зменшити вміст натрію в продуктах, пропонуючи споживачам більше харчових властивостей і переваг для здоров'я [115].

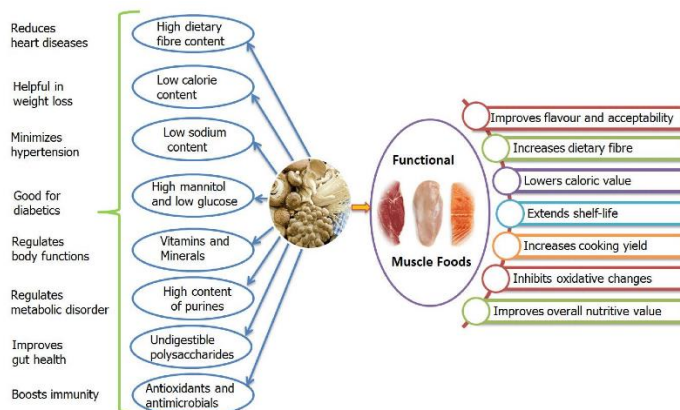


Рис. 1.1. Схематична діаграма, що демонструє вплив поживних речовин грибів на якісні характеристики м'язової їжі у порівнянні з впливом на здоров'я людини

Протягом багатьох років ряд дослідників успішно включили гриби та їх різні частини (перетинки та відходи стебла) у рецептуру різноманітних харчових продуктів для м'язів, таких як курячі сосиски [70], солоня варена яловичина [116], м'ясо тунця [117], креветки [118], емульсійні свинячі

ковбаски [109], традиційні турецькі фрикадельки [108], ферментовані свинячі ковбаски [107], котлети з зубатки [71] тощо.

1.4.2. Вплив грибів на фізико-хімічні властивості м'ясної їжі. Якість і прийнятність м'язової їжі залежить від ряду різних фізико-хімічних властивостей, включаючи хімічний склад, рН, водоутримуючу здатність (WHC), стабільність емульсії та продуктивність при варінні [8 , 132]. Рівень рН м'язової їжі особливо важливий, оскільки він впливає на їх WHC, соковитість, готовність, консистенцію та термін зберігання, регулюючи ріст мікробів [1 , 133]. Дослідження показали, що введення порошку зимових грибів (*F. velutipes*) у свинячі ковбаси емульсійного типу підвищило їх рН, WHC та продуктивність при варінні, зменшивши виділення жиру та води з ковбас [109]. Подібним чином Cha et al. [126] повідомили, що додавання білого желейного гриба (*T. fuciformis*) у свинячі котлети значно збільшило збереження олії та продуктивність приготування. Більше того, повідомляється, що додавання 25% свіжих грибів до курячих котлет покращує збереження вологи (77%) і прискорює приготування (81%) [134]. Збільшення продуктивності при приготуванні їжі та збереження води/жиру сприятливі не лише з технологічної та сенсорної точки зору, але й з економічної точки зору. У недавньому дослідженні було показано, що включення відходів стебла гриба енокі (*F. velutipes*) у нагетси з козячого м'яса забезпечує вищий рН, стабільність емульсії, продуктивність при варінні та WHC [53]. Подібним чином Bao et al. [135] повідомили про невелике підвищення рН яловичини та рибних продуктів після додавання екстрактів грибів енокі. Спостережуване підвищення рН після додавання грибів може бути пов'язане з відносною кількістю основних амінокислот порівняно з кислими амінокислотами в цих продуктах [136], а також природною буферною здатністю білків грибів [137]. Навпаки, було виявлено, що екстракти шиітаке (*L. edodes*) знижують рН ферментованих ковбас протягом 30 днів зберігання при 15 °C [130], що, можливо, було пов'язано з присутністю молочнокислих бактерій, які утворювали кислоти у ферментованих ковбасах. .

Додавання грибів також впливає на хімічний склад і поживний профіль м'язової їжі. Як обговорювалося раніше, ці ефекти можна пояснити наявністю в грибах відносно високого рівня білка, мінералів і харчових волокон. Повідомлялося, що додавання сушених грибів (*P. ostreatus*) у яловичі котлети збільшує вміст білка, жиру та золи в кінцевому продукті [67]. Подібним чином, включення сушених сірих грибів вешенок значно знизило вміст жиру в приготованих курячих котлетах [68]. Повідомлялося, що додавання висушених екстрактів грибів енокі в нагетси з козячого м'яса збільшує вміст харчових волокон і золи [53]. Ван Рослі та ін. [124] повідомили, що додавання порошку гливи (*P. sajor saju*, PSC) до м'яса курки зменшило вміст жиру, але збільшило вміст клітковини в сосисках залежно від дози.

У сукупності ці дослідження чітко показують, що складом м'язової їжі можна маніпулювати, додаючи різні типи та кількість грибів під час обробки. Додавання грибів у вигляді порошку або екстракту впливає на фізико-хімічні властивості, сенсорні властивості та поживні профілі м'язової їжі.

Гриби на окислення ліпідів у м'язовій їжі. Окислення ліпідів і білків у м'язовій їжі є небажаним, оскільки це призводить до прогірклого запаху, неприємного присмаку, зміни кольору продуктів [138 , 139 , 140]. Знову ж таки, окислення ліпідів різними способами продукує вільні радикали (такі як алкільні, алкоксильні та пероксильні радикали), які, як спостерігалось, індують окислення білка [141]. Наприклад, приготування або нагрівання м'язових харчових продуктів вище 60 °C ініціює окислювальне розщеплення порфіринового кільця, що призводить до вивільнення гемового заліза, що може призвести до посиленого окислення ліпідів і білків [142 , 143]. Ці окисні реакції надзвичайно складні та призводять до втрати цінних поживних речовин, а також до утворення численних типів продуктів реакції [116 , 140]. Наприклад, незамінні амінокислоти та жирні кислоти можуть бути втрачені [144], тоді як утворюються летючі присмаки [145 , 146]. Багато факторів впливають на окислення ліпідів і білків, включаючи кисень, температуру, світло та іони перехідних металів. Дослідники все частіше намагаються

ідентифікувати та використовувати природні антиоксиданти для пригнічення окислення ліпідів і білків у м'язовій їжі [147 , 148 , 149 , 150]. Використання цих антиоксидантів допомагає покращити якість харчових продуктів, термін зберігання та харчовий профіль [8 , 151 , 152].

Гриби містять широкий спектр природних антиоксидантів, включаючи фенольні сполуки, ерготіонеїн, аскорбінову кислоту, токофероли та каротиноїди [36 , 64 , 153 , 154]. Плодові тіла та міцелій грибів також містять різні види природних антиоксидантів, включаючи глікозиди, полісахариди, селен, аскорбінову кислоту, токофероли та каротиноїди [58]. Дослідники повідомили, що фенольні сполуки (3–11 мг/г) і флавоноїди (2,5–4,8 мг/г) є основними біоактивними сполуками, відповідальними за антиоксидантну активність плодових тіл їстівних грибів [155]. Зимові гриби (*F. velutipes*) також відомі своєю сильною антиоксидантною активністю, оскільки вони містять фенольні сполуки, такі як кверцетин, хлорогенова кислота, галлова кислота, протокатехінова кислота та флавоноїди [53 , 109 , 156]. Повідомлялося також, що метанольні екстракти *V. edulis* містять компоненти, які є відомими антиоксидантами, такі як аскорбінова кислота (18,7 мг/г сухої ваги), токофероли (18,7 мг/г сухої ваги) і фенольні кислоти (9,74 мг/кг сухої ваги) [73]. Також повідомляється, що відходи (листочки) гриба шиїтаке (*L. edodes*) містять різні види природних антиоксидантів [157 , 158]. Також повідомлялося про ацетонові та метанолові екстракти різних грибів, у тому числі *Amanita rubescens* , *Lepista nuda* , *Cantharellus cibarius* , *Hypsizigus marmoreus* , *Lactarius piperatus* , *Polyporus squamosus* , *Mucor circinelloides* , *Russula cyanoxantha* *A. bisporus* , *L. edodes* і *V. volvacea* виставляти сильну антиоксидантну активність, яка в основному пояснюється високим рівнем фенольних сполук і флавоноїдів [159 , 160 , 161 , 162].

Повідомлялося, що екстракти грибів із плодових тіл їстівних грибів (*F. velutipes*) пригнічують окислення ліпідів і білків у сирій яловичині та рибі (великоокий тунець) під час зберігання, що пояснюється наявністю природних антиоксидантів [103 , 135]. Алноумані та ін. [116] включили сушений

порошок *A. bisporus* в солоний варений яловичий фарш і перевірили його здатність захищати ліпіди та білки від окислення під час зберігання. Було виявлено, що екстракт грибів ефективно пригнічує окислення ліпідів і білків, причому після 16 днів зберігання утворюється приблизно на 88–94% нижчий рівень малональдегіду та 99% нижчий рівень летких альдегідів порівняно з контрольним зразком. В іншому дослідженні Nayak et al. [71] повідомили про значно нижчі окисні зміни в котлетах із сома сутчі (*Pangasius hypophthalmus*) після того, як був включений екстракт гриба (*A. bisporus*), що призвело до помітного збільшення терміну зберігання. Антиоксидантна активність грибів та їх екстрактів також була продемонстрована в різних інших дослідженнях, включаючи екстракти *B. edulis* у котлетах для гамбургерів з яловичини [119], мелений білий гриб у продуктах сухої ферментації яловичини [63], екстракт *F. velutipes* у великоокому тунці. [117], екстракт *F. velutipes* у креветках курума [118], і Екстракти *L. edodes* у ферментованих свинячих ковбасах [130].

Ці дослідження чітко показують, що гриби та їх екстракти містять різноманітний спектр природних антиоксидантів, які можуть покращити якість і термін придатності харчових продуктів для м'язів, пригнічуючи окислення ліпідів і білків.

Гриби на текстурні властивості м'язової їжі. Атрибути якості та прийнятність м'язової їжі сильно залежать від її текстурних властивостей. Їжа для м'язів - це складні за складом і структурою м'які матеріали з напівтвердою консистенцією, які впливають на їх приготування, пережовування і травлення. Тектурні властивості м'язової їжі не тільки в значній мірі регулюються гелеутворювальними та емульгуювальними властивостями білків, які вони містять, але й впливом інших компонентів, таких як ліпіди та мінерали [151 , 163]. Включення грибів у м'язову їжу впливає на їх реологічні характеристики, що необхідно враховувати при розробці продуктів, збагачених грибами. Однією з переваг використання грибів у м'ясних продуктах є те, що вони вже самі по собі мають м'ясоподібну структуру, оскільки вони мають дуже тверду консистенцію, а фракції харчових волокон

утворюють щільну м'ясну текстуру при обробці з м'язовою їжею. Як результат, вони часто можуть бути включені до певного відсотка в м'язову їжу, не викликаючи серйозних негативних наслідків для їх текстурних властивостей [53 , 127]. Зміни в аспектах якості, особливо в текстурних властивостях м'язової їжі внаслідок включення грибів, можна оцінити за допомогою різних досліджень, перелічених у таблиці 2 .

Ряд дослідників досліджували вплив грибів на текстурні властивості м'язової їжі. Choe та ін. [109] повідомили про зменшення твердості, пружності, клейкості та жувальної здатності ковбас після додавання грибного порошку. Подібним чином Banerjee et al. [53] повідомили, що твердість, пружність, зв'язність і клейкість м'ясних нагетсів зменшилися після додавання екстрактів грибів, але ці ефекти не були статистично значущими. Повідомлялося, що твердість та інші текстурні властивості курячих котлет зменшуються після заміни 25% або 50% курячого м'яса вешенкою [120 , 134]. Повідомлялося про зниження твердості, когезійності та клейкості, але збільшення пружності, коли королівську вешенку додають у гель сурімі, приготований з м'ясної пасти каракатиці (*Sepia esculenta*) [121].

Загалом, ці результати свідчать про те, що включення грибів у м'язову їжу зазвичай призводить до розм'якшення кінцевих продуктів. Існує ряд можливих фізико-хімічних явищ, які можуть пояснити цей ефект. Наприклад, гриби містять відносно високий рівень харчових волокон, які можуть утворювати тривимірну біополімерну мережу, яка затримує рідини, що призводить до більш м'якої текстури м'язових харчових продуктів [164 , 165]. Крім того, додавання великої кількості грибів у м'язову їжу знижує концентрацію солюбілізованих м'язових білків, тим самим зменшуючи їх здатність утворювати міцні гелі.

Гриби на зовнішній вигляд м'ясних продуктів. Зовнішній вигляд м'язової їжі, такий як їх непрозорість, колір і блиск поверхні, забезпечують видиму ознаку їх якості та свіжості, тим самим відіграючи важливу роль у визначенні споживачем рішень про покупку [166 , 167]. Додавання грибів до

м'язової їжі може вплинути на їх зовнішній вигляд кількома способами. Гриби природно відрізняються від кольору м'яса чи риби, тому суміші матимуть інший вигляд, ніж м'ясо чи риба. Крім того, екстракти грибів можуть містити частинки, які мають розміри та форми, які відрізняються від тих, що присутні в м'язовій їжі, що може змінити їх візуальну текстуру. Нарешті, гриби містять антиоксиданти та інші молекули, які можуть перешкоджати зміні кольору м'язової їжі. У цьому розділі ми подаємо короткий огляд досліджень, які вивчали вплив грибів на зовнішній вигляд м'язової їжі.

Бао та ін. [135] спостерігали за змінами концентрації мет-міоглобіну та кольору м'ясних продуктів з яловичини та великоокого тунця, що містять екстракт зимових грибів, під час холодного зберігання. Автори повідомили, що присутність екстрактів грибів значно знизила концентрацію мет-міоглобіну в м'ясних продуктах. У результаті бажаний колір продуктів з яловичини та тунця зберігався протягом 12 та 7 днів зберігання порівняно з 6 та 2 днями для контрольних зразків (без грибів), відповідно. Ефект стабілізації кольору екстракту гриба пояснюється наявністю ерготіонеїну, який знижує швидкість утворення мет-міоглобіну, який, як відомо, сприяє знебарвленню м'язової їжі [135 , 168]. Подібним чином було показано, що екстракт ерготіонеїну з грибів подовжує стабільність червоного кольору м'яса жовтохвоста та тунця під час холодного зберігання [123].

В іншому дослідженні дослідники повідомили, що присутність 50% гливи у приготованих курячих котлетах не вплинуло на їх почервоніння (a^*), але зменшило їх світлостійність (L^*) і жовтизну (b^*) [134]. Повідомлялося, що додавання порошку білих зимових грибів у свинячі ковбаски емульсійного типу мало впливало на їх зовнішній вигляд [109]. Подібним чином, додавання до 20% гриба *A. bisporus* в гамбургери з яловичиною не сильно вплинуло на їх зовнішній вигляд [127]. Додавання грибного порошку шиїтаке в сосиски незначно вплинуло на їх початковий колір, але збільшило їх жовтизну під час зберігання [169]. У дослідженні тако з вареної яловичини Вонг та ін. [170] повідомили про зменшення світлості (L^*) зі збільшенням рівня грибів (25–

75%). Крім того, додавання 75% грибів у м'ясо тако призвело до меншого почервоніння (a*), ніж контрольні зразки з м'яса. Ці ефекти могли виникнути через те, що гриби були темнішими за м'ясні продукти, а також через те, що вміст міоглобіну в кінцевих продуктах був знижений після додавання грибів.

На відміну від наведених вище досліджень, було виявлено, що додавання білого желейного гриба трохи зменшує почервоніння та збільшує жовтизну приготованих свинячих котлет, що може бути пов'язано з прозорим білим кольором цих грибів [126]. Загалом, вплив грибів на м'язову їжу залежить від початкового кольору грибів і м'язової їжі, а також від будь-яких фізичних взаємодій або хімічних реакцій, які можуть відбуватися між ними [171].

Гриби на мікробіологічну якість м'язової їжі. Їжа для м'язів містить велику кількість макронутрієнтів і мікроелементів, які псуються або патогенні мікроорганізми можуть використовувати для росту. Тому важливо мати ефективні стратегії для продовження терміну придатності та забезпечення безпеки цього типу харчових продуктів [172]. Багато грибів та їх компонентів виявляють антибактеріальні та протигрибкові властивості [154 , 173]. Отже, їх додавання до харчових продуктів для м'язів може мати додаткову перевагу у вигляді покращення їх безпеки та терміну зберігання. Ці антимікробні властивості приписують низці різних компонентів грибів, включаючи високомолекулярні (пептиди та білки) та низькомолекулярні (терпени, стероїди, антрахінони, похідні бензойної кислоти та хінолони) сполуки, що виділяються плодовими тілами грибів для власне виживання [36 , 174]. Лікарські гриби, такі як *Aleurodiscus* , *Coprinus* , *Clitocybe* , *Daedalea* , *Marasmius* , *Merulius* , *Pleurotus* , *Polyporus* , *Poria* , *Psathyrella* та *Tricholoma* spp. використовувалися як джерело природних антибіотиків для лікування різних типів захворювань через імуномодуючі властивості β -глюканів і антибактеріальні властивості вторинних метаболітів [175 , 176]. У цьому розділі ми розглядаємо дослідження антимікробних властивостей грибів та їх компонентів, зосереджуючись на їх застосуванні в м'язовій їжі.

Чоудхурі та ін. [55] повідомили, що екстракти *L. edodes* , *P. ostreatus* і *Hypsizigus tessulatus* продемонстрували антимікробну активність проти всіх протестованих бактерій і грибів із значеннями мінімальної інгібуючої концентрації (МІК) від 1 до 9 мг/мл. У цьому дослідженні екстракти *L. edodes* були більш ефективними, ніж екстракти двох інших видів грибів. Подібним чином, екстракти гриба шиітаке (*L. edodes*), виділені з використанням органічних розчинників і надкритичних рідин, виявляли антибактеріальну дію проти патогенних мікроорганізмів, таких як *Streptococcus pyogenes* і *Staphylococcus aureus* [77], тоді як екстракти, виділені лише з використанням надкритичної рідини, виявили антимікробну дію проти *Micrococcus luteus* і *Bacillus cereus* [78]. Також повідомлялося, що екстракти гриба *Pleurotus florida* виявляють сильну інгібіторну дію на ріст як грампозитивних, так і грамнегативних бактерій і, отже, можуть розглядатися як альтернатива традиційним антибіотикам [79].

Інші дослідження показують, що гриби або їх екстракти можна використовувати як природні консерванти, які покращують термін придатності харчових продуктів, пригнічуючи ріст мікроорганізмів, що псуєть м'язи. Повідомлялося, що гриби виявляють антимікробну активність у котлетах із зубатки сучі, що призводить до значного подовження терміну їх зберігання [71]. В іншому дослідженні було показано, що екстракти шиітаке (*L. edodes*) виявляють хорошу антимікробну дію у ферментованих ковбасах, тим самим подовжуючи термін їх зберігання та пригнічуючи ріст патогенів, таких як *S. aureus* , *Listeria monocytogenes* і *Escherichia coli* O157 [130] . Стойкович та ін. [180] повідомили, що метанольний екстракт з *Boletus aereus* був ефективним для контролю мікробного росту проти організмів, що викликають харчове отруєння, у свинячому м'ясі, включаючи *S. aureus* , *L. monocytogenes* , *E. coli* та *Salmonella Typhimurium*. Загалом ці дослідження показують, що додавання грибів до м'язової їжі, наприклад м'яса чи риби, може бути ефективним засобом збільшення терміну зберігання та безпеки.

Гриб на сенсорні властивості м'язової їжі. Сенсорні властивості харчових продуктів відіграють важливу роль у визначенні їх якості та бажаності. Загальне сенсорне враження від м'язової їжі залежить від її зовнішнього вигляду, смаку, текстури та пероральної обробки [181]. Додавання їстівних грибів до м'ясних і рибних продуктів змінює ці фізико-хімічні характеристики до ступеня, що залежить від типу та рівня використовуваних грибів, таким чином змінюючи їхні сенсорні властивості. Чоє та ін. [109] повідомили, що додавання 1% порошку зимових грибів у свинячі ковбаси емульсійного типу призвело до кращих сенсорних показників (консистенція, смак і прийнятність), ніж ковбаси з 2%. Ван Рослі та ін. [134] повідомили, що додавання від 25% до 50% гливи в курячі котлети призвело до змішаних продуктів, які мали подібні сенсорні та смакові показники, як і повністю м'ясні контрольні котлети. Крім того, було показано, що введення 25% глив у м'ясні котлети не має негативного впливу на їх сенсорні властивості [68].

Мірдал Міллер та ін. [122] виявили, що додавання 80% білих грибів у тако з яловичого фаршу зі зниженим вмістом солі не вплинуло на інтенсивність смаку. Це дослідження свідчить про те, що в деяких випадках можна включити велику кількість грибів у харчові продукти для м'язів, зберігаючи при цьому бажані профілі смаку. Цей ефект може бути пов'язаний з відносно високим вмістом вільних амінокислот у грибах, які створюють бажаний м'ясоподібний умамі, солодкий і гіркий смак [182 , 183]. Смак умамі робить їстівні гриби приємними на смак і придатними для приготування більшості харчових продуктів [44]. Chun та ін. [125] повідомили, що додавання різних рівнів (2%, 4% і 6%) грибного порошку шиітаке в свинячі котлети підвищило їх твердість, соковитість, смак і загальну прийнятність залежно від дози. Подібним чином, додавання королівського гриба вешенки (30%, 40% і 50%) в пасту з каракатиці (*S. esculenta*) призвело до вищих балів загальної прийнятності , ніж контрольна паста [121]. Ряд інших досліджень також повідомили про відсутність змін або покращення сенсорних

властивостей харчових продуктів для м'язів після додавання грибів або їх екстрактів, наприклад, порошку гриба енокі (2%, 4% і 6%) до нагетсів з баранини [53] і мелені білі желейні гриби (10%, 20% і 30% мелених) до свинячих котлет [126].

Висновок до розділу 1

Гриби є багатим джерелом важливих поживних речовин і біологічно активних компонентів, включаючи білки, клітковину, вітаміни, мінерали та нутрицевтики, а також мають низький вміст калорій, натрію, жиру та холестерину. Їх також можна виробляти більш екологічно, ніж м'ясні продукти, з меншим шкідливим впливом на навколишнє середовище [6]. Крім того, вони мають багато смакових і текстурних властивостей, які сумісні з м'ясними і рибними продуктами. Отже, вони є надзвичайно цінним функціональним інгредієнтом для створення продуктів харчування для м'язів з покращеними профілями поживності та стабільності. Зокрема, їх можна використовувати для створення харчових продуктів, призначених для флекситаріанської дієти, де частка м'яса або риби в продукті зменшена.

Є багато видів їстівних грибів, які ще не вивчені для їх потенційного застосування в продуктах харчування. Ці нові види грибів можуть мати інший харчовий, сенсорний і навколишній вплив, ніж ті види, які використовувалися досі. Отже, існує потреба в дослідженні цих інших видів. Крім того, необхідні подальші дослідження для визначення механізмів дії різних складових грибів, наприклад, їх антимікробної активності, антиоксидантної активності, структури, текстурних властивостей і смакових профілів. Враховуючи зростаючий попит споживачів на більш здорову та стійку їжу, ймовірно, що використання грибів у м'язовій їжі, ймовірно, продовжуватиме зростати.

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

2.1. Організація проведення експериментальних досліджень

У даному розділі наведено програму аналітичних та експериментальних досліджень з розробки технології напівфабрикатів м'ясних посічених, визначено предмети та матеріали дослідження, наведено характеристику методів сенсорної оцінки розроблених напівфабрикатів та інших показників предметів досліджень, а також планування експерименту та математичної обробки експериментальних даних.

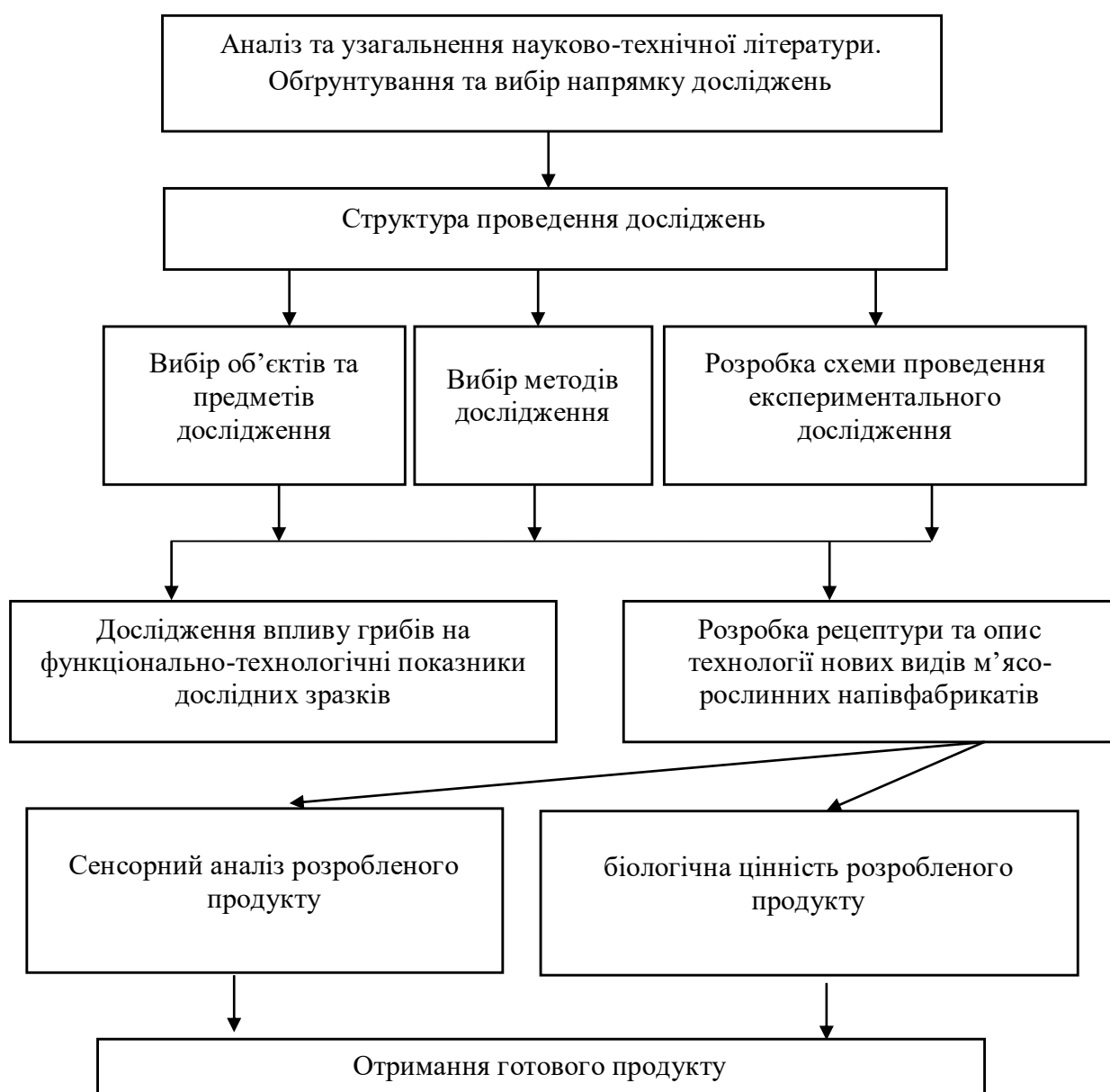


Рис. 2.1. Загальна схема проведення досліджень

2.2. Матеріали та об'єкти дослідження

Виробництво, збирання та сушіння грибів *Agaricus bisporus* і *Pleurotus ostreatus* були вироблені з використанням компостів у Mushroom House університету *Osmaniye Korkut Ata*. У грибниці є системи кондиціонування, вентиляції та зволоження. Спочатку протягом 7 діб перед закладанням компостів проводили дезінфекцію приміщень 1% формальдегідом. Компости були розміщені в цих приміщеннях, адаптованих до умов середовища для росту міцелію. Гриби *P. ostreatus* культивували в умовах освітлення після росту міцелію, тоді як гриби *A. bisporus* культивували в темній кімнаті. Гриби збирали до розкриття капелюшків. Зібрані гриби сушили в дегідраторі (*Kangye, KYS 329*) протягом 1 доби при 60°C. Потім сушені зразки грибів подрібнювали в порошок комерційним блендером (*Ворінг, Німеччина*) і зберігали в скляних банках при +4°C до аналізу.

Приготування фрикадельок. Тефтелі без грибного порошку (контроль) містять лише свинний фарш і сіль. Для виготовлення фрикадельок використовували порошок *A. bisporus* або *P. ostreatus*. У тефтелі додавали 5% або 10% грибного порошку. Препарат виготовляли вручну та готували в духовці комерційного типу (*Öztiryakiler, 10 GN2/1*) при 150°C протягом 150 хвилин. Сирий продукт мав масу 30 грамів. Для визначення кольорів зразків використовувався прилад *Minolta Chroma meter CR 400*. Загальні відмінності кольорів (ΔE) між продуктами оцінювали за значеннями *L* (яскравість), *a* (червоність-зеленість) і *b* (блакитність-жовтість) після варіння.

Еталонні значення належали стандартним білим пластинкам хромометра. Колір кожного зразка зчитували двічі зверху і знизу. Для оцінки використовували середні значення *L*, *a* і *b*.

2.3. Методи проведення досліджень

Аналіз текстури. Щоб виконати інструментальну оцінку текстури зразків закусок і фрикадельок, використовувався аналізатор текстури *Brookfield (СТЗ, Датчик навантаження: 4500 г)*. Аналіз текстурного профілю (ТРА) виконував два цикли стиснення і застосовувався до всіх зразків за

допомогою датчика проникнення, що рухався зі швидкістю 1 мм/с. Швидкість до випробування та швидкість після випробування становили 1 мм/с та 2 мм/с відповідно (Raymundo et. al., 2014). Твердість виражали в Ньютонах (Н). Цей параметр можна визначити як опір твердого матеріалу під час застосування сили тиску (Anonymous, 2015b).

Сенсорний аналіз. Тридцять експертів із закусок і двадцять два експерта з фрикадельок з Університету Османіє Коркут Ата, інженерного факультету та факультету мистецтва та науки, які були знайомі з грибами та не палили, брали участь у сенсорній оцінці, а тести проводилися протягом 1-2 годин після запікання. П'ять видів закусок (містять %0, 5%, 10%, 20% і 30% порошку *A. bisporus*) і п'ять видів фрикадельок (включають %0 порошку грибів, 5%, 10% порошку *A. bisporus* і 5%, 10% порошку *P. ostreatus*) подавали людям. І закуски, і фрикадельки були названі 3-значним номером. Учасники оцінювали кожен зразок за 5-бальною шкалою гедонізму, де 1 = дуже погано, а 5 = дуже добре. Для сенсорної оцінки закуски; колір, смак, консистенція та загальна прийнятність для фрикадельок; Колір, смак, жування та загальна прийнятність були під сумнівом. Порівнювалися обидва види їжі (хлібобулочні та м'ясні вироби). Результати були проаналізовані за допомогою SPSS версії 18.0 з використанням одностороннього дисперсійного аналізу, тоді як середні були розділені за допомогою тесту Дункана на 5% рівні достовірності.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Дослідження функціонально-технологічних властивостей грибів.

Для створення функціональних м'ясо-рослинних напівфабрикатів використовували свинини та культивовані гриби, а саме гливу звичайну, яка володіє рядом корисних ознак:

1. Гриби гливи є низькокалорійним продуктом. Ця якість може допомогти підтримувати оптимальну масу тіла тим людям, які прагнуть зниження власної ваги. Збільшення споживання гливи зробить харчування більш збалансованим. У Європі розроблено грибні дієти за участю страв із гливи із загальною енергетикою не більше 1 100 ккал на день. Велика кількість клітковини у грибах дає відчуття ситості, незважаючи на низьку калорійність.

2. Гриби гливи є одним із найбагатших джерел цинку, який сприяє підтримці імунітету людини незалежно від його віку.

3. Глива є багатим джерелом калію, необхідний вміст якого в організмі покращує діяльність серця та нирок.

4. Замість глюкози глива містить манітол, тому діабетики можуть сміливо включати в свою дієту страви з гливи.

5. Глива містить велику кількість вітамінів групи В і D, які необхідні для підтримки здоров'я людини. Помірне щоденне споживання грибів забезпечить суттєву частку добової потреби людини у цих вітамінах.

6. Глива містить багато клітковини, яка покращує роботу травного тракту і нормалізує його мікрофлору.

7. Полісахариди та клітковина гливи є хорошими сорбентами і допомагають очищати організм від токсинів та важких металів.

У технології виробництва культивованих грибів є певні переваги. До них відносять безвідходність і екологічність. Для їх вирощування яке можна здійснювати круглий рік у різних кліматичних умовах, використовують різні рослинні субстрати з відходів насінництва, харчових виробництв,

лісопереробної галузі причому субстрат можна використовувати двічі. Після використання живильний субстрат може бути внесений у ґрунт як біологічне добриво під овочеві культури та плодові дерева, а також його використовують у якості корму для тварин. Глива є лідером серед культивованих грибів за кількістю субстратів на яких її можна вирощувати.

Хімічний склад культивованих грибів може бути різним, що пов'язано з великим різноманіттям живильних субстратів які використовують для вирощування гливи. Питаннями вивчення хімічного складу, вирощування, зберігання гливи займалося багато науковців [1; 2; 3; 4]. Разом з тим, широке впровадження гливи у виробництво та просування її на споживчому ринку як екологічно чистого та корисного продукту обмежується відсутністю робіт, що висвітлюють наукові засади технології переробки грибів цього виду. З досвіду використання гливи звичайної відомо, що вона має дуже добрі технологічні властивості, володіє значною швидкістю росту, також відомо про її лікувальні та профілактичні властивості, вона має виражені протипухлинні, радіопротекторні, антивірусні, гіпоглікемічні, імуномодельючі властивості. Але, поряд с тим необхідно відзначити, що обмежений термін придатності до споживання гливи, створює певні труднощі у потоковому виробництві м'ясних консервів з грибами без використання додаткових технологічних операцій. Тому розглядається можливість виробництва грибних напівфабрикатів. Ряд дослідників пропонують висушувати гриби і додавати до м'ясної сировини у вигляді порошку.

Враховуючі переваги гливи, було зроблено експериментальні проробки щодо використання грибів у якості рослинного компоненту при виробництві м'ясо-рослинних напівфабрикатів. М'ясна і рослинна сировина, яку будемо використовувати повинна відповідати певним вимогам. На гливу звичайну розповсюджується ДСТУ 7786:2015 Гриби. Глива звичайна свіжа. Технічні умови, в яких вказано перелік допустимих речовин. Свинина має відповідати вимогам ДСТУ 7158:2010 М'ясо. Свинина в тушах і півтушах. Технічні умови. Теоретичні розрахунки та практичні напрацювання дозволили розробити

рецептуру м'ясо-рослинних консервів та запропонувати технологічну схему. Для порівняння використовували різні співвідношення м'яса і грибів із роду глива, які були оброблені бланшуванням при температурі 800 °С протягом 5 хвилин. Хімічний аналіз свинини і гливи звичайної які будуть основною сировиною при створенні м'ясних готових страв з рослинними компонентами, свідчить про добрий баланс між складовими нутрієнтами (рис. 3.1).

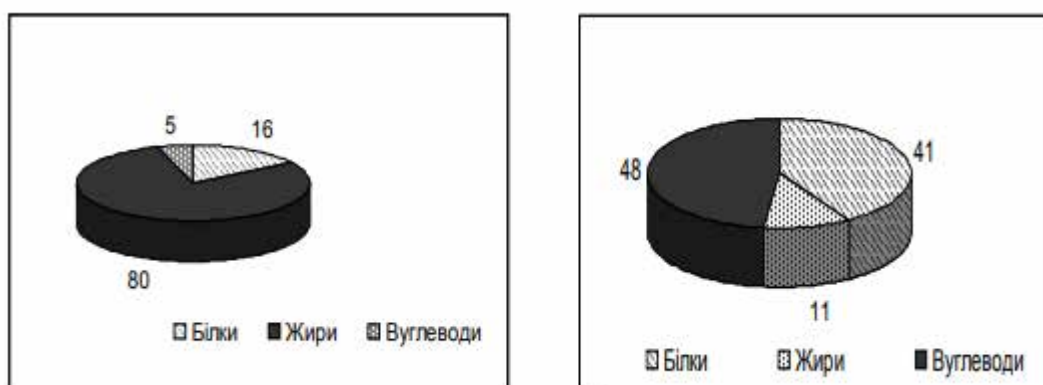


Рис. 3.1. Співвідношення основних нутрієнтів у свинині та у грибах

Як видно з діаграми співвідношення білків, жирів і вуглеводів у свинині становить 1 : 2.2 : 0.3, грибах – 1 : 0,2 : 1. Такі складові гливи звичайної як вуглеводи, клітковина можуть компенсувати надмірну кількість жиру що містить свинина, утворивши полікомпонентний комплекс. За рахунок введення грибів частково задовольняється потреба у цинку і вітамінах групи В (В₂, В₃, В₅, В₆, В₉), вітаміні Д, Е, біотині. За контроль під час моделювання рецептури і вибору оптимального співвідношення основних компонентів та складових обрано м'ясні консерви з гречаною крупою які виробляються в умовах дослідного підприємства. Шляхом підбору було обрано наступний варіант вмісту основних інгредієнтів: свинина – 46.16 %, гриби – 11.54 %.

Продукт був виготовлений за рецептурою, представленою в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1**Рецептура розробленого нового продукту**

Сировина	%
Основна сировина	
Свинина	46.16
Гриби	11.54
Допоміжна сировина	
Хліб	13
Панірувальні сухарі	4
Цибуля	2
Меланж	2
Сіль	1.2
Перець	0,1
Вода	20

В ході досліджень проведено органолептичну оцінку отриманого продукту, а саме зовнішній вигляд, колір, смак, аромат, консистенцію та ін., розрахунковим методом визначено енергетичну цінність продукту.

Процес виробництва включає наступні технологічні операції: м'ясо, сало, цибулю, часник подрібнювали м'ясорубкою з отворами диска 2–3 мм. Білий хліб, попередньо замочений у воді, подрібнювали м'ясорубкою з таким же отвором. Заморожені яйця попередньо розморожують у воді не вище 45 °С. Цей продукт необхідно негайно використати за призначенням. Сухі яйця у вигляді ячного порошку змішували з водою у співвідношенні 274 г ячного порошку і 726 г води. Борошно для панірування пропускали через сито та магнітні уловлювачі. Сіль, яка використовується в сухому вигляді, попередньо просівають.

Для отримання якісного продукту використовували свинину з вмістом жирової тканини 30%, сполучної тканини не більше 15%.

Компоненти поміщали в м'ясорубку за рецептурою. Інгредієнти заповнювали в порядку, зазначеному в рецептурі, і перемішували до однорідності. Готовий фарш переклали в формувальну машину для формування котлет з фаршу.

3.2. Дослідження впливу грибів на сенсорні показники розробленого продукту.

Традиційно напівфабрикати виготовляють із сирого м'яса. При введенні в рецептуру рослинної або будь-якої іншої сировини (наприклад, грибів) можна збільшити біологічну цінність продуктів за рахунок великої кількості вітамінів і харчових волокон, а собівартість продуктів значно знизити. Наприклад, у фарш можна додати гливи. У нашому дослідженні ми використовували їстівний гриб роду *Pleurotus* родини *Pleurotaceae* sp. *Pleurotus ostreatus* (вешенка). Майже всі види з роду *Pleurotus* їстівні. Вид обмежений країнами з помірним кліматом, зокрема Україною, де росте сім видів гливи, з них п'ять їстівних.

За сенсорними властивостями нові продукти не поступаються традиційним. Додавання грибів благотворно впливає на сенсорні властивості готового продукту, в першу чергу на колір і консистенцію.

Доданий до рецептури гриб надає готовому продукту ніжну консистенцію, покращує розжовування та знижує жорсткість (табл. 3.2).

Сенсорна оцінка котлет

Зразок	Індекс						
	Зовнішній вигляд	Вигляд на розрізі	Запах	Смак	Консистенція	Соковитість	Загальна оцінка
Контроль							
Котлети зі свинини	7.5	7.2	8.5	8.6	7.4	8.1	7.9
Експериментальний:							
Свинні котлети з грибами	7.7	7.4	8,7	8.8	7.8	8.4	8.1

За результатами дослідів оцінено певні властивості. При цьому зразки, що містять у своїй рецептурі гливи, вирізнялися однорідною текстурою, не мали пустот і сірих плям.

Як і контрольні, зразки січених напівфабрикатів з грибами мають приємний вигляд, колір і смак.

Відповідно до протоколів описових панелей визначено оптимальне дозування гриба як заміника, яке становило 20% заміни фаршу. Зразки з нормами внесення 30% і 40% відрізнялися мінімальним співвідношенням текстури.

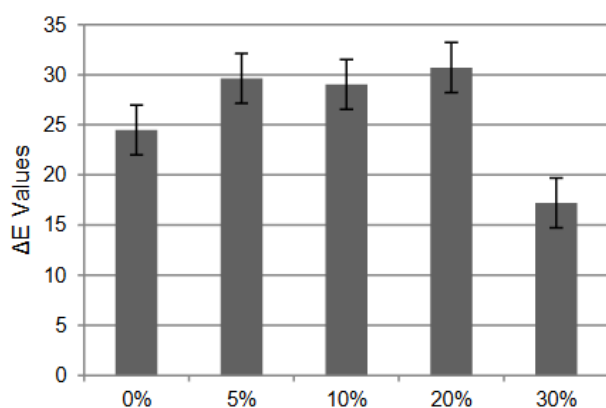
Виходячи з отриманих результатів, оптимальне дозування для заміни сирого м'яса грибами дорівнює 20%.

Аналіз отриманих даних показав, що зовнішній вигляд зразків приємний, однорідний, без сірих плям і пустот; без стороннього смаку і запаху.

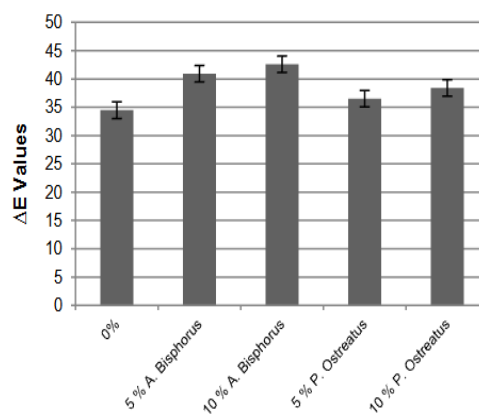
Відповідно до описових панелей контрольні зразки та зразки з 20% вмістом гливи показали однакові результати при оцінці сенсорних властивостей.

3.2.1. Аналіз кольоровості

Кольоровий аналіз ΔE значень закусок і фрикадельок, результат якого наведено на рисунку 1 і 2 відповідно.



Співвідношення порошку *A. bisporus* (%)



Види фрикадельок

Рис. 3.1 Загальні відмінності кольорів зразків закуски з різними співвідношеннями грибного порошку

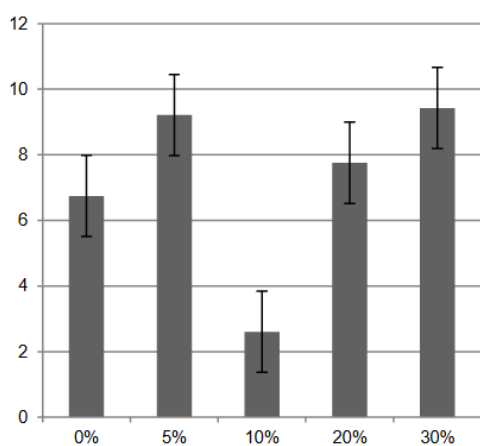
Рис. 3.2. Значення ΔE у порівнянні з типами фрикадельок

Для зразків закусок рівні кольору продуктів, які містили 5% і 10% порошку *A. bisporus*, були значно близькі до контролю. Загальні відмінності в кольорі на 20% і 30% дещо відрізнялися від продукту, який не містив порошку *A. bisporus*. Причиною може бути ферментативна та/або неферментативна реакція (Maillard) (Ulziijargal, 2009; Chen, 2009) та окислення фенольних сполук (Ulziijargal et. al., 2013), що відбуваються на грибному порошку внаслідок застосованої термічної обробки. У своєму дослідженні Eissa et. al., (2007) показали, що збільшення кількості грибного борошна в єгипетському хлібі та печиві баладі підвищило значення L, a і b. З іншого боку, для фрикадельок не було суттєвих відмінностей між зразками, що включали порошок *A. bisporus* або *P. ostreatus* з точки зору кольору. Оскільки основним

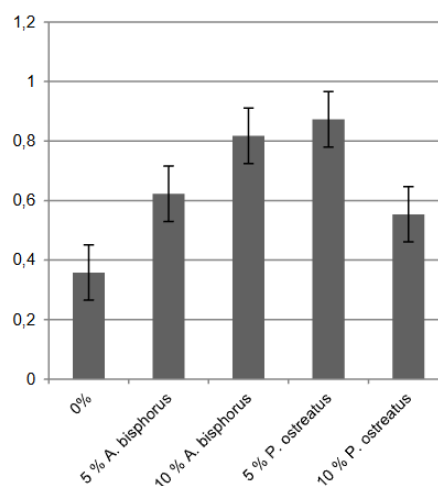
компонентом, який створює колір м'яса та м'ясних продуктів, є білки, і білки, ймовірно, можуть бути більш домінуючими, ніж грибний порошок. Подібним чином Rosli et. al., (2011) повідомили, що додавання до 50% гриба *Pleurotus sajor-caju* до рецептури курячих котлет не вплинуло на значення почервоніння (a) зразків.

3.2.2. Аналіз текстури

Додавання грибного порошку будь-якого типу до складу закусок і фрикадельок підвищувало значення твердості. На рисунках 3 і 4 показано рівні жорсткості продуктів у порівнянні з відсотком грибного порошку. Прямої залежності між вмістом порошку *A. bisporus* і текстурними властивостями снєків не було. Мінімальна сила твердості мала зразок, що містив 10% *A. bisporus*. Це може бути пов'язано з нерівномірним змішуванням компонентів при приготуванні тіста. Текстура хліба, доданого 5% грибного порошку, значно відрізнялася від контрольного хліба, хліба з 10% грибного порошку та 15% грибного порошку у Mahamud et. дослідження ін. (2012). Подібні результати також були знайдені Ulziijargal et. візьміть це (2013).



Співвідношення порошку *A. bisporus* (%)
Рис. 3.3 Значення твердості закусок



Види фрикадельок
Рис. 3.4 Рівні жорсткості в порівнянні з типами фрикадельок

Додавання міцелію грибів у зразки хліба не демонструвало сталої тенденції. Вони пояснили цю ситуацію втратою вологи під час зберігання. Крім того, концентрація *A. bisporus* powder позитивно впливає на твердість

зразків фрикадельок. Необхідна сила збільшувалася паралельно з кількістю *A. bisporus* powder. Однак порошок *P. ostreatus* поведився протилежним чином. Збільшення кількості порошку *P. ostreatus* викликало зниження твердості фрикадельок. Здатність до регідратації та утримання жиру у *P. ostreatus* відносно вищі, ніж у інших, тому відмінності можуть бути результатом цієї ситуації (Aleson-Carbonella et al., 2005). Кілька дослідників також стверджували, що деякі інгредієнти пом'якшують структуру та текстуру м'яса (Rosli et. al., 2011).

3.3.3. Сенсорний аналіз. Відповідно до результатів статистичного аналізу сенсорних тестів снєків (таблиця 3.3), найбільш улюбленим зразком щодо кольору, смаку та загальної прийнятності був продукт, який містив 5% *A. bisporus*, після контролю.

Таблиця 3.3

Сенсорні оцінки закусок *A. bisporus* (N=30)

Сенсорний показник	Концентрація порошку <i>A. bisporus</i>				
	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %
Колір	4.100 ± 0.884	3.166 ± 0.746	3.133 ± 0.973	2.200 ± 0.664	1.500 ± 0.682
	3.866 ± 0.937	3.166 ± 0.746	2.766 ± 1.006	2.200 ± 0.847	1.533 ± 0.681
Смак	3.933 ± 0.868	3.533 ± 0.899	2.733 ± 1.230	2.600 ± 1.037	2.233 ± 1.194
	3,967 ± 0,890	3,266 ± 0,691	2,766 ± 0,971	2,166 ± 0,746	1,600 ± 0,674
Загальна прийнятність					

Найнижча смакова оцінка визначена для 30% закуски *A. bisporus*. Учасники дискусії зазначили, що цей відсоток надає їм дуже інтенсивний аромат. Окафор та ін. al., (2012) виготовили хліб, що містить до 25% грибного порошку, і вказали, що найбільш переважним є хліб, що містить 5% грибною активності після 0%. Також вони показали, що коли концентрація грибного

порошку зростала, сенсорні оцінки знижувалися. Наші результати показали подібність з Okafor et. висновки ін. (2012). У рамках текстури учасники панелі класифікували зразки на дві групи. Не було жодної суттєвої різниці між контрольним зразком і 5% *A. bisporus*, а також між 10%, 20% і 30% *A. bisporus* ($P < 0,05$). Фрикадельки, що містили 5% *P. ostreatus*, були найкращими, ніж контроль, а 10% *A. bisporus* були найменшими (таблиця 3.4). Аналогічно, у дослідженні свинячих котлет, які містили грибний порошок, було зазначено, що підвищена кількість грибного порошку шиітаке (*Lentinus edodes* P.) у котлетах із фосфатом знижує загальну прийнятність США. споживачів. Хоча зразки без фосфату підвищили рівень прийнятності США. людей Це може бути пов'язано зі збільшенням впливу триполіфосфату на соковитість (Chun, et. al., 2005). Відмінності в кольорі та смаку між контрольним зразком і 5% *P. ostreatus* meatball були визнані статистично неважливими, але різниця між іншими зразками була значною ($P < 0,05$).

Таблиця 3.4

Сенсорні показники грибних фрикадельок (N=21)

Сенсорний показник	Концентрація порошку <i>A. bisporus</i>				
	WMP1	<i>A. bisphorus</i>		<i>P. ostreatus</i>	
	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %
Колір	3.952 ± 1.071	3.238 ± 0.944	1.666 ± 0.730	4.142 ± 0.853	2.238 ± 0.995
Смак	3.476 ± 1.364	2.381 ± 1.203	2.762 ± 1.300	2.905 ± 0.889	2.857 ± 1.108
Текстура	3.952 ± 0.921	3.095 ± 0.889	2.619 ± 1.071	3.476 ± 0.872	3.190 ± 1.123
Загальна прийнятність	3.476 ± 1.364	2.714 ± 0.956	2.428 ± 0.870	3.381 ± 1.071	2.809 ± 0.981

Отже, використання порошку *P. ostreatus* у кількості 5% буде прийнятним. Завдяки такому результату фрикадельки можуть їсти особливо

діти. Тому що м'ясний смак можна було б замінити трав'яним ароматом грибів.

При дослідженні енергетична цінність зразка продукту знизилася на 28,34 ккал і склала 186,92 ккал.

РОЗДІЛ. 4. АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ.

Їстівні гриби привабливі низькою калорійністю, високоякісним білком, низьким рівнем ліпідів і лікувальними властивостями; крім того, продукти, що містять гриби, набувають інтересу у світлі зростаючої світової потреби в диверсифікації джерел білка для задоволення глобального попиту на білок. В даний час у всьому світі спостерігається сильна неоднорідність споживання грибів, і на сьогоднішній день існує небагато досліджень щодо факторів, що впливають на це.

Ставлення споживачів, включаючи страх перед отруєнням, до інноваційних продуктів, що містять гриби, мало проаналізовано в Європі та США; ми знаємо, що оброблені гриби виявилися більш привабливими для жителів Європи та Америки. Небагато досліджень враховували етнічну приналежність учасників, що є важливим фактором, оскільки гриби та їх кулінарне застосування, здається, відомі в основному завдяки сімейним традиціям. Потрібні нові стратегії, щоб покращити знайомство людей із цими продуктами та протиставити неохочі явища. Якщо ціна на гриби є перешкодою як для компаній, так і для покупців, такі внутрішні характеристики, як смак уамі та позитивні переваги для здоров'я та сталого розвитку, є сильними сторонами, які слід враховувати при розвитку ланцюга поставок, громадської освіти та інформаційних ініціатив. Це має бути корисним для спрямування споживчих уподобань на м'ясні альтернативи, що містять гриби.

Плодові тіла їстівних грибів представляють інтерес для харчування людини через їх низьку калорійність і високу харчову цінність. Вони можуть бути здоровим вибором для споживачів, які шукають їжу з низьким вмістом жиру та натрію, а також для тих, хто хоче зменшити або замінити споживання м'яса, оскільки вони містять високоякісний білок з усіма незамінними амінокислотами (ЕАК), необхідними для людини. дієтичним вимогам (Wash

та ін., 2017 ; Chang & Miles, 2004 ; Colunga та ін., 2020 ; González та ін., 2020 ; Schweiggert-Weisz та ін., 2020) і мають ідеальну текстуру та смак умами (Foods, 2022). ; Sun та ін., 2020). Крім того, вони містять значну кількість поживних мікроелементів , таких як мінерали, такі як фосфор і залізо, і вітаміни, такі як тіамін , рибофлавін , аскорбінова кислота та ергостеролін (Chang & Miles, 2004). Вони також вважаються новим джерелом харчових волокон завдяки наявності клітинних стінок, багатих хітином , В-глюканами та маннанами, вуглеводами, які не перетравлюються людськими ферментами, корисними для зміцнення імунної системи та з протираковими функціями (Cheung, 2013), таким чином також діючи як пребіотики (Aida et al., 2009). Таким чином, гриби, як правило, вважаються нутрицевтичними продуктами харчування, але немає чіткої різниці між їстівними та лікарськими грибами, оскільки багато їстівних грибів мають лікувальні властивості , і навпаки (Valverde et al., 2015).

Гриби є популярною їжею в деяких регіонах світу, таких як Південно-Східна Азія та слов'янські та романські країни; однак в інших, наприклад у країнах з німецькомовним населенням, до них ставляться з підозрою. Етномікологи – експерти зі ставлення різних культур до грибів – (Sitotaw et al., 2020) поділяють країни на мікофілів (тих, хто віддає перевагу грибам, таких як Польща, Росія, Китай і Франція) та мікофобів (ті, хто відкидає або боїться грибів, таких як Англія, Канада, США, Австралія та Нова Зеландія) (Bringye et al., 2021). Пейнтнер та ін. (2013) визначають мікофіла як людину, чие хобі полягає в зборі та пошуку дикорослих грибів, споживанні їх і сприянні їх циркуляції. Автори дослідження підкреслюють, що в Європі різноманітність продаваних видів грибів неймовірно велика. Дійсно, загалом 268 таксонів грибів зазначені як придатні для продажу в 24 європейських країнах, але лише 60 із усіх перерахованих таксонів грибів можна культивувати на комерційних грибних фермах; всі інші види є дикорослими грибами, зібраними грибниками та проданими на ринку. Це підкреслює

потребу в інструкціях або законодавстві для безпечної комерціалізації дикорослих грибів.

Китай є найбільшим виробником грибів і трюфелів у світі, за ним йдуть Японія та США із загальним виробництвом близько 40 000 000 тонн у 2020 році, як зазначено в таблиці 1 (FAOSTAT, 2020). Той факт, що США входять до трійки провідних виробників, виглядає суперечливим, враховуючи, що Сполучені Штати загалом вважаються мікофобними. Однак це протиріччя, ймовірно, пояснюється тим фактом, що етномікологія стосується відбору та використання людьми найкорисніших грибів, присутніх у найближчому оточенні, таким чином розглядаючи переважно дикорослі гриби, тоді як великі дані про виробництво FAOSTAT стосуються переважно грибів, культивованих з метою комерціалізації, оскільки важко знайти однакові дані для дикорослих грибів (Kumla et al., 2020).

Поведінка споживачів щодо свіжих і оброблених грибів, здається, недостатньо аналізувалася в європейських країнах, оскільки лише три дослідження було проведено у Фінляндії, Угорщині та Португалії, тоді як більшість були проведені в країнах Азії, Мексиці та Бразилії. Тому було б важливо провести подальші дослідження його теми, розширивши сферу інтересів, щоб краще охарактеризувати мікофобні чи мікофільні популяції та отримати детальну інформацію про ланцюг постачання їстівних грибів.

Харчова неофобія залишається основною перешкодою, яка обмежує споживання рослинних альтернатив, у тому числі грибних. Велика кількість неофобів, схоже, проектує більше особистих цінностей на свій вибір їжі, віддаючи перевагу продуктам, які їм більше знайомі. З цієї причини важливо розширити знання про ці продукти серед цих споживачів і тих, хто сильно їсть м'ясо. Це можна зробити шляхом організації масштабних дегустаційних заходів, які можуть залучати споживачів; наприклад, у приміщеннях компанії або в шкільних їдальнях і кафетеріях, супермаркетах, продовольчих ярмарках або під час конференцій і виставок. Розробка оброблених форм була б корисною для обмеження страху отруєння, оскільки продукт вважався б

безпечнішим. Результати цього огляду показують, що свіжі гриби, які можуть бути причиною отруєння набагато більше, ніж оброблені гриби, є найбільш переважними в країнах, що розвиваються, тоді як, наприклад, у Португалії споживачі більше люблять оброблені гриби. Крім того, цей драйвер розглядався лише в двох дослідженнях; тоді було б важливо продовжити розуміння того, якою мірою страх фактично обмежує споживання. Феномен неохочості та страху отруєння сильно впливає на вживання таких продуктів, особливо на ринках, де споживання грибів не є звичним. Інформаційні кампанії та кампанії з підвищення обізнаності щодо використання альтернативних джерел білка разом із застосуванням інструментів, які надають більше інформації споживачеві, можуть пом'якшити це явище, заохочуючи використання продуктів на основі грибів у раціоні. Крім того, наявність суперечливих даних щодо появи в деяких країнах, які вважаються як мікофобними щодо диких грибів, так і основних виробників культивованих грибів, підкреслює різницю, яка існує між цими двома категоріями грибів. Безсумнівно, гриби, вирощені в контрольованих умовах, є безпечнішими для кінцевого споживача і, отже, можуть стати цільовим ринковим сегментом для розвитку сектора, долаючи страх перед отруєнням.

Крім того, деякі дослідження враховували етнічну приналежність учасників серед соціально-демографічних характеристик. Це має велике значення, оскільки гриби та їх кулінарне застосування, здається, відомі в основному завдяки традиціям родини та друзів. Було б цікаво, наприклад, просувати їх у кулінарних програмах, які можуть надати інструменти для покращення смаку умам грибів, які високо цінують споживачі, а також розглядати смак як один із головних факторів, що впливають на споживання. Фактично формальна освіта, а також традиційні та соціальні медіа повинні бути інструментами, на які можна покладатися, щоб покращити позитивні харчові звички та побудувати нове здорове майбутнє покоління. Виявилось, що свіжим грибам віддають перевагу переважно в Азії та Бразилії, тоді як у

Португалії споживачі віддають перевагу обробленим грибам, які також є більш привабливими для потенційних споживачів у Сполучених Штатах.

ВИСНОВОК

Результати закуски з 5 % *A. bisporus* powder і фрикадельки з 5% *P. ostreatus* були перспективними для виробництва ароматних і нових харчових продуктів. Але вважається, що параметри приготування повинні бути оптимізовані та / або особливо рецептури м'яса повинні бути змінені, щоб усунути небажаний смак кольору. Вважається, що це дослідження також додає цінності двом найбільш вирощуваним видам грибів.

У дослідженні було визначено відсоток овочевого компонента в рецептурі котлет, який не погіршує смак готового продукту, і становив 20%. Отримані дані показують, що розроблений продукт, що містить харчові волокна та мікро- та макроелементи, демонструє покращені сенсорні властивості. Цей продукт можна використовувати для розширення асортименту м'ясних продуктів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕД

1. Young, J.F.; Therkildsen, M.; Ekstrand, B.; Che, B.N.; Larsen, M.K.; Oksbjerg, N.; Stagsted, J. Novel aspects of health promoting compounds in meat. *Meat Sci.* 2013, 95, 904–911.
2. McClements, D.J.; Barrangou, R.; Hill, C.; Kokini, J.L.; Ann Lila, M.; Meyer, A.S.; Yu, L. Building a Resilient, Sustainable, and Healthier Food Supply through Innovation and Technology. *Annu. Rev. Food Sci. Technol.* 2021, 12, 1–28.
3. WHO. Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health; WHO Library Cataloguing-in-Publication Data: Geneva, Switzerland, 2004; ISBN 9241592222.
4. Poore, J.; Nemecek, T. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science* 2018, 360, 987–992.
5. McClements, D.J.; Das, A.K.; Dhar, P.; Nanda, P.K.; Chatterjee, N. Nanoemulsion-based technologies for delivering natural plant-based antimicrobials in foods. *Front. Sustain. Food Syst.* 2021, 5, 35.
6. Das, A.K.; Nanda, P.K.; Madane, P.; Biswas, S.; Das, A.; Zhang, W.; Lorenzo, J.M. A comprehensive review on antioxidant dietary fibre enriched meat-based functional foods. *Trends Food Sci. Technol.* 2020, 99, 323–336
7. Bano, Z.; Rajarathnam, S. Pleurotus mushrooms. Part II. Chemical composition, nutritional value, post-harvest physiology, preservation, and role as human food. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 1988, 27, 87–158.
8. Hernández-Martínez, R.; Navarro-Blasco, I. Surveillance of aflatoxin content in dairy cow feedstuff from Navarra (Spain). *Anim. Feed Sci. Technol.* 2015, 200, 35–46
9. Kurt, A.; Gençcelep, H. Enrichment of meat emulsion with mushroom (*Agaricus bisporus*) powder: Impact on rheological and structural characteristics. *J. Food Eng.* 2018, 237, 128–136

10. Lu, X.; Brennan, M.A.; Narciso, J.; Guan, W.; Zhang, J.; Yuan, L.; Serventi, L.; Brennan, C.S. Correlations between the phenolic and fibre composition of mushrooms and the glycaemic and textural characteristics of mushroom enriched extruded products. *LWT* 2020, 118, 108730.
11. Lakhanpal, T.N.; Rana, M. Medicinal and nutraceutical genetic resources of mushrooms. *Plant Genet. Resour.* 2005, 3, 288–303.
12. Chang, S.T. Overview of Mushroom Cultivation and Utilization as Functional Foods. In *Mushrooms as Functional Foods*; John Wiley & Sons, Inc.: Hoboken, NJ, USA, 2009; pp. 1–33.
13. Wang, H.X.; Liu, W.K.; Ng, T.B.; Ooi, V.E.C.; Chang, S.T. The immunomodulatory and antitumor activities of lectins from the mushroom *Tricholoma mongolicum*. *Immunopharmacology* 1996, 31, 205–211.
14. Liu, F.; Ooi, V.E.C.; Liu, W.K.; Chang, S.T. Immunomodulation and antitumor activity of polysaccharide-protein complex from the culture filtrates of a local edible mushroom, *Tricholoma lobayense*. *Gen. Pharmacol.* 1996, 27, 621–624.
15. Jana, P.; Acharya, K. Mushroom: A New Resource for Anti-Angiogenic Therapeutics. *Food Rev. Int.* 2020.
16. Spencer, M.; Guinard, J.X. The Flexitarian Flip™: Testing the modalities of flavor as sensory strategies to accomplish the shift from meat-centered to vegetable-forward mixed dishes. *J. Food Sci.* 2018, 83, 175–187.
17. Lang, M. Consumer acceptance of blending plant-based ingredients into traditional meat-based foods: Evidence from the meat-mushroom blend. *Food Qual. Prefer.* 2020, 79, 103758.
18. Guinard, J.X.; Myrdal Miller, A.; Mills, K.; Wong, T.; Lee, S.M.; Sirimuangmoon, C.; Schaefer, S.E.; Drescher, G. Consumer acceptance of dishes in which beef has been partially substituted with mushrooms and sodium has been reduced. *Appetite* 2016, 105, 449–459. [
19. Summers, A.; Ezike, A.; Smith, P.; Frutchey, R.; Leslie, L.; Paredes, S.; Alvarado, C.; Karani, S.; Taylor, J.; Cheskin, L. Acceptance of a mushroom-soy-

beef blended burger among school-aged children. *Heal. Behav. Policy Rev.* 2017, 4, 274–281.

20. Kumar, P.; Chatli, M.K.; Mehta, N.; Singh, P.; Malav, O.P.; Verma, A.K. Meat analogues: Health promising sustainable meat substitutes. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2017, 57, 923–932.

21. He, J.; Evans, N.M.; Liu, H.; Shao, S. A review of research on plant-based meat alternatives: Driving forces, history, manufacturing, and consumer attitudes. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2020, 19, 2639–2656.

22. Raghavendra, V.B.; Venkitasamy, C.; Pan, Z.; Nayak, C. Functional foods from mushroom. In *Microbial Functional Foods and Nutraceuticals*; John Wiley & Sons, Ltd.: Chichester, UK, 2017; pp. 65–91.

23. Chang, S.T. The world mushroom industry: Trends and technological development. *Int. J. Med. Mushrooms* 2006, 8, 297–314.

24. Feeney, M.J.; Dwyer, J.; Hasler-Lewis, C.M.; Milner, J.A.; Noakes, M.; Rowe, S.; Wach, M.; Beelman, R.B.; Caldwell, J.; Cantorna, M.T.; et al. Mushrooms and health summit proceedings. *J. Nutr.* 2014, 144, 1128S–1136S.

25. Royse, D.J.; Baars, J.; Tan, Q. Current overview of mushroom production in the world. In *Edible and Medicinal Mushrooms: Technology and Applications*; Zied, D.C., Pardo-Giminez, A., Eds.; John Wiley & Sons Ltd.: Hoboken, NJ, USA, 2017; pp. 5–13.

26. Beulah, G.H.; Margret, A.A.; Nelson, J. Marvelous Medicinal Mushrooms. *Int. J. Pharm. Biol. Sci.* 2013, 3, 611–615.

27. Kumar, K. Nutraceutical Potential and Processing Aspects of Oyster Mushrooms (*Pleurotus* Species). *Curr. Nutr. Food Sci.* 2018, 16, 3–14.

28. Papoutsis, K.; Grasso, S.; Menon, A.; Brunton, N.P.; Lyng, J.G.; Jacquier, J.C.; Bhuyan, D.J. Recovery of ergosterol and vitamin D₂ from mushroom waste—Potential valorization by food and pharmaceutical industries. *Trends Food Sci. Technol.* 2020, 99, 351–366.

29. Zhang, R.; Li, X.; Fadel, J.G. Oyster mushroom cultivation with rice and wheat straw. *Bioresour. Technol.* 2002, 82, 277–284.

30. Wu, S.R.; Zhao, C.Y.; Hou, B.; Tai, L.M.; Gui, M.Y. Analysis on Chinese edible fungus production area layout of nearly five years. *Edible Fungi China* 2013, 1, 51–53.
31. Fasseas, M.K.K.; Mountzouris, K.C.C.; Tarantilis, P.A.A.; Polissiou, M.; Zervas, G. Antioxidant activity in meat treated with oregano and sage essential oils. *Food Chem.* 2008, 106, 1188–1194.
32. El Sohaimy, S. Functional foods and nutraceuticals-modern approach to food science. *World Appl. Sci. J.* 2012, 20, 691–708.
33. Reis, F.S.; Martins, A.; Vasconcelos, M.H.; Morales, P.; Ferreira, I.C.F.R. Functional foods based on extracts or compounds derived from mushrooms. *Trends Food Sci. Technol.* 2017, 66, 48–62.
34. Hasler, C.M. Functional Foods: Benefits, Concerns and Challenges—A Position Paper from the American Council on Science and Health. *J. Nutr.* 2002, 132, 3772–3781.
35. Asgar, M.A.; Fazilah, A.; Huda, N.; Bhat, R.; Karim, A.A. Nonmeat protein alternatives as meat extenders and meat analogs. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2010, 9, 513–529.
36. Kakon, A.; Choudhury, M.B.K.; Saha, S. Mushroom is an ideal food supplement. *J. Dhaka Natl. Med. Coll. Hosp.* 2012, 18, 58–62.
37. Oyetayo, F.L.; Akindahunsi, A.A.; Oyetayo, V.O. Chemical profile and amino acids composition of edible mushrooms *Pleurotus sajor-caju*. *Nutr. Health* 2007, 18, 383–389
38. Prasad, S.; Rathore, H.; Sharma, S.; Yadav, A.S. Medicinal Mushrooms as a Source of Novel Functional Food. *Int. J. Food Sci. Nutr. Diet.* 2015, 221–225.
39. Rathore, H.; Prasad, S.; Sharma, S. Mushroom nutraceuticals for improved nutrition and better human health: A review. *Pharma Nutr.* 2017, 5, 35–46.
40. Zhang, Y.; Venkitasamy, C.; Pan, Z.; Wang, W. Recent developments on umami ingredients of edible mushrooms – A review. *Trends Food Sci. Technol.* 2013, 33, 78–92.

41. Jeng-Leun, M. The Umami Taste of Edible and Medicinal Mushrooms. *Int. J. Med. Mushrooms* 2005, 7, 119–125.
42. Dunkel, A.; Köster, J.; Hofmann, T. Molecular and sensory characterization of γ -glutamyl peptides as key contributors to the kokumi taste of edible beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *J. Agric. Food Chem.* 2007, 55, 6712–6719
43. Kong, Y.; Yang, X.; Ding, Q.; Zhang, Y.Y.; Sun, B.G.; Chen, H.T.; Sun, Y. Comparison of non-volatile umami components in chicken soup and chicken enzymatic hydrolysate. *Food Res. Int.* 2017, 102, 559–566.
44. Kong, Y.; Zhang, L.L.; Zhao, J.; Zhang, Y.Y.; Sun, B.G.; Chen, H.T. Isolation and identification of the umami peptides from shiitake mushroom by consecutive chromatography and LC-Q-TOF-MS. *Food Res. Int.* 2019, 121, 463–470.
45. Feng, T.; Wu, Y.; Zhang, Z.; Song, S.; Zhuang, H.; Xu, Z.; Yao, L.; Sun, M. Purification, identification, and sensory evaluation of kokumi peptides from *agaricus bisporus* mushroom. *Foods* 2019, 8, 43.
46. Chang, S.T. *Buswell Mushroom Production*. In *Biotechnology*, Vol. VII. *Encyclopedia of Life Support Systems*; Eolss Publishers: Oxford, UK, 2003;
47. Banerjee, D.K.; Das, A.K.; Banerjee, R.; Pateiro, M.; Nanda, P.K.; Gadekar, Y.P.; Biswas, S.; McClements, D.J.; Lorenzo, J.M. Application of enoki mushroom (*Flammulina velutipes*) stem wastes as functional ingredients in processed meat. *Foods* 2020, 9, 432.
48. Due, E.A.; Michel, K.D.; Digbeu, Y.D. Physicochemical and Functional Properties of Flour from the Wild Edible Mushroom *Termitomyces heimii* Natarajan Harvested in Côte d’Ivoire. *Turkish J. Agric. Food Sci. Technol.* 2016, 4, 651.
49. Chaturvedi, V.K.; Agarwal, S.; Gupta, K.K.; Ramteke, P.W.; Singh, M.P. Medicinal mushroom: Boon for therapeutic applications. *3 Biotech* 2018, 8, 334.

50. Sawangwan, T.; Wansanit, W.; Pattani, L.; Noysang, C. Study of prebiotic properties from edible mushroom extraction. *Agric. Nat. Resour.* 2018, 52, 519–524.
51. Aida, F.M.N.A.; Shuhaimi, M.; Yazid, M.; Maaruf, A.G. Mushroom as a potential source of prebiotics: A review. *Trends Food Sci. Technol.* 2009, 20, 567–575
52. Kozarski, M.; Klaus, A.; Jakovljevic, D.; Todorovic, N.; Vunduk, J.; Petrović, P.; Niksic, M.; Vrvic, M.M.; Van Griensven, L. Antioxidants of edible mushrooms. *Molecules* 2015, 20, 19489–19525.
53. Randive, S.D. Cultivation and study of growth of oyster mushroom on different agricultural waste substrate and its nutrient analysis. *Adv. Appl. Sci. Res.* 2012, 3, 1938–1949.
54. Valverde, M.E.; Hernández-Pérez, T.; Paredes-López, O. Edible mushrooms: Improving human health and promoting quality life. *Int. J. Microbiol.* 2015, 2015, 376387.
55. Friedman, M. Mushroom Polysaccharides: Chemistry and Antiobesity, Antidiabetes, Anticancer, and Antibiotic Properties in Cells, Rodents, and Humans. *Foods* 2016, 5, 80.
56. Cardwell, G.; Bornman, J.F.; James, A.P.; Black, L.J. A review of mushrooms as a potential source of dietary vitamin D. *Nutrients* 2018, 10, 1498.
57. Gençcelep, H. The effect of using dried mushroom (*Agaricus bisporus*) on lipid oxidation and color properties of sucuk. *J. Food Biochem.* 2012, 36, 587–594.
58. Ferreira, I.; Barros, L.; Abreu, R. Antioxidants in wild mushrooms. *Curr. Med. Chem.* 2009, 16, 1543–1560.
59. Ho, L.-H.; Asyikeen Zulkifli, N.; Tan, T.-C. Edible Mushroom: Nutritional Properties, Potential Nutraceutical Values, and Its Utilisation in Food Product Development. In *An Introduction to Mushroom*; IntechOpen Limited: London, UK, 2020.

60. Marçal, S.; Sousa, A.S.; Taofiq, O.; Antunes, F.; Morais, A.M.M.B.; Freitas, A.C.; Barros, L.; Ferreira, I.C.F.R.; Pintado, M. Impact of postharvest preservation methods on nutritional value and bioactive properties of mushrooms. *Trends Food Sci. Technol.* 2021, 110, 418–431
61. El-Refai, A.; El-Zeiny, A.R.; Rabo, E.A. Quality attributes of mushroom-beef patties as a functional meat product. *J. Hyg. Eng. Des.* 2014, 6, 49–62.
62. Wan Rosli, W.I.; Solihah, M.A. Nutritional composition and sensory properties of oyster mushroom-based patties packed with biodegradable packaging. *Sains Malays.* 2014, 43, 65–71.
63. Dosh, K.S.; Tawfiq, N.N.; Jabbar, S.H. Preparation of modified chicken burger by partial replacement of chicken meat with powdered of oyster mushroom and study its physical and sensory Properties. *Iraqi J. Agric. Sci.* 2016, 74, 138–143.
64. Jo, K.; Lee, J.; Jung, S. Quality characteristics of low-salt chicken sausage supplemented with a winter mushroom powder. *Korean J. Food Sci. Anim. Resour.* 2018, 38, 768–779.
65. Nayak, P.C.; Raju, C.V.; Lakshmisha, I.P.; Singh, R.R.; Sofi, F.R. Influence of Button mushroom (*Agaricus bisporus*) on quality and refrigerated storage stability of patties prepared from sutchi catfish (*Pangasius hypophthalmus*). *J. Food Sci. Technol.* 2015, 52, 3529–3538.
66. Mau, J.L.; Lin, H.C.; Ma, J.T.; Song, S.F. Non-volatile taste components of several speciality mushrooms. *Food Chem.* 2001, 73, 461–466.
67. Heleno, S.A.; Barros, L.; Sousa, M.J.; Martins, A.; Santos-Buelga, C.; Ferreira, I.C.F.R. Targeted metabolites analysis in wild *Boletus* species. *LWT Food Sci. Technol.* 2011, 44, 1343–1348.
68. Michael, H.W.; Bultosa, G.; Pant, L.M. Nutritional contents of three edible oyster mushrooms grown on two substrates at Haramaya, Ethiopia, and sensory properties of boiled mushroom and mushroom sauce. *Int. J. Food Sci. Technol.* 2011, 46, 732–738.

69. Vaz, J.A.; Barros, L.; Martins, A.; Santos-Buelga, C.; Vasconcelos, M.H.; Ferreira, I.C.F.R. Chemical composition of wild edible mushrooms and antioxidant properties of their water soluble polysaccharidic and ethanolic fractions. *Food Chem.* 2011, 126, 610–616.
70. Teklit, G.A. Chemical composition and nutritional value of the most widely used mushrooms cultivated in Mekelle Tigray Ethiopia. *J. Nutr. Food Sci.* 2015, 5, 1000408.
71. Heleno, S.A.; Barros, L.; Sousa, M.J.; Martins, A.; Ferreira, I.C.F.R. Study and characterization of selected nutrients in wild mushrooms from Portugal by gas chromatography and high performance liquid chromatography. *Microchem. J.* 2009, 93, 195–199
72. Pereira, M.C.; Steffens, R.S.; Jablonski, A.; Hertz, P.F.; de Rios, A.O.; Vizzotto, M.; Flôres, S.H. Characterization and Antioxidant Potential of Brazilian Fruits from the Myrtaceae Family. *J. Agric. Food Chem.* 2012, 60, 3061–3067.
73. Ghosh, K. A review: Edible mushrooms as source of dietary fiber and its health effects. *J. Phys. Sci.* 2016, 21, 129–137.
74. Ma, G.; Yang, W.; Zhao, L.; Pei, F.; Fang, D.; Hu, Q. A critical review on the health promoting effects of mushrooms nutraceuticals. *Food Sci. Hum. Wellness* 2018, 7, 125–133.
75. El Enshasy, H.A.; Hatti-Kaul, R. Mushroom immunomodulators: Unique molecules with unlimited applications. *Trends Biotechnol.* 2013, 31, 668–677.
76. Patel, S.; Goyal, A. Recent developments in mushrooms as anti-cancer therapeutics: A review. *3 Biotech* 2012, 2, 1–15
77. Ina, K.; Kataoka, T.; Ando, T. The Use of Lentinan for Treating Gastric Cancer. *Anticancer Agents Med. Chem.* 2013, 13, 681–688.
78. Nowacka-Jechalke, N.; Olech, M.; Nowak, R. Mushroom polyphenols as chemopreventive agents. In *Polyphenols: Prevention and Treatment of Human Disease*; Academic Press: Cambridge, MA, USA, 2018; pp. 137–150.

79. Ruthes, A.C.; Smiderle, F.R.; Iacomini, M. D-Glucans from edible mushrooms: A review on the extraction, purification and chemical characterization approaches. *Carbohydr. Polym.* 2015, 117, 753–761.
80. Borchers, A.T.; Krishnamurthy, A.; Keen, C.L.; Meyers, F.J.; Gershwin, M.E. The immunobiology of mushrooms. *Exp. Biol. Med.* 2008, 233, 259–276.
81. Sydykova M, Nurymkhan G, Gaptar S, Rebezov Y, Khayrullin M, Nesterenko A and Gazeev I Using of lactic-acid bacteria in the production of sausage products: modern conditions and perspectives *International Journal of Pharmaceutical Research.* 2019. 11 (1) 1073–83
82. Gorelik O et al. Study of chemical and mineral composition of new sour milk bio-product with spropel powder *Annual Research & Review in Biology.* 2017. 18 (4) 1–5.
83. Gavrilova N, Chernopolskaya N, Rebezov M, Moisejkina D, Dolmatova I, Mironova I, Peshcherov G, Gorelik O and Derkho M 2019 Advanced biotechnology of specialized fermented milk products *International Journal of Recent Technology and Engineering* 8 (2) 2718–22
84. Chernopolskaya N, Gavrilova N, Rebezov M, Harlap S, Nigmatyanov A, Peshcherov G, Bychkova T, Vlasova K and Karapetyan I 2019 Biotechnology of specialized fermented product for elderly nutrition *International Journal of Pharmaceutical Research* 11 (1) 545–50
85. Kassymov S, Amanzholov S, Sharipova A, Peshcherov G, Kanareikin V, Kanareikina S, Grunina O, Ponomarev E and Koval E 2020 Effect of phytoadditive and ferments on the physical, chemical and organoleptic properties of fermented milk product *International Journal of Pharmaceutical Research* 12 (3) 501–06
86. Kanareykina S, Kanareykin V, Ganieva E, Burakovskaya N, Shadrin M, Halepo O, Babaeva M, Nikolaeva N and Voskanyan O 2019 The structure development of yogurt with vegetable ingredients *International Journal of Recent Technology and Engineering* 8 (2) 1587–92

87. Mironova I, Nigmatyanov A, Radchenko E and Gizatova N 2019 Effect of feeding haylage on milk and beef quality indices E3S Web of Conferences The conference proceedings Innovative Technologies in Environmental Science and Education. Don State Technical University 01100
88. Okuskhanova E, Rebezov Y, Khayrullin M, Nesterenko A, Mironova I, Gazeev I, Nigmatyanov A and Goncharov A 2019 Low-calorie meat food for obesity prevention International Journal of Pharmaceutical Research 11 (1) 1589–92
89. Kassymov S, Rebezov M, Ikonnikova A, Fedin I, Rodionov I, Rukhadze S and Bokuchava O 2020 Using of pumpkin and carrot powder in production of meat cutlets: effect on chemical and sensory properties International Journal of Psychosocial Rehabilitation 24 (4) 1663–70
90. Igenbayev A, Okuskhanova E, Nurgazezova A, Rebezov Y, Kassymov S, Nurymkhan G, Tazeddinova D, Mironova I and Rebezov M 2019 Fatty acid composition of female turkey muscles in Kazakhstan Journal of World's Poultry Research 9 (2) 78–81
91. Nesterenko A, Koshchaev A, Kenijz N, Akopyan K, Rebezov M and Okuskhanova E 2018 Biomodification of meat for improving functional-technological properties of minced meat Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences 9 (6) 95–105 WOS: 000449630700013
92. Okuskhanova E, Assenova B, Rebezov M, Yessimbekov Zh, Kulushtayeva B, Zinina O and Stuart M 2016 Mineral composition of deer meat pâté Pakistan Journal of Nutrition 15 (3) 217–22
93. Nesterenko A, Goushchin V, Koshchaev A, Kenijz N, Rebezov M and Khayrullin M 2020 Electromagnetic treatment of fresh sausage meat and starter cultures in summer sausage production International Journal of Advanced Science and Technology 29 (9S) 1173
94. Abilmazhinova B, Rebezov M, Fedoseeva N, Belookov A, Belookova O, Mironova I, Nigmatyanov A and Gizatova N 2020 Study chemical and vitamin

composition of horsemeat cutlets with addition of pumpkin International Journal of Psychosocial Rehabilitation 24 (8) 7614–21

95. Kuramshina N, Rebezov M, Kuramshin E, Tretyak L, Topuria G, Kulikov D, Evtushenko A, Harlap S and Okuskhanova E 2019 Heavy metals content in meat and milk of Orenburg region of Russia International Journal of Pharmaceutical Research 11 (1) 1301–05

96. Okuskhanova E, Smolnikova F, Kassymov S, Zinina O, Mustafayeva A, Rebezov M, Rebezov Y, Tazeddinova D, Galieva Z and Maksimiuk N 2017 Development of minced meat ball composition for population from the unfavorable ecological regions Annual Research & Review in Biology 13 (3) 1–9

97. Okuskhanova E, Assenova B, Rebezov M, Amir Khanov K, Yessimbekov Z, Smolnikova F, Nurgazezova A, Nurymkhan G and Stuart M 2017 Study of morphology, chemical, and amino acid composition of red deer meat Veterinary World 10 (6) 623–29

98. Okuskhanova E, Rebezov M, Yessimbekov Zh, Suychinov A, Semenova N, Rebezov Y, Gorelik O and Zinina O 2017 Study of water binding capacity, pH, chemical composition and microstructure of livestock meat and poultry Annual Research & Review in Biology 14 (3) 1–7

99. Okuskhanova E, Rebezov M, Yessimbekov Zh, Tazeddinova D, Shcherbakov P, Bezhinar T, Vagapova O, Shcherbakova T and Stuart M 2018 Rheological properties of low-calorie red deer meat pate Journal of Pharmaceutical Research International 23 (1) 1–9

100. Zhumanova G, Rebezov M, Assenova B and Okuskhanova E 2018 Prospects of using poultry byproducts in the technology of chopped semi-finished products International Journal of Engineering and Technology (UAE) 7 (3.34) 495–98

101. Zinina O, Merenkova S, Tazeddinova D, Rebezov M, Stuart M, Okuskhanova E, Yessimbekov Zh and Baryshnikova N 2019 Enrichment of meat products with dietary fibers: a review Agronomy Research 17 (4) 1808–22

102. Zinina O V and Rebezov M B 2016 Biotechnological processing of collagen containing byproducts of bovine Animals Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences 7 (1) 1530–34

103. Zinina O, Merenkova S, Rebezov M, Tazeddinova D, Yessimbekov Z and Vietoris V 2019 Optimization of cattle by-products amino acid composition formula Agronomy Research 17 (5) 2127–38

104. Zinina O V, Borisovich R M and Vaiscrobova E S 2016 A microstructure of the modelling systems on the basis of the ferment raw material with a high collagen content Pakistan Journal of Nutrition 15 (3) 249–54

105. Assenova B, Okuskhanova E, Rebezov M, Korzhikenova N, Yessimbekov Zh and Dragoev S 2016 Trace and toxic elements in meat of maral (red deer) grazing in Kazakhstan Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences 7 (1) 1425–33

106. Akhmetova S, Suleimenova M and Rebezov M 2019 Mechanism of an improvement of business processes management system for food production: case of meat products enterprise Entrepreneurship and sustainability issues 7 (2) 1015–35