

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

**Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра технології оздоровчих продуктів**

«До захисту в ЕК»
Директор інституту
_____ Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 20__ р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ Галина СИМАХІНА
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 20__ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**
зі спеціальності 181 «Харчові технології»
освітньо-професійної програми «Технології харчових продуктів оздоровчого та
профілактичного призначення»

на тему: «Наукове обґрунтування та спосіб отримання дієтичної добавки з
культивованих грибів для подолання дефіциту вітамінів групи D»

Виконав: здобувач 6 курсу, групи ОП-2-5М

Олександр МЕЖУБОВСЬКИЙ
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник Галина СИМАХІНА
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент Наталія ГРЕГІРЧАК
(прізвище та ініціали)

(підпис)

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

Здобувач _____

(підпис)

Київ – 2023 р.

РЕФЕРАТ

Обсяг: 159 сторінок, 114 літературних джерел, 41 таблиця, 14 рисунків.

Предметом роботи є культивовані гриби, біохімічні, медико-біологічні, технологічні характеристики культивованих печериць та якісні показники отриманих з них сухого порошку та супу швидкого приготування.

Об'єктом даного дослідження є наукове обґрунтування та спосіб отримання напівфабрикату з культивованих грибів та формування композиційної суміші для подолання білкового дефіциту.

Мета роботи: обґрунтувати доцільність перероблення і способу отримання з культивованих грибів напівфабрикатів та дієтичних добавок з підвищеним вмістом білкової складової і природними вітамінами групи D.

В роботі освітлені глобальні тенденції стрімкого розвитку вирощування та перероблення культивованих грибів, з'ясовано біохімічний вплив біокомпонентів на функціонування організму людини, зокрема можливість синтезу у свіжих та перероблених грибах вітамінів групи D, запропоновано способи використання грибних напівфабрикатів низькотемпературного сушіння у виробництві кулінарної продукції, в даному разі – супу швидкого приготування. Сформульовано способи дотримання безпеки виробництва напівфабрикатів за принципами НАССР, запропоновано проєкт інноваційного підприємства для отримання даних продуктів та оцінку ефективності його діяльності з використанням SWOT-аналізу.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СУП ГРИБНИЙ, ПЕЧЕРИЦІ, СОЧЕВИЦЯ, ШРОТ ЛЬОНУ, НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНЕ СУШІННЯ, БІОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ.

ABSTRACT

Volume: 159 pages, 114 sources, 41 table, 14 pictures.

The **subject** of the work is cultivated mushrooms, namely biochemical, medical, technological characteristics of cultivated *Agaricus bisporus* as well as quality features of the dry powder and dietary supplement obtained from them.

The **object** of this study is scientific substantiation and a production method of a dietary supplement from cultivated mushrooms to overcome vitamin D deficiency.

The **goal** of this qualification study is to justify the expediency of processing and the method of obtaining semi-finished products and dietary supplements with an increased content of the protein component and natural vitamins of group D from cultivated mushrooms.

The work sheds light on global trends in the functional food industry in 2021-2022 and offers ideas for innovations in Ukraine. The efficiency of low-temperature drying of white button mushrooms has been experimentally confirmed.

The competitive potential of the innovative supplement, its social and economic efficiency have been evaluated. The study results are the basis for a patent for an invention.

KEYWORDS: MUSHROOM SOUP, MUSHROOMS, LENTILS, FLAX MEAL, LOW TEMPERATURE DRYING, BIOLOGICAL VALUE.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ОЗДОРОВЧІ ПРОДУКТИ – СВІТОВИЙ ТРЕНД ТА ОСНОВНИЙ ОБ’ЄКТ ІННОВАЦІЙ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ.	
1.1. Пріоритетний розвиток виробництва та аналіз світового ринку оздоровчих продуктів.....	9
1.2. Стан та перспективи розвитку індустрії оздоровчих продуктів та дієтичних добавок в Україні.....	45
1.3. Обґрунтування доцільності використання культивованих печериць у виробництві дієтичних добавок, напівфабрикатів та продуктів на їхній основі як джерела білків та ерготіонеїну і для подолання дефіциту вітамінів групи D.....	48
1.3.1. Медико-біологічна характеристика культивованих печериць за основними біокомпонентами та їхнього впливу на організм людини.....	48
1.3.2. Печериці як перспективне джерело антиоксиданту ерготіонеїну.....	57
1.3.3. Світовий досвід використання культивованих печериць для забезпечення організму вітамінами групи D.....	61
1.3.4. Аналіз основних сучасних способів перероблення культивованих грибів.....	70
1.4. Патентний пошук.....	73
Висновки.....	77
РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ, МЕТОДОЛОГІЯ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	78
2.1. Об’єкти досліджень.....	78
2.2. Предмети досліджень.....	80

2.3. Методи досліджень, що використовуються в магістерській роботі.....	80
2.4. Блок-схема проведення теоретичних та експериментальних досліджень.....	84
Висновки.....	85

РОЗДІЛ 3. КОНСТРУЮВАННЯ ТА СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА ДІЄТИЧНОЇ ДОБАВКИ І НАПІВФАБРИКАТІВ З ПЕЧЕРИЦЬ, А ТАКОЖ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ ЗБАГАЧЕННЯ ТРАДИЦІЙНИХ СЕРЕДОВИЩ.....86

3.1. Формування споживчих властивостей грибного напівфабрикату та розроблення технології його отримання.....	86
3.2. Опис технології отримання функціональних збагачувачів для комбінування з грибним порошком.....	101
3.3. Дослідження основних фізико-хімічних функціонально-технологічних та органолептичних показників грибних швидкорозчинних супів.....	106
3.4. Наукове обґрунтування рецептури швидкорозчинного супу на грибній основі.....	110
3.4.1. Підбір рецептурних інгредієнтів, їх раціональне співвідношення та вплив на органолептичні характеристики готового продукту.....	110
3.4.2. Вплив масових часток функціональних інгредієнтів швидкорозчинного супу на якісні показники його модельних зразків.....	111
3.5. Обґрунтування та розроблення способу отримання швидкорозчинного супу з підвищеним вмістом білку на основі створеної композиційної суміші.....	116
3.5.1. Принципова технологічна схема отримання швидкорозчинного збагаченого супу.....	116

3.6. Оцінка показників безпеки грибного напівфабрикату на основі принципів НАССР.....	120
Висновки.....	131
РОЗДІЛ 4. АЛГОРИТМ ОРГАНІЗАЦІЇ ІННОВАЦІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА З ВИРОБНИЦТВА ГРИБНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ, ЙОГО СОЦІАЛЬНА ТА ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.....	132
4.1. Алгоритм організації інноваційного підприємства з характеристикою його ресурсних складових.....	132
4.2. Застосування SWOT-аналізу для характеристики діяльності інноваційного підприємства.....	134
4.3. Оцінка економічної та соціальної ефективності виробництва і реалізації грибних напівфабрикатів.....	134
4.4. Заходи з охорони довкілля та екологізації виробництва грибних напівфабрикатів. Раціональне перероблення вторинних ресурсів як побічної сировини при отриманні цільового продукту.....	140
Висновки.....	142
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	143
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	145

ВСТУП

Індустрія здорового харчування в Україні, незважаючи на сучасні труднощі, має високий потенціал для розвитку. Стоїть питання виробництва продукції з натуральної місцевої сировини та науково обґрунтованим синергічним складом. Перспективним джерелом для подолання білкового дефіциту у раціонах харчування населення є культивовані гриби, зокрема печериці, які необхідно також максимально залучати до різних галузей харчових технологій.

Актуальність дослідження зумовлена глобальною тенденцією розширення асортименту функціональних продуктів, максимального залучення рослинних джерел білку, необхідністю подолання дефіциту вітамінів групи D та інших нутрієнтів у населення України, вирішення проблем розроблення нових продуктів оздоровчого призначення на основі вивчення зарубіжних наукових джерел.

Мета даної роботи – обґрунтувати доцільність перероблення і способу отримання з культивованих грибів напівфабрикатів та дієтичних добавок з підвищеним вмістом білкової складової і природними вітамінами групи D.

Для реалізації поставленої мети в роботі вирішуються такі **завдання**:

- вивчення літератури стосовно останніх світових тенденцій розвитку галузі ФХП, медико-біологічної цінності сировини та сучасних технологій її оброблення;
- обґрунтування вибору грибів для створення напівфабрикату та функціональних збагачувачів;
- аналіз біохімічного складу інгредієнтів за літературними даними;
- розроблення технологічної схеми виробництва грибних напівфабрикатів низькотемпературного сушіння та супу швидкого приготування з їх використанням;
- апробація розробленої суміші в якості швидкорозчинного грибного крем-супу;
- опис органолептичних та якісних показників отриманого продукту;

- проєкт інноваційного підприємства з виробництва порошкоподібного грибного напівфабрикату з характеристикою його ресурсних складових та SWOT-аналізом.

Предметом роботи є культивовані гриби, біохімічні, медико-біологічні, технологічні характеристики культивованих печериць та якісні показники отриманих з них сухого порошку та супу швидкого приготування.

Об'єктом даного дослідження є наукове обґрунтування та спосіб отримання напівфабрикату з культивованих грибів та формування композиційної суміші для подолання білкового дефіциту.

Наукова новизна роботи полягає в обґрунтуванні доцільності використання культивованих грибів печериць як багатого джерела повноцінного білку, а також єдиного серед рослинних матеріалів джерела вітамінів групи D.

Практичне значення дослідження полягає в розробленні технологічного способу отримання грибного напівфабрикату низькотемпературного сушіння за встановленими параметрами процесу, оцінці споживчих властивостей напівфабрикату та отриманого на його основі супу швидкого приготування, з'ясуванні перспектив подальшого розвитку даного напрямку.

Напівфабрикат може бути використаний у широкому спектрі функціональних харчових продуктів, зокрема в м'ясній, рибній, молочній, рослинній, хлібобулочній, кондитерській продукції.

1.1. Пріоритетний розвиток виробництва та аналіз світового ринку оздоровчих продуктів.

Продукти харчування оздоровчого та профілактичного призначення стають дедалі популярнішими в усьому світі. Опитування Ipsos серед споживачів у 28 країнах показало, що занепокоєння COVID-19 суттєво сприяло їхньому зосередженні на здоровому харчуванні, дотриманні більш активного та превентивного підходу до здоров’я [1]. HealthFocus повідомляє, що за останні два роки половина світових споживачів зосередила свою увагу до їжі як ліків [1]. Відповідно до звіту IRI та Klein & Co., більше чверті (28%) дорослих американців є завзятими споживачами функціональних продуктів, 41% вживають заходів для зміцнення здоров’я щоденно. Згідно зі звітом The Hartman Group Health & Wellness 2021: Reimagining Well-Being Amid COVID-19, дві третини дорослих у Сполучених Штатах шукають їжу та напої з вітамінами та мінералами [1]. Половина дорослих американців стверджують, що планують вживати здоровішу їжу в майбутньому, повідомляється у звіті за 2022 рік Асоціації харчової промисловості США (FMI).

Nutrition Business Journal оцінив продажі функціональних продуктів харчування та напоїв у США у 83 мільярди доларів у 2021 році, що на 6,8% більше, ніж у 2020 році [1]. За даними Euromonitor, світові продажі збагачених/функціональних харчових продуктів у 2021 році досягли 292 мільярдів доларів проти 274 мільярдів доларів у 2020 році [1]. Прогнозується, що в Китаї, другій за економіці світу, ринок ФХП до 2026 року сягне 29,8 мільярдів доларів США [2].

За останніми даними FMI, переваги оздоровчих продуктів мають значний вплив на рішення щодо покупки для шести з 10 покупців у США [1]. Опитування Kerry серед споживачів у 16 країнах показало, що 42% купляли більше функціональних продуктів харчування, ніж у 2020 році [1]. За даними дослідження YPulse, молодші споживачі віком від 13 до 39 років, у 2022 році найбільше прагнули покращити своє фізичне та психічне здоров’я [1]. Відповідно до опитування IRI, оздоровче харчування наразі є пріоритетним для двох третин (63%) із 42 мільйонів американців, які беруть участь у

Програмі додаткової допомоги в харчуванні (SNAP) Міністерства сільського господарства США [1].

Джерело надходження інгредієнтів впливає на вибір 56% споживачів, а для 51% вирішальне значення мають харчові твердження. Майбутнє ринку функціональних харчових продуктів виглядає ще більш вражаючим [1].

Загальне місце функціональних харчових продуктів на глобальному ринку порівняно із природньо корисними та органічними продуктами видно з рисунку 1 нижче:

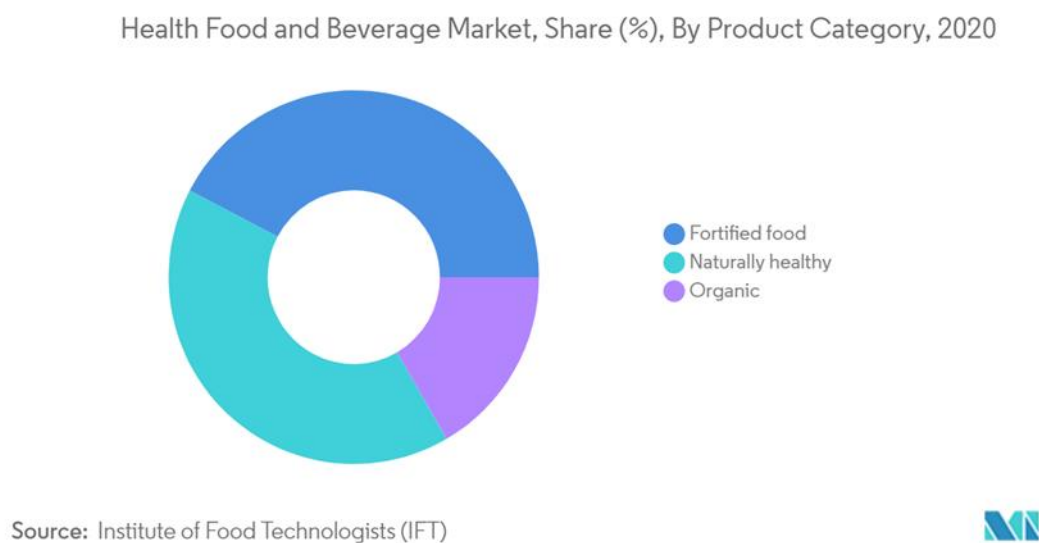


Рис. 1. Ринок оздоровчих продуктів та напоїв, 2020 р.
Джерело: Інститут харчових технологій [3].

Ключові тренди функціональних харчових продуктів у 2022 році:

• Посилення уваги до свого фізичного та ментального здоров'я все більшої кількості людей є основним рушієм ринку ФХП: зростає кількість хронічних захворювань, ростуть витрати на охорону здоров'я та, як наслідок, потреба в профілактичних заходах. Згідно з опитуванням Керрі [4], споживачі прагнуть перш за все:

- зміцнення імунітету: 58%
- зміцнення кісток та суглобів: 46%
- покращення травлення: 43%
- захисту серцево-судинної системи: 40%
- забезпечення енергією: 39%.

Крім оздоровлення, суттєвими факторами, що впливають на ринок, є:

- бурхливий розвиток технологій (зокрема нанотехнологій і штучного інтелекту, ензимне, вакуумне просочення та їстівні покриття для ФХП, що уможлиблюють інноваційні рішення тощо);
- цілеспрямоване формування поглядів споживачів на здоров'я сучасними інформаційними засобами;
- широкомасштабні дослідження хімічного складу продуктів та їхнього біохімічного впливу на організм людини, доступні світовим лідерам;
- цифровий маркетинг, що відкриває нові шляхи формування ринку;
- глобальний рух до сталого розвитку, що оцінюється як мегатренд.

Здоровий глузд та певна обізнаність все більшої кількості людей визначають такі *загальні риси сучасного стану галузі ФХП* [2]:

- пробіотики лишаються кращим інгредієнтом здорової їжі для кишечника;
- зростає попит на продукти, збагачені білками;
- посилюється увага до якості обробки харчових продуктів;
- набирають обертів засоби для покращення настрою;
- постійно розширюється категорія круп та злаків як функціональних інгредієнтів;
- персоналізація та фрагментація змінюють ринок;
- розширюється ринок спортивного харчування.
- впроваджуються більш натуральні, органічні та функціональні версії для стимулювання продажів енергетичних напоїв;
- функціональні напої на основі сої лишаються провідними на ринку;
- антиоксиданти набувають значення у функціональних напоях;

- зростає популярність води, що відбирається з плодів та дерев, таких як кокосова, кленова, березова, кактусова, артишокова тощо;
- еволюція омега-3 стимулює попит на морські функціональні харчові інгредієнти;
- розширюється застосування у ФХП бета-каротину;
- функціональні снеки та батончики популярніші за традиційні;
- зростає популярність ФХП та напоїв у боротьбі з ожирінням;
- мілленіали схильні до фітнесу та зосереджені на ФХП;
- молоді жінки особливо дбають про здорове харчування.

На рисунку 2 зображені 10 ключових трендів функціональних харчових продуктів у 2022 р., що впливали на поведінку споживачів у 2022 році й вірогідно продовжуватимуть впливати і надалі, як їх визначив Інститут оздоровлення та нутриціології Kerry [5].



Рис. 2. Ключові тренди функціональних харчових продуктів у 2022 р.
Джерело: Інститут оздоровлення та нутриціології Kerry [5].

Як видно з рисунку 2, провідні дослідники ринку ФХП виділяють стале харчування як мегатренд в контексті глобального сталого розвитку. Переваги,

спрямовані на конкретні потреби здоров'я, стають наріжним каменем ландшафту продуктів харчування та напоїв, що втілює такі ключові тренди [5]:

1. Майбутнє за рослинним харчуванням.
2. Ботанічний бум.
3. Настрій, розум, сон.
4. Мікробіом (більш ніж здорове травлення).
5. Керування вагою, дружнє до тіла.
6. Доступність розрахунку, прозорість харчової цінності.
7. Імунне здоров'я.
8. Персоналізоване харчування.
9. Технології задля майбутніх продуктів.
10. Активне старіння.

• Деякі дослідники як суттєвий тренд окремо виділяють прагнення поживної щільності (nutritional density) у ФХП [6].

Стале харчування.

Цілі сталого розвитку Організації Об'єднаних Націй служать дорожньою картою для багатьох стратегій сталого розвитку та цілей, яких в усьому світі зобов'язуються досягти підприємства галузі. Стале харчування було провідною тенденцією 2021 року та стало настільки важливим для глобальної продовольчої системи, що зараз це - мега-тренд. Ідея сталого харчування стає базисом інновацій виробників харчових продуктів та прийняття рішень споживачами. «Лідери думок» наголошують, що це має вирішальне значення для майбутнього планети. Це означає посилення уваги до сталого ведення сільського господарства та постачальників, замкнутих ланцюжків постачання, пошуку користі для здоров'я у потоках відходів [5].

Стале харчування визначається як здатність харчових систем забезпечувати достатню кількість енергії та основних поживних речовин для підтримки доброго здоров'я населення без шкоди для здатності майбутніх поколінь задовольняти свої потреби в харчуванні (шлях від сталого харчування до стійкості складних харчових систем) [6]. Ця мега-тенденція

стосується виробництва харчових продуктів, зокрема ФХП, із піклуванням про людей, планету та суспільство.

Населення світу сьогодні становить 8 млрд і досягне 9,6 мільярдів до 2050 року. Як відзначається у Звіті ООН про народонаселення 2019 р., знадобиться еквівалент 3-х планет Земля, щоб виробляти достатньо їжі для такої кількості людей, якщо практику виробництва та споживання не буде змінено [6]. Згідно із звітом ФАО та ВООЗ щодо раціонального харчування, на продовольчі системи припадає до 35% глобальних викидів парникових газів, вони займають ~40% площі суші Землі та є найбільшою рушійною силою втрати біорізноманіття.⁹ Дослідження щодо продуктів харчування та здоров'я 2021 року, проведене Міжнародною радою з харчової інформації, показало, що 42% споживачів вважають, що їхній вибір продуктів харчування впливає на довкілля, а 70% вважають, що зміна клімату впливає на те, що саме вони купують [4].

Імперативом багатьох ініціатив є використання відходів, адже близько 30% їжі, яка виробляється в усьому світі щодня, витрачається даремно (FAO 2019), при тому що велика частина населення недоїдає [6].

Пропагується ультратраміське землеробство та кімнатне садівництво [10]. За останні кілька років було інвестовано мільярди доларів у сільське господарство в закритому ґрунті, незабаром можна буде побачити «плоди» цих зусиль [10].

Через призму сталого харчування оцінюються такі питання [6]:

- Чи адаптоване харчування для людей, для яких воно призначене? Вони переїдають або недоїдають?
- Чи є продукція безпечною?
- Як виробляли продукцію? Як це виробництво вплинуло на навколишнє середовище і чи існує кращий вибір?
- Чи реально досягти здорового харчування для конкретної особи? Чи доступна така продукція, чи може людина дозволити її собі?

- Чи відповідає продукт харчовій поведінці місцевої громади, релігійним переконанням або місцевій системі харчування?

Складові сталого харчування виділені на рисунку 5.



Рис. 5. Складові сталого харчування: здоров'я /харчування (безпечне, здорове, адекватне з точки зору нутриціології); економіка (доступність, економічна доброчесність, платоспроможність); екологія (низький вплив на оточуюче середовище); соціо-культура (культурна прийнятність) [6].

За даними звіту ВООЗ 2020, наразі 2 млрд. людей мають надлишкову вагу або страждають ожирінням, у той же час 690 млн. щодня голодують або недоїдають. Ці дві групи людей мають дуже різні потреби в харчуванні [6]. Крім того, суттєвим фактором є екологічний статус регіону, наприклад, України, населення якої зазнає руйнівного впливу хронічної радіації та безпрецедентного хімічного забруднення внаслідок сучасних бойових дій.

Застосовувана як до продуктів для здоров'я людей, так і домашніх тварин, сталість є стійкою тенденцією, що зросла серед споживачів приблизно на 24% у порівнянні з 2021 роком [6]. «Прозорість етикетки» стосується тепер не лише інгредієнтів. Споживачі все більше очікують прозорості в методах постачання та виробництва оздоровчих продуктів [11]. Зростає інтерес до усього життєвого циклу продукту, від виробництва сировини до утилізації після використання. Innova Market Insights повідомляє, що в усьому світі троє з п'яти споживачів зараз цікавляться, звідки походить їхня їжа та як її виготовляють. Відновлюване землеробство, збереження середовища проживання та

зменшення викидів вуглекислого газу зараз серйозно розглядаються споживачами, перш ніж вони вирішать придбати харчовий продукт [6].

Фактори обмеження ринку ФХП: розробка, виробництво та комерційні аспекти функціональних харчових інгредієнтів є комплексними, фінансово залежними та наукоємними. Розробка продукції в цих галузях вимагає високих технологічних умов, споживчого попиту та відповідної нормативно-правової бази [7]. Як приклад можна навести виробництво пробіотиків. Основна вимога полягає в тому, щоб вони містили достатню кількість мікроорганізмів до закінчення терміну придатності залежно від регламентів конкретної країни. Штами повинні бути здатні підтримувати себе під час інтеграції з функціональними харчовими продуктами. Зміни рН і температури, кількість кисню та світла впливають на якість продукції [7].

Через COVID-19 витрати на сировину для ФХП зросли внаслідок перешкод в торгівлі, перебоїв у постачанні сировини та неефективних системи розподілу, що відбилося на ціноутворенні та платоспроможності споживачів. Оскільки більшість вітамінів імпортується з Китаю, вітамінів не вистачало. Виграли місцеві торговці та регіональні постачальники сировини. Чимало підприємств по всьому світі під час пандемії були закриті. В результаті реальний попит на функціональні харчові компоненти спочатку був скромним, але стрімко піднявся. Все критичнішою стає безпека ланцюга постачання готової продукції [3].

Відмінності у підходах останньої декади [6]. Ще у 2015 році неможливо було уявити, що у 2021 році категорія м'ясних закусок буде на 300% більша, ніж уся категорія рослинних замінників м'яса і зростатиме вдвічі швидше. Так само нелегко було б повірити, що у 2020 році одним із 10 найуспішніших нових продуктів у США виявиться морозиво (Rebel) із вмістом молочного жиру 25%, що його їдять як частину дієти з контролю ваги, і що це морозиво рекламуватиметься крилатою фразою «Embrace the Fat» (гра змісту слова: обійми / використай сповна / вибери цей жир).

Зовсім не так давно здалося б неймовірним, якби хтось запевняв, що цільне молоко збільшить продажі на 1 мільярд доларів між 2016 і 2021 роками, і це буде точно таким самим зростанням продажів у доларах, як і ринок рослинного молока. Настільки ж неймовірною видавалась би ідея, що компанія General Mills, найбільш відома продажами зернових продуктів з низьким вмістом жиру, випустить лінію снєк-батончиків (Ratio) із жирністю 41% — і це матиме успіх. Усі ці можливості суперечили загальноприйнятій думці харчової галузі на той час — і усі вони реалізувалися. Споживачі втрачають страх перед жиром, оскільки ЗМІ інформують про досягнення науки. Дієти з низьким вмістом вуглеводів і високим вмістом жиру (LCHF) увійшли в медицину як лікування діабету та надмірної ваги; у Великобританії, наприклад, тисячі сімейних лікарів навчаються тому, як ними користуватися. Білок став «живильною речовиною, яка не може заподіяти нічого поганого», і сьогодні немає жодних ознак того, що ці тенденції втрачають оберти [6].

Можливості технологій для виробництва ФХП. Цифрові та нанотехнології, широкомасштабні дослідження у сфері харчових технологій обіцяють суттєві зміни як у самому процесі конструювання ФХП, так і в палітрі можливих інгредієнтів.

Найактивнішими дослідниками грибною, і не тільки, сировини є китайські спеціалісти, які завдяки фінансуванню світових лідерів та доступності обладнання мають змогу ґрунтовно вивчати переваги різних методів обробки. Сьогодні споживачі віддають перевагу натуральним продуктам через їхню чисту, порівняно із синтетичними, біодоступну форму. Водночас, як приклад, ціни на природні каротиноїди, такі як бета- та лікопін, у три рази вищі, ніж на будь-які синтетичні каротиноїди.

Інший приклад: в деяких частинах світу через смак, запах і харчові звички споживачі уникають продуктів на основі риби. В результаті виробники риб'ячого жиру шукають нові водорості, зоопланктон (кріль) і генетично модифіковані (ГМ) рослини як можливі джерела омега-3. Щоб задовольнити зростаючий попит, досліджують широкомасштабне культивування

мікроводоростей і тестують різні штами, щоб виробляти більш життєздатні та економічно ефективні продукти з омега-3. На ринок виходять нові постачальники водоростей, зокрема Algae Biosciences Inc. (США), Aurora Algae Inc. (США) і Lonza Group (Швейцарія) [7].

Розподіл функціональних харчових продуктів за призначенням [7].

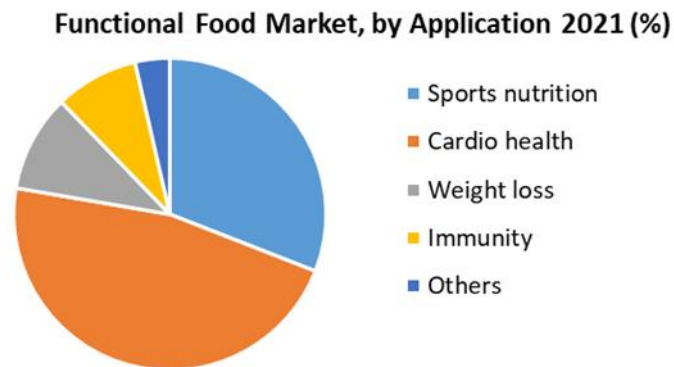


Рис. 3. Доля ФХП за призначенням у 2021 р.

Позначки зверху вниз: спортивне харчування, кардіоздоров'я, контроль ваги, імунітет, інше. Джерело: Maximizemarketresearch [7].

Розподіл функціональних харчових продуктів за типом продукції [3]



Рис. 4. Розподіл світового ринку ФХП за типом продукції.

Позначки зверху вниз: хлібобулочні та кондитерські вироби, злакові сніданки, снеки та функціональні батончики, молочна продукція, дитяче харчування, інше. Джерело: IMARC [3].

Регіони найвищого розвитку ринку.

Найактивніше ринок ФХП розвивається в країнах, де населення хоча б певною мірою може дозволити собі оздоровчі продукти. Світовим лідером є США та загалом Північна Америка. В Азіатсько-Тихоокеанському регіоні одним з найбільших ринків функціональних продуктів є Таїланд. В цьому

регіоні трьома ключовими тенденціями є продукти, спрямовані на здорове старіння, природні добавки та персоналізоване харчування. П'ятдесят п'ять відсотків сімей в Азії засвідчили, що ця сфера є для них пріоритетною [8].

Сталий білок.

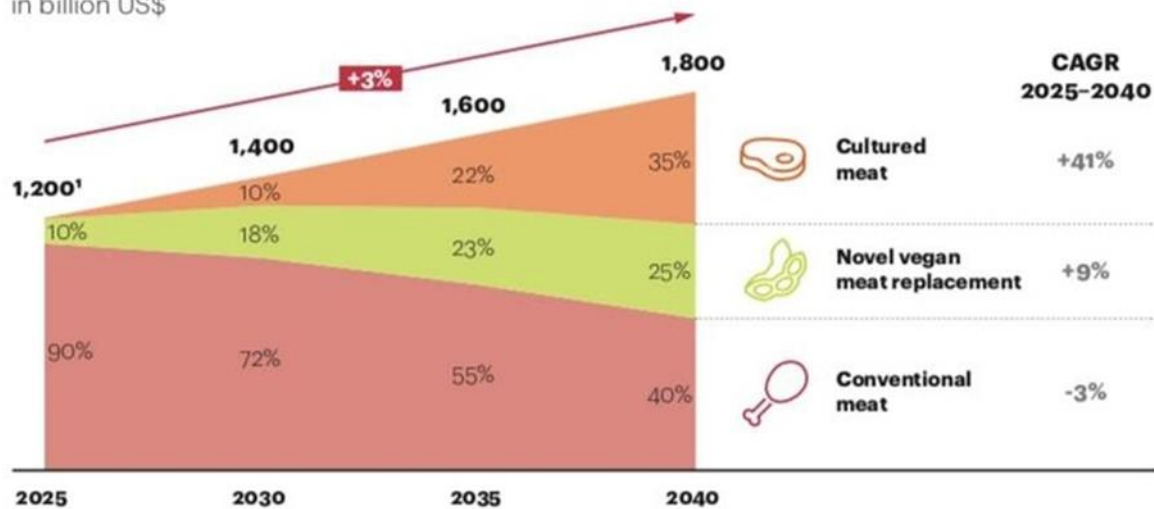
Навіть незважаючи на те, що на багатьох західних ринках білок споживається надмірно, він залишається однією з ключових функціональних поживних речовин як для компаній, що випускають упаковані харчові продукти, так і для споживачів [12]. Рекомендована дієтична норма становить 0,8 г білку на кілограм маси тіла, що означає приблизно 50 г на день для середньої дорослої людини. Проте дискусія навколо білку все більше переходить від кількісної до якісної точки зору [12].

Наголошується, що увагу на альтернативних джерелах білку в усьому світі зосереджено перш за все з екологічних причин, зокрема через екстенсивне землекористування, використання води та парникові гази у тваринництві. В першу чергу розглядається перехід до рослинних джерел білку, таких як бобові. Так, гороховий та сочевичний протеїн є одним із найбільш затребуваних рослинних білків на даний момент, тому він потрапив у численні інноваційні продукти - замітники м'яса, йогурти, кондитерські та хлібобулочні вироби, морозиво [12, 22].

У 2021 році продажі продуктів рослинного походження, що безпосередньо замінюють продукти тваринного походження, зросли на 27% і досягли доходу в 7 млрд. доларів. Як видно з рисунку 6 нижче, ООН та Світовий Банк за даними дослідження ATKearney стверджують, що до 2040 року 60% споживаного м'яса буде або рослинним, або вирощеним у лабораторіях, а поставки традиційного м'яса скоротяться на 50% [13].

Global meat consumption: By 2040, conventional meat supply will drop by more than 50%

in billion US\$



¹ Numbers are rounded to hundred billions.

Sources: United Nations, World Bank, Expert interviews; A.T. Kearney analysis

Рис. 6. Споживання м'яса у світі: до 2040 р. поставки традиційної м'ясної сировини прогнозовано впадуть більш ніж на 50%.

Позначки зверху вниз: культивоване м'ясо, інноваційні веганські замітники м'яса, традиційне м'ясо.

Джерела: ООН, Світовий Банк, Expert Interviews, Kearney [13].

Перспективним джерелом легкозасвоюваного білку є коноплі. До 2030 року ліцензовані площі для вирощування конопель у США планується збільшити до 9 млн. акрів. Прогнозується, що майже 80% майбутнього врожаю коноплі піде на рослинний білок, а не на CBD. Насіння коноплі містить більше білку за вагою, ніж мигдаль, насіння чіа чи насіння льону. Воно також має вражаючі властивості емульгування та піноутворення, що вкрай важливо для функціонального рослинного молока, вершків і напоїв [14]. Що стосується конопляного протеїну, основною перешкодою для впровадження його на ринку були сенсорні характеристики. Для протеїну насіння коноплі це означає необхідність видалення зовнішньої оболонки та зелених часток за допомогою найсучаснішої технології сортування кольорів, щоб представити чистий інгредієнт, білий замість зеленого, позбавлений гіркоти, що зазвичай асоціюється з конопляним білком [6].

Традиційним джерелом білків є бобові. Проте їх споживання у країнах з високим рівнем доходу лишається низьким, а в країнах з низьким та середнім рівнем доходу все частіше замінюється сучасною продукцією. За останні 50

років загальне виробництво бобових у світі виросло лише на 60%, тоді як виробництво зернових збільшилось майже втричі. Науково обґрунтовані дані щодо терапевтичної користі бобових стали активно поширюватись після 2016 року, який ООН оголосила Міжнародним роком бобових під девізом «поживне насіння для сталого майбутнього». У відповідних документах бобові, перш за все сочевиця, названі суперфудом, а їх споживання визначено як захисний дієтичний предиктор довголіття в різних етносах. FAO (Організація продовольства та сільського господарства ООН) рекомендує регулярне споживання бобових з метою профілактики та лікування хронічних захворювань та ожиріння. Із зростанням числа людей, які не отримують гемового заліза з м'ясної їжі, продукція із сочевиці та інших бобових нарощуватиме популярність.

Міжнародні організації підкреслюють також необхідність використання льону та вторинної лляної сировини в якості оздоровчих білкових добавок. В США та Канаді є офіційні рекомендації стосовно щоденного споживання льону.

Інші сфери інновацій включають білок комах, клітинне сільське господарство та ферментацію. Ферментація дає змогу виробляти багато типів харчових продуктів, які ми зазвичай отримуємо з сільського господарства, більш здоровим і сталим способом [6].

Індустрія рослинних продуктів невпинно рухається у бік автоматизації. Шеф-кухар компанії NotCo на ім'я Джузеппе - це штучний інтелект, який на молекулярному рівні аналізує страви з інгредієнтів тваринного походження та пропонує рослинну заміну. Він вже створив рослинний аналог курячого м'яса на основі нуту, бамбука та персика [13].

Популярність редукціонізму (ідеї скорочення споживання м'яса, молока, яєць), скоріш за все, продовжуватиме зростати, зважаючи на масований інформаційний вплив. Ось чому редукціонізм є одним із трендів, який світові виробники враховували у 2022 році [10, 15]. Наприклад, ресторани запроваджували понеділки без м'яса.

Привабливий для веганів, вегетаріанців і нової категорії флекситаріанців (із гнучкою дієтою, спорадичним споживанням м'яса), рослинний сектор стимулює інновації у м'ясі, яйцях і молочних продуктах рослинного походження наступного покоління [9]. Інновації в альтернативних протеїнах активно впроваджуються, маючи серйозну підтримку державних органів влади, а з розвитком технологій межі між типами білку у продуктах розмиватимуться, як видно з рисунку 7.

The lines between these categories are becoming increasingly blurred

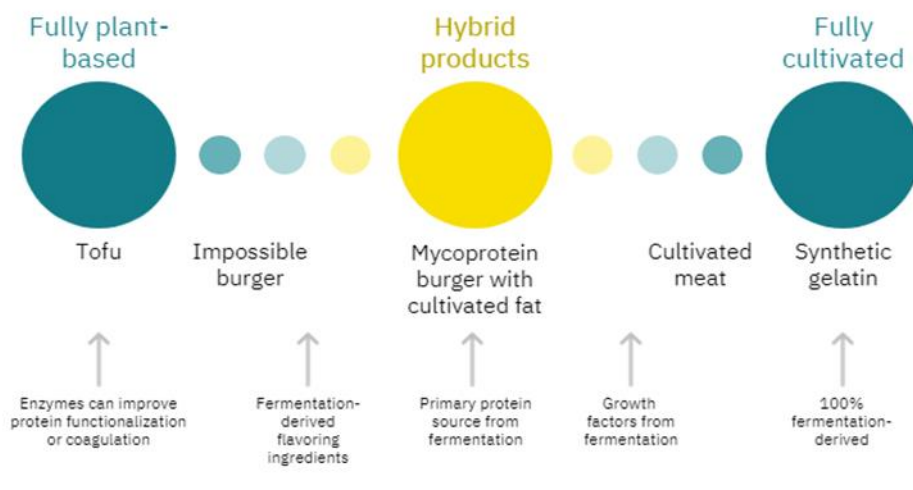


Рис. 7. Межі між типами білку стають дедалі розмитішими:

повністю рослинні продукти (тофу; ↑ензими здатні покращувати функціоналізацію чи коагуляцію протеїну)→неможливий бургер ↑смакові інгредієнти, отримані шляхом ферментації→гібридні продукти (мікопротеїновий бургер з культивованим жиром) ↑початкове джерело протеїну – ферментація → (культивоване м'ясо)↑ ферментація як фактор росту→повністю культивовані продукти (синтетичний желатин) ↑100% ферментація. Джерело: Good Food Institute [6].

Рослинна основа- це...все.

Споживачі, які прагнуть здоров'я та повноцінного харчування, авантюрних смаків і екологічності, можуть задовольнити усі три за допомогою різноманітних продуктів рослинного походження, зокрема:

- штучного м'яса, в'ялених замінників та вегетаріанських бургерів;
- рослинних аналогів молока, виготовлених з горіхів, насіння, бобових та зерна;
- інгредієнтів з нуту, цвітної капусти, буряка, конопель, льону тощо [6].

Незалежно від того, чи розроблені вони для споживачів із непереносимістю молочних або м'ясних продуктів, для етичних вегетаріанців чи інших дієтичних філософій, або для тих, хто шукає чогось нового, рослинні альтернативи пропонують способи включення нових інгредієнтів і смаків [6].

Нові інгредієнти, такі як різноманітні бобові, овочі, зокрема цвітна капуста та буряк, насіння, горіхи, маніок, плоди хлібного дерева та побічні продукти переробки, зокрема окара (соєва пульпа) та сироватка, можуть повністю розкрити свій потенціал у рецептах, якщо їх висушити, подрібнити та змішати згідно із науково обґрунтованими дієтологічними рекомендаціями [6]. Велика кількість із переліченої рослинної сировини доступна в Україні, що може бути базою для інновацій.

Продукція на рослинній основі активно пропагується. Проте це лише один із варіантів широкого вибору споживачів, оскільки самі переконання щодо того, що означає «здоровий», різняться [6]. Основним рушієм таких змін є технології. Безліч веб-сайтів, програм і платформ соціальних медіа надали споживачам можливість проводити власні дослідження; і з цими знаннями люди почуваються більш впевненими у створенні персональних моделей здорового харчування та вибору дієти [6].

М'ясо проти рослинного білку [11].

Згідно із статтею в Nutraceuticals World, білок став «поживною речовиною, яка не може вдіяти нічого поганого» [11]. У 2021 році продажі м'ясних снєків у США зросли на вражаючі 19%, до 4,6 млрд. доларів, що свідчить про те, наскільки добре вони відповідають потребам багатьох споживачів. Вони є однією з найбільших і найменш відомих історій успіху в супермаркетах, відзначені багатьма успішними брендами. Так, бренд м'ясних закусок Old Wisconsin у 2021 році досяг роздрібних продажів у 165 млн. доларів США, що на 24% більше, ніж у 2020 році [6]. Основна увага приділяється походженню, натуральності та сильній споживчій привабливості: 9 г білка та 13 г жиру на 56 г порції. Для порівняння варто

зазначити, що продажі всього рослинного м'яса (ковбаси, гамбургери тощо) за той самий період склали лише 1 млрд. доларів із темпом зростання 10% [6].

М'ясні закуски користуються успіхом серед великого відсотку споживачів, які шукають смачну, ситну закуску з низьким вмістом вуглеводів, з низьким вмістом/без цукру, яка містить багато природного білку. Багато брендів уже просувають екологічний аспект своїх продуктів (наприклад, «вигодовування травою»), що може допомогти залучити ще більше споживачів, які чекають «дозволу поласувати» тваринним білком [6].

Бажання споживачів «того, що мені підходить», робить їх гнучкими та відкритими до інновацій. Краса зсередини – це не нова концепція, але споживачі все більше розуміють, які поживні речовини їм потрібні для підтримки хорошого фізичного та психічного здоров'я [11]. Згідно з Eating Well, все більш популярним стає лосось, не лише через вміст омега-3. Зростає популярність пептидів лосося, що містять колаген [11]. Жінки будь-якого віку, але особливо покоління Z і молоді міленіали, охоче сприйняли його. Серед покупців переважно молоді жінки, які вважають свою дієту рослинною. Колаген стає обов'язковою частиною ранкової процедури все більшого відсотку молодих жінок, які часто додають колагеновий порошок у свої ранкові смузі, щоб зберегти здоров'я шкіри, волосся та нігтів [11].

За даними Innova, 31% споживачів колагену в США, Великій Британії та Німеччині готові платити більше за фірмові продукти.¹¹ Колагеновим бізнесом зайнялася Nestlé, придбавши лідера ринку США Vital Proteins і розгорнувши свою продукцію в Європі та Китаї на TMall, найбільшому онлайн-магазині країни [6].

Компанії намагаються зустрічати споживачів там, де вони є. Наприклад, знаючи, що майже кожен американець п'є каву, пропонують колагенові вершки до щоденних кавових напоїв, що не змінюють смак кави. Це простий спосіб додати значну дозу колагену до ранкових напоїв. Подібним чином колаген у вигляді сухого кісткового бульйону поставляється в одноразових упаковках, що зручно для споживачів, які надто зайняті або подорожують [4].

Парадокс рослинного білку.

Звичайно, споживачі знають про користь рослин у раціоні. Але вони також бажають споживати їх у зручній формі. За останнє десятиліття креативні розробники продуктів і постачальники інгредієнтів винайшли безліч способів полегшити додавання рекомендованого відсотку овочів до упакованих харчових продуктів. Деякі споживачі зацікавлені у високому відсотку, проте більшість задоволені 20% або навіть 5%. Покупці вітають включення рослин до більшості категорій харчових продуктів, від закусок до випічки, гарнірів і міні-страв [6]. Наявність рослин на етикетці продукту надає людям «дозвіл насолоджуватися», що є одним із найефективніших рекламних повідомлень [6]. Фахівці радять писати на етикетці «рослинні продукти», а не «веганські», щоб добитись більших продажів, оскільки рослинна основа має ширшу привабливість, і рослини сприймаються як додаткові переваги [6].

Споживчий інтерес високий, і попит зростає, особливо на прості для розуміння та менш оброблені продукти, такі як мигдаль і фісташки. Рослинні білки включають у функціональні хлібобулочні вироби, такі як обгортання та коржі. Так, бренд VFree з Ірландії пропонує 12 г білку на обгортання вагою 42 г [6].

Проте у багатьох випадках існують технічні та смакові проблеми, в результаті рослинні білки постачаються як частина пакету спеціальних інгредієнтів, що призводить до довгих переліків інгредієнтів, що виявляються протилежними очікуванням споживачів, які піклуються про власне здоров'я [6].

Найгостріше ця проблема проявляється в сегменті рослинних замінників м'яса. Це ніша, вартість якої, згідно з даними IRI, становить лише 1 мільярд доларів, менша за м'ясні закуски, як вже зазначалось. У 2021 році зростання ринку становило 10%, проте за таких темпів знадобиться 10 років, перш ніж подолати рівень споживання тваринних білків. Продукти часто недосконалі за смаком, текстурою, поживністю та універсальністю, не кажучи вже про ціну. Beyond Meat, з часткою ринку 23% як бренд номер два, ніколи

не отримував прибутку, а збитки постійно зростають. Зниження ціни для збільшення обсягів тільки збільшують втрати [6].

Щоб справді процвітати, рослинні білки потребують нової стратегії, і це можна побачити в деяких кроках, нещодавно здійснених компанією Danone. Вона підвищила вміст білку в своєму рослинному йогурті Silk Greek з 1 г до 10 г і скоротила список інгредієнтів. Разом із кращим смаком це стратегія, що її тихо переймають замінники молочних продуктів, що виявились ефективнішими, ніж замінники м'яса [6].

Однією з перспектив зростання вживаності рослинних білків є порошки. Вони зручні, швидко готуються, універсальні та портативні. Для багатьох людей порошки — це спосіб отримати більше рослин у своє життя чистим і насиченим поживними речовинами способом [6].

Мілленіали прийняли їх, і для покоління Z вони є просто звичною рутинною. Крім того, те, що було американською звичкою, зараз перейняли молоді споживачі в Європі, де все більше й більше магазинів мають полицки із порошками на рослинній основі. Не дивно, що виробництво рослинних порошків зростає на 8% на рік [6].

Однією з компаній, яка показує, як досягти успіху в порошках, є Каліфорнійська компанія Mud Wtr. Збагнувши, що більшість людей очікує на відчутний ефект, компанія позиціонувала себе як рослинну альтернативу каві: «Грязь дає вам природну енергію, концентрацію та багато іншого без нервозності». Це продукт супер-преміум-класу, що продається за ціною 270 дол. за кілограм, але це виправдовується як декларованою користю, так і списком інгредієнтів, що відповідає переконанням найактивніших людей, які займаються здоров'ям: кордіцепс, лев'яча грива, рейші, чага, куркума [6].

Рослинне плато.

За даними HealthFocus, продукти рослинного походження обираються перш за все з причин контролю ваги та здоров'я серця. Водночас споживачі не впевнені, що рослинна їжа забезпечуватиме достатню кількість білку, хвилюються, чи не відчуватимуть голоду після її споживання, тому, як

стверджує Datassential, вирішення цих питань є важливою маркетинговою стратегією для стимулювання ринку рослинної їжі [1].

Високі ціни, занепокоєння з приводу надмірної обробки та зростання попиту на натуральні цільні харчові продукти вкупі з новітніми негативними уявленнями про вплив рослинного білку на навколишнє середовище цілком можуть змінити сегмент рослинного білку. За даними Хартман, після 2019 року кількість споживачів, які уникають рослинного білка, зросла вдвічі, до 14% [1]. За даними Американського інституту заморожених продуктів, інтерес до м'ясо-овочевих сумішей перевищує інтерес до рослинних альтернатив м'ясу (52% проти 43%) [1].

В результаті через падіння продажів у 2022 році компанія Maple Leaf Foods, власник брендів Lightlife та Field Roast, оголосила, що припинить своє подальше розширення в категорію альтернативного м'яса. Компанія Beyond Meat також повідомила про падіння продажів [1]. У той час як у 2019 та 2020 роках рослинне м'ясо показало значний приріст, IRI/210 Analytics повідомила, що спроби, повторні закупівлі та продажі знизилися до середини 2021 року. Продажі замороженої або обробленої птиці рослинного походження зросли лише на 0,9% за 12 тижнів, що закінчилися 26 грудня 2021 року, порівняно з роком тому, тоді як одиничні продажі впали на 5,7%. Згідно з IRI, продажі рослинного сиру також впали [1].

Виробники намагаються реагувати. Big Mountain Foods рекламує силу ферментованих продуктів із безсоєвим Superfood Fava Tofu, виготовленим із 100% бобів фави; він забезпечує на 45% більше білку, ніж провідні бренди тофу [1].

Станом на середину 2021 року, згідно з IRI, рослинні альтернативи м'ясу вживали 8,1% домогосподарств США. IRI прогнозує, що, зрештою, рослинне м'ясо стане «гарною нішею», подібною до органічного м'яса та м'яса, вирощеного на травах. За даними IFIC, наразі двоє з п'яти дорослих американців щодня або щотижня споживають продукти/напої рослинного походження, що імітують продукти тваринного походження [1].

За даними Cadent Consulting, одна третина покупців, швидше за все, споживатиме рослинну їжу на вечерю, 27% — на сніданок, 18% — на обід, 7% — як ранкову закуску, 6% — у другій половині дня, а 5% — як десерт [1].

Згідно з опитуваннями HealthFocus, половина споживачів продуктів рослинного походження зацікавлені у використанні більшої кількості горіхів/насіння як джерела білку; 43% - більше бобових; 42% - більше зерен; і 16% - більше тофу / темпе (ферментованого азійського соєвого продукту з грибами) [1].

Дуже добре продається молоко рослинного походження. Згідно з даними IRI, вівсяне молоко займає друге місце після мигдального. Справжній харчовий паритет для альтернатив продуктам тваринного походження є важливим, особливо для компаній, зацікавлених у виході на ринок дитячого харчування [1].

Пробіотичні можливості.

Науково обґрунтовані пробіотики можуть бути одним із складових успіху ФХП. Частково це пов'язано з тим, що зв'язок між мозком і травленням обговорюється в соціальних мережах і масових медіа, тому споживачі мають певну обізнаність. Після 20 років активного маркетингу пробіотики мають загальний ореол здоров'я [6].

Перспективними є добре ферментовані національні страви: кімчі, кефір і чайний гриб, багаті на безпечні пробіотики, а також інноваційні, такі як спороутворюючий пробіотик Kerry BC30 [4]. Компанія Merrill закликає споживачів перевіряти етикетки, щоб переконатися, що продукти містять саме живі та активні культури [4].

Прийом пробіотиків, як свідчать дослідження, крім травлення та імунітету, покращує настрій і розум. Деякі відомі бренди, наприклад Lifeway Kefir, інформують про цей зв'язок з метою реклами [6]. Споживачі вже перенасичені пробіотиками. Незалежно від того, що саме комерціалізується - пробіотичний інгредієнт чи готовий споживчий продукт, маркетингові підходи сьогодні має більше значення, ніж наука [6]. Майбутнє ринку

пробіотичних інгредієнтів належить компаніям, що володіють науково підтвердженими штамами та розгалуженою мережею продажів і маркетингу[6].

На сучасному ринку при забороні будь-яких прямих заяв щодо впливу на здоров'я, деякі компанії зосереджуються на бізнес-моделі прямого споживання. Це дозволяє краще спілкуватися із споживачами, отримувати відгуки і зберігати торгову маржу, яка в іншому випадку була б розділена з роздрібними продавцями, і без звичайних стресів, пов'язаних із спробами зберегти нішевий бренд на полиці в роздрібній торгівлі [6].

Нутрієнтна щільність.

«Нутрієнтна щільність» (nutritional density) є новітнім трендом. Концепція харчових продуктів, багатих на поживні речовини, вживалась у колах дієтологів більше 20 років, але за останні два-три роки вона швидко поширилася, узаконивши термін «нутрієнтна щільність», що використовується в Дієтичних рекомендаціях США [6].

Нутрієнтна щільність стає маркетинговим терміном. Привабливість цієї термінології для маркетологів полягає в тому, що не існує її єдиного узгодженого визначення ані в нормативних термінах, ні у свідомості споживачів. З точки зору стратегії виробників, це можна пов'язати з важливими питаннями, зокрема зі сталістю (відновлюване сільське господарство, наприклад), біодоступністю і зростаючим занепокоєнням науковців і споживачів з приводу «ультраоброблених харчових продуктів» (UPF) [6].

Термін «нутрієнтна щільність» має певну цінність, оскільки він ще дуже далекий від того, щоб стати безглуздим маркетинговим ярликом, яким стає слово «рослинний». І це така проста ідея, що її також легко прийняти звичайній людині. Коли у 2021 році під час опитування споживачів у п'яти країнах вперше запитали про щільність поживних речовин, 12% споживачів (і 21% респондентів в Іспанії) заявили, що чули про це [6].

Щільність можлива завдяки науково обґрунтованій синергії інгредієнтів - 2good 2gether (що можна перекласти як «дуже добре разом»). Наприклад, добре поєднуються інгредієнти, що містять цинк та вітамін С [10]. Одним із способів досягти нутрієнтної щільності природним шляхом є включення у рецептуру ФХП суперфудів, поширеність яких зросла, оскільки споживачі прагнуть отримати від страв якнайбільшу кількість нутрієнтів. Цілісні інгредієнти, як-от гриби, сочевиця, льон, можна класифікувати і як суперфуд, і як функціональну їжу [10, 22].

Адаптогени, цинк і електроліти є нагальним питанням у цьому контексті. Зростає інтерес до підвищення вмісту мікроелементів, зокрема у випічці [10]. Gnosis of Lesaffre розробив лінійку харчових дріжджів Lynside, що пропонують гарний харчовий профіль білків, клітковини, вітамінів і мінералів, таких як цинк, магній та калій. Дріжджі можна використовувати в різних продуктах, таких як дієтичні добавки, приправи та інгредієнти у складних ФХП [8].

Загальна підтримка здоров'я.

Mintel повідомляє, що чверть населення США наразі споживає функціональну їжу та напої для підтримки імунітету, а Рада відповідального харчування стверджує, що імунітет є другою після загальної користі для здоров'я причиною використання харчових добавок. За даними Datassential, цитрусові, темна листова зелень, суперфрукти, броколі, чай, часник, горіхи, коренеплоди, риба та йогурт – це продукти, найбільше пов'язані з імунітетом. Продажі харчових продуктів та напоїв, що містять ашваганду, у доларах США зросли на 161% за рік, що закінчився 31 жовтня 2021 року, а продажі ФХП, що містять бузину, зросли на 141% за даними SPINS. Інші популярні функціональні інгредієнти включають астрагал, сидровий оцет, гриби [1].

Лікування.

Згідно з даними Hartman, більшість споживачів у США (шість із 10 домогосподарств) розглядають їжу як інструмент контролю та лікування захворювань. Споживачі чотирьох із 10 домогосподарств з цією метою

купують напої. Майже три чверті покоління Z і мілленіалів порівняно з 44% покоління X і бебі-бумерів купують функціональні продукти заради конкретних переваг, згідно з FMI [1].

Продажі харчових продуктів і напоїв із твердженнями про здоров'я серця сягнули 3,4 мільярди доларів, що на 11% більше за рік, що закінчився 3 жовтня 2021 року. Споживачі також шукають заяв, пов'язаних із травленням, низьким вмістом натрію, жиру та холестерину [1]. Кожен п'ятий споживач купує функціональну їжу та напої із протизапальним ефектом. За даними Mintel, покращення обміну речовин є ще однією перевагою, яку споживачі бажають отримати від їжі [1]. Згідно з дослідженням Kerry Group, ще у 2019 році 65% споживачів шукали функціональні переваги в їжі та напоях, а продажі яблучного оцту виросли на 86% через його травні властивості та здатність контролювати рівень цукру в крові [2]. Перспективними функціональними інгредієнтами стали морський мох і родіола, відомі своїми властивостями підвищувати фертильність і оздоровлювати кишечник [17].

Схуднення.

У 2022 році 42% дорослих у США та 19% дітей віком від 2 до 19 років страждали ожирінням. Сорок п'ять відсотків споживачів, опитаних Ipsos у 30 країнах, заявили, що намагаються схуднути. Більше половини (56%) домогосподарств США мають члена, який намагається це зробити; одна чверть споживачів вважає зменшення ваги терміновою справою [1].

Продукти для схуднення були десятою найшвидше зростаючою категорією продуктів протягом першої половини 2021 року, згідно з IRI. За прогнозами ResearchandMarkets, світовий ринок продуктів і послуг для схуднення зросте з 255 мільярдів доларів США у 2021 році до 377 мільярдів доларів США до 2026 року. Китай буде одним із ринків, що розвиваються найшвидше [1].

За даними IRI, продажі харчових продуктів та напоїв у центральних магазинах, що рекламують відсутність/низький вміст вуглеводів, зросли на 48% за два роки, що закінчилися 16 травня 2021 року. Продажі продуктів із

зазначенням «кето» або «Whole» (цільний) зросли на 16%, а продажі продуктів із високим вмістом білку/дієти Аткинса - на 15% [1].

Згідно зі звітом FMI 2022, четверо з 10 покупців шукають твердження про низький вміст цукру, 31% — про відсутність цукру, а заяви про низьку калорійність та низький вміст вуглеводів привертають увагу 25% споживачів [1]. Без цукру випускаються не лише напої чи рослинні аналоги молока. Прикладом інновацій є сендвічі з морозивом Killer Sammies від Killer Creamery, створені на основі алюлози, що містять заяву про «нуль додавання цукру». Функціональні солодощі («цукерки») і хлібобулочні вироби — ще одна можливість для ринку, що розвивається [1].

Фітнес та працездатність.

Пандемія прискорила бажання споживачів оптимізувати фізичну та розумову працездатність. За даними HealthFocus, половина (54%) споживачів зараз купує їжу та напої, щоб покращити повсякденну працездатність, у порівнянні з 40%, які купують функціональні продукти задля спортивних досягнень, при тому що дві третини дорослих у США займаються фітнесом помірно або інтенсивно принаймні тричі на тиждень [1]. За прогнозами Nutrition Business Journal, цей новий ринок активного способу життя, що характеризується регулярними фізичними вправами, зросте з 43 мільярдів доларів США у 2021 році до 50 мільярдів доларів США у 2024 році [1].

Опитування в 11 країнах, проведене у 2021 році Innova Market Insights, свідчить, що у всьому світі провідним мотивом покупки функціональних напоїв є зволоження, за ним слідують здоров'я кишечника, імунітет, тривалий заряд енергії та покращена повсякденна працездатність [1].

Продажі продуктів харчування та напоїв із заявою про кофеїн зросли на 25% за рік, що закінчився 16 травня 2021 року, згідно з IRI. Дані SPINS показують, що продажі електролітних добавок підскочили на 85% за рік, що закінчився 31 жовтня 2021 року [1].

Міжнародна рада з харчової інформації (IFIC) свідчить, що шість із 10 споживачів цікавляться білком. За даними HealthFocus, споживачі в усьому

світі найчастіше асоціюють білок із фізичною енергією, м'язовим тонусом і контролем ваги. Засвоюваність та повноцінність є новими для споживачів якостями білкових продуктів [1]. Рада з відповідального харчування повідомила, що у 2021 році кожен п'ятий користувач добавок (21%) купував саме білкову добавку. Більше половини (58%) споживали сироватковий білок. За даними Nutrition Business Journal, кількість амінокислотних добавок зросла в порівнянні з 2020 роком на 34%. Амінокислоти триптофан, таурин і L-теанін переходять у центр уваги функціональної їжі. При цьому білки можуть пропонуватись в незвичних формах, як, наприклад, ігристий напій для зволоження Amin.o.Energy + Electrolytes від Optimum Nutrition [1].

Психічне та когнітивне здоров'я.

Пандемія COVID-19 поставила в центр уваги проблеми психічного та емоційного здоров'я. HealthFocus повідомляє, що перепади настрою та дратівливість є новими проблемами серед людей віком 18–29 років. За свідченням Hartman, у більш ніж половині домогосподарств США (53%) була терапія або спроби запобігти тривожності чи стресу; депресія лишається проблемою 44% домогосподарств [1].

Крім того, згідно з дослідженням Hartman, четверо з 10 споживачів у США активно працюють над тим, щоб керувати своїм когнітивним здоров'ям. Збереження розумової гостроти з віком займає друге місце після COVID-19 серед проблем із здоров'ям, якими американці надзвичайно або дуже стурбовані. За даними HealthFocus, серед нагальних проблем також пам'ять, стрес, втома/нестача енергії, відсутність розумової гостроти та зосередженості [1].

За даними Mintel, чверть споживачів вживають функціональні харчові продукти саме через їхню заспокійливу/розслаблюючу дію. Дослідження Керрі показують, що цвіт вишні, квітки бузини, жасмин і ваніль стійко асоціюються з відчуттям спокою [1]. Прикладом функціональних продуктів є лінійка від The Functional Chocolate Company, яка пропонує продукти з нутрицевтичними інгредієнтами, призначеними для досягнення різних цілей -

від сприяння сну до підвищення енергії. Бренд Odyssey Elixir поєднує адаптогенні гриби з такими інгредієнтами, як чай, шипшина та ройбуш, щоб надати напої, які «забезпечують цілісну підтримку тіла та розуму», як заявляє компанія [1].

За рік, який закінчився 31 жовтня 2021 року, продажі добавок ашваганди зросли на 166%; значні результати показали також ноотропи, адаптогени та мелатонін. Продажі добавок з CBD останнім часом впали на 31%, давши простір для безпечніших мелатоніну, магнію, лаванди та валеріани, що наразі є одними з найпопулярніших добавок для здорового сну [1].

Продукти для підтримки настрою й розуму значились у списку можливостей більшості компаній вже більше десяти років. Інтерес споживачів високий, і саме вони є основною проблемою. Причина просто в тому, що багато продуктів не приносять тієї користі, яку споживач може відчутися або принаймні думати, що може відчутися. Це одна з тих сфер потреб споживачів, де «відчутися користь» має значення, якщо виробник очікує на повторні покупки [6]. Існує безліч продуктів для настрою та розуму, які мають крутий бренд, цікаві інгредієнти та чудові кампанії в соціальних мережах. Але вони все ще здебільшого зазнають невдачі, тому що їм бракує наукового підґрунтя. Для наукових компаній ці виклики є можливостями [6].

Функціональні напої.

Дублінська компанія Research and Markets повідомляє, що ринок функціональних напоїв у Сполучених Штатах сягає понад 110 млрд доларів і ймовірно досягне 200 мільярдів доларів до 2030 року, а річний темп зростання до 2030 року складе 5,9% [19]. Сироватковий протеїн, адаптогени та флавоноїди є основними інноваційними збагачувачами функціональних напоїв [19]. Згідно зі звітом Hartman Wellness, найбільш затребуваними інгредієнтами функціональних напоїв є антиоксиданти, зелений чай, електроліти, суперфрукти та клітковина/ пребіотики [1].

Хоча калорійні соки та газовані напої все ще мають місце за столом, покупці все частіше прагнуть води, зокрема збагаченої. Вода з доданою

харчовою цінністю, спортивні та енергетичні напої стрімко набувають популярності, а серед спортивних та енергетичних напоїв значна частина інноваційної продукції стосується напоїв без цукру та хімікатів [19].

Функціональні напої не є новинкою на ринку, але за останні роки їхня доступність та різноманітність суттєво зросли. Відповідно до звіту The Hartman Group, 56% дорослих споживачів вживають функціональні напої для лікування або профілактики певних захворювань. За даними Research and Markets, у 2020 році на сегменти енергетичних і спортивних напоїв разом припадало 60,2% світового ринку функціональних напоїв.

Найпопулярнішими є функціональні соки, чай, вода в пляшках, смузі та заміники молока [19]. Останнім часом поширились напої, збагачені протеїнами та вітамінами, зокрема колагеном і біотином. Сучасні споживачі намагаються досягти найкращої та найздоровішої версії себе, не жертвуючи напруженим способом життя [19]. Імунітет є першою функцією, якої прагнуть покупці, за нею йдуть пробіотики, пребіотики та продукти, що позитивно впливають на здоров'я кишечника, загальне самопочуття та увагу. Очікування споживачів щодо напоїв із додатковими перевагами та першокласним смаком дедалі зростатимуть [19].

Сенсорні характеристики є першочерговим напрямком для вдосконалення рослинного молока, як це підкреслили більше третини (34%) європейських споживачів у нещодавньому дослідженні, проведеному компанією Kerry [20]. Дослідження також показало, що 76% споживачів хотіли б отримати «приємний вершковий смак без молочних продуктів», а 77% опитаних вважають привабливими безмолочні альтернативи з «кращою структурою та текстурою» [20].

Виявилось, що забезпечення успішного маслянистого молочного смаку альтернативним молочним напоям є надзвичайно складним завданням. Впоратися з побічними нотами, зменшити присмак гіркоти, «картонності» та «бобовості» немолочних основ є однією з проблем. Інша полягає в тому, що споживачі також шукають «фірмові» локальні смаки у молочних продуктах

рослинного походження. Крім того, споживачі хочуть, щоб виробники пропонували чистий смак із меншою кількістю цукру, але з такою ж бажаною солодкістю, яких вони очікують від продукту з повним вмістом цукру. Тому створення вершкового, жирного відчуття в роті, що імітує справжні молочні продукти, є надзвичайно важливим [20].

Подолання присмаків можливе завдяки розумінню хімічних механізмів. Поглиблене сенсорне тестування та знання про те, як різні характеристики впливають на загальний сенсорний профіль рослинного молока, дозволяють вченим розробляти успішні рецептури [20]. Вивчення та розуміння механізмів сторонніх нот і співвіднесення сторонніх нот із критичними ароматичними сполуками також має вирішальне значення для того, щоб бренди та розробники рецептур могли створювати рішення для маскуванню смаку [20]. За даними Mintel, понад 20% французьких споживачів віком від 16 до 44 років вважають, що віддають перевагу смаку рослинного молока, а не справжньому молоку [20].

У сфері функціональних напоїв процвітає інтерес як до постбіотиків, так і до ноотропів, зокрема у формі вітамінізованих безалкогольних коктейлів (з ноотропами, CBD, грибами) [1, 4]. Існує зростаюча тенденція невживання алкоголю та тверезості, що стимулює попит на безалкогольні напої. Покоління Z, швидше за все, стане непитушим і вибиратиме функціональні напої з додаванням адаптогенів або CBD (коноплі) [21].

Середній споживач у США споживає приблизно 220 мг кофеїну на день. Але звичайні форми кофеїну можуть мати небажані побічні ефекти, такі як відчуття тривоги, нервозності, через що важко всидіти на місці чи зосередитися, адже кофеїн стимулює вивільнення адреналіну, що може спричинити переживання, схожі на нашу реакцію «бийся або біжи». Хоча раптове тремтіння м'язів і прискорене серцебиття можуть бути корисними в ситуаціях, що загрожують життю, ці відчуття нервозності не корисні, наприклад, під час підготовки до екзамену в інституті [14].

Прикладом рішення є органічний екстракт гуаюси AmaTea® Мах – клінічно вивчений інгредієнт для більшої зосередженості та меншого тремтіння. Гуаюса (guayusa) — амазонський чай з унікальною сумішшю кофеїну та антиоксидантів. Поточні дослідження AmaTea® Мах показують, що цей інгредієнт стимулює значно менший приріст адреналіну, ніж інші форми кофеїну, включаючи безводний синтетичний кофеїн [14].

Для використання в напоях компанії розробляють стабільні природні екстракти вітаміну С [14]. Прикладом рішення є органічний вітамін С PurC® – водорозчинний екстракт ацероли, стандартизований до 25% вітаміну С. Ацерола – це одна з найвищих концентрацій природного вітаміну С на планеті, містить у 70 разів більше вітаміну С, ніж інші фрукти та овочі. Це означає, що невелика кількість цього водорозчинного 25% екстракту вітаміну С матиме оздоровчий ефект. Цей інноваційний інгредієнт додає напоям, жуйкам, продуктам харчування та добавкам неймовірно легкий терпкий смак із відтінком солодкості, доступний у натуральному та органічному варіантах [14].

Хоча багато споживачів намагаються жити якнайздоровіше, вони усвідомлюють, що фактори навколишнього середовища та вибір певного способу життя впливатимуть на загальний стан їхнього здоров'я та відчуття бадьорості. На щастя, наш організм добре оснащений для виведення токсинів, і напої можуть бути інноваційною системою доставки, що допоможе покращити природну систему детоксикації організму [14]. Прикладом є Preventium® D-Glucarate – глюкарат є потужним фітонутрієнтом, що допомагає виводити з організму токсини, ксенобіотики та канцерогени. Цей потужний розчин для детоксикації клітин є одним із найкраще вивчених і відомих інгредієнтів для здоров'я печінки. Інші переваги для здоров'я можуть включати балансування гормонів і зменшення негативних наслідків вживання алкоголю [14].

Для розширення асортименту оздоровчих напоїв часто використовуються індійські спеції, такі як імбир та куркума. Куркума покращує враження від

напою яскравим золотисто-оранжевим кольором і модним ароматичним смаком. Імбир лишається заспокійливою зігріваючою спецією. Ці смаки ідеально поєднуються з фруктами та квітковими есенціями, щоб додати складності будь-якому напою. Єдина проблема полягає в тому, що гінгероли та куркуміноїди, відповідні активні сполуки в цих аюрведичних інгредієнтах, є гідрофобними, тобто мають тенденцію осідати та випадати з рідини [14]. Прикладом вирішення цього завдання є PurTurmeric® і PurGinger® – органічні стабільні екстракти імбиру та куркуми, призначені для використання в напоях [14].

Компанії намагаються зробити функціональні напої привабливішими. Так, Dr. Kellyanne пропонує лимонно-порошкову суміш для напоїв, збагачену SOD В, багатим на антиоксиданти екстрактом дині, про який в рекламі зазначається: «Клінічно доведено, що цей інгредієнт допомагає візуально зменшити целюліт та ямочки на стегнах, допомагає відновити еластичність і пружність шкіри, захищає шкіру від пошкодження УФ-променями та допомагає зменшити жирові клітини під поверхнею шкіри» [4].

Важливим фактором при створенні функціональних напоїв є відсутність цукру та його штучних замінників. Прикладом може слугувати DSM Eversweet Reb-M, безкалорійний нештучний підсолоджувач із чистим смаком, виготовлений шляхом природного процесу бродіння [8].

Продуктові магазини нині перетворюються на полиці для краси з широким вибором шикарних нових напоїв із надмірними, щоб бути правдивими, претензіями на оздоровлення та красу [17]. Тому виникають питання щодо наукової доказовості рецептур. Ось показовий приклад того, як це оцінюють фахівці. Доктор Емеран Майєр, гастроентеролог, нейробіолог і директор-засновник Програми мікробіомів кишечника та мозку Каліфорнійського університету в Лос-Анджелесі, вважає, що немає або не може бути жодної «жорсткої науки» на підтримку багатьох тверджень про функціональні напої, проте він вважає, що «щось там є» поза простим маркетингом. «Якщо я бачу, що деякі речі пережили тисячі років і зцілюють

— аюрведа чи китайська медицина — то я схильно сприймаю це як сурогатний доказ за відсутності суто наукових доказів», — говорить доктор Майєр. «Інакше чому люди продовжували робити це тисячі років?»

Навіть якщо важко обґрунтувати більшість тверджень такого роду, експерти погоджуються в одному: кишечник, мозок і шкіра тісно пов'язані між собою, і те, що впливає на одне, майже завжди впливає й на інше. Навіть якщо ваш адаптогенний крем не зволожує так, як це робить дорогий зволожуючий крем (або ін'єкційний), збалансований кишечник може зробити вашу шкіру чистішою та яскравішою.

Незалежно від того, чи має цей новий клас «напоїв для краси» доведену користь чи ні, досвіду потягування синьо-фіолетової банки Kin's Lightwave може бути достатньо, щоб «розм'якшити вас, допомогти вам подолати стрес і відкрити портал до спокою», як стверджує продукт. Не варто недооцінювати потенційний ефект плацебо. «Якщо ви приділите 20 хвилин, щоб попити й осмислити свій рівень стресу, це саме по собі, можливо, зменшить стрес. І якщо ви менше піддаєтеся стресу, ваша шкіра та кишечник менш імовірно будуть реагувати. Пийте його, якщо вам подобається смак, і насолоджуйтеся ним», - закликають науковці - «Тільки не чекайте занадто багато, і якщо це станеться, то буде бонусом» [17].

Національні кухні вже давно впливають на харчові тенденції. Через обмеження на подорожі споживачі беруть участь у «кухонних подорожах», шукаючи більш авантюрних смакових профілів та комбінацій [10, 18]. Особливого розповсюдження зазнають латиноамериканська, карибська та індійська кухні [17]. Все менше споживачів називають їжу просто «китайською» або «азіатською», а вказують конкретні регіони, наприклад «тайська». Кілька популярних смаків і кухонь, що процвітали у 2022 році, походять переважно з південно-східної Азії: індонезійська, малазійська та філіппінська. Поширюються грецькі смаки [10]. При цьому покупці все більше цінують функціональність, свіжість та автентичність місцевих продуктів [10].

Розповсюджуються їстівні квіти та рослини, ф'южн-смаки (змішані, взаємопроникаючі), такі як «swicy» (солодкий і гострий, від англ. sweet & spicy) і «swalty» (солодкий і солоний, від англ. sweet & solty) [17].

Сучасні смакові тенденції включають:

- гриби: м'ясний смак уамі без м'ясного калорійного навантаження[6];
- мелені спеції, такі як сумах, грам масала, каррі тощо[6];
- складні багат шарові суміші харчових смаків, зокрема кава, фурікаке, тамаринд, заатар тощо[6];
- національні смаки, як-от васабі, лічі, драгонфрут, вишневий цвіт[6];
- фруктові солодоші в поєднанні з димним, пікантним смаком і теплом чилі[6];
- ностальгічні десерти та напої для комфорту[6];
- немолочне морозиво нового покоління із включенням нових альтернативних «молочних» і справжніх молочних продуктів[6];
- ферментовані смаки: квашена капуста, місо, чайний гриб, кефір [6];
- квіткові та трав'яні есенції для ароматизації напоїв і десертів, як-от вода з квітів апельсину, лаванди, коріандру та жасмину [6];
- більша кількість сальси, гострих соусів тощо з особливими перцями, крім халапеньо: корейським гочуджангом або серрано, мексиканським таджином, японським фурікаке, індонезійським самбалом, диким перцем Chiltepin Pepper [10];
- багате портфоліо смаків холістичних хмільних напоїв [10];
- терпкі та кислі цитрусові, фрукти розміром з мандарин з'являються у вінегретах, твердих сельтерсах, майонезах тощо[6];
- гібіскус - не тільки чай, але й фруктові пасти, йогурти тощо[6];
- юзу, убе, кукуме та інші елементи «смакової лихоманки»[6];
- момент морінги, також відомої як хрінове дерево або «чудо-лист», в якості спорошкованого інгредієнту в безлічі ФХП[6];

- Functional Fizz: газовані функціональні напої з пробіотиками, пребіотиками, рослинними компонентами, фруктовими смаками та нетрадиційними інгредієнтами[6];
- куркума – висхідна тенденція 2022 року: в упакованих продуктах, таких як пластівці, квашена капуста і навіть сендвічі з рослинним морозивом[6];
- природно солоні інгредієнти: портулак, морські водорості, в'ялене м'ясо та риба, солоні соуси, приправи та суміші спецій, а також коктейлі із солоною водою та іншими солоними інгредієнтами[6];
- соняшникова олія та насіння соняшника: білок і ненасичені жирні кислоти у крекерах, морозиві, вершкових сирах, маслі, спредах, білкових батончиках та інших здорових закусках[6];
- картопляне молоко[6];
- чорна (гімалайська) сіль виходить за межі рослинних «яєчних» страв у десерти, масло та обідки для коктейлів[6];
- наступним за хумусом та гуакамоле може бути соус sikil rak з гарбузового насіння[6].

Вторинна сировина як джерело функціональних інгредієнтів.

Світові лідери, що працюють у секторі функціональних харчових продуктів, зосереджені на партнерстві або співпраці з іншими компаніями для розробки інноваційних рішень. Наприклад, у грудні 2019 року Cargill, американська харчова компанія, і Renmatix, американська компанія з інновацій рослинних інгредієнтів, підписали угоду про спільну розробку (JDA) для вивчення нового підходу до створення функціональних харчових інгредієнтів з невикористаного рослинного матеріалу. Компанії використовують процес Plantrose від Renmatix, який є запатентованою технологією на водній основі, і переважну сировину Cargill [5].

Збільшення масштабу компаній.

Прикладом є ірландська продовольча компанія Kerry Group, яка у липні 2021 року повідомила про придбання базованої в Іспанії Biosearch Life на суму

150 мільйонів доларів США. Завдяки цьому Kerry Group може суттєво розширити асортимент оздоровчих інгредієнтів, таких як пробіотики, омега-3 та рослинні екстракти [5]. Kerry Group активно досліджує ринок і є одним з «лідерів думок», формуючи уяву потенційних споживачів про ефективність певних підходів до здоров'я та окремих інгредієнтів.

Етичне здоров'я.

Додавання «етичних» переваг продукту (наприклад, їжі, виробленої з використанням етичних і гуманних методів виробництва), які сучасні споживачі сприймають як здорові, є перспективною ідеєю для маркетологів. Відповідно до звіту FMI, дві третини молодих людей вважають, що вони їдять здоровіше, якщо споживають етично вироблені страви [1].

М'ясо, птиця та яйця, вирощені на вільному виході чи на травах, вважаються більш здоровими. За даними FMI, продажі органічного м'яса та птиці без антибіотиків/гормонів, а також м'яса та птиці, вигодованих травами, склали 11,4% від усіх продажів м'яса, що у 2021 році більше на 18,1%. За 12-тижневий період, що закінчився 26 грудня 2021 року, продажі яєць, вирощених на пасовищах Vital Farms, і яєць Happy Egg Co., що рекламують цілісну практику ведення сільського господарства, підскочили на 59% і 10%, відповідно [1].

Четверо з 10 споживачів вважають, що екологічно чиста риба та морепродукти, виловлені в природі, корисніші за інші морепродукти та мають вищий вміст білку. Однак, згідно з даними FMI, 29% віддають перевагу рибі, вирощеній на фермах, через її порівняно високий вміст омега-3 [1].

Відновлюване сільське господарство є дуже або надзвичайно важливим для кожного п'ятого дорослого жителя США. Чотири з десяти споживачів вважають, що харчові продукти, вирощені за технологіями регенеративного землеробства, що покращує стан ґрунту, мають більший вміст вітамінів і мінералів [1].

Важливими тенденціями сталого розвитку є зменшення кількості відходів та широке використання побічних продуктів [1].

Споживачі також добре усвідомлюють, коли бренди говорять правду про свої продукти, а не «еко-миють» їх [17].

Альтернативна чистота.

За даними FMI, споживачі все частіше шукають рецептури харчових продуктів та напоїв, що допомагають уникнути небажаних інгредієнтів, забезпечують мінімальну обробку та захищають від реальних або уявних алергенів. Інгредієнти – це перша інформація, яку покупці шукають на етикетці, коли вони купують нову їжу чи напій [1].

Споживачі очікують рецептур функціональних продуктів, що були б легкими для вимови, знайомими та походили від рослин і тварин, а не складались з інгредієнтів із синтезованими в лабораторії, штучними або хімічними назвами [1]. За даними HealthFocus, більше половини споживачів надзвичайно стурбовані уникненням пестицидів. Інші основні проблеми включають гормони росту, антибіотики, кукурудзяний сироп з високим вмістом фруктози, штучні підсолоджувачі [1].

Експерти з дослідження харчової алергії встановили, що 32 мільйони американців мають харчову алергію; це 11% дорослих у США та майже 8% дітей. Тож не дивно, що IFIC виявив, що кожен п'ятий споживач називає присутність алергенів однією з головних проблем безпеки харчових продуктів [1]. Бренди надають інформацію та опції, щоб споживачі відчували, що вони контролюють ситуацію [1].

Функціональне приготування їжі.

Майже половина споживачів у США готують більше їжі вдома, ніж рік тому, і функціональні продукти, інгредієнти та рецепти користуються попитом, повідомляє FMI [1]. Mintel свідчить, що четверо з 10 споживачів у Німеччині, Франції, Італії та Іспанії бажають більше рецептів, адаптованих до конкретних переваг для здоров'я, таких як схуднення або зниження рівня холестерину [1].

За даними Американського інституту заморожених продуктів, семеро з 10 користувачів бажають більше закусок із фруктами та овочами; більше половини шукають більше вегетаріанських страв і альтернатив вуглеводам на основі овочів [1].

Наразі інноваційні технології спрямовані на створення швидких у приготуванні страв, які зберігають корисні складові продуктів. Завдяки технологіям сушіння, герметичному пакуванню та іншим нововведенням це можливо. Ця тенденція набирає популярності й на вітчизняному ринку [13].

Ось деякі приклади нових функціональних продуктів від відомих виробників. Лінійка кулінарних спреїв PAM включає версію з олією авокадо. Азіатські кулінарні соуси Wok of Life на рослинній основі не містять цукру. Нові суміші спецій Six Taste and Warming Blend McCormick натхненні аюрведичною медициною. Харчові дріжджі зі смаком Брегга забезпечують білок і вітаміни групи B. Лінія суміші несолоних приправ Ocean's Balance на основі морських водоростей включає варіант чилі-лайм. Заморожені портативні рослинні обгортання Cool Beans містять кунжутний імбир [1].

Основні ніші.

Функціональна їжа починає входити в меню ресторанів. Шеф-кухарі Американської кулінарної федерації (ACF), опитані Національною асоціацією ресторанів, поставили закуски для зміцнення імунітету на 5 місце в списку кулінарних трендів 2022 року. Імуностимулюючі та функціональні інгредієнти посіли сьоме місце в списку, сендвічі рослинного походження – восьме, а альтернативні підсолоджувачі – десяте [1].

Пункти меню зі зниженим вмістом цукру посіли третє місце в категорії закусок. Сендвічі/бургери на рослинній основі були головним рекламним трендом вечері та обіду 2022 року. Горіхове молоко очолило список модних безалкогольних напоїв 2022 року. Третіми за версією кухарів ACF були напої із CBD [1]. За даними Datassential, за останні чотири роки кількість згадок CBD у меню зросла на 1248%. Згадування олії МСТ зросли на 699%; колагену

+349%; кісткового бульйону +274%; грибів левиний зів +249%; куркуми +129%; натурального меду +112% [1].

Innova Market Insights повідомляє, що минулого року 17% усіх нових функціональних харчових продуктів та напоїв у світі були призначені для немовлят і дітей раннього віку [1].

Дослідження включають також функціональні продукти для домашніх тварин. Згідно з даними IRI, зростанню продажів сприяли формули без зерна, з високим вмістом білку та збагачені вітамінами. Лише добавки для домашніх тварин із CBD сягали 100 мільйонів доларів [1].

1.2. Стан та перспективи розвитку індустрії оздоровчих продуктів та дієтичних добавок в Україні.

Враховуючи світові тенденції, описані в 1.1, можна виділити напрямки, в яких доцільно розвиватись і галузі функціональних харчових продуктів в Україні [23].

З огляду на сучасні економічні труднощі, реальним шляхом розвитку галузі ФХП є виробництво продукції з натуральної місцевої сировини з високою поживною цільністю та науково обґрунтованим синергічним складом як альтернативи ультраобробленим харчовим продуктам. Наразі в Україні немає можливостей цілеспрямованих інформаційних кампаній щодо переваг функціональних продуктів. Тому акцент має бути на традиційності та доступності для споживача. Крім того, на місцевому ринку можливо буде скористатись глобальною «інформаційною хвилею».

Враховуючи той факт, що населення України зазнає як впливу хронічної радіації після Чорнобильської трагедії 1986 року, так і масованого хімічного забруднення через бойові дії, особливо актуальними для харчової галузі країни будуть напрямки детоксикації та радіопротекції.

З огляду на глобальний мегатренд сталого розвитку, інноваційні та існуючі підприємства мають враховувати та озвучувати свої екологічні показники, пропонувати прозору, коротку, легко зчитувану етикетку, по

можливості демонструвати відповідність якості інгредієнтів та кількості нутрієнтів світовим чи європейським нормативам.

Перспективним є використання рослинних та грибних інгредієнтів у вигляді порошків, які зручно змішуються з традиційними середовищами та іншими оздоровчими складовими як в інноваційних функціональних продуктах, так і в якості готових біодобавок для використання відповідно до індивідуальних оздоровчих потреб, зокрема для молоді, вкрай зайнятих або подорожуючих людей, потерпілих та військових.

В якості рослинних джерел білку варто ширше використовувати доступні в Україні й традиційні для населення горіхи, насіння льону, соняшника (зокрема пробуджені), гарбуза і коноплі, бобових та зернових (перш за все пророслих, особливо вівсу та ячменю в якості потужних джерел ерготіонеїну).

Генетично рідною для українців рослиною є конопля. Існує певний досвід вирощування технічних сортів конопель, зокрема завдяки активній науковій та перекладацькій діяльності Інституту луб'яних культур (м. Конотоп). Обізнаність значного кола споживачів, розвиток інтернет-торгівлі сприяють більшій доступності свіжообрушеного зерна для потреб домогосподарств а також для більш активного використання у рецептурах ФХП.

Потенційно привабливим для споживачів, зокрема в якості підтримуючої дієти при певних захворюваннях, можуть бути рослинні снеки з підвищеною жирністю, інноваційні, зокрема ферментовані продукти (в тому числі з додаванням сушених культивованих грибів, порошку топінамбуру, відходів буряка, рижію, винограду, лушпиння часнику та цибулі (як потужного джерела кверцетину), іншої вторинної рослинної сировини.

Перспективними є використання у ФХП, зокрема кето-напрямку, м'яса тварин та птиці, вигодованих та природних трав'яних кормах, для чого є база в Україні. Цікавими могли б бути оздоровчі добавки з високим вмістом колагену, виробленого з місцевої сировини, а також функціональні добавки до

м'ясних продуктів, сирів та хлібобулочних виробів на основі культивованих грибів.

Можливі інновації у використанні вівсяних висівок та грибів (офіційно дозволених для культивування печериць та гливи звичайної) в якості джерела потужного антиоксиданту ерготіонеїну для функціональних хлібобулочних виробів та напоїв (зокрема ферментованих), у функціональних продуктах дитячого та спеціального призначення, зокрема радіопротекторної та протизапальної дії.

Потенціал мікробіологічної науки в Україні та вдосконалення технологій використання вторинної сільськогосподарської сировини може слугувати розвитку пробіотичних інноваційних ФХП із живими та активними культурами, зокрема з потенціалом підтримки та оздоровлення когнітивних функцій. В цьому напрямку грибна сировина також може використовуватись для досягнення поживної щільності продуктів, в якості функціонального стабілізатора кольору, антиокислювача, консерванта.

Перспективи на місцевому та міжнародному ринках мають продукти з гарбузового та соняшникового насіння, бузини, гарбуза, ялівцю, шипшини, цвіту та ягід вишні, портулаку, листя та ягід чорної смородини, грибів, броколі, топінамбуру, часнику, дині, шкірок кавуна, цитозіри, люцерни, цикорію, ісландського моху (зокрема як згущувача), стевії, коренів лопуха, кульбаби, айру та омани, валеріани, синюхи та інших лікарських трав, а також пробіотики, натуральний оцет, натуральний мед, березовий сік, електролітні напої.

На внутрішньому ринку можливі інновації шоколадних продуктів без цукру та штучних підсолоджувачів з перевагами для сну, когнітивних функцій тощо.

Можливими напрямками інновацій можуть бути розроблення рецептур наборів для приготування функціональних страв вдома та оздоровчо-профілактичних страв для готельно-ресторанного бізнесу, приватних медичних, геронтологічних закладів, дитячого та спеціального харчування.

1.3. Обґрунтування доцільності використання культивованих зокрема печериць у виробництві дієтичних добавок, напівфабрикатів та продуктів на їхній основі як джерела білків та ерготіонеїну і для подолання дефіциту вітамінів групи D.

1.3.1. Медико-біологічна характеристика культивованих печериць за основними біокомпонентами та їхнього впливу на організм людини.

Благотворний вплив їстівних грибів на здоров'я людини відомий з давніх давен. Єгиптяни вважали їх даром бога Осіріса, грецькі воїни черпали в них силу для боїв, римляни вважали гриби «їжею богів» та мали їх у списку святкових страв [24]. Як «овочеве м'ясо» гриби цінуються й нині. Культивувати гриби, і саме печериці, стали з 1600-х роках у Франції. І досі білі печериці лишаються на найвищому загальносвітовому рівні виробництва, хоча відносний відсоток їх зменшився [24]. Іншими найпоширенішими культивованими грибами є гливи, шиїтаке, опеньки [25, 26]. Офіційно дозволеними для вирощування в Україні є глива звичайна та печериця двоспорова.

Печериця двоспорова згідно із класифікацією Європейського Союзу, має також такі загальноприйняті назви: *Agaricus bisporus*, *white button mushroom*, *champignon de Paris*, *cremini*, *chestnut mushrooms* та, в разі повного розвитку плодового тіла, *Portobello mushroom*.

Китай, що має тисячолітні традиції споживання грибів, лишається лідером їх виробництва і поставляє 37% печериць та загалом 75% їстівних грибів на глобальний ринок. США мають 25% та Франція 10% ринку [27]. Ринкові дослідження 2020 р. одним із лідерів світового ринку називають Польщу, що успішно експортує гриби в Європу. Так само експорт-орієнтованим є грибництво Індії [28]. В різних країнах преференції різняться. Так, в Канаді 90% спожитих грибів – саме печериці, так само як в Німеччині, де грибництво активно розвивається. У Великій Британії віддають перевагу медичним достоїнствам шиїтаке, а в Італії шукають екзотичних смаків нових видів грибів. В багатьох регіонах, включаючи Африку, завдяки незначним

капіталовкладенням, необхідним для розвитку бізнесу та через увагу світової спільноти до екологічних питань, культивування грибів поширюється [28].

Особливий смак грибів називають китайським терміном *умами* (umami), що означає «чудовий пікантний смак». Назву у 1909 році було запропоновано японським хіміком Кікунае Ікеда. З тих пір умами визнаний п'ятим основним смаком після солодкого, кислого, солоного та гіркого. Смак умами може регулювати апетит і поліпшувати ситість, покращувати смакові якості їжі, посилюючи солоний смак і пригнічувати кислий та гіркий смаки. Складові умами природним чином містяться в багатьох продуктах, зокрема у м'ясі, сирах, морепродуктах, овочах, але перш за все у грибах. Умами проявляється через наявність натрієвих солей вільних амінокислот, таких як глютамінова і як часткові амінокислоти та 50-нуклеотиди фенольних сполук [26, 29, 30, 31]. Загалом ідентифіковано 28 ароматичних сполук печериць, що надають їм специфічного смаку [24].

Пептиди смаку умами, виділені з печериць, діють як ключові молекули смаку кокумі [32]. Смак кокумі описується такими характеристиками як наповненість, складність і безперервність. Смакові речовини кокумі самі по собі мають легкий смак або навіть не мають смаку, проте вони можуть підкреслювати базові смаки, такі як солодкий, солоний і умами. Цікаво, що при додаванні в чистий курячий бульйон ці пептиди з печериць можуть викликати нові смакові відчуття, тому активно досліджуються можливості поєднання традиційних джерел білку (риби, м'яса) з грибами в якості флекситаріанських (змішаних, перехідних до веганства) пропозицій [32].

Звичайно, гриби перебувають у фокусі сучасної науки перш за все з точки зору їхньої терапевтичної дії, як джерела білків та нутрієнтів.

У найближчому майбутньому, як вказувалось вище, планується 2/3 потреби людей у білках задовольняти альтернативними білками, зокрема грибними. З грибів можуть виготовлятися замітники м'ясних виробів, кондитерські вироби, функціональні дієтичні добавки із широким спектром дії із потужним антиоксидантним та імуностимулюючим потенціалом [33].

Екологічність, безвідходність виробництва, використання вторинних продуктів сільськогосподарського виробництва в якості субстратів, що після закінчення культивування грибів перетворюються у високоякісне органічне добриво, незалежність виробництва від ґрунту, погоди чи світлової зони, - ось деякі переваги вирощування печериць. Врожайність – 1100 тон / рік/га.

Основні переваги культивування печериць:

- відповідність глобальним економічним тенденціям;
- незначні капіталовкладення, необхідні для початку бізнесу;
- незалежність від сезону/світлової зони /якості ґрунтів;
- висока врожайність;
- легке вегетативне розмноження та можливість потокового збору врожаю;
- можливість зберігання міцелію протягом тривалого часу;
- безвідходний спосіб вирощування;
- можливість культивування у вигляді біомаси міцелію в занурених культурах, у біореакторах [34];
- різноманітні й доступні способи збереження та оброблення;
- можливість збагачення селеном, міддю, цинком, підвищувати вміст ерготіонеїну (під час культивації);
- наявність спеціалізованих інформаційних ресурсів.

Дані про склад грибів, опубліковані різними авторами, що працюють навіть з одним і тим же видом, є різними [35]. Так, кількість *білків* у досліджених печерицях може коливатись від 11,01 до 29,14% [24]. За амінокислотним складом білки грибів можна порівняти з тваринними протеїнами.

Вітамінний склад печериць наступний: провітаміни А, D та В1, В2, В3, РР, В5, В6, В12, С, Е [24, 37]. Підкреслимо наявність в печерицях надзвичайно важливого для функціонування багатьох систем організму вітаміну В12, що в рослинній сировині зустрічається вкрай рідкісно.

Печериці містять до 3% *ліпідів*. Близько 50% - нейтральні. Жирні кислоти у складі печериць – в основному масляна, оцтова, олеїнова та стеаринова. Завдяки високому вмісту вільних ЖК, яких порядку 17% від загальної кількості, кислотне число близьке до показника рослинних олій [43; 44].

Печериці рекомендовані як збагачувачі раціону практично усіма необхідними для здоров'я мінералами. Дослідження довели, що у шапці більший вміст більшості мінералів, ніж у ніжці, крім заліза та кальцію, яких більше у ніжці [36]. Печериці містять такі цінні з точки зору радіопротекції та імунопрофілактики мікроелементи як цинк (60,5–62,4 мг·кг⁻¹), залізо (44,5–49,9 мг·кг⁻¹) й мідь (957,7–64,7 мг·кг⁻¹) [36].

Розглянемо фізіологічну цінність грибною сировини докладніше. Серед факторів позитивного впливу на організм людини – покращення функціонального стану систем організму та окремих органів, підвищення імунітету, зниження рівню холестерину. Біокомпоненти грибів чинять імуностимулюючу, кардіологічну, протипухлинну, атидіабетичну, гепатопротекторну дію [37], можуть застосовуватись у лікуванні хвороби Альцгеймера, лейкемії [24], ВІЛ [37]. При вживанні їстівних грибів людина отримує цілий комплекс органічних сполук, серед яких ті, що мають фармакологічні властивості, і вони впливають на організм значно м'якше, ніж синтетичні засоби, краще переносяться і, як правило, не мають кумулятивної здатності [38].

Важливою групою біоактивних речовин у складі печериць є *лектини*, що виявляють численні корисні для здоров'я людського організму властивості, а саме:

- імуностимулюючу (прискорюють дозрівання імунних клітин);
- протипухлинну (антипроліферативна активність, без ефекту прямої цитотоксичності);
- запобігають проліферації різних клітин, таких як кератиноцити, що призводить до терапевтичний ефект при псоріазі;
- допомагають загоєнню ран, зокрема після операцій на очах;

- допомагають при захворюваннях очей, таких як відшарування сітківки і глаукома;
- знижують рівень цукру в крові [36].

В шапках печериць міститься 6,68%, у ніжках – 7,25% *хітину* (у перерахунку на суху масу) [36]. Хітин сорбує радіонукліди і ксенобіотики, активізує макрофаги, виявляє антибактеріальну, протівірусну та протипухлинну дію. Крім того, до складу клітинної оболонки печериць входять пігменти з радіо- та гепатопротекторними, імуномодулюючими та антиоксидантними характеристиками. Грибна клітковина сприяє виведенню канцерогенів та ксенобіотиків. Вказані фактори є вкрай важливими для населення України, що додатково до загального техногенного фону зазнає руйнівного впливу хронічної чорнобильської радіації та воєнного хімічного забруднення. Повідомляється, що вміст хітину у печерицях (9,60 г/100 г сухої речовини) вищий за його рівень у шиїтаке та гливах [24]. В аналітичній літературі підкреслюється висока варіабельність отриманих значень вмісту хітину, від 0,005 г/100 г до 1,2 г/100 г для цілого гриба, від 6,4% до 42% у ніжці, від 7,2% до 7,4% у шапці і 0,005 г/100 г для екстракту. Кулінарна обробка не впливала на вміст хітину [35].

Ловастатин печериць сприяє зниженню рівня холестерину і таким чином зменшує ризики серцево-судинних захворювань [24]. В середньому вміст цієї сполуки у білих печерицях 565 мг·кг⁻¹ дм, що більше, ніж в інших видів грибів [36]. Ловастатин пригнічує окислення ліпідів низької щільності. Це справляє позитивний ефект на систему згортання крові та фібриноліз [36].

Вуглеводи грибів, зокрема печериць – кетони різної полімеризації, сахароза, фруктоза, мальтоза, арабіноза тощо та глюкани [26]. Печериці містять три основні полісахариди: α -глюкан, β -глюкан (в незначних кількостях, порядку 8-12 г/100 г сухої маси [24], що становить $75,0 \pm 17,8\%$ загальних глюканів [35]) і галактоманнан (як основний полісахарид на 55,8%) [24]. Вміст β -глюканів 8–12 г/100 г сухої маси є значно вищим, ніж 3–8 г/100 г сухої маси у вівсі, 1,3–2,7 г/100 г сухої маси у житі, 2–20 г/100 г у ячмені [35].

Повідомлялось, що більше глюканів містять ніжки печериць [35]. Не виявлено впливу термооброблення на вміст глюканів [35]. Вміст глюканів в екстрактах печериць був вищим за їх вміст в екстрактах інших грибів [36].

Цілий ряд організацій з охорони здоров'я, зокрема FDA (US Food and Drug Administration), European Food Safety Authority, Canada's Food Directorate, Singapore Food Agency, Food Standards Australia and New Zealand затвердили необхідність щоденного вживання 3 г β -глюканів (з вівсу чи ячменю) для підтримки здорового рівня холестерину. При цьому гриби як багате джерело β -глюканів не вказується [35].

Полісахариди справляють імуностимулюючий та антиоксидантний ефект [26, 37], здатні стимулювати створення антитіл від гепатиту В. Виявлено ефективність їх застосування у комплексі з протеїнами для лікування ревматоїдних артритів [40]. Збагачення фруктових соків α -глюканами, отриманими з печериць (5 г глюканів/день), достовірно сприяє некрозу пухлин [24].

Олігосахариди грибів активізують природню мікрофлору ШКТ, маючи пребіотичні властивості [41]. Комплекс глюканів печериць з білками регулює вміст цукру в крові та її тиск, ефективно впливає на імунну систему, зокрема імунітет слизових оболонок. Виявлено, що споживання печериць індукує синтез імуноглобуліну та гамма-інтерферону (IFN- γ) [24].

Онкопротекторні властивості печериць виділимо окремо. Вони забезпечуються цілим рядом біоактивних компонентів у їхньому складі. Вище наведені дані щодо ефекту α -глюканів печериць. Також доведено, що протипухлинна дія компонентів печериць ефективніша за стандартні фармацевтичні інгібітори PARP [42]. Аргінін, присутній у плодових тілах цих грибів, затримує ріст пухлини і метастазування. Крім того, печериці містять достатньо ловастатину та ненасичених жирних кислот, таких як лінолева кислота, ліноленова кислота, щоб пригнічувати ароматазу і таким чином зменшити ризик раку грудей та запобігти проліферації клітин раку молочної залози. Дослідження показали, що частота споживання грибів зворотно

пов'язана з ризиком раку грудей, особливо явний зв'язок виявлений у пременопаузі та постменопаузі жінок [24]. Варені печериці мали кращий антираковий ефект, ніж сирі [36]. Онкостатичний ефект мають також лектини та полісахариди печериць [36].

Антиоксидантна активність печериць.

Печериці містять різноманітні сполуки з потенційно антиоксидантними та протизапальними перевагами для здоров'я. Антиоксидантні механізми включають поглинання вільних радикалів, зв'язування металів, стимуляцію ензимів, гасіння нерадикальних речовин.

В разі регулярного споживання печериць, зокрема людьми, схильними до діабету 2 типу та стеатозу печінки, що є ранньою стадією неалкогольної жирової хвороби печінки жінок у постменопаузі [24].

Дослідження довели наявність у грибах численних антиоксидантів. Поліфеноли – їх основна група, що включає флавоноїди та фенолокислоти [36]. Антиоксидантні властивості печериць забезпечуються також наявністю у них цілого ряду сполук: ерготіонеїну (одного із найпотужніших антиоксидантів), ергостеролу (провітаміну D), полісахаридів (β-глюканів, хітину [35]), пептидів, вітамінів D, C, B, β-каротину а також мінералів [26, 36].

Основними фенольними сполуками, виділеними в етанольному екстракті печериць, є галова кислота, протокатехінова кислота, катехін, кавава кислота, ферулова кислота та мірицетин. Дослідники припускають, що спиртовий екстракт печериць може бути досліджений як новий потужний природний антиоксидант [24]. Індольні сполуки включають мелатонін, L-триптофан. Деякі водорозчинні вітаміни (B і C), а також жиророзчинні вітаміни (токоферол і вітамін D) сприяють антиоксидантним властивостям печериць. Іншими органічними сполуками печериць з антиоксидантною активністю є ерготіонеїн, бензохінони та деякі мінерали, такі як селен, цинк, марганець, магній і мідь [30, 24].

Повідомлялось, що серед флавоноїдів білих печериць найбільше катехінів (396,00 мкг/г) і мірицетинів (11,75 мкг/г), а також від низьких до

незначних кількостей кверцетину, кемпферолу, присутні нарингенин і ресвератрол (0,25–1,75 мкг/г) [35]. Час термічної обробки впливає на збереження флавоноїдів, тому оптимальним є саме щадний режим, зокрема, обраний у даній роботі спосіб заливання суміші окропом. Оскільки виявлено, що у шапках печериць флавоноїдів в середньому на 28,1% більше, ніж у ніжках [35], для ФХП доцільно обирати саме шапки грибів.

Жиророзчинними антиоксидантами є токоферолі. Дослідники виділили α -токоферол (0,23 мкг/100 г та 0,28 мкг/100 г), β -токоферол (0,85 мкг/100 г та 0,71 мкг/100 г), γ -токоферол (1,51 мкг/100 г та 7,63 мкг/100 г) та δ -токоферол (2,60 мкг/100 г та 2,54 мкг/100 г) в плодових тілах білих і коричневих печериць відповідно [24].

Біохімічною сполукою-антиоксидантом є серотонін. Його вміст в екстрактах печериць був високим (5,21 мг/100 г сухої маси) [24].

Печериці містять незначні кількості (1-2,8 мкг/г сухої маси) ультрамікроелементу селену, потужного антиоксиданту. Це більше, ніж в інших видах грибів [36]. З іншого боку, концентрація біодоступного Se в печерицях може підвищуватись за рахунок зрошування компосту розчином селеніту натрію [36]. Так само можна впливати на вміст у культивованих печерицях міді та цинку [36].

Антибактеріальні властивості печериць пояснюються зокрема здатністю біосинтезувати наночастки срібла (AgNP) із потужною антибактеріальною та протигрибковою дією. Вищий за печериці рівнем біосинтезу наночасток срібла мають гливи [24]. Виражений *антигрибковий* ефект печериць підкреслюється у дослідженні функціонального йогурту [43]. Встановлено також виражений *антикворумний* (попередження патогенного бактеріального симбіозу) ефект метанольних екстрактів печериць [45].

Протизапальний ефект печериць проявляється зокрема завдяки вмісту однієї з найактивніших фенольних кислот - кавової. Повідомлялося про високі концентрації цієї кислоти (близько 15 мкг/г в од.в.) у різних видах грибів, зокрема в печерицях [26].

Експериментальний 4-тижневий прийом спорошкованих плодових тіл печериць, збагачених вітаміном D2 шляхом УФ-опромінювання, сприяв істотному зниженню рівня білку hsCRP як маркера запалення людини [26].

Терапевтичні властивості печериць за літературними даними підсумовано в таблиці 1.3.1.1.

Таблиця 1.3.1.1

Терапевтичний потенціал та біоактивні сполуки печериць

<i>Терапевтичний ефект</i>	<i>Біоактивні сполуки</i>
Антиоксидантний	Флавоноїди (катехіни, мірицетини, кверцетин, кемпферол, нарингенин, ресвератрол) Фенолокислоти (кавова, галова, протокатехінова, ферулова) Полісахариди (β -глюкани, хітин) Ерготіонеїн, серотонін, пептиди Вітаміни B, C; ергостерол (провітамін D), β -каротин, E Мінерали (Se, Fe, Zn, Mg, Mn, Cu)
Онкопротекторний	Пептиди, лектини, Полісахариди (хітин, β -глюкан, манноксилглюкан, ксилглюкан, манногалактофукан) Ергостерол (провітамін D) Фенольні сполуки, аргінін, ловастатин Ненасичені жирні кислоти
Анти-гіперхолестеролемічний	Ловастатин Хітин
Імуномодулюючий	Полісахариди, лектини Пігменти клітинної оболонки
Гепатопротекторний	Пігменти клітинної оболонки
Нейропротекторний	Вітамін B ₁₂ ,

	Індольні сполуки: мелатонін, L-триптофан
Протизапальний	Вітамін D ₂ , кавова кислота, Гетерогалактан, фукогалактан
Антибактеріальний	Білки з високою молекулярною масою та пептиди Сполуки з низькою молекулярною масою (β-глюкани, хітин) Біосинтезовані наночастки срібла
Антидіабетичний	β-глюкани, лектини
Здоров'я кісток	Вітаміни групи D: D ₂ , D ₃ , D ₄
Пребіотичний	Олігосахариди, неперетравлювані ферментовані полісахариди
Довголіття	Ерготіонеїн
Антикворумний	Метанольний екстракт плодових тіл грибів

1.3.2. Печериці як перспективне джерело антиоксиданту ерготіонеїну.

Важливою складовою грибів вважають водорозчинний ерготіонеїн (L-Ergothioneine, ERGO, 2-меркапто-L-гістидин бетаїн), вперше виділений у 1909 році з грибів *Ergot*, тому і має таку назву [46]. Це похідна від гістидину тіосечовина із зв'язаною сіркою, джерело натурального стабільного антиоксиданту, що не самоокислюється при фізіологічному рН, не створює гідроксильних радикалів, протидіє оксидативному стресу [47]. Структура ерготіонеїну показана на рисунку 8.

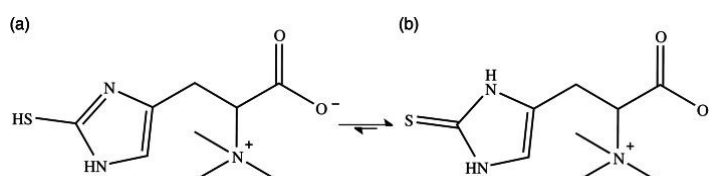


Рис. 8. (а) тіол- та (б) тіон- структура ерготіонеїну.
За фізіологічного рН домінує тіонна форма.

В літературі ерготіонеїн називають вітаміном довголіття [26, 46, 48]. Таку назву запропонував Брюс Еймс (Bruce Ames), виходячи із своєї теорії

сортування, що ґрунтується на твердженні, що організм людини використовує нутрієнти, сортуючи їх за пріоритетністю для розмноження та виживання. В разі недостатності певної сполуки процеси підтримки довгострокового здоров'я можуть гальмуватись. Ці не є очевидним, проте призводить до передчасного старіння та скорочення життя організму. Саме тому, що ерготіонеїн зазвичай не міститься в продуктах харчування в достатній кількості для підтримки оптимального здоров'я в довгостроковій перспективі, його можна розглядати як вітамін всупереч класичному визначенню вітамінів.

В організмі людини ерготіонеїн накопичується в еритроцитах, у шкірі, кришталіку ока, спермі [26]. Найбільші концентрації в крові досягаються у віці 18 років [57]. Продукується грибами та деякими бактеріями [46]. Через харчовий ланцюжок цю амінокислоту в незначних кількостях містять печінка, нирки, чорні боби, квасоля, вівсяні висівки, проте її найбагатшим джерелом є саме гриби.

На рисунку 9 порівнюється вміст ерготіонеїну в різних продуктах, зокрема у темпе (ферментованому разом з грибами індонезійському соєвому продукті, що нині активно рекламується). Очевидна перевага кількісних характеристиках грибів та продукту з ними. Більш того, ще раз підтверджується доцільність вибору білих печериць в даній роботі.

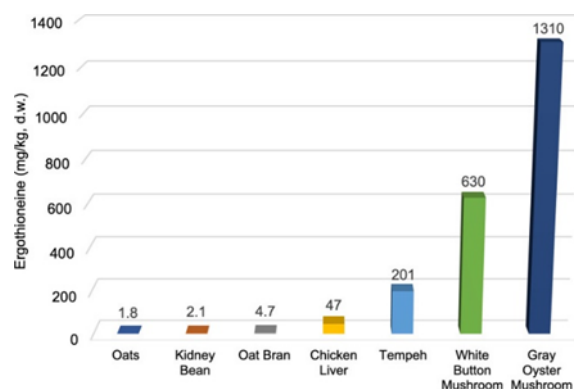


Рис. 9. Вміст ерготіонеїну в різних продуктах, мг/кг сухої маси. Зліва направо: овес, квасоля звичайна, вівсяні висівки, куряча печінка, темпе, білі печериці, сірі гливи. Джерело: [46]

Синтезу ерготіонеїну в організмі людини не виявлено [39]. Саме тому вкрай важливим є надходження його в достатніх кількостях з харчовими

продуктами, а відтак він є перспективним мікронутрієнтом для інноваційних ФХП.

З точки зору технологій ФХП ерготіонеїн у вигляді як екстрактів, так і грибних порошків, має перспективу в якості стабілізатора кольору та консерванта в харчових продуктах, сприяючи їх використанню як функціональних харчових продуктів. Зокрема, вивчалась перспектива заміни ерготіонеїном діоксиду сірки у виноробстві для запобігання алергії. Ерготіонеїн з печериць використовують в якості натурального консерванту коров'ячого та козиного молока, особливо у виробництві продуктів дитячого харчування [26].

Вміст ерготіонеїну за даними [39] наведено в таблиці 1.3.2.1.

Таблиця 1.3.2.1.

Вміст ерготіонеїну в опромінених близьким до сонячного світла ультрафіолетом UV-B і спорошкованих грибах

<i>Вид культивованих грибів</i>	<i>Кількість ерготіонеїну, мг/100 г⁻¹ сухої маси</i>
Коричневі печериці	370-480
Білі печериці	810-920
Шийтаке	720-790
Гливи	970-1040

Опромінення UV-B не мало суттєвого впливу на вміст ерготіонеїну в досліджених грибах, за винятком шийтаке, в яких його вміст значно зменшився порівняно з неопроміненими грибами [39].

Вміст ерготіонеїну в печерицях за даними [26] становить $1,21 \pm 0.82$ мг/г.

Дослідження свідчать, що американці споживають менше ерготіонеїну (1мг/день), ніж італійці (до 4-6 мг/день). Наведені дані корелюють із поширеністю вікових хронічних невродегенеративних захворювань та нижчою тривалістю життя [26, 41]. Встановлено, що споживання грибів зменшує ризик деменції у літніх японців [49]. Одним із пояснень цього факту є дослідження, що переконують у здатності ерготіонеїну проникати крізь гематоенцефалічний бар'єр [46]. Мінімальні зміни в дієті, а саме щоденне

споживання грибів, сприяє профілактиці або уповільненню розвитку діабету 2 типу [50]. Японські вчені довели, що систематичне додавання в їжу грибів та бобових найкраще для хворих на діабет порівняно з іншими типами дієт [51]. Здоров'я простати 36 499 чоловіків віком від 40 до 79 років моніторилось з 1990 р. в середньому впродовж 13 років, це 574397 людино-років. Дослідження *in vivo* та *in vitro* показали, що споживання грибів запобігає раку простати. Найбільш очевидними були результати для чоловіків старших за 50 років. У порівнянні з тими, хто вживав гриби раз на тиждень, ті, хто мав їх у меню 3 чи більше разів, мали менші ризики раку простати, другого за частотою та п'ятого за летальністю онкозахворювання чоловіків [52].

Канадське товариство раку рекомендує споживання печериць через їхню онкопротекторну дію [24]. Можливо, саме тому, як відзначалось вище, в Канаді 90% споживаних грибів – печериці [28]. Дослідження, опубліковані у 2022 р, проводились саме із спорошкованими білими печерицями. Доведено вплив споживання цієї дієтичної добавки на зниження рівню інсулінорезистентності та LDL пацієнтів, хворих на діабет 2 типу [53]. Досліджувана доза 2г/кг маси тіла/день стабільно корелювалась із нижчими рівнями глюкози, загального холестерину, ліпопротеїнів низької щільності, тригліцеридів та маси тіла [24]. Швецькі вчені провели довгострокові дослідження за участю 3200 дорослих. Після 21-24 років спостереження виявлення ризику серцево-судинних захворювань показало, що з досліджених 112 метаболітів, виміряних на початковому етапі, саме рівень ерготіонеїну в плазмі крові найбільше пов'язаний із меншим ризиком хвороб та смертності від серцево-судинних захворювань. Висловлено припущення, що дієта із високим вмістом ерготіонеїну знижуватиме ризик серцево-судинних захворювань та смертності [41].

Цей висновок цілком логічний, зважаючи на дослідження, що підтверджують пряму залежність вмісту ерготіонеїну в крові людини та кількості споживаних грибів [54], а також факт біодоступності ерготіонеїну із висушених печериць після прийому їжі шляхом поглинання еритроцитами [39,

55]. Важливим фактом є те, що засвоєний із продуктів ерготіонеїн майже не виводиться із сечею, а підвищені рівні його у плазмі крові зберігаються протягом 4 тижнів після закінчення активного споживання грибів [26]. Вивчався позитивний ефект ерготіонеїну грибів на лікування катаракти, відновлення функції нирок тощо [26]. У боротьбі з ожирінням печериці виявили зниження апетиту та більшу насичуваність у порівнянні з протеїн-еквівалентною порцією яловичини при загальному зниженні калорійності [35]. Не змінюючи регулярність випорожнення, споживання печериць позитивно вплинуло на якість мікробіоти, що свідчить про гастроентерологічний ефект [35].

Незначне дієтичне втручання у вигляді систематичного споживання УФ опромінених печериць досліджувалось стосовно впливу на ризик захворювання на цукровий діабет 2 типу: через 16 тижнів рівень ерготіонеїну в організмі був вдвічі вищим порівняно з вихідним, зростали показники антиоксидантного маркера здатності поглинання кисневих радикалів ORAC і протизапального гормону адипонектину та значне зниження рівня сироваткового окисного стресу, що індукує оксидативний стрес [50].

Підвищення вмісту ерготіонеїну в культивованих печерицях можливе шляхом додавання гістидину до компосту, або метіонину в разі вирощування у біореакторах [57].

1.3.3. Світовий досвід використання культивованих печериць для забезпечення організму вітамінами групи D.

В організмі людини вітаміни групи D синтезуються шкірою під дією сонячного світла. Урбанізація кардинально змінила спосіб життя більшості людей, і природного сонячного світла вкрай недостатньо для підтримання оптимального рівня вітамінів групи D, відтак практично кожен потребує дієтичного втручання з метою поповнення рівня вітамінів групи D в організмі [61]. Фундаментальні медичні дослідження свідчать, що вітаміни групи D сприяють здоров'ю кісток, мають онкостатичний ефект, попереджають

серцево-судинні захворювання, діабет, гепатопатології, нервові та м'язові проблеми тощо.

Спираючись на останні досягнення світової науки, українська харчова промисловість може сприяти вирішенню питання дефіциту вітамінів групи D шляхом опромінення ультрафіолетом комерційно культивованих грибів.

Гриби містять вітаміни групи D у природній формі. Крім морепродуктів, м'яса, птиці, молока, певна кількість вітаміну D може походити з рослинних джерел: апельсинового соку, люцерни та деяких круп. В продуктах тваринного походження найпоширенішою формою є вітамін D3. В грибах найбільше вітаміну D2, менше D3 і D4.

Рівень вітаміну D2 в опромінених УФ-променями грибах може несуттєво падати під час зберігання чи термообробки, проте ймовірно лишиться вище 10 мкг/100 г свіжої ваги, тобто вище за його рівень у більшості продуктів, що містять вітамін D, близько до рекомендованої світовими організаціями добової норми [62]. Саме тому культивовані гриби можуть стати потужним джерелом вітамінів групи D, забезпечуючи їх значну кількість на одну порцію. Рекомендації різних країн щодо вітаміну D коливаються в межах від 5 до 20 мкг/добу, як видно з таблиці 3.1.3 нижче.

Таблиця 3.1.3

Рекомендовані дози вітаміну D (мкг/добу) за даними [62]

<i>Країна</i>	<i>Вік, років</i>				
	<i>1-18</i>	<i>19-30</i>	<i>31-50</i>	<i>51-70</i>	<i>71+</i>
США	15	15	15	15	20
Канада	15	15	15	15	20
Великобританія	10	10	10	10	10
Європейський Союз	15	15	15	15	15
Австралія та Нова Зеландія	5	5	5	10	15

Попередником вітаміну D2 є ергостерин, стерол рослинного походження. Культивовані печериці, що вирощуються в темряві, не містять багато вітаміну D2, проте дуже багаті на ергостерин, що під дією природного або штучного

ультрафіолетового опромінення через ряд фотохімічних/теплових реакцій перетворюється на вітамін D2.

Харчова промисловість успішно використовує ультрафіолетове опромінення, зокрема молока, дріжджів, хліба, в якості безпечної технології. Тому УФ-опромінення грибів може вважатись цілком безпечним, а оброблені УФ культивовані гриби – безпечними для населення [63].

Технології підвищення вмісту вітаміну D в печерицях аж до 100% добової норми (400 МЕ) шляхом штучного ультрафіолетового опромінення досліджувались Грибною Радою та Службою сільськогосподарських досліджень США, Австралійською Асоціацією грибоводів, китайськими, польськими науковими установами. Паралельно проводились медичні експерименти стосовно біодоступності вітаміну D2 з УФ-опромінених печериць, загального впливу опромінених грибів на стан здоров'я людини.

Вивчалась біодоступність у людей вітаміну D2 з грибів, опромінених штучним ультрафіолетом, близьким до сонячному (UV-B) у порівнянні з добавкою фармацевтичного вітаміну D2. Свіжі гриби опромінювали UV-B в дозуванні 1,5 Дж/см, підвищуючи концентрацію вітаміну D2 з <1 до 491 мкг/100 г, і виготовляли експериментальний суп. У цьому 5-тижневому однократному сліпому рандомізованому плацебо-контрольованому дослідженні 26 молодих осіб із сироватковим 25-гідроксивітаміном D (25OHD) ≤ 50 нмоль/л були випадковим чином розподілені на три групи: (а) гриби, (б) добавка і (в) плацебо. В зимовий період їм давали (а) 28 000 МО (700 мкг) вітаміну D2 у вигляді експериментального супу, (б) 28 000 МО вітаміну D2 у вигляді фармацевтичної добавки та (в) плацебо відповідно.

Через 2 тижні рівень 25OHD у сироватці був значно вищим у групі, де вживались гриби, ніж у групі плацебо ($P=0,001$). Концентрації 25OHD в сироватці у групах, які приймали гриби та добавки, суттєво і аналогічно підвищувалися протягом всього періоду дослідження. Таким чином вперше продемонстровано на людях, що біодоступність вітаміну D2 із грибів, збагачених вітаміном D2 шляхом опромінення UV-B, була ефективною для

покращення статусу вітаміну D і не відрізнялася від ефективності фармацевтичних добавок. Дане дослідження зареєстроване <http://germanctr.de> як DRKS000000195. [64].

Вітамін D₂ з УФ-опромінених грибів добре всмоктується та метаболізується [65]. За наявності вітаміну D₂ з УФ-опромінених грибів достовірно підвищується порівняно з контролем мінералізація стегнової кістки щурів ($P < 0,01$) [66].

Науковці досліджують режими УФ-опромінення культивованих печериць для оптимізації виробництва. Окреслимо основні підходи.

Ультрафіолетове опромінення може провадитись із різною довжиною хвилі: UV-A, UV-B, UV-C, а також імпульсно – PUV (латинськими літерами для зручності співвідношення з оригіналами).

Дослідження дають порівняння вмісту вітаміну D та інших складових у грибах, підданих впливу сонячного світла, різних режимів опромінення. Так, при обробленні печериць за наявності або відсутності UV-B хвиль і дії прямих сонячних променів для третьої групи, встановлені концентрації вітаміну D, 410 та 374 мкг/100 г (см) відповідно у контрольній групі, групах UV-B та сонячного світла.

Концентрації амінокислот, вітаміну C, фолієвої кислоти, жирних кислот, вітамінів B₆, B₅, рибофлавіну, ніацину, ергостерину та агаритину не зазнали суттєвих змін після обробки UV-B. Сонячне світло скорочує вміст рибофлавіну на 26%, призводить до ознак окислення фолатів і підвищення рівню ергостерину (9,5%) [67].

Сушіння на сонці нарізаних білих печериць показало такі результати. Вже через 15 хвилин (доза UV-B 0,13 Дж/см) вміст вітаміну D₂ значно збільшився до $2,2 \pm 0,5$ мкг/г сухої маси ($P < 0,0001$), це еквівалент 17,6 мкг (704 МО) вітаміну D₂ на 100 г свіжих грибів, що можна порівняти із вмістом цього вітаміну у жирній рибі, наприклад, атлантичному лососі. Протягом першої години вміст вітаміну D₂ збільшувався лінійно, від 0,1 мкг/г до $3,9 \pm 0,8$ мкг/г сухої маси. Через 1 і 3 години досягалось плато. Дві години додаткового

впливу сонячного світла призводили до суттєвого зниження концентрації D_2 [68].

Збільшення дози UV-C (0,5, 1,0 та 2,0 кДж/м) призводить до суттєвого підвищення рівня вітаміну D_2 в шапках і ніжках печериць, як білих, так і коричневих. Водночас вміст ергостерину в шапках і ніжках обох видів грибів істотно не змінився [69]. Важливим з точки зору технологічного процесу є висновок, що при 14-денному холодному зберіганні печериць вміст ергостерину значно збільшується. Вміст вітаміну D_2 в шапках як білих, так і коричневих печериць падав перші 7 днів, а потім стабілізувався до 14-го дня. На відміну, в ніжках коричневих печериць вміст вітаміну D_2 продовжував рости протягом усього двотижневого періоду холодного зберігання [69].

Вивчався ефект відстані опромінення. Свіжі печериці від 2,5 до 60 хв опромінювали UV-C із інтенсивністю 0,403, 0,316 та 0,256 мВт/см з відстаней 30, 40 та 50 см відповідно. Інтенсивність 0,403 мВт/см з відстані 30 см залежно від часу давала значно вище збільшення концентрації вітаміну D_2 , ніж концентрації, отримані за інтенсивності 0,316 та 0,256 мВт/см з відстані 40 і 50 см відповідно. Доведено високу швидкість перетворення ергостерину на вітамін D_2 за короткий час обробки, як того вимагає економіка. Зберігання при 40С та кімнатній температурі протягом 8 днів ($P = 0,36$) показало стабільність вітаміну D_2 відсутність його деградації [65]. Вміст вітаміну D_2 після оброблення UV-C дозами 0,125 і 0,25 Дж/см за періоди 2,5, 5 та 10 хвилин, становила 6,6, 15,6 і 23,1 мкг/г твердих речовин, що еквівалентно 40,6, 95,4 та 141 мкг на порцію відповідно [65].

З точки зору технології принциповим є вирішення питання, на кому етапі доцільніше проводити опромінення: під час вегетації, після збору врожаю, вже нарізаних грибів чи навіть повністю висушених.

Через більшу площу ультрафіолетове опромінення нарізаних на шматочки білих печериць було ефективнішим, ніж опромінення шапок або купи цілих грибів [70]. Виробляти ергокальциферол здатні й сушені гриби, і саме печериці показали при УФ-опроміненні найбільший вміст вітаміну D_2 .

Ліофілізовані печериці містили від 42,08 до 119,21 мкг/г, а гриби, сушені гарячим повітрям, після опромінення містили 21,51 - 81,17 мкг/г вітаміну D₂ [71].

Ефективної трансформації ергостерину на вітамін D₂ можна досягати УФ-опроміненням навіть порошку з сухих печериць або сухого порошку в етаноловій суспензії (1:20 г/мл, співвідношення твердих речовин і рідини). Дослідниками оптимізовано параметри опромінення: форма матеріалу (сухий порошок чи сухий порошок в етаноловій суспензії), довжина хвилі (UV-C, UV-B чи UV-A), експозиція (30, 60 чи 120 хв), комбінація довжин хвиль (UV-C плюс UV-B, UV-C плюс UV-A, UV-B плюс UV-A, або UV-C плюс UV-B плюс UV-A), послідовність довжин (UV-C → UV-B → UV-A, UV-C → UV-B, UV-C → UV-A, UV-B → UV-A). За оптимальних умов (сухий порошок у суспензії етанолу, опромінення UV-C, дистанція 40 см, час 120 хв), вміст вітаміну D₂ підвищено з невиявленого до 72 мкг/г (сухої маси) у спорошкованих печерицях та до 1104 мкг /г (сухої маси) (підвищення концентрації у близько 15 разів) в етаноловій суспензії. УФ-опромінення грибного порошку в етаноловій суспензії дозволяє досягати суттєво вищих концентрацій вітаміну D₂, ніж безпосередньо в сухому порошку, і таким чином після повного видалення етанолу зробити їстівні гриби більш практичними природними джерелами вітаміну D [72].

Проте з точки зору простоти технології УФ-опромінення грибного порошку є привабливішим, а для споживача виглядає безпечнішим. У 2019 році компанія MBio, Monaghan Mushrooms на свій запит до Європейської Комісії відповідно до Регламенту (Regulation (EU) 2015/2283) отримала дозвіл на продаж в ЄС та науковий висновок Європейської комісії з безпеки харчових продуктів щодо нового харчового продукту, а саме порошку з культивованих печериць, природним шляхом збагачених вітаміном D₂. Технологія передбачає ультрафіолетове опромінення нарізаних, висушених та спорошкованих грибів (шапок разом з ніжками) з метою перетворення ергостерину на вітамін D₂ і досягнення його концентрацій 580-595 мкг/г.

Дані щодо технології та специфікації нового продукту визнані Європейською комісією з безпеки харчових продуктів такими, що не викликають занепокоєння. УФ-опромінений порошок з печериць відтак має офіційний дозвіл бути включеним до складу продуктів харчування та напоїв, зокрема до харчових продуктів спеціального медичного призначення та харчових добавок. Комісія дійшла висновку, що за пропонованих умов використання новий продукт є безпечним для осіб старше 1 року в продуктах харчування та напоях і як харчова добавка. Водночас в офіційному висновку зазначається, що грибний порошок за іншою технологією та іншими характеристиками з максимальною концентрацією вітаміну D₂ 2,25 $\mu\text{г}/100\text{ г}$ ще раніше включено до списку нових продуктів для кількох категорій харчових продуктів і максимумом вітаміну D₂ 15 $\mu\text{г}/\text{день}$ для харчових продуктів спеціального медичного призначення для усіх категорій населення крім немовлят.

Запропоновані максимальні дози нового продукту як інгредієнту становлять 3,58 $\text{мг}/100\text{ г}$ для продуктів, крім напоїв та крім харчових добавок та 1,79 $\text{мг}/100\text{ мл}$ для напоїв. Ці умови використання відповідають рівням 2,1 $\mu\text{г}$ вітаміну D₂/100 г для продуктів, крім напоїв, і 1,1 $\mu\text{г}$ вітаміну D₂/100 мл для напоїв. Заявлено також про можливість використання нового продукту в харчових добавках і харчових продуктах спеціального медичного призначення в максимальній дозі 15 $\mu\text{г}$ вітаміну D₂/день. Підтверджено також відсутність додаткової алергенності нового продукту [73].

Проводяться дослідження стосовно вибору ефективної довжини хвилі опромінення. Для етанолової суспензії та порошку із сушених грибів найпродуктивнішим виявилось UV-C [74]. При штучному моделюванні сонячних доз UV-B, що зустрічаються в Центральній Європі, доза штучного УФ-опромінення 0,53 Дж/см підняла концентрацію вітаміну D₂ до значно ($P < 0,001$) вищих рівнів $67,1 \pm 9,9\text{ мкг}/\text{г}$ сухої маси, ніж перебування на сонці ($3,9 \pm 0,8\text{ мкг}/\text{г}$ сухої маси). Штучне УФ-опромінення давало позитивну кореляцію

між виробленням вітаміну D₄ та вітаміном D₂ ($r(2) = 0,96$, $P < 0,001$), при цьому рівень вітаміну D₄ коливався від 0 до 20,9 мкг/г сухої маси [75].

Для свіжих печериць найефективнішим виявилось імпульсне ультрафіолетове світло (PUV). Вже після 3-х імпульсів, а це всього 1 с, вміст вітаміну D₂ збільшується до понад 100% RDA (Recommended Daily Allowance) на порцію. 12 PUV імпульсів наближають концентрацію D₂ до максимальної - 27 мкг/г сухої маси. Вміст вітаміну D₂, отриманого 3-ма імпульсами, знизився з 11,9 до 9,05 мкг/г сухої маси після 3-х днів зберігання; проте після цього лишався практично незмінним протягом 11-денного дослідження терміну придатності. Ще раз доведено, що під дією УФ-опромінення нарізані гриби продукують значно більше D₂, ніж цілі гриби. Білі шапки генерували значно більше D₂, ніж коричневі [76].

В іншому дослідженні імпульсного УФ-опромінення (до 60 імпульсів PUV) вивчалися рівні фотопродуктів люмістерину та тахістерину - потенційно біологічно активних продуктів ергостерину, що не містять вітаміну D₂. Ці сполуки не були виявлені у неопромінених грибах. Потенційне біологічне значення цих фотопродуктів ще належить дослідити [77].

Реалії виробництва вимагають якнайкоротшого часу оброблення, і час, необхідний для досягнення необхідної концентрації вітаміну D₂ при одній і тій самій дозі опромінення значно зменшувався зі збільшенням інтенсивності. Досліджувалась також кореляція інтенсивності (0,5, 0,75 і 1,0 мВт/см), дози (0,5, 1,0 і 1,5 Дж/см) та часу після збирання (1 і 4 дні) з рівнем утворення вітаміну D₂ в печерицях в результаті впливу UV-B, а також інтенсивність деструкції вітаміну D₂ в уже опромінених печерицях в період зберігання. Інтенсивність UV-B 1,0 мВт/см (доза 0,5 Дж/см) давала концентрацію D₂ 3,83 мкг/г сухої маси грибів за 8 хв. При інтенсивності 0,5 мВт/см (доза 0,5 Дж/см) концентрація вітаміну D₂ становила 3,75 мкг/г сухої маси за 18 хв. Час після збору врожаю (1 чи 4 дні) не впливав на утворення вітаміну D₂. Під час зберігання опромінених печериць вітамін D₂ розкладався з очевидною

кінетикою першого порядку, де константа швидкості розпаду становила 0,025 год⁻¹ [78].

Досліджувалась стабільність вітаміну D₂ у сушених грибах під час зберігання. Після 1,5 року зберігання сушених грибів рівень вітаміну D₂ був 6,90 мкг/г, що становить 48,32% від початкового рівня. У сушених гливах та шиїтаке концентрація вітаміну D₂ знизилась до 66,90% і 68,40% відповідно [71]. Стабільність вітаміну D₂ в грибах, оброблених UV-B після збору врожаю, вивчалась при зберіганні в холодильнику до 10 діб при 4°C. З цією метою користувались надзвичайно точною рідинною хроматографією/ тандемною мас-спектрометрією. Не опромінені UV-B гриби не містили вітаміну D₂. Під час зберігання при 4°C кількість вітаміну D₂ поступово зменшувалася в гливах та шиїтаке, тоді як в печерицях вітамін D₂ поступово збільшувався до шостої доби, і вже потім зменшувався [79].

Досліджувався також вплив способу зберігання: повітряного та кріогенного заморожування; консервування у м'якому та сильному розсолі і сушіння - повітряного та сублімації - на збереження в печерицях ергостерину та вітаміну D₂. Через 1 рік зберігання найбільшу кількість вітаміну D₂ та ергостерину містили консервовані, а найменшу – сушені гриби. Кріогенне заморожування підвищувало концентрацію вітаміну D₂, а рівень ергостерину був вищим при повітряному заморожуванні. Сублімаційне сушіння впливало лише на рівень ергостерину. Сушені гриби найкращі зберігались при кімнатній температурі. Тип розсолу впливав на рівень вітаміну D₂ у консервованих грибах: показники були вищими у сильному розсолі. Низькі температури сприяли збереженню вітаміну D₂ в консервованих грибах, кімнатна температура призводила до більшого утримання ергостерину [61].

1.3.4. Аналіз основних сучасних способів перероблення культивованих грибів.

Маючи високий вміст вологи, печериці, як будь-які живі організми, мають дуже короткий термін зберігання навіть за найкращих умов, адже їхні внутрішні мікробіологічні процеси не припиняються з відокремленням плодових тіл від субстрату. Сировину повинна якомога скоріше споживатись чи перероблятись. Розглянемо основні способи перероблення грибів.

1. Сушіння

Найдоступнішим і традиційним способом перероблення грибів є сушіння, що унеможливорює подальший розвиток мікроорганізмів. Остаточний вміст вологи становить 12-14% [38]. Традиційно сушать свіжі гриби. Проте, як показано в п. 1.4, можливе сушіння попередньо термічно оброблених грибів. Використовують сонячну сушку, сушку гарячим повітрям з різними режимами, сублімацію, мікрохвильову та інфрачервону сушку.

Важливою задачею при цьому є збереження пористої структури сировини, оскільки від цього залежить якість кінцевого продукту. Печериці та гливи, що відносяться до пластинчастих грибів, мають сушитись при температурах не вище 75°C. Проте даний спосіб не повністю знімає проблему ферментативної та мікробіологічної активності.

Спосіб виготовлення сухого грибного напівфабрикату UA пат. № 90654. МПК A23C15/12.A23D7/00. Спосіб виробництва спреда з наповнювачем та UA пат. № 89007. МПК A23C19/08. Спосіб виробництва пастоподібного плавленого сиру / Сімахіна Г. О., Гойко І. Ю., Гойко Н. О. дозволяє зберегти біологічно активні речовини, об'єму продукту, завдяки легкому відновленню дає можливість застосування у різних харчових середовищах. Гриби, окремо ніжки та шапки, сушать конвективним способом при температурі 35 та 45°C зі швидкістю руху теплоносія 4,5 м/с до вологості 8-10%.

Після сушіння гриби можна подрібнювати, пропускаючи через набір сит. Це дозволяє одержати різні за розміром фракції для різних цілей - 20 мм, 0.5–20 мм і 500 мкм.

Сушіння термічно обробленої сировини може здійснюватись з використанням вакуумних установок.

Обрана технологія сушіння, звичайно, впливає на кінцеві органолептичні показники та вміст нутрієнтів у продукті. Перероблення попередньо висушених грибів на порошок дає можливість економити складські площі і спростити використання, підвищуючи при цьому засвоюваність білків на 18%. Подальше зберігання не потребує спеціального обладнання.

Детальніше апробований метод сушіння печериць описаний в 3.1.

2. Заморожування

Заморожування потребує спеціального обладнання для подальшого зберігання. Низькі температури спричиняють певні біохімічні та структурні трансформації у тканинах грибів. Розморожування призводить до погіршення органолептичних показників та втрати деяких БАР. Можливим варіантом вирішення цієї проблеми є спосіб заморожування культивованих грибів, запропонований патентом UA 48640 МПК A23B 7/04 / Семенюк Д. П., Петренко О. В., Куценко В. А. (замовник та патентовласник - Харківський державний університет харчування та торгівлі). Протягом 20-30 секунд перед заморожуванням при температурі -35°C гриби обробляються 0,4 % розчином молочної кислоти.

3. Ферментація

Основою технології є процес бродіння, що відбувається за допомогою молочнокислих бактерій. Останні залишаються у продукті, позитивно впливаючи на стан травної системи людини [80]. Патент UA пат. 75378 МПК7 A23B 7/00 (Технологія виробництва ферментованих грибів глива звичайна / Басюл О. В., Ямборко Г. В., Багаєв О. К., Іваниця В. О.; замовник та патентовласник: Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова) забезпечує стабільність процесу, знижує терміни ферментації, покращує органолептику та біологічну цінність гливи звичайної. При цьому термін споживання подовжуються на 3 місяці.

Можлива ферментація інших продуктів з додаванням грибного порошку, як традиційно виробляється з цілих соєвих бобів темпе. В такому разі основний продукт збагачується ерготіонеїном та іншими БАР грибів, а також вітаміном D в разі додаткового УФ-опромінення чи мінералами в разі спеціальних технік культивування.

4. Маринування

Традиційною альтернативою ферментації є маринування, що базується на взаємодії сировини з оцтовою кислотою. Компоненти маринаду надають грибам відповідні ноти. Необхідне попереднє термічне оброблення знищує поверхневі мікроорганізми.

5. Обробка оксидом азоту

З метою подовження строку зберігання грибів може застосовуватись оксид азоту (NO). На 3 хв печериці занурюють в NO нітропрурид натрію (15 мкмоль/л) з подальшим зберіганням при 4°C, відносній вологості 90%. Оброблені таким чином гриби через 12 днів мають знижену швидкість втрати ваги, рівномірний колір, більшу твердість. Через 3 дні зберігання в оброблених таким способом грибах різко зростає концентрація кетонів, альдегідів, спиртів та складних ефірів, а потім вони мають тенденцію до зниження, за винятком складноефірних сполук, рівні яких досягають максимальних значень через 6 днів зберігання. Оброблення NO підіймає загальну активність фенолів та каталази, інгібує активність поліфенолоксидази.

6. Комплексне перероблення.

Перероблення та споживання грибів має забезпечувати максимально високе засвоєння організмом людини їхніх білків. Поєднані у комплекс з мінеральними солями, глюканом та хітином, під дією травного соку білки не повністю гідролізуються до окремих амінокислот.

При розробці ФХП з використанням грибною сировини цю задачу необхідно вирішувати, знаходячи технологічно й економічно доступні рішення попереднього оброблення грибів, ґрунтовані на відокремленні білку від полісахаридного комплексу, що означає підвищення засвоєння

компонентів білків. Одним з перспективних способів є дрібнодисперсне низькотемпературне подрібнення попередньо відварених печериць. Деструкція та дезагрегація важкорозчинних сполук зв'язаних з білками, переходить у механічний гідроліз білків. Результатом половина вмісту білка трансформується в окремі легкозасвоювані амінокислоти [81, 82]. Кріогенне подрібнення сировини потребує спеціального обладнання. Можливе паротермічне оброблення у пароконвекційних печах та подальше дрібнодисперсне подрібнення без застосування холоду.

7. Перероблення відходів сировини.

Вирощування грибів, особливо печериць, все більш поширюється в Європі та всьому світі, відтак суттєво збільшуються обсяги побічних продуктів. Тому постає актуальне питання використання передових технологій вилучення терапевтично цінних сполук після промислового перероблення стандартної сировини. Сучасний рівень технологій дозволяє вилучати антимікробні, антиоксидантні, антиалергенні сполуки та нутрієнти для нових застосувань, від нутрицевтиків до засобів для чищення [52].

1.4. Патентний пошук.

Численні компанії – як локальні, так і міжнародні, спеціалізуються на виробництві швидкорозчинних супів. Серед світових лідерів – бренди Heinz, Knorr, Maggi, Gallina Blanca, Mivina, Rollton, Vegeta, Lipton, Batchelors, Campbell's. Це є розвиненим бізнесом, що експлуатує прагнення людей до якнайскорішого приготування страв й водночас до приємного, традиційного способу споживання та відчуття «здорової» їжі.

Світові бренди реєструють свої патенти в тих країнах, де налагоджують виробництво. Патентування захищає інноваційні технологічні підходи до виготовлення швидкорозчинних супів, що їх можна розділити на такі основні підгрупи:

1. способи підготовки та оброблення сировини;
2. інгредієнти;
3. способи пакування продукту.

Дослідження у першого напрямку найактивніші в Китаї, де існує найсучасніша технічна база. Вивчаються способи та режими сушіння грибів, УФ-опромінення, збагачення мінералами під час культивації тощо. Найпоширенішим патентованим способом сушіння є вакуумне сублімаційне сушіння грибної сировини. Відповідно зареєстровано велику кількість патентів, в основному китайських, що наочно видно при патентному пошуку на відповідних ресурсах.

Стосовно складу швидкорозчинних супів, в рецептурах проявляються регіональні особливості. Водночас глобальність ринку та ефективний маркетинг призводять до швидкого розповсюдження вдалих рецептур: не лише вже звичних азіатських, але й, наприклад, характерних для Африки продуктів з використанням листя моринги та інших перелічених в п.1.1 трендових інгредієнтів.

Грибна сировина Китаю та Індії, включена до патентів на виготовлення швидкорозчинних супів, вбирає усі традиційні для регіону види, зокрема дикорослі, як патент CN 103054103В, що стосується способів смаження диких грибів. Також термічне оброблення дикорослих грибів з подальшою вакуумною дегідратацією готової супової суміші передбачене китайським патентом CN 1500411А.

З іншого боку, міжнародні компанії інвестують в дослідження способів культивування сировини для досягнення оптимальних виробничих параметрів, проектування обладнання та розвиток технологій оброблення сировини, зокрема нестандартної. Так, Campbell Soup Company зареєструвала патент 4996390 щодо використання гібридних печериць, патенти 5503647, 4534781 щодо оптимізації умов вирощування та запобігання інфікування печериць. Патентом 4810504 цієї ж компанії описано спосіб отримання грибного аромату. Ферментований міцелій піддають механічній обробці в присутності повітря з подальшою концентрацією звичайними способами для подальшого використання в грибних супах та соусах. Таким чином працюють і інші глобальні компанії.

Велика кількість патентів реєструється на використання певних наборів чи окремих спецій, наприклад, європейський патент EP 1696746 B1, що описує способи оброблення індійського кропу у швидкорозчинних супах, зокрема грибних.

Патенти відображають активні дослідження добавок, покликаних покращити органолептичні показники продукту. Наприклад, європейський патент EP 1075798 (корейський KR 100527617B1), передбачає додавання сірковмісної добавки типу глутатіону на будь-якому етапі процесу виробництва для підкреслення характерного грибного запаху та смаку. Патент US 20080113068A1 є прикладом підходу до проблеми втрати чуттєвої привабливості для споживачів гомогенізованих складових швидкорозчинних супів, збідніння їхньої сенсорної реакції. Винахід пропонує композиції швидкорозчинних супових сумішей з одним або кількома додатковими включеннями у вигляді, наприклад, скибочки помідору, для симуляції «натуральності» страви. Такі «натуральні овочі» можуть виготовлятися з агаром, желатином, крохмалем чи пектином.

Способи пакування швидкорозчинних супів через економічні чинники доволі часто навіть у глобальних виробників залишаються звичними, найдешевшими, перш за все в пакети на 1-2 порції чи більше. Проте маркетингові стратегії, жорстока боротьба за інтерес споживачів до продукції вкупі з пандемічними вимогами останнього часу постійно породжують новинки в пакуванні, які теж патентуються. Це не лише вже звичні багатокамерні пакування з внутрішніми перегородками, але й контейнери з можливістю розігріву від зовнішнього джерела. Трикомпонентне пакування, запропоноване китайським патентом CN 101288457A, уможливорює споживання одного й того ж продукту чотирма різними способами, що суттєво підвищує ринковий потенціал продукту.

Як бачимо, принципові підходи світових лідерів мало стосуються функціональності продукції. Тому лишається задача створення швидкорозчинних супів оздоровчого призначення, в яких би технологічні

інгредієнти одночасно виступали в ролі функціональних складових. Це можливо, зокрема, з використанням порошку з печериць, що, як достовірно показано в численних дослідженнях, може розглядатись не лише перспективним джерелом білку та численних нутрієнтів, але й ефективним консервантом та стабілізатором кольору, замінником солі, жирів.

Прикладом швидкорозчинного грибного супу без хімічних складових може слугувати рецептура за індійським патентом 1196/KOL/2012. В ньому використовується грибного порошку - 18%, томатного порошку - 18%, борошна пшеничного обсмаженого - 30%, сухого молока - 18%, крохмалю кукурудзяного - 9%, капусти грубого помелу сухої - 2%, моркви грубого помелу сухої - 2%, цибулі порошку - 2% і часнику порошку - 1%. Крім печериць можуть використовуватись гливи чи інші дозволені в Індії гриби. В описі підкреслено, що відсутність в рецептурі цукру, солі та перцю сприяє подовженню терміну зберігання.

Наведений приклад показовий з точки зору підходів до згущувачів грибного супу. Більшість компаній, як локальних, так і глобальних, використовує саме крохмаль, борошно, молоко тощо для забезпечення очікуваної кремової консистенції продукту. З точки зору функціональності таке рішення не є найкращим. Тому лишається задача досягнення кремової консистенції із залученням здорових, корисних інгредієнтів.

Висновки.

Найпоширенішим у світі та в Україні культивованим грибом є печериці. Вони повністю відповідають вимогам сьогодення з огляду на безпеку та якість продукції, вміст широкого спектру БАР, перш за все ерготіонеїну, можливості економічно прийняттого досягнення високого рівня вітамінів групи D та вітальних мікроелементів.

Короткочасне УФ-опромінення сировини під час культивування, так само як сировини, що надійшла у виробництво, нарізаної на шматки чи навіть у вигляді сухого порошку, покликане суттєво підіймати вміст вітаміну D, дефіцит якого зазнає практично кожна людина, особливо жителі міст.

Використання печериць, що багаті на потужний антиоксидант ерготіонеїн, β -глюкани та інші терапевтично значимі сполуки, в якості ключового інгредієнту ФХП, слугуватиме профілактиці та супутній терапії цілого ряду широко розповсюджених захворювань.

Нові функціональні харчові продукти на основі доступної місцевої грибною сировини сприятимуть подальшому розвитку харчової галузі та зміцненню здоров'я народу України.

РОЗДІЛ 2.

ОРГАНІЗАЦІЯ, МЕТОДОЛОГІЯ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Об'єкти досліджень

Об'єктом досліджень є спосіб виробництва функціонального грибного порошкоподібного напівфабрикату із використанням грибною сировини, а саме печериць (білих, коричневих).

Таблиця 2.1.1

Характеристика основних органолептичних показників печериць

Показник	Характеристика
Зовнішній вигляд	Гриби цілі, чисті, не миті, здорові, пружні, свіжі на вигляд, без надмірної зовнішньої вологості, не підморожені, без пошкоджень, викликаних сільськогосподарськими шкідниками, ніжки підрізані або непідрізані, у підрізаних печериць зріз повинен бути чистим, непідрізані гриби можуть мати сліди тепличного матеріалу на початку ніжки. Допускаються дуже незначні поверхневі дефекти за умови, що вони не впливають на загальний зовнішній вигляд, якість, збереження та товарний вид продукту в упаковці.
Смак та запах	Характерний для свіжих печериць, без сторонніх запаху та присмаку.
Колір	Поверхня шапки біла, кремова або коричнева з різними відтінками, властивими сортам; м'якоть шапки на свіжому розрізі біла з рожевим відтінком.
Ступінь зрілості	Гриби типові за формою та забарвленням для даного ботанічного сорту, однорідні за ступенем зрілості, добре сформовані. Шапки закриті чи відкриті, але не плоскі. Колір пластинок з нижнього боку шапки блідо-рожевий.

Таблиця 2.1.2

Бальна оцінка органолептичних показників свіжих печериць

Показник	Співвідношення характеристики і кількості балів				
	5	4	3	2	1
Зовнішн. вигляд	Цілі, свіжі, без дефектів та мікробіолог. ушкоджень, однорідні.	Цілі, свіжі, практ. без дефектів.	Цілі, частково не свіжі, дещо ушкодж.	Значна частина не свіжих, ушкодж. грибів.	Неоднор., з дефектами та мікробіол. ушкодж.
Смак та запах	Характерний для свіжих печериць, без сторонніх запаху та присмаку.	Ледь помітний сторонн. присмак або запах.	Стійкий помітний сторонн. присмак та/або запах.	Стійкий виражений, невласт. сторонній присмак та/або запах.	Сильний неприємн. гнилісний сторонній запах та присмак.
Колір	Поверхня шапки біла, кремова; м'якоть на розрізі біла з рожевим відтінком.	Поверхня шапки біла, кремова; м'якоть на розрізі біла.	Поверхня шапки сірувата; м'якоть на розрізі сірувата.	Поверхня шапки сіра, з можливими темними плямами; м'якоть на розрізі сіра.	Поверхня шапки темна; м'якоть на розрізі гнилісна.
Ступінь зрілості	Гриби однорідні за ступенем зрілості, добре сформовані. Шапки не плоскі. Колір пластинок з нижнього боку шапки блідо-рожевий.	Гриби іноді неоднорідні за ступенем зрілості, сформовані. Шапки не плоскі. Колір пластинок з нижнього боку шапки блідий.	Гриби дещо неодн. за ступенем зрілості, більшість сформ. Шапки не плоскі. Колір пластинок шапки сіруватий.	Гриби практично неоднорідні за ступенем зрілості, різні за формою. Більшість шапок плоскі. Колір пластинок шапки сірий.	Гриби різні за ступенем зрілості, не калібровані. Колір пластинок з нижнього боку шапки гнилісний.

Таблиця 2.1.3

**Бальна оцінка органолептичних показників традиційного
та розробленого продукту**

Показники	Коефіцієнт вагомості	Бали	
		Традиційний продукт	Розроблений продукт
Зовнішній вигляд	0,2	3	4,5
Смак	0,3	3	5
Колір	0,1	4	4,5
Консистенція	0,25	3	5
Аромат	0,15	2	4,5
Загальний показник		2,95	4,7

На підставі отриманих даних можна зробити висновок про істотні переваги розробленого продукту з точки зору його органолептичних показників.

2.2. Предмети досліджень

Предметом досліджень є грибна сировина (печериці), біохімічні, медико-біологічні, технологічні характеристики культивованих печериць та якісні показники отриманих з них сухого порошку і дієтичної добавки.

2.3. Методи досліджень, що використовуються в магістерській роботі

Дисперсність порошку з печериць визначали мікроскопічним методом за допомогою мікрометр-окуляра з використанням оптичного мікроскопу (МБИ-15) з освітленням «на проходження». Для приготування препаратів проводили попереднє відновлення порошоків у воді, соняшниковій олії за температури 25⁰С з витримкою 5 хв. [89]. Отриману суспензію наносили на предметне скло та накривали покривним. Вивчення структури дослідного порошку проводили із збільшенням у 100 разів.

Коефіцієнт водопоглинання грибного порошку визначали за допомогою методу Догадкіна [90], який дозволяє визначати ступінь набухання етерів. Коефіцієнт набрякання (Кн) порошку з печериць визначали за відношенням

зміни мас порошку після заливання його розчинником на певний проміжок часу ($V_1 - V_0$):

$$K_H = (V_1 - V_0)/V_0 = V_p/V_0,$$

де V_0 , V_1 – об'єм відповідно до і після набрякання, см^3 ;

V_p – об'єм поглиненого розчинника, см^3 [91].

Емульгуюча здатність грибного порошку характеризується співвідношенням об'єму емульсійного шару до загального об'єму [92].

Методика визначення: наважку порошку з печериць в кількості 7 г вносили в міксер, додавали 100 см^3 дистильованої води і диспергували 1 хв за швидкості 4000 об/хв. До отриманої суспензії додавали 100 см^3 олії і емульгували в блендері «KitchenAid Artisan» (США) за швидкості 8000 об/хв. впродовж 5 хв.

Емульсію порівну розливали у 4 калібровані центрифужні пробірки та центрифугували 5 хв. за швидкості 2000 об/хв.

Емульгуючу здатність (ЕЗ, %) визначали за формулою:

$$ЕЗ = V_e/V_0 \times 100,$$

де V_e – об'єм емульсійного шару, см^3 ;

V_0 – загальний об'єм суміші, см^3 .

Жирутримуючу здатність грибного порошку визначали за формулою:

$$ЖУЗ = g_1 \times g_2^{-1} \times 100, \%$$

де g_1 – масова частка жиру в наважці після термооброблення, %;

g_2 – масова частка жиру в наважці до термооброблення, %.

Масову частку жиру в наважці визначали за формулою:

$$g = (104 \times \alpha \times (n_1 - n_2) \times m_1) / m, \%$$

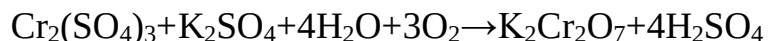
де α – коефіцієнт, що характеризує такий вміст жиру в розчиннику, який змінює показник заломлення на 0,0001%. Коефіцієнт α для порошку дорівнює 0,0470;

n_1 і n_2 – показники заломлення відповідно чистого розчинника і випробуваного розчину;

m_1 – маса 4,3 см³ α -монобромнафталіну, г;

m – маса наважки, г.

Число аромату в порошок з печериць визначали за методикою, що вказана в літературі [93]. Сутність методу полягає в тому, що під час взаємодії ефірних олій з хромовою сумішшю відбувається їх окислення за рахунок кисню, що виділяє біхромат калію $K_2Cr_2O_7$:



В разі додавання розчину KI відбувається реакція між $K_2Cr_2O_7$, що залишився після окислення всіх ефірних олій, виділених з наважки продукту, і KI.

В результаті окисно-відновної реакції виділяється вільний йод, який титрують розчином тіосульфату натрію ($Na_2S_2O_3$) в присутності крохмалю.

Вміст загального білку визначали за методом К'ельдаля [94].

Амінокислотний склад досліджували методом іоннообмінної рідинноколонної хроматографії на автоматичному аналізаторі амінокислот виробництва «Мікротехна», Чехія [94, 95].

Розрахунок амінокислотного скора проводили за загальноприйнятою методикою [96].

Масову частку жиру визначали екстракційно-вагомим методом, вказаним в літературі [94].

Вміст вуглеводів визначали феріціанідним методом за вказівками літератури [94].

Вміст харчових волокон визначали за методикою, що базується на їх окисленні, руйнуванні та розчиненні сумішшю оцтової та азотної кислот, наведеною в літературі [94].

Підготовку живильних середовищ, розчинів, реактивів, барвників і індикаторів, використаних у мікробіологічних дослідженнях, проводили за ГОСТ 10444.1-84 [97].

Відбір проб для мікробіологічних досліджень проводили за ГОСТ 26668-85 [98]. Підготовку проб для мікробіологічних аналізів здійснювали відповідно до ГОСТ 26669-85 [99].

Вміст мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів досліджували за ГОСТ 10444.15094. Наявність бактерій групи кишкових паличок визначали згідно з [100].

Визначення вітаміну D базується на методі рідинної хроматографії – це метод розділення і аналізу складних сумішей, в якому рухомою фазою є рідина. Він застосовується для розділення більш широкого кола речовин, ніж ГХ, оскільки більшість речовин є нелеткими, багато які з них є нестійкими при високих температурах (особливо ВМС) і розкладаються при переведенні в газоподібний стан. В РХ розділення найчастіше відбувається при кімнатній t° . Методику проводять згідно ДСТУ EN 12821:2005 [114].

Вітаміни D2 та D3 омилують у харчових продуктах з використанням спиртового розчину гідроксиду калію та екстрагують за допомогою відповідного розчинника. Визначення вітаміну D2 або D3 у розчині екстракту проби здійснюють за допомогою напівпрепаративної нормально-фазної колонки методом ВЕРХ з наступним визначенням на аналітичній обернено-фазній колонці.

Якщо необхідно визначити вітамін D3, вітамін D2 використовують як внутрішні стандартні речовини. При визначенні вітаміну D2 використовують як внутрішній стандартної речовини вітамін D3.

Вміст вітаміну D визначають ультрафіолетовою (UV) спектрометрією, причому піки ідентифікують на основі часу утримування та додатково по спектральним UV-профілям, якщо для визначення використовується діодна матриця. Визначення проводять за допомогою методу внутрішньої стандартної речовини, використовуючи площу або висоту піків.

2.4. Блок-схема проведення теоретичних та експериментальних досліджень.



Висновки.

Отже, у розділі проаналізовано об'єкт, предмет та методи досліджень, що передують початку практичного виробництва напівфабрикату швидкорозчинного грибного супу швидкого приготування «Шампін'є»

Представлена блок-схема проведення теоретичних та експериментальних досліджень, що повністю розкриває обсяг обробленого матеріалу. Також, оцінка споживчих властивостей показала переваги розробленого нового продукту за критеріями його органолептичних показників та оздоровчої дії на організм перед традиційним, з можливістю подальшого покращення технології.

РОЗДІЛ 3.

КОНСТРУЮВАННЯ ТА СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА ДІЄТИЧНОЇ ДОБАВКИ І НАПІВФАБРИКАТІВ З ПЕЧЕРИЦЬ, А ТАКОЖ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ ЗБАГАЧЕННЯ ТРАДИЦІЙНИХ СЕРЕДОВИЩ.

3.1. Формування споживчих властивостей грибного напівфабрикату та розроблення технології його отримання

В усьому світі останнім часом дедалі більшого розповсюдження набувають культивовані гриби, зокрема печериці як найпоширеніший тип. Встановлено, що правильно вирощена і раціонально перероблена сировина не поступається за смаковими якостями, харчовою та біологічною цінністю, а також цілющими властивостями лісовим грибам. Більше того, на думку вітчизняних вчених Сичова П.А., Дудуха І.О., Біська Н.О., Колтунова В.А. та інших, переваги у технології вирощування та низка специфічних особливостей хімічного і морфологічного складу печериць та гливи вигідно відрізняють їх від дикорослих грибів.

За літературними даними зроблено висновок, що різні частини плодового тіла грибів – шапка і ніжки – дещо відрізняються за хімічним складом, що, очевидно, доцільно враховувати при виборі технологічних способів перероблення грибів. Порівняльні дослідження провели для культивованих грибів та білих (як контрольного зразка). Результати наведені в таблиці 3.1:

Таблиця 3.1

Основні біологічні показники анатомічних частин плодового тіла грибів

Показники	Вид грибів та анатомічні частини					
	Білі гриби		Печериці		Глива звичайна	
	Ніжка	Шапка	Ніжка	Шапка	Ніжка	Шапка
Вода, %	87,0	85,5	86,0	84,2	91,0	90,5
Сухі речовини, %	13,0	14,5	14,0	15,8	10,0	9,05
Білки, %	6,8	8,5	7,5	8,6	4,0	5,1

Вуглеводи, %	3,22	3,03	2,4	2,4	1,2	1,0
Клітковина, %	2,33	2,0	3,0	1,6	4,7	3,2

Із наведених даних видно, що за всіма показниками переважають печериці: і в ніжках, і в шапках міститься більше білку, ніж в інших видах грибів, навіть білих. Вміст білку в шапках печериць становить 8,6%, у білих грибах – 8,4%, у гливі – 5,1%. Біохімічний склад ніжок усіх грибів дещо відрізняється від шапок в сторону зменшення масової частки білків (наприклад, у білих грибах з 8,4 до 6,8%). В шапках також менше клітковини, і це характерно для всіх досліджених грибів. Слід зазначити, що у гливі клітковини майже вдвічі більше, ніж у печерицях, і можна прогнозувати, що глива важче перетравлюватиметься в організмі людини, оскільки клітковина представлена нерозчинними сполуками – протопектином, целюлозою, геміцелюлозами, досить стійкими до дії протеолітичних ферментів. Перевагу печерицям надають і зарубіжні вчені.

Зважаючи на таку неоднорідність біохімічного складу шапок та ніжок, введено поняття ступеню неоднорідності анатомічних частин плодового тіла грибів за двома основними складовими – вмістом білку та клітковини. Цей показник оцінюють за коефіцієнтом

$K_6 = B/Kл$, де:

Б – вміст білку, %; Кл – вміст клітковини, %.

Для досліджених видів грибів коефіцієнт K_6 становить:

для *білих* грибів: ніжки – 3,5; шапки – 4,2;

для *печериці*: ніжки – 2,5; шапки – 5,4;

для *гливи*: ніжки – 0,85; шапки – 1,6.

З отриманих даних зрозуміло, що чим вищим є коефіцієнт K_6 , тим більша у грибах частка білку і менша – клітковини. В даному випадку цей коефіцієнт найбільш показовий для шапок печериць – 5,4. У ніжках гливи, наприклад, білку менше, ніж клітковини.

Така різниця в ступені неоднорідності різних анатомічних частин грибів свідчить про їхні різні структурно-механічні властивості, міцність тканин.

Зважаючи на те, що і за основними біохімічними показниками ніжки й шапки відрізняються, можна зробити такий висновок: при розробленні технології отримання грибних напівфабрикатів незалежно від виду грибів їх доцільно переробляти, попередньо відділивши ніжки від шапок, і для кожної з цих анатомічних частин добирати оптимальні значення параметрів процесу.

Разом з тим, таку додаткову операцію доцільно проводити при отриманні високобілкових напівфабрикатів. Якщо такої умови немає, то виробник може обрати будь-який із двох варіантів перероблення грибів.

Ступінь протеолізу білків різних видів грибів:

Виходячи з даних таблиці 3.1. щодо порівняльного вмісту білків і клітковини у різних видах грибів, зроблено припущення, що це впливатиме на ефективність перетравлювання грибів в організмі людини, і чим вищою є частка клітковини, тим важче відбуватиметься цей процес.

Дане припущення перевірили в дослідженнях з протеолізу білків різних видів грибів протеолітичними ферментами.

Умови протеолізу, визначені в результаті підбору фермент-субстратного співвідношення, оптимальна тривалість проведення реакції та кислотність середовища відповідають умовам у шлунково-кишковому тракті людини.

До наважки досліджуваного матеріалу додавали водний розчин пепсину, підкисленого HCl до pH 2, у співвідношенні фермент : субстрат = 1 : 12,5. Тривалість гідролізу – 3 години, температура 37,5°C. Після зазначеного часу фермент інактивували додаванням 20%-го розчину трихлороцтової кислоти. Проби витримували ще деякий час. Потім їх центрифугували для найповнішого осадження білків і визначали в центрифугатах їх вміст.

Перетравлюваність трипсином знаходили таким самим чином, приливаючи до наважки зразка 1%-й розчин ферменту в 0,05 М фосфатному буфері pH 7,0. Потім визначали ступінь пептидазного гідролізу.

Результати наведені в таблиці 3.1.2:

Таблиця 3.1.2

Кількість гідролізованих *in vitro* білків
у досліджуваних матеріалах, ммоль NH_2 /1 г білка

Вид матеріалу	Стадія протеолізу			
	Пепсинова	трипсинова	пептидазна	Загальний протеоліз
Молоко	$3,54 \pm 0,7$	$11,32 \pm 1,9$	$15,44 \pm 2,6$	$30,3 \pm 0,2$
Білі гриби	$3,26 \pm 1,8$	$11,00 \pm 0,2$	$14,95 \pm 0,9$	$28,61 \pm 1,7$
Печериці	$3,16 \pm 2,2$	$11,27 \pm 0,9$	$14,89 \pm 0,5$	$29,32 \pm 1,1$
Глива	$2,55 \pm 1,4$	$10,6 \pm 0,7$	$13,44 \pm 1,8$	26,59

З наведених даних видно, що на всіх стадіях протеолізу перетравлюваність білків печериці трохи більша, ніж білих грибів, і наближається до аналогічних показників контрольного зразка – білків молока ($29,32 \text{ ммольNH}_2/1 \text{ г білка}$ порівняно з $30,3 \text{ ммольNH}_2/1 \text{ г білка}$). Загальний протеоліз білків гливи на 10,4% менше, ніж печериці. Тому обидва ці види грибів придатні для перероблення.

Вплив параметрів сушіння на біохімічний склад свіжих і сушених печериць:

Свіжі гриби відрізняються високим вмістом води (до 90%), тому термін їх зберігання незначний, зокрема через те, що у вологому середовищі швидко розвиваються мікроорганізми. Істотне зниження вмісту води у грибах шляхом використання механічних, фізичних, хімічних впливів дає можливість подовжити термін зберігання грибів без зниження їх харчової та біологічної цінності.

Одним із найбільш ефективних і раціональних способів отримання грибних напівфабрикатів є сушіння сировини до залишкової вологості 12...14%. При цьому слід мати на увазі, що при високотермічному обробленні свіжих грибів у кінцевому продукті порушується баланс цінних

термолабільних біологічно активних речовин унаслідок їх часткового або повного руйнування.

Тому у даній роботі ми віддаємо перевагу низькотемпературному сушінню сировини. Більш того, очевидним є факт, що майбутнє у харчових технологіях належить комбінованим високоефективним процесам на основі використання низьких температур.

Для отримання сухого грибного напівфабрикату дослідили різні температури сушіння у діапазоні від 25°C до 55°C. На основі аналізу кінетичних кривих сушіння встановили, що для досягнення оптимальної залишкової вологості (10-14%) кожній температурі відповідає певна тривалість процесу:

для температури 25 °C - 610 хв.

для температури 35 °C - 420 хв.

для температури 45 °C - 340 хв.

для температури 55 °C - 260 хв.

Результати наведені в таблиці 3.1.3:

Таблиця 3.1.3

Біохімічний склад свіжих та сушених печериць

<i>Показники</i>	<i>Свіжі гриби</i>	<i>Температура сушіння, °C/т, хв.</i>			
		<i>25/610</i>	<i>35/420</i>	<i>45/340</i>	<i>55/260</i>
Вміст води, %	87,6 ± 0,6	14,4 ± 0,6	11,6 ± 0,9	10,8 ± 1,3	10,4 ± 0,6
Сухі речовини, %	12,4 ± 0,9	85,6 ± 1,4	88,3 ± 2,0	89,2 ± 0,6	89,6 ± 1,8
Білок, % на 100 СР	22,8 ± 3,2	23,2 ± 0,9	21,6 ± 3,2	21,2 ± 1,5	16,2 ± 0,4
Жири, % на 100 СР	2,7 ± 1,8	2,6 ± 3,1	2,9 ± 0,8	2,7 ± 0,6	2,6 ± 0,2
Вуглеводи, %	38,4 ± 4,4	38,8 ± 0,7	40,2 ± 1,1	42,6 ± 1,4	43,4 ± 1,3

на 100 СР					
Клітковина, % на 100 СР	30,2 ± 0,6	30,5 ± 1,2	29,0 ± 0,9	27,4 ± 1,3	25,5 ± 0,6
Зола, % на 100 СР	5,5 ± 2,4	5,6 ± 0,7	6,0 ± 0,4	5,9 ± 1,5	5,7 ± 2,8

Встановлено таку залежність: в період постійної швидкості сушіння видалення вологи незначно залежить від температури процесу. Для періоду 180 хвилин залишкова волога для різних температур становить:

для температури 25°C – 62%;

для температури 35°C – 47%;

для температури 45°C – 44%;

для температури 55°C – 41%.

В період складеної швидкості сушіння (через 220 хвилин після початку процесу) ефект видалення вологи істотно залежить від температури. Через 260 хвилин при температурі сушіння 55 °C досягається видалення практично усієї вільної вологи (залишкова волога 10,4%); при температурі 45 °C залишкова вологість 10,8% досягається через 320 хв., а при 25 °C – лише через 600 хв.

З точки зору інтенсифікації процесу сушіння доцільною є температура 55 °C, однак при цьому частина білку піддається небажаному процесу – деструкції (частка білку при переході від 45 °C до 55 °C зменшується з 21,2% до 16,2%), і тому за оптимальну приймаємо температуру сушіння 45 °C.

Амінокислотний склад білків грибів низькотемпературного сушіння як чинник їх біологічної активності:

Відомо, що чинник біологічної активності білків їжі зумовлюється передусім їх амінокислотним складом. Амінокислоти набувають все більшого значення у структурі харчування [84]. Тому доцільно вивчити амінокислотний склад печериць низькотемпературного сушіння і порівняти співвідношення незамінних і замінних амінокислот. Для більш повної інформації визначили частку амінокислот у вільній і зв'язаній формах.

За даними таблиці 3 частка білку в печерицях, сушених при 45 °С, становить 21,2 на 100 ср матеріалу, за уточненими даними 21,4%. Розрахунок амінокислотного складу ведемо в одиницях – мг/100 г білку.

Отримані результати наведено в таблиці 3.4:

Таблиця 3.4

Співвідношення замінних і незамінних амінокислот
білків печериць низькотемпературного сушіння, мг/100 г білка

<i>Амінокислоти</i>	<i>мг/100г білку</i>	<i>Вільні</i>		<i>Зв'язані</i>	
		<i>мг/100 г</i>	<i>в % до загального вмісту амінокислот</i>	<i>мг/100 г</i>	<i>в % до загального вмісту амінокислот</i>
Лізін	1,245	0,095	0,444	1,15	5,374
Фенілаланін	1,75	0,034	0,1598	1,72	8,037
Лейцин	2,25	0,125	0,584	2,125	9,93
Ізолейцин	0,735	0,16	0,747	0,58	2,71
Валін	1,27	0,175	0,818	1,095	5,117
Метіонін	0,42	0,003	0,014	0,417	1,949
Треонін	1,9	0,133	0,6225	1,77	8,271
Триптофан	0,26	-	-	0,26	-
Сума незамінних амінокислот	9,83	0,725	-	9,105	-
Сума замінних амінокислот	11,57	0,686	-	10,884	-
Загальна сума амінокислот	21,4	1,411	-	19,99	-
Збалансованість АКС, %	0,85	1,05	-	0,83	-

На основі результатів таблиці 3.4 можна зробити ряд висновків. По-перше, білки печериць низькотемпературного сушіння містять усі незамінні амінокислоти загальною сумою 9,83 мг/100 г білку (те ж стосується і білків свіжих грибів). І це складає 45,93% до загального вмісту амінокислот. Стосовно конкретних цифр, то співвідношення наступні (у мг на 100 г білку): лізин – 1,245; фенілаланін – 1,75; лейцин – 2,25; ізолейцин – 0,735; валін – 1,27; метіонін – 0,42; треонін – 1,9; триптофан – 0,26.

Сума незамінних амінокислот дещо більша – 11,57 мг/100 г білку; складаючи 54,06% до загальної маси амінокислот.

По-друге, білки сушених печериць містять амінокислоти у вільному стані – 0,725 мг/100 г білку незамінних і 0,686 мг/100 г білку замінних. Можна прогнозувати, що після спеціальних методів підвищення біодоступності білків грибів частка амінокислот у вільному стані значно підвищиться.

По-третє, дуже важливим виявився результат розрахунку збалансованості амінокислотного складу, тобто співвідношення між часткою замінних і незамінних амінокислот. Для більшості білків природного походження це співвідношення становить близько 0,55-0,6% [85], що свідчить про переважаючу частку зв'язаних амінокислот. У наших дослідженнях цей показник становить 0,85%, тобто вміст незамінних амінокислот незначно поступається вмісту замінних. Біологічна активність білків сушених печериць становить 48% порівняно з аналогічним показником свіжих грибів – 39%.

По-четверте, варто ще раз оцінити співвідношення незамінних і замінних амінокислот, яке в даному випадку становить, відповідно, 45, 93% і 54,06%. Відомо, що для створення оптимальних умов катаболічних процесів у тканинах організму істотну роль відіграє саме це співвідношення. В експерименті було встановлено [86], що максимальний біологічний ефект білків їжі може бути досягнуто при загальній кількості азоту – 42% незамінного. Інші 58% повинні припадати на азот замінних амінокислот. За отриманими нами результатами, співвідношення замінних та незамінних амінокислот в сушених печерицях наближається до цих оптимальних значень.

По-п'яте, у свіжих грибах частка вільних амінокислот становить 0,537 мг/100г білку. Тобто, за рахунок низькотемпературного сушіння частина зв'язаних амінокислот переходить у вільну форму, збільшується до 1,41 мг/100 г білку, що підвищує біологічну цінність і грибів, і продуктів з їх використанням. Це узгоджується з висновками авторів [87].

Біологічна цінність білків сушених печериць становить 49%, що є досить високим показником.

Розподіл за розчинністю білків печериць низькотемпературного сушіння:

Відомо, що за розчинністю у різних системах білкові сполуки поділяються на альбуміни, глобуліни, проламіни та глютеліни. Альбуміни – водорозчинні білки – характеризуються найбільшою харчовою та біологічною цінністю. Вони з мінімальними витратами енергії перетворюються в організмі людини та є найбільш збалансованими за амінокислотним складом. Глобуліни – солерозчинні білки – також відзначаються високою біологічною цінністю, але здебільшого лімітовані за сірковмісними амінокислотами. В спирто- та лужнорозчинних фракціях білків (глютеліни та проламіни) відсутні деякі незамінні амінокислоти, вони важче піддаються дії протеолітичних ферментів і своєю присутністю знижують біологічну цінність харчових продуктів.

У літературі відсутні дані щодо фракційного складу білків печериць, тому такі дослідження було проведено в цій роботі. Білкові сполуки за розчинністю у різних середовищах фракціонували таким чином: масу тонко подрібненої сировини екстрагували відповідними розчинниками при кімнатній температурі та перемішували відповідно до умов, наведених у таблиці 3.5. Витяжки отримували на центрифугі протягом 15 хвилин при 6000 об/хв. Осад промивали і промивними водами доводили об'єм кожної витяжки до 150 см³. Вміст білкових речовин визначали у відповідних витяжках та в осаді після останнього екстрагування за методом, заснованим на біуретовій реакції.

Таблиця 3.5

Умови фракціонування білків печериць.

Умови аналізу	Фракції білкових сполук			
	альбуміни	глобуліни	глютеліни	проламіни
Розчинники	вода	1 М NaCl у 0,1 М фосфатному буфері (pH 6,8)	0,1 н NaOH	70% етіловий спирт
Грибна маса : розчинник	1 : 3	1 : 3	1 : 2,5	1 : 2,5
Тривалість екстрагування, хв	60	60	60	60

Результати підтверджують доцільність отримання дієтичних добавок та напівфабрикатів саме з печериць, оскільки білкові сполуки понад 70% представлені альбумінами та глобулінами, тобто білками високої біологічної цінності.

Результати фракційного складу білків печериць низькотемпературного сушіння наведено в таблиці 3.6:

Таблиця 3.6

Розподіл білків печериць за фракціями.

Фракція білку	Масова частка фракціонованих білків, % від загального вмісту білків
Водорозчинна (альбуміни та легкорозчинні глобуліни)	46,4 ± 0,25
Солерозчинна (розчинні глобуліни)	24,9 ± 1,68
Лужнорозчинна (глютеліни)	10,4 ± 2,15
Спирторозчинна (проламіни)	3,08 ± 0,92
Нерозчинний залишок	15,0 ± 1,16

Оскільки печериці, як і іншу сировину, можна переробляти різними способами, то цікаво простежити перерозподіл фракційного складу білків печериць при використанні деяких із них.

Отримані результати наведено в таблиці 3.7:

Таблиця 3.7

Вплив способів перероблення печериць на зміни у фракційному складі білків.

<i>Способи перероблення</i>	<i>Масова частка фракцій білків, % від загальної маси білку</i>				
	<i>водо-розчинна</i>	<i>соле-розчинна</i>	<i>лужно-розчинна</i>	<i>спирто-розчинна</i>	<i>нерозчинний залишок</i>
Сухі гриби	46,4 ± 0,4	24,9 ± 1,8	10,4 ± 0,15	3,08 ± 1,2	15,0 ± 1,6
Гриби при зберіганні (2...5°C) протягом 7 днів	43,6 ± 1,6	24,0 ± 0,5	12,8 ± 1,1	5,2 ± 2,4	14,4 ± 0,5
Гриби після заморожування (-28...-35°C)	52,8 ± 0,9	26,6 ± 0,7	11,9 ± 0,7	4,4 ± 0,3	4,3 ± 1,9
Гриби після термічного оброблення (85-90°C)	33,5 ± 2,2	20,4 ± 1,4	8,8 ± 0,9	6,3 ± 0,8	31,0 ± 1,4

З даних таблиці видно, що фракційний склад білків печериць істотно залежить від способів їх перероблення. Тобто, обираючи той чи інший спосіб технологічного впливу, можна прогнозовано збільшити частку найбільш важливих з точки зору біологічної активності фракцій білку, передусім

альбумінів. Від способу перероблення печериць відповідно залежить і частка нерозчинного залишку.

З цієї точки зору найбільш яскравим виявилось заморожування грибів при температурах $-28...-35^{\circ}\text{C}$ з використанням способу швидкого заморожування. Частка альбумінів при цьому зросла на 13,8%, а частка нерозчинного залишку зменшилась на 28,7%. Цей факт можна пояснити впливом температурного шоку, котрому піддаються всі клітини і тканини грибів при швидкому зниженні температури до -35°C , коли міцно агреговані білкові молекули, які й створюють нерозчинний залишок, здебільшого руйнуються, вивільняються білки і набувають здатності розчинятись у воді, даючи приріст частки альбумінів та легкорозчинних глобулінів.

Навпаки, високотемпературне сушіння печериць призводить до термічної деструкції компонентів, можливого створення нерозчинних комплексів білків з полісахаридами, зменшуючи частку водорозчинних білків на 27,8% і підвищуючи частку нерозчинного залишку на 48,4%.

Обґрунтування критеріїв вибору печериць для отримання високобілкових напівфабрикатів:

На основі виконаних досліджень, аналізу літературних джерел, логічних міркувань цілком зрозуміло, що для отримання високобілкових грибних напівфабрикатів з точки зору органолептичних характеристик потрібно використовувати лише здорові, без механічних та мікробіологічних ушкоджень гриби, бажано одного розміру з відповідним кольором, ароматом, станом поверхні, з'ємної зрілості. Тобто можна говорити про комплексний показник органолептичних властивостей як один із важливих критеріїв вибору сировини. Адже кожен ушкоджений чи уражений об'єкт не лише погіршує якість готової продукції, а є небезпечним з точки зору мікробіологічного забруднення; це підвищує трудомісткість підготовчих операцій, збільшує кількість відходів, зменшує вихід продукції та підвищує її собівартість.

Цей критерій має першочергове значення і при переробленні сировини, особливо якщо йдеться про низькотемпературні ($-25^{\circ}\text{C}...-35^{\circ}\text{C}$) або

сублімаційні технології. Відомо [88], що при заморожуванні сировини виникає можливість руйнування її тканин та структурних компонентів кристалами утвореного льоду, в результаті при дефростації втрачається клітинний сік з розчиненими у ньому біокомпонентами, що істотно знижує біологічну цінність продукції.

В таблиці 3.8 запропоновано перелік основних критеріїв вибору печериць для отримання високобілкових напівфабрикатів.

Таблиця 3.8

Основні критерії та їхня характеристика при виборі печериць для перероблення

<i>№ поз.</i>	<i>Критерії</i>	<i>Характеристика критеріїв</i>
1.	Високий вміст білку (6-8% і більше)	Істотне джерело повноцінного білку за вмістом незамінних амінокислот та їх співвідношення із замінними; важливе джерело лізину, фенілаланіну, лейцину, треоніну.
2.	Біологічна цінність	Відповідність амінокислотного складу потребам організму людини для синтезу власних білків, ступінь перетравлюваності білків на рівні білків молока.
3.	Коефіцієнт співвідношення масових часток білку і клітковини (4,5 і більше)	Ступінь неоднорідності анатомічних частин плодового тіла грибів за співвідношенням вмісту білків і клітковини, що впливає на перетравлюваність напівфабрикатів в організмі людини.
4.	Оптимальний вміст клітковини	Належний ступінь перетравлювання біокомпонентів в організмі людини (при збільшеному вмісті клітковини процес ускладнюється) при одночасному забезпеченні

		декорпорації важких металів, радіонуклідів, інших токсикантів.
5.	Достатній вміст вуглеводів	Здатність стимулювати синтез антитіл, підвищувати імунний захист, виявляти онкопротекторні властивості (полісахариди).
6.	Відносна початкова вологість 80-86%	Забезпечення досить інтенсивного процесу сушіння грибів, близько 90% вологи представлено вільною фракцією, яка легко видаляється.
7.	Відсутність токсичних сполук, важких металів, канцерогенів, мікроорганізмів	Безпека для споживачів, екологічність виробництва, охорона природи
8.	Органолептичні показники	Гриби цілі, свіжі здорові на вигляд, ніжки відділені або не відділені, запах характерний для свіжих печериць, поверхня шапки біла або кремова, гриби однорідні за ступенем зрілості, добре сформовані.

Дотримання запропонованих критеріїв забезпечить вибір сировини, найбільш придатної для перероблення на напівфабрикати та дієтичні добавки з високим вмістом повноцінного легкозасвоюваного білку та інших важливих біокомпонентів.

Принципова технологічна схема отримання грибного напівфабрикату з печериць:

На основі проведених досліджень запропоновано технологічну схему перероблення печериць на напівфабрикати, зображену на рис. 10.

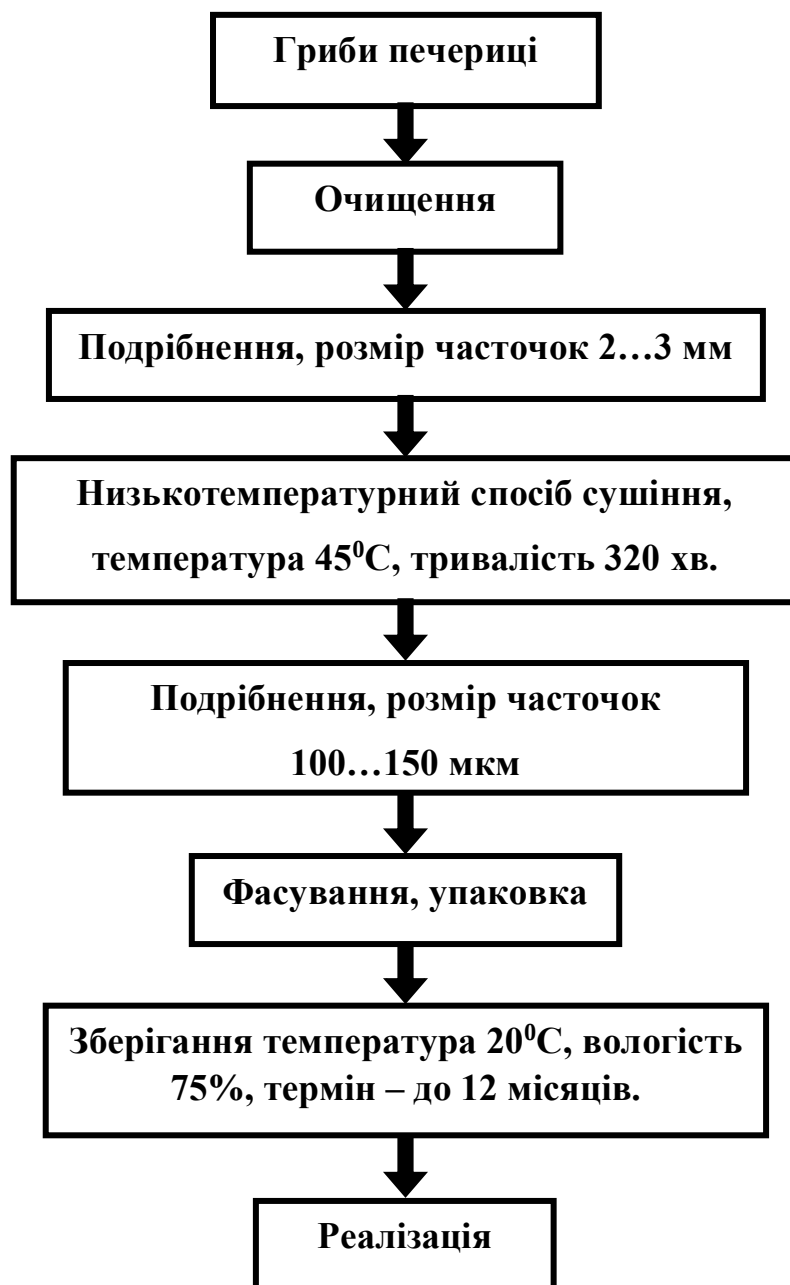


Рис. 10. Принципова технологічна схема отримання порошкоподібного напівфабрикату з печериць.

3.2 Опис технології отримання функціональних збагачувачів для комбінування з грибним порошком

Сочевичні пластівці: Відомий спосіб виробництва продукту, готового до вживання, що передбачає очищення вихідної сировини від домішок і пилу, калібрування зерен сочевиці до однакових розмірів, обробку парою з тиском від 1,5 до 4,0 кг/см² і температурою від 100 до 300°C та подальше розплющення у валковій дробарці з утворенням пластівців, що висушують до вологості 10%. Очищення проводять шляхом обрушування або полірування зерна, повітряної аспірації та промивання водою за температури навколишнього середовища [101].

Спосіб, представлений у патенті UA 2512149, наступний: зерно сочевиці вологістю 11% очищають від домішок, замочують 33 години при температурі води 17°C до вологості 38%, сушать ІЧ-променями при довжині хвилі 0,8 мкм та щільності променистого потоку 11 кВт/м² протягом 2,0 хв до вологості 34%, піддають ІЧ-обробці при довжині хвилі 0,8 мкм та щільності променистого потоку 17 кВт/м² протягом 90 с. Температура усередині зерна сягає 140°C. Потім його плющують на валках у пластівці товщиною 0,5 мм.

Вихід пластівців становить 94%, кількість декстринів – 11,0%, вміст водорозчинних речовин – 17,0%, ступінь денатурації білків – 30% до їх вихідної кількості, насипна маса пластівців – 230 г/л. Відбувається часткова інактивація інгібіторів трипсину.

Ляний шрот відноситься до вторинних сировинних ресурсів. Для ФХП його отримують при віджимі олії на шнекових пресах методом холодного пресування з попередньо обробленого та очищеного насіння льону. Вихід становить більше 65% від початкової маси насіння. Ляний шрот відрізняється низькою собівартістю порівняно з насінням льону. У даному дослідженні шрот не подрібнювався з метою кращого органолептичного сприйняття споживачами, як було виявлено в процесі розробки й опитування.

Таблиця 3.2.1

Основні медико-біологічні критерії вибору сочевиці
для виробництва функціональних харчових продуктів

<i>Сполуки</i>	<i>Оздоровчий ефект</i>
Білки	Імуномодуляція, радіопротекція
Лігнани	Потужна антиоксидантна та онкопротекторна дія
Манган (Mn)	Радіопротекція, запобігання діабету 2 типу
Залізо (Fe)	Профілактика синдрому хронічної втоми, залізодефіцитної анемії особливо для веганів, радіопротекція
Селен (Se)	Радіопротекція, онкопротекція, виведення важких металів, зниження вірусного навантаження, антиоксидантна дія, здоров'я щитоподібної залози
Фолієва кислота	Профілактика серцево-судинних захворювань, онкології, деменції; підтримка вагітності.
Харчові волокна	Протидія гіперхолестеролемії, зниження рівню глюкози в крові після прийому їжі, оздоровлення ШКТ, детоксикація, радіопротекція
Низький вміст фітатів	Гарантія кращого засвоєння мікроелементів.

Крім грибів та бобових, харчовий протеїн можна виробляти з вторинних продуктів олійних культур: шроту льону, сої, рижю, соняшника, амаранту тощо. Рослинні білки можуть використовуватись для підвищення харчових і біологічних характеристик ФХП та поліпшення їх функціонально-технологічних показників. Ляний білок із шроту – лінулін - може задовольнити потреби технологів саме як функціональний збагачувач [83]. Основними білковими фракціями є глобулін (26–58 %) і альбумін (20–42 %). Тобто, як і в печерицях, білки ляного шроту відзначаються високою біологічною цінністю. Взагалі поживна цінність та амінокислотний профіль ляного насіння можна порівняти з білками сої. Насіння льону багате на аргінін, аспарагінову кислоту та глютамінову кислоту, лімітуючою біологічну цінність білків амінокислотою є лізин [103].

Під час віджиму ляної олії лишається більше 65% шроту із значним вмістом нутрієнтів, а відтак є простір для творчості фахівців для створення

оздоровчих продуктів з високим оздоровчим потенціалом. Варто сказати, що льон служить джерелом вітальних мінеральних речовин, зокрема фосфору (650 мг/100 г), магнію (350–431 мг/100 г), кальцію (236–250 мг/100 г). Він також містить значний рівень калію - 5600–9200 мг/кг, а високе споживання калію обернено пов'язане з агрегацією тромбоцитів, вільними радикалами в крові та частотою інсультів [103]. В насінні льону міститься приблизно у 75–800 разів більше фітоестрогенів лігнанів, ніж у злаках, бобових, фруктах чи овочах [103].

Основні медико-біологічні властивості лляного шроту за літературними даними [102, 103, 104, 105] виділені в таблиці 3.1.1.2:

Таблиця 3.2.2

Основні медико-біологічні критерії вибору шроту льону
для виробництва функціональних харчових продуктів

<i>Сполуки</i>	<i>Оздоровчий ефект</i>
Білки, зокрема метіонін та цистеїн	Імуномодуляція, радіопротекція, антигрибкова дія Онкопротекція, антиоксидантна дія
Ароматичні амінокислоти	Покращення когнітивних функцій, роботи печінки та підшлункової залози
Лігнани	Потужна антиоксидантна та онкопротекторна дія, протидія гіперхолестеролемії, атеросклерозу, діабету, модуляція естрогенної активності, антидепресант, антибактеріальний, антивірусний та антигрибковий ефект
Селен (Se)	Радіопротекція, онкопротекція, виведення важких металів, зниження вірусного навантаження, антиоксидантна дія, здоров'я щитоподібної залози
Калій (K)	Антиоксидантна дія, кардіопротекція
Магній (Mg)	Гормональний та психічний баланс, здоров'я кісток
Фосфор (P)	Кислотно-лужний баланс, енергетичний запас, здоров'я м'язової та нервової систем, когнітивні функції
Вітаміни групи B	Імунітет, клітинний метаболізм, нормальне функціонування нервової системи, когнітивні функції
Фолієва кислота	Профілактика серцево-судинних захворювань, онкології, деменції; підтримка вагітності.

Харчові волокна	Протидія гіперхолестеролемії, зниження рівню глюкози в крові після прийому їжі, оздоровлення ШКТ, детоксикація, радіопротекція
Низький рівень вуглеводів	Важливо для хворих на діабет та осіб, що дотримуються кето-дієти

Як насіння льону так і шрот з нього є хорошими джерелами розчинних та нерозчинних харчових волокон. Більшість розчинної клітковини насіння льону є слизом оболонки. Повідомляється, що водозв'язувальна здатність слизу насіння льону становить близько 1600–3000 г води/100 г твердих речовин і пояснюється наявністю полісахаридів у оболонці насіння. Технологічно ці полісахариди мають властивості, подібні до гуарової камеді [103].

В одному з досліджень показано, що збагачення клітковиною льону напою більшою мірою знижує рівень холестерину порівняно зі збагаченим тою ж клітковиною хлібом [103]. Це є одним із свідчень вдалого вибору традиційного харчового середовища для апробації в даній роботі.

Ляний шрот відрізняється низькою собівартістю порівняно з насінням льону.

Істотним фактором вибору сировини є технологія віджиму олії. В якості функціонального інгредієнта бажано використовувати шрот, отриманий низькотемпературним способом, в якому краще збережені нативні компоненти. Надмірне нагрівання знижує засвоюваність азоту та білків [**]. Базові технологічні критерії для шроту виділені в таблиці 3.1.1.3:

Таблиця 3.2.3

Основні технологічні критерії вибору шроту льону для виробництва функціональних харчових продуктів

<i>Критерій</i>	<i>Реалізація</i>	<i>Мета</i>
Технологія попереднього віджиму олії	Низькотемпературний віджим	Збереження нутрієнтів
Розміри часточок шроту	Незмелені частки, відсутня необхідність подрібнення	Максимального збереження нутрієнтів,

		відповідність сенсорним очікуванням, економічна доцільність
Масова ч. вологи та летких речовин, %	6-8	Забезпечення строку придатності
Масова ч. сирого жиру, в перерахунку на СР, %	Регламентується нормативними документами, не більше 25.	Забезпечення строку придатності
Масова частка сирі клітковини, в перерахунку на суху знежирену речовину, %	Регламентується нормативними документами, не більше 9,0.	Забезпечення строку придатності
Масова частка сирого протеїну, в перерахунку на СР, %	Відповідність заявленим рецептурним показникам, не менше 34.	Забезпечення високого вмісту білків у кінцевому продукті
Органолептичні критерії:	Колір, стан, вологість, розмір часток, умови зберігання, наявність домішок, зараженість шкідниками.	Дотримання гігієнічних вимог

Як підкреслювалось вище, при конструюванні даного продукту принциповим питанням було повна відсутність технологічних добавок, які б не несли функціонального навантаження. Технологічний вплив основних складових на технологічні якості розробленого продукту узагальнено в таблиці 3.1.1.4:

Таблиця 3.2.4

Вплив інгредієнтів на технологічні та органолептичні властивості розробленого грибного напівфабрикату

<i>Інгредієнт</i>	<i>Роль</i>	<i>Ефект</i>
Порошок з сушених печериць	Антиоксидант	Подовження строку придатності, недопущення окислення ПНЖ

	Ароматизатор, підсилювач смаку	Поліпшення смаку та аромату
	Антимікробний та антигрибковий чинник	Забезпечення строку придатності, покращення мікробіологічних показників продукту в період зберігання
Сочевичні пластівці	Згущувач	Загущення, текстурування
Ляний шрот	Драглеутворювач	Покращення кремової консистенції
	Консервант	Забезпечення строку придатності Антигрибковий чинник
	Емульгатор	Забезпечення змішування з жирами в разі застосування в соусах, м'ясних продуктах тощо
Гімалайська сіль	Консервант	Синергічна дія з грибним порошком як антиоксиданта

3.3. Дослідження основних фізико-хімічних функціонально-технологічних та органолептичних показників грибних швидкорозчинних супів.

В таблиці 3.3.1 за літературними даними наведено основні властивості сочевичних пластівців та ляного шроту, передбачених для комбінування з грибним порошком. Важливою характеристикою сочевичних пластівців є їхні виявлені структуроутворюючі властивості, що забезпечуватиме стабілізуючу здатність швидкорозчинних супів та необхідні поверхнево-активні властивості без внесення додаткових харчових добавок, а відтак сприятиме оздоровчому ефекту продукту.

Слід також відзначити високу драглеутворюючу здатність ляного шроту, завдяки чому готовий продукт набуває оптимальної густої консистенції, виключаючи необхідність внесення штучних згущувачів, що також відповідає усім принципам здорового харчування.

Таблиця 3.3.1

Основні властивості функціональних збагачувачів

Функціо- нальний збагачувач	Показники			
	Фізико- хімічні	Органо- лептичні	Мікробіологічні	Функціонально- технологічні
	1	2	3	4
Сочевичні пластівці	Товщина пластівців: 0,5 мм; кількість декстринів: 11,0%, вміст водорозч. р.: 17,0%, ступінь денатурації білків: 30% від вихідної кількості, насипна маса пластівців – 230 г/л.	Однорідні, кремово-жовті; з вираженим смаком, властивим для бобових, без сторонніх присмаків; запах нейтральний; мілкі й тонкі пластівці за консистенцією.	КМАФАМ КУО/г: не більше $5 \cdot 10^3$; БГКП: до 0,01; Патогенні, в т.ч. сальмонели: 25; V. cereus: 0,1; Плісняви, КУО/г: 50.	Основний структуроутворю- ючий наповнювач продукту; нейтрально-бобовий смак
Ляний шрот	Вологість: 6- 9%; Розмір часток: до 2 мм; енергетична цінність в перерахунку на суху речовину: 1,11 (льон олійний); Зольність: до 1,5% включно.	Колір сірий, допустимі різні відтінки; властивий, без сторонніх присмаків; запах притаманний, відсутні підгорілі або гнилісні нотки.	КМАФАМ КУО/г: не більше $5 \cdot 10^3$; БГКП: до 0,01; Плісняви, КУО/г: 50; V. cereus: 0,1.	Висока драглеутворювальна здатність, що дозволяє підвищити на 25-30% консистенцію супу в порівнянні з аналогами; надає оригінальний присмак готовому продукту.

Для грибних порошків наведено експериментальні дані з визначення мікробіологічних та органолептичних показників температури сушіння 45°C, оскільки показники біохімічного складу наведено в підрозділі 3.1.

У таблиці 3.2.2 наведені органолептичні показники грибних порошків з печериць.

Таблиця 3.3.2

Органолептичні показники напівфабрикатів
(порошків з печериць)

<i>Показники</i>	<i>Характеристики</i>
Зовнішній вигляд	Тонкодисперсний (100-150 мкм) порошок вологістю 8-12%, без грудочок, однорідний
Смак та запах	Характерний для свіжих печериць, без сторонніх запаху та присмаку, приємний, ароматний.
Колір	Від світло-кремового (якщо шапки відділені від ніжок) до коричневого з різними відтінками (якщо гриби висушуються як одне плодове тіло)
Консистенція	Залежно від ступеня зрілості грибів, їх однорідності, і за оптимальних показників сипка, однорідні, без грудкування.

До органолептичних характеристик слід ще додати, що за температури сушіння 45⁰С за даними [106] відбувається процес зв'язування летких компонентів (спиртів і кетонів: L-гексанол, 3-гектанол, 3-октанол, 3-октанон, L-октен), які надають специфічного грибного аромату напівфабрикатам та продуктам з їх використанням.

Важливим завданням є також забезпечення мікробіологічної безпеки напівфабрикатів як безпосередньо після їх отримання, так і в процесі зберігання. Досліджували вплив низькотемпературного сушіння на кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ), бактерій групи кишкової палички (БГКП), сульфїтредукуючих клостридій, патогенної мікрофлори, в тому числі бактерій роду сальмонела, а також пліснявих грибів. Це всі показники загалом характеризують безпеку для споживачів грибного напівфабрикату та продуктів з його використанням.

Мікробіологічні показники визначали відразу після отримання порошку та через кожні 3 місяці протягом року. Результати дослідження наведено в таблиці 3.2.3:

Таблиця 3.3.3

Мікробіологічні показники
напівфабрикату з печериць впродовж зберігання

Показники	Гігієнічні нормативи	Термін зберігання, місяці				
		0	3	6	9	12
МАФАНМ, куо, г	$5,0 \cdot 10^4$	$2,2 \cdot 10^2$	$2,2 \cdot 10^2$	$4,6 \cdot 10^2$	$8,3 \cdot 10^2$	$5,8 \cdot 10^3$
БТКП (коліформи) в 0,1 г	не допускається	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Плісені куо/ г	$5,0 \cdot 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Дріжджі куо/ г	$2,0 \cdot 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	$1,0 \cdot 10^1$

З даних таблиці видно, що патогенних мікроорганізмів, у тому числі бактерій роду *Salmonella* (у 25 г) не виявлено у порошку з досліджених зразків. Відсутні також бактерії групи кишкових паличок. Дріжджі виявлено лише у зразку, який зберігався протягом 12 місяців, однак їхня кількість значно менша від гігієнічного нормативу. Пліснявих грибів також не виявлено у жодному зразку.

Таким чином, сушіння печериць за температури 45⁰С і тривалості процесу 340 хв. забезпечує менш ніж нормативний рівень загального мікробного обсіменіння МАФАН отриманого напівфабрикату і пригнічення життєдіяльності шкідливих мікроорганізмів. За таких параметрів досягаються і високі органолептичні показники напівфабрикатів і біологічна та харчова цінність.

Відтак, розроблений технологічний режим отримання порошкоподібного напівфабрикату з печериць забезпечує його належні фізико-хімічні, технологічні, мікробіологічні та органолептичні показники і дає підстави прогнозувати широке використання у різних галузях харчової промисловості, що в даній роботі апробується на створенні нової рецептури швидкорозчинного супу з підвищеною білковою складовою.

3.4. Наукове обґрунтування рецептури швидкорозчинного супу на грибній основі.

3.4.1. Підбір рецептурних інгредієнтів, їх раціональне співвідношення та вплив на органолептичні характеристики готового продукту.

За літературними даними і на основі нормативних документів даємо узагальнену порівняльну характеристику розробленого грибного крем-супу та традиційного горохово-грибного супу в якості контрольного зразку. Її наведено у таблиці 3.3.1.1:

Таблиця 3.4.1.1

Загальна порівняльна характеристика розробленого і контрольного продуктів

Офіційна назва продукту	Грибний крем-суп (дослід)	Грибний крем-суп STREET SOUP (контроль)
Маса виробу, г	50 г	
Нормативний документ за яким виробляється продукт	(у розробці)	ДСТУ 7661:2014
Перелік сировини, матеріалів, що використовуються під час виробництва	Печериці FFV-24:2012 ДСТУ 6020:2008 Сочевиця. Технічні умови. ДСТУ 8239:2015 Шрот лляний. Технічні умови	Гриби ДСТУ ISO 7561-2001 ДСТУ 7701:2015 Крупи горохові. Технічні умови ДСТУ 8103:2015 Цибуля ріпчаста сушена. Технічні умови ГОСТ 16729-71 Чеснок сушений. Технические условия ДСТУ 3583:2015. Сіль кухонна. Загальні технічні умови
Фізико-хімічні Характеристики	Вологість 8-10%	
Характеристики продукту, важливі для його безпеки	Токсикологічні та мікробіологічні вимоги згідно нормативним документам. ДСТУ 7661:2014 Концентрати харчові. Правила приймання, відбирання та готування проб	
Споживче пакування	Пакети	Пластикові стакани, пакети
Транспортне пакування	Фанерні ящики, картонні коробки	
Вимоги до маркування	ДСТУ 8404:2015 Концентрати харчові. Методи визначання якості пакування, маси нетто, об'ємної маси, масової частки окремих компонентів, розміру окремих видів продукту та крупності помелу	

Умови та строк Придатності	1 рік при зберігання в сухих, чистих та добре вентильованих приміщеннях при температурі не вище 20°C й відносній вологості повітря не більше 75%. Берегти від вологи.	
Реалізація	У гуртовій та роздрібній мережі, у закладах оздоровчої продукції, та в спеціалізованих туристичних магазинах	У гуртовій та роздрібній мережі, в інтернет-магазинах.
Дані про передбачуваного споживача та специфічну групу споживачів	Суп може споживатися підлітками, дорослим населенням та особами похилого віку, за виключенням людей з алергією на інгредієнти.	Суп може споживатися дорослим населенням, за виключенням людей з алергією на інгредієнти.
Потенційно можливе використання не за Призначенням	Не можливе	
Спосіб вживання	До порції (50 г сухого напівфабрикату) додати 250-400 г окропу. Споживати через 5-6 хвилин.	До порції (50 г сухого напівфабрикату) додати 250 г окропу. Споживати через 5 хвилин.

Стосовно способу вживання напівфабрикату для отримання швидкорозчинного крем-супу рекомендовано залити вказаною у таблиці вище кількістю води, без необхідності кип'ятіння.

На наступному етапі досліджень з використанням методу математичного моделювання обрані певні співвідношення між складовими нової рецептури супу «Шампін'є» і дано їхню оцінку, передусім, за органолептичними показниками, які наведено у таблиці 3.4.1.2:

Таблиця 3.4.1.2

Органолептичні показники комбінованої суміші інгредієнтів супу
(при гідратації 1:5)

Показники якості	Характеристика показників				
	Контроль	Досліджувальні зразки			
		Масові ч. сочевиці (С) до лляного шроту (Л) до грибів (Г)			
		С: 85% Л: 5% Г: 10%	С: 60% Л: 20% Г: 20%	С: 55% Л: 10% Г: 35%	С: 72,25% Л: 12,75% Г: 15%
Консистенція	Помірно густа, згідно аналізу не відповідає назві «крем-суп»	Дуже рідка	Надмірно густа	Густа	Оптимально густа, підібране співвідношення інгредієнтів розкриває термін «крем-суп»
Колір	Світло-сірий із темними включеннями	Пісочний	Сіро-пісочний з темними включеннями	Пісочно-чорний	Сірий з темними включеннями
Смак та запах	Нейтральний, з легким грибним присмаком та ароматом	Переважно бобовий, з відповідним запахом	Інтенсивний, важкий, переважно лляний	Сильний грибний смак та запах	Помірний, гармонійно поєднаний, властивий компонентам
Об'єм порції (при додаванні 250 мл води на 50 г с.п.)	300 мл	300 мл або менше, для покращення консистенції	300 мл та більше, для покращення консистенції	300 мл, можливе невеличке розведення	300 мл
Економічна доцільність	Ринково конкурент.	Відсутні бажані органолепт. характ.	Відсутні бажані органолепт. характ.	Економічно недоцільна - високий вміст грибів	Ринково обґрунтов.

Згідно з даними таблиці оптимальною за органолептичними показниками виявилась комбінація № 4 з масовою часткою пластівців сочевиці, лляного шроту та грибного порошку у співвідношенні, відповідно, 72,25 : 12,75 : 15,0%.

3.4.2. Вплив масових часток функціональних інгредієнтів швидкорозчинного супу на якісні показники його модельних зразків.

Для вивчення кореляції між органолептичними та якісними показниками супу з підвищеною білковою складовою склали рецептури модельних зразків з різними масовими частками компонентів (у процентному співвідношенні наведені у таблиці 3.4.2.1).

Таблиця 3.4.2.1

Рецептури модельних зразків супу Шампін'є

Перелік компонентів	Масова частка компонентів у рецептурі, %				
	Контроль	I	II	III	IV
Пластівці сочевиці	-	75,0	50,0	45,0	62,25
Шрот льону	-	5,0	20,0	10,0	12,75
Грибний напівфабрикат	5,0	10,0	20,0	35,0	15,0
Крупа горохова	85,0	-	-	-	-
Цибуля ріпчаста сушена	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Часник сушений	4,0	-	-	-	-
Петрушка сушена	-	4,0	4,0	4,0	4,0
Сіль кухонна	2,0	-	-	-	-
Сіль гімалайська	-	2,0	2,0	2,0	2,0

Примітка: для додаткового введення до рецептури прянощів частку пластівців сочевиці у кожному варіанті рецептур зменшуємо на 10% стосовно даних таблиці 13.

До складу рецептури ввели замість часнику сушену петрушку, враховуючи значну кількість у її складі білків (26 ± 2 г/100 г), харчових волокон

(24 ± 2 г/100 г), мінерального залишку ($1,1 \pm 1$ г/100 г). Ці дані наведені в роботі [107]. Крім того, використання не дрібно спорошкованої петрушки, а сушеної зелені з невеличкими елементами листків відповідає споживацьким очікуванням «справжньої» їжі, як це підкреслюється в патенті US 20080113068A1 саме стосовно швидкорозчинних супів, а також підтверджено власними контрольними опитуваннями.

Заміна звичайної кухонної солі гімалайською привнесла до рецептури значну кількість мінеральних елементів, переважно в органічній, легкозасвоюваній формі.

Результати фізико-хімічних показників компонентів запропонованих супів наведено в таблиці 3.4.2.3:

Таблиця 3.4.2.3

Залежність фізико-хімічних показників
модельних зразків супу від масових часток інгредієнтів

Показники	Контрольний зразок	Варіант рецептури			
		I	II	III	IV
вміст ср, %	30,8	14,6	29,2	24,8	20,2
вміст білку, %	14,2	23,2	24,9	27,6	25,8
вміст вуглеводів, %	2,7	3,3	3,6	3,4	3,9
вміст клітковини, %	0,8	1,9	2,2	2,2	2,4
вміст золи, %	1,6	2,7	3,0	2,9	3,1
енергетична цінність, кДж	805,4	778,4	724,7	695,5	688,5

З даних таблиці видно, що хімічний склад розроблених рецептур грибних супів неістотно відрізняється один від одного за вмістом основних біокомпонентів, і всі вони містять досить високі концентрації білків (від 23,2% до 27,6%), вуглеводів (від 3,3% до 3,9%), в тому числі клітковини (від 1,9% до 2,4%). Також незначні коливання енергетичної цінності – від 688,5 кДж до 778,4 кДж.

Разом з тим, встановлено явні переваги розроблених рецептур перед контрольним зразком, основними складовими якого є горохова крупа (85%) та грибний напівфабрикат (5%). Вміст СР у контрольному зразку дещо вищий,

ніж у рецептурах II, III, IV, і вдвічі вищий порівняно зі зразком I. Ці дані узгоджуються з результатами органолептичних показників композиційних сумішей (таблиця 13), де за рецептурою I консистенція суміші виявилась надто рідкою.

Спостерігається збільшення вмісту білку у розроблених супах, в середньому на 38,8 - 48,5%; зростає вміст вуглеводів – на 18,2-30,8%, а також клітковини – на 58-67%, завдяки чому забезпечується належна вологоутримуюча та жирутримуюча здатність компонентів супу.

За рахунок заміни кухонної солі на гімалайську частка мінеральних елементів зросла на 40,8-48,4%.

Незначна різниця вмісту основних біокомпонентів у розроблених рецептурах пояснюється певними відмінностями у хімічному складі інгредієнтів – грибного напівфабрикату, пластівців сочевиці, шроту льону. Таким чином, отримання супів за кожною з чотирьох рецептур є науково обґрунтованим, і лише за органолептичними показниками перевага надається рецептурі III.

Таким чином, поєднання у рецептурі супів запропонованих компонентів, яке ґрунтується на основних положеннях фізіології і біохімії харчування та наукових принципах комплементації біологічно активних речовин сільськогосподарської сировини, дає можливість розширити спектр оздоровчих продуктів, передусім для подолання білкового дефіциту, і забезпечити потребу організму людини в основних нутрієнтах відповідно до фізіологічних потреб. Наприклад, з порцією розробленого швидкорозчинного супу людина отримає майже половину добової потреби, 20-25 г білку, який до того ж відзначається високим ступенем засвоюваності.

Більш того, за літературними даними [26, 61-79], гриби є єдиним широкодоступним рослинним джерелом вітамінів D₂ та D₃ у природній формі, а також містять ергостерин, який є попередником вітаміну D₂. Під дією сонячного світла або штучного ультрафіолетового опромінення на свіжі або сушені гриби ергостерин перетворюється на вітамін D₂. І найбільш

ефективними такі біотрансформації відзначаються саме в печерицях. Тому з порцією гарячого швидкорозчинного крем-супу, виготовленого з попередньо опромінених ультрафіолетом грибів, організм людини отримує також конче необхідний, особливо в осінньо-зимовий період, вітамін D₂ та D₃.

Особливості та результати процесу УФ опромінення печериць за останніми літературними даними наведено в підрозділі 1.3.3.

Як свідчать дослідження [26, 39, 41, 46, 48, 57], печериці є потужним джерелом стабільного й ефективного антиоксиданту ерготіонеїну, який кваліфікується як «вітамін довголіття», що також сприяє оздоровчому ефекту розробленого продукту. Окремо це питання за літературними даними окреслено в підрозділі 1.3.2.

Відповідно до науко обґрунтованої концепції повноцінного харчування біологічна цінність продукту визначається не лише вмістом і масовою часткою окремих амінокислот, а головним чином їх збалансованістю та доступністю до дії протеолітичних ферментів. Тому для більш повної характеристики білкової складової грибних напівфабрикатів, а саме їх біологічної цінності, провели необхідні розрахунки і порівняли отримані результати з амінокислотним складом еталонного білка, запропонованого ФАО/ВООЗ.

Для розрахунків використали дані вмісту амінокислот у напівфабрикатах печериць низькотемпературного сушіння (таблиця 4).

Розрахунки амінокислотних СКОРів незамінних амінокислот напівфабрикатів наведено у таблиці 3.4.2.4:

Таблиця 3.4.2.4

Значення СКОР незамінних амінокислот білків грибних напівфабрикатів у зіставленні з еталонним білком ФАО/ВООЗ

<i>Амінокислоти</i>	<i>Еталонний білок, мг/1г білка</i>	<i>Вміст амінокислот, мг/100 г продукту</i>	<i>СКОР, %</i>	<i>КРАС, %</i>
лізин	55	1,245	106	20
фенілаланін + тирозин	60	1,88	146	60
лейцин	70	2,25	150	64

ізолейцин	40	0,735	86	-
валін	50	1,27	119	33
метіонін + цистин	35	0,94	125	39
треонін	40	1,2	171	85
триптофан	10	0,26	122	36
загальна сума амінокислот	-	21,4		
КРАС напівфабрикату, %	-	-	-	48,2

Відповідно до розрахункових даних вміст практично усіх незамінних амінокислот перевищує рекомендований ФАО/ВООЗ рівень. Це зокрема особливо важливо для таких амінокислот, зважаючи на їхню роль у функціонуванні організму людини:

- *лізин* – запобігання остеопорозу та катаракті, збереження м'язових тканин, відновлення після стресів, підтримання здоров'я серця;
- *фенілаланін* – будівельний матеріал для синтезу нейромедіаторів, антидепресант, сповільнення розпаду в організмі ендорфінів, які забезпечують позитивний настрій;
- *метіонін* – антидепресант, виявляє протизапальні властивості в боротьбі з остеоартритом, сприяє лікуванню синдрому хронічної втоми.

Таким чином, практично усі незамінні амінокислоти у складі грибних напівфабрикатів в організмі перетворюються на важливі біохімічні сполуки, котрі відіграють специфічні ролі у підтриманні здоров'я. В даному випадку лімітуючою біологічну цінність білків амінокислотою є ізолейцин (СКОР 86%). Наведені в таблиці вище дані дали можливість також оцінити ступінь використання білків напівфабрикату шляхом розрахунку коефіцієнта різниці амінокислотного СКОРу – КРАС. Це різниця між амінокислотним СКОРом кожної незамінної амінокислоти та СКОРом лімітуючої амінокислоти. В даному випадку це ізолейцин. Середнє арифметичне значення КРАС грибного напівфабрикату становить 48,2% і, відповідно, біологічна цінність білку печериць низькотемпературного сушіння – 51,8%. Ці дані корелюють з аналогічними результатами, наведеними в роботі [85] при дослідженні

напівфабрикатів з гливи звичайної, біологічну цінність білків яких оцінено в 44-45%.

3.5. Обґрунтування та розроблення способу отримання швидкорозчинного супу з підвищеним вмістом білку на основі створеної композиційної суміші

3.5.1. Принципова технологічна схема отримання швидкорозчинного збагаченого супу

Технологічна схема виробництва суміші для швидкорозчинного супу може бути реалізована на традиційному обладнанні харчоконцентратних підприємств різної потужності, а також на приватних фірмах.

Відмінність запропонованого нами способу підготовки композиційної суміші, що і становить наукову новизну даної роботи, полягає, передусім, у технології перероблення свіжих печериць на напівфабрикат з підвищеним вмістом білку та додатковими операціями – опроміненням сухих подрібнених грибів ультрафіолетовими хвилями за допомогою сонячного світла або штучного опромінення. За літературними даними тут розглядається 3 варіанти:

- опромінення свіжих порізаних грибів;
- опромінення сухого порошку печериць;
- опромінення сухого порошку в етаноловій суспензії (співвідношення порошку та етанолу 1:20).

За тривалості перебування дослідних зразків на сонячному світлі протягом 15 хв. вміст вітаміну D₂ збільшується за рахунок перетворення ергостерину до 704 МО, що еквівалентно його вмісту в атлантичному лососі.

Тривалість штучного опромінення становить від 8 хв. до 120 хв. залежно від інтенсивності (мВт/см) і дози (Дж/см) опромінення.

На рис. 11 наведено технологічну схему отримання композиційної суміші та готового крем-супу.



Рис. 11. Технологічна схема отримання композиційної суміші та готового грибного крем-супу

3.6. Оцінка показників безпеки грибного напівфабрикату на основі принципів НАССР

Контроль за безпечністю харчування в Україні з 20 вересня 2019 року здійснюється за новими правилами [108].

Окрім впровадження системи НАССР, суб'єкт господарювання, який надає послуги з харчування в закладах освіти, має бути внесений у Державний реєстр потужностей операторів ринку (або, у разі необхідності, отримати експлуатаційний дозвіл). Оператор ринку повинен мати можливість встановити інших операторів ринку, які постачають йому харчові продукти, тобто забезпечити простежуваність.

НАССР - це важливий інструмент для контролю безпеки харчування. Керівництво підприємства зобов'язане впровадити та постійно підтримувати функціонування принципів системи НАССР на виробництві.

Головним завданням системи НАССР є аналіз небезпек і проведення поетапного контролю за всіма етапами виробництва харчового продукту (харчоконцентрату), починаючи від прийому складників на склад і до моменту реалізації швидкорозчинного супу [109].

Програма передумов системи НАССР охоплює такі процеси:

1. Належне планування виробничих, допоміжних і побутових приміщень для уникнення перехресного забруднення.
2. Нормативи щодо стану приміщень, обладнання, проведення ремонтних робіт, технічного обслуговування обладнання, калібрування тощо, а також заходи щодо захисту харчових продуктів від забруднення та сторонніх домішок.
3. Вимоги до планування та стану комунікацій – вентиляції, водопроводів, електро- та газопостачання, освітлення тощо.
4. Чистота поверхонь (процедури прибирання, миття і дезінфекції виробничих, допоміжних та побутових приміщень та інших поверхонь).
5. Здоров'я та гігієна персоналу.

6. Поводження з відходами виробництва та сміттям, їхній збір і видалення з потужності.
7. Контроль за шкідниками, визначення виду, запобігання їхній появі, засоби профілактики та боротьби.
8. Зберігання та використання токсичних сполук і речовин.
9. Специфікації (вимоги) до сировини та контроль за постачальниками.
10. Зберігання та транспортування.
11. Контроль за технологічними процесами.
12. Маркування харчових продуктів та інформування споживачів.

Система НАССР базується на основних принципах:

1. Аналіз небезпечних чинників.
2. Визначення критичних контрольних точок.
3. Встановлення критичних меж.
4. Обирання процедури моніторингу.
5. Розробка коригувальних дій.
6. Зберігання та актуалізація документів.
7. Оцінка ефективності.

*Практична оцінка грибного харчоконцентрату за складовими системи
НАССР.*

1. Проведемо ідентифікацію та оцінювання небезпечних факторів (фізичних, хімічних та біологічних) на кожному етапі технологічного процесу, починаючи від приймання кожного компоненту сировини і завершуючи зберіганням готового продукту. Методика оцінювання представлена на рисунку 12 нижче.

Критерії оцінювання ймовірності виникнення небезпечних факторів		
Ймовірність виникнення небезпечного чинника або перевищення його прийнятного рівня	Ступінь ймовірності	Шкала оцінки
Наявні випадки виникнення або перевищення на підприємстві або існує ймовірність цього від 1 разу в зміну і частіше	Висока	4 бали
Наявні випадки виникнення або перевищення на подібних підприємствах або існує ймовірність цього від 1 разу за зміну	Середня	3 бали
Продукт є мікробіологічно чутливим або існує ймовірність порушення рецептури, процедур, заходів керування чи привнесення забруднення від декількох разів на рік до 1 разу на місяць	Низька	2 бали
Практичний досвід виробництва і контролю продукції та наукові дані свідчать про малоймовірність виникнення чи посилення небезпечного чинника (від 1 разу на рік та рідше)	Практично дорівнює нулю	1 бал
Критерії оцінювання можливої істотності негативних впливів небезпечних факторів на здоров'я		
Наслідки для здоров'я людини	Ступінь істотності наслідків	Шкала оцінки
Смертельний випадок	Критична	4 бали
Важке захворювання, що потребує госпіталізації або загрожує інвалідністю	Висока	3 бали
Захворювання, що призводять до тимчасової непрацездатності	Середня	2 бали
Легке нездужання	Низька	1 бал

Рис. 12 Методика оцінювання впливу небезпечних факторів

РИЗИК=ІСТОТНІСТЬ x ЙМОВІРНІСТЬ

До 6 включно – несуттєвий. Понад 6 – суттєвий.

Спираючись на технологічну схему виробництва, починаємо розрахунок:

Табл. 3.6.1

Ключові фактори виробництва грибного харчоконцентрату

Етап	Небезпечні чинники	Причини появи небезпечних чинників	Прийнятний рівень небезпечного чинника у кінцевому продукті	Методологія оцінювання небезпечних чинників				Заходи керування щодо запобігання появи, усунення або зменшення небезпечного чинника до гранично допустимого рівня
				Імовірність	Тяжкість	Ступінь ризику	Область ризику	
Приймання печериць	Х - токсичні елементи (свинець, миш'як, ртуть, кадмій)	Знаходяться у сировині рослинного походження (потрапляють із повітря, ґрунту, навколишнього середовища)	Свинець, мг/кг, не більше 0,4; цинк, мг/кг, не більше 10; кадмій, мг/кг, не більше 0,03; ртуть, мг/кг, не більше 0,02; стронцій-90, мг/кг, до 50	2	4	8	С	Контроль вхідної сировини, робота з постачальниками
	Ф - Сторонні предмети: каміння, гілки, пісок, скло	Можуть потрапити при недотриманні умов виробництва та транспортування	Відсутність	1	4	4	Н	Просіювання сипких компонентів, звільнення від металодомішок
	Б – пліснява, дріжджі, БГКП, патогенна м/о, МАФАМ	Можливе виникнення при зберіганні на складських приміщеннях, з недотриманими температурними та вологісними режимами	пліснява, в 1 г, не більше 1×10^5 дріжджі, в 1 г, не більше 5×10^2 БГКП, в 0,1 г не допускається патогенна м/о, в 25 г не допускається МАФАМ, в 1 г не більше 1×10^5	1	4	4	Н	Контроль вхідної сировини, робота з постачальниками
Приймання порошку петрушки	Х - токсичні елементи (свинець, миш'як, ртуть, кадмій)	Знаходяться у сировині рослинного походження (потрапляють із повітря, ґрунту, навколишнього середовища)	Свинець, мг/кг, не більше 0,4; цинк, мг/кг, не більше 10; кадмій, мг/кг, не більше 0,03; ртуть, мг/кг, не більше 0,02; стронцій, мг/кг, до 240, цезій, мг/кг до 600.	1	3	3	Н	Контроль вхідної сировини, робота з постачальниками
	Ф - Сторонні предмети: каміння, гілки, пісок, скло	Можуть потрапити при недотриманні умов виробництва та транспортування	Відсутність	1	4	4	Н	
	Б – пліснява, дріжджі, БГКП, патогенна м/о, МАФАМ	Можливе виникнення при зберіганні на складських приміщеннях, з недотриманими температурними та вологісними режимами	пліснява, в 1 г, не більше 100 дріжджі, в 1 г, не більше 1×10^2 БГКП, в 0,01 г не допускається патогенна м/о, в 25 г не доп. МАФАМ, в 1 г не більше 5×10^4	1	4	4	Н	

			S. aureus и B. cereus в 1 г не допускаються					
Приймання порошку цибулі	Х - токсичні елементи (свинець, миш'як, ртуть, кадмій)	Знаходяться у сировині рослинного походження (потрапляють із повітря, ґрунту, навколишнього середовища)	Свинець, мг/кг, не більше 0,4; цинк, мг/кг, не більше 10; кадмій, мг/кг, не більше 0,03; ртуть, мг/кг, не більше 0,02; стронцій, мг/кг, до 240, цезій, мг/кг до 600.	1	3	3	Н	Контроль вхідної сировини, робота з постачальниками
	Ф - Сторонні предмети: каміння, гілки, пісок, скло	Можуть потрапити при недотриманні умов виробництва та транспортування	Відсутність	1	4	4	Н	
	Б – пліснява, дріжджі, БГКП, патогенна м/о, МАФАМ	Можливе виникнення при зберіганні на складських приміщеннях, з недотриманими температурними та вологісними режимами	пліснява, в 1 г, не більше 100дріжджі, в 1 г, не більше 1×10^2 БГКП, в 0,01 г не допускається патогенна м/о, в 25 г не доп. МАФАМ, в 1 г не більше 5×10^4 S. aureus и B. cereus в 1 г не допускаються	1	4	4	Н	
Приймання пластівців сочевиці	Х - токсичні елементи (свинець, миш'як, ртуть, кадмій)	Знаходяться у сировині рослинного походження (потрапляють із повітря, ґрунту, навколишнього середовища)	Свинець, мг/кг, не більше 0,5; миш'як, мг/кг, не більше 0,2; кадмій, мг/кг, не більше 0,1; ртуть, мг/кг, не більше 0,03; мідь, мг/кг, не більше 10.	2	2	4	Н	Контроль вхідної сировини, робота з постачальниками
	Ф - Сторонні предмети: каміння, гілки, пісок, скло	Можуть потрапити при недотриманні умов виробництва та транспортування	Відсутність	1	4	4	Н	
	Б – пліснява, дріжджі, БГКП, патогенна м/о, МАФАМ	Можливе виникнення при зберіганні на складських приміщеннях, з недотриманими температурними та вологісними режимами	пліснява, в 1 г, не більше 50 БГКП, в 0,1 г не допускається патогенна м/о, в 25 г не допускається МАФАМ, в 1 г не б. 5×10^3	1	4	4	Н	

Приймання шроту льону	Х - токсичні елементи (свинець, миш'як, ртуть, кадмій)	Знаходяться у сировині рослинного походження (потрапляють із повітря, ґрунту, навколишнього середовища)	Свинець, мг/кг, не більше 0,5; миш'як, мг/кг, не більше 0,2; кадмій, мг/кг, не більше 0,1; ртуть, мг/кг, не більше 0,03; мідь, мг/кг, не більше 10; цинк, мг/кг, не більше 30; пестициди, мг/кг, не більше 0,1.	2	4	8	С	Контроль вхідної сировини, робота з постачальниками
	Ф - Сторонні предмети: каміння, гілки, пісок, скло	Можуть потрапити при недотриманні умов виробництва та транспортування	Відсутність	1	4	4	Н	
	Б – пліснява, дріжджі, БГКП, патогенна м/о, МАФАМ	Можливе виникнення при зберіганні на складських приміщеннях, з недотриманими температурними та вологісними режимами	пліснява, в 1 г, не більше 10 БГКП, в 0,1 г не допускається патогенна м/о, в 25 г не допускається МАФАМ, в 1 г не б. 5×10^4	1	4	4	Н	
Приймання гімалайської солі	Х - токсичні елементи (свинець, миш'як, ртуть, кадмій)	Знаходяться у сировині рослинного походження (потрапляють із повітря, ґрунту, навколишнього середовища)	Свинець, мг/кг, не більше 2; миш'як, мг/кг, не більше 1; кадмій, мг/кг, не більше 0,1; ртуть, мг/кг, не більше 0,1; мідь, мг/кг, до 3; цинк, мг/кг, до 10; цезій, мг/кг, не більше 300 стронцій, мг/кг, не більше 100	1	3	3	Н	Контроль вхідної сировини, робота з постачальниками
	Ф - Сторонні предмети: каміння, гілки, пісок, скло	Можуть потрапити при недотриманні умов виробництва та транспортування	Відсутність	1	4	4	Н	
	Б – пліснява, дріжджі, БГКП, патогенна м/о, МАФАМ	Можливе виникнення при зберіганні на складських приміщеннях, з недотриманими температурними та вологісними режимами	Відсутність	1	3	3	Н	
Очищення печериць	Висока кількість дефектної сировини	Незадовільна якість роботи очищувального обладнання	Практична відсутність	2	3	6	Н	Своєчасна перевірка технічного стану апаратури

Миття печериць	Присутність часток землі на митому продукті	Стан води, проблема в роботі мийної машини	Повна відсутність	1	4	4	Н	Своєчасна перевірка технічного стану апаратури
Подрібнення печериць	Збільшення розміру часток	Проблеми у роботі обладнання	Відсутність	1	2	2	Н	Якісний догляд за обладнанням
Сушіння печериць	Недотримання температурного режиму сушіння	Недбалий контроль за процесом	Відсутність	1	2	2	Н	Підбір компетентних працівників
Подрібнення (2) печериць	Збільшення розміру часток	Проблеми у роботі обладнання	Відсутність	1	2	2	Н	Якісний догляд за налаштуваннями
Просіювання порошку з печериць	Низька якість процесу	Проблеми у роботі обладнання	Практична відсутність	2	2	4	Н	Якісний догляд за обладнанням
Оброблення УФ печериць	Порушення режиму обробки	Недбалий контроль за процесом	Відсутність	1	2	2	Н	Підбір компетентних технологів
Просіювання п. петрушки	Низька якість процесу	Проблеми у роботі обладнання	Практична відсутність	2	2	4	Н	Якісний догляд за обладнанням
Просіювання п. цибулі	Низька якість процесу	Проблеми у роботі обладнання	Практична відсутність	2	2	4	Н	
Підготовка пласт. сочевиці за стандартом	Невідповідність стандарту	Порушення у процесі підготовки	Практична відсутність	2	3	6	Н	Дотримання стандарту
Підготовка лляного шроту за стандартом	Невідповідність стандарту	Порушення у процесі підготовки	Практична відсутність	2	3	6	Н	
Змішування	Змішування відбулось у невірному співвідношенні	Несправність у роботі дозатора	Відсутність	1	4	4	Н	Регулярні перевірки, технічний огляд апаратури.

Диспергування	Недотримання технологічного режиму	Технічні помилки у процесі	Відсутність	1	4	4	Н	Підбір компетентних працівників на виробництво
Витримування компонентів	Невідповідний часовий інтервал	Порушення технологічного режиму	Відсутність	1	3	3	Н	Підтверджувати усі покази і налаштування під час зміни
Додавання гімалайської солі	Змішування відбулось у невірному співвідношенні	Несправність у роботі дозатора	Відсутність	1	4	4	Н	Перманентний моніторинг якості роботи компонентів виробництва та кваліфікаційні перевірки
Фасування та пакування	Високий відсоток бракованої упаковки	Проблеми у роботі техніки,	Певна присутність	3	3	9	С	Регулярні кваліфікаційні перевірки, технічний огляд апаратури.
Зберігання	Псування продукції	Недотримання режиму зберігання	Повна відсутність	1	4	4	Н	Проаналізувати, в результаті чого це сталося, зробити висновки
Транспортування	Пошкодження запакованої продукції	Халатність робочого персоналу, проблеми у транспортуванні	Певна присутність	2	4	8	С	Внутрішній контроль, притягнення до відповідальності

Як бачимо, представлений процес виробництва має безперечні позитивні риси:

Усі інгредієнти натуральні; під час технологічного процесу не утворюються шкідливі сполуки; відносно легке дозування компонентів; проста, безвідходна технологія.

Згідно з сформованою таблицею, суттєвими критичними точками у виробництві оригінальної оздоровчої пастилки виявились:

Вміст токсичних елементів у свіжих печерицях (8 балів), та шроті льону (6 балів); брак під час фасування та пакування (9 балів); пошкодження при транспортуванні (8 балів).

2. За деревом рішень визначаємо критичні контрольні точки. Визначення за окремим небезпечним фактором відбувається на кожному етапі. За результатами визначення ККТ складено План НАССР за поданою нижче схемою.

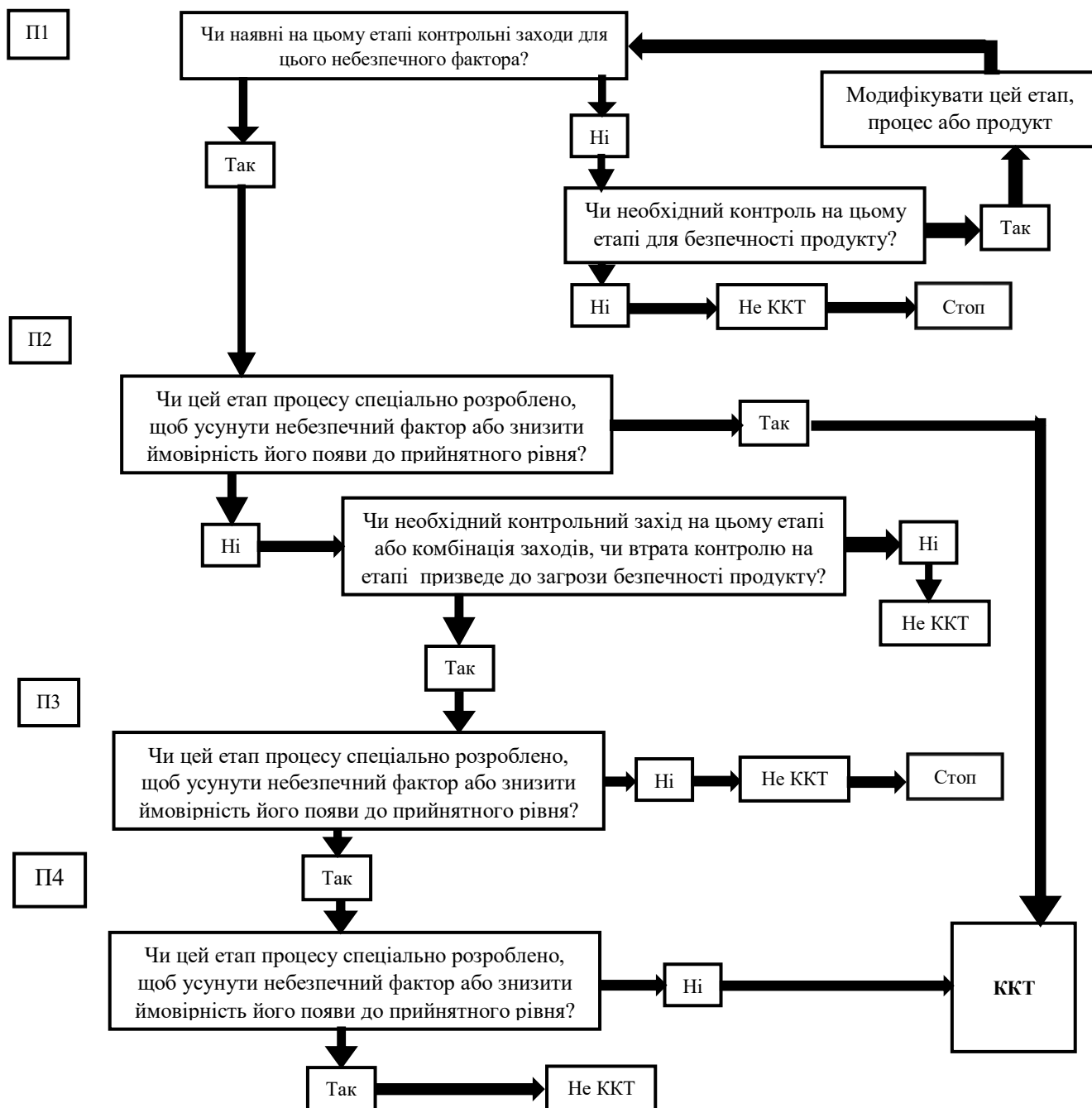


Рис. 13 Офіційний зразок дерева рішень для визначення КТ і ККТ у Наказі 590 Мінагрополітики

Визначення критичних контрольних точок:

Вміст токсичних елементів у свіжих печерицях

1. **«Так».** Контрольні заходи наявні. Визначення вмісту токсичних елементів є необхідним під час контролю якості нової партії печериць.

2. **«Ні».** Це стандартний захід при надходженні сировини на виробництво.

3. **«Ні».** При дотриманні комплексу протидійних заходів ймовірність виникнення небезпечного фактора не здатна перевищити допустимий рівень. У такому разі сировину не відправляють у технологічний процес.

Отже, при повному дотриманні правил отримання сировини обраний небезпечний фактор не є ККТ.

Вміст токсичних елементів у шроті льону

1. **«Так».** Контрольні заходи наявні. Визначення вмісту токсичних елементів є необхідним під час контролю якості нової партії шроту.

2. **«Ні».** Це стандартний захід при надходженні сировини на виробництво.

3. **«Ні».** При дотриманні комплексу протидійних заходів ймовірність виникнення небезпечного фактора не здатна перевищити допустимий рівень. У такому разі сировину не відправляють у технологічний процес.

Отже, при повному дотриманні правил приймання сировини обраний небезпечний фактор не є ККТ.

Брак під час фасування та пакування

1. **«Так».** Контрольні заходи наявні. Контроль якості роботи фасувальної машини та стану упаковки є належними та обов'язковими.

2. **«Ні».** Це стандартна процедура при обслуговуванні технологічної лінії.

3. **«Ні».** При дотриманні комплексу протидійних заходів ймовірність виникнення небезпечного фактора не здатна перевищити граничний рівень. Допустимий відсоток бракованої продукцію відокремлюють.

Отже, при повному дотриманні правил отримання сировини обраний небезпечний фактор не є ККТ.

Пошкодження при транспортуванні

1. **«Так».** Контрольні заходи наявні. Перевірка якості розміщення упакованої продукції, дотримання відповідних нормативів і правил перевезення.

2. **«Ні».** Це стандартна процедура при завантажуванні упакованої продукції.

3. **«Ні».** При дотриманні комплексу протидійних заходів ймовірність виникнення небезпечного фактора не здатна перевищити допустимий рівень. У такому разі сировину не відправляють у реалізацію.

Отже, при повному дотриманні правил отримання сировини обраний небезпечний фактор не є ККТ.

Висновки

У даному розділі було наведено спосіб виробництва та попереднє конструювання дієтичної добавки і напівфабрикату з печериць; проведено експерименти, виконані практичним та теоретичним шляхом. Проаналізовано спосіб споживчого використання отриманого продукту.

Сформовано споживчі властивості грибного напівфабрикату та розроблено технології його отримання. Описано технологію отримання функціональних збагачувачів для комбінування з грибним порошком.

Експериментальна частина представлена у таблицях та рисунках, аналізуючи у тому числі і вплив масових часток функціональних інгредієнтів швидкорозчинного супу на якісні показники його модельних зразків; з подальшим науковим обґрунтуванням рецептури швидкорозчинного супу на грибній основі. Підібрано рецептурні інгредієнти, їх раціональне співвідношення та вплив на органолептичні характеристики готового продукту.

Обґрунтовано та розроблено спосіб отримання швидкорозчинного супу з підвищеним вмістом білку на основі створеної композиційної суміші; продемонстровано принципову технологічну схему отримання швидкорозчинного збагаченого супу.

У завершення оцінено показники безпеки грибного напівфабрикату на основі принципів НАССР, та доведено відсутність ККТ.

РОЗДІЛ 4.

АЛГОРИТМ ОРГАНІЗАЦІЇ ІННОВАЦІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА. СОЦІАЛЬНА ТА ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СТВОРЕНОГО ШВИДКОРОЗЧИННОГО ГРИБНОГО СУПУ.

4.1. Алгоритм організації інноваційного підприємства з характеристикою його ресурсних складових

Згідно визначення, адміністрування - забезпечення високого рівня управлінської діяльності, досягнення його максимальної ефективності при мінімальних затратах часу та з високим рівнем самоорганізації кожного працівника. При цьому необхідно виділити основні адміністративні функції підприємства:

- регламентація діяльності (зміст);
- виконавча (розпорядча дія);
- накопичення та узагальнення інформації (забезпечення);
- передача інформації (координати);
- планування (контроль)[110].

Якщо всі ці функції передбачені, можна припустити, що алгоритм організації інноваційного підприємства було обрано вірно. Адміністративні функції можуть бути виділені серед напрямків діяльності, тому що їм необхідний інструмент, який би визначав, наскільки вони ефективні реалізовано та рівень адміністрування в конкретного підприємства.

Перш за все, має бути зазначено, що процес адміністрування починається з виділення основного процесу діяльності на підприємстві, потім виділяються допоміжні процеси, а в кінці – додаткові процеси. Отже, основне завдання в управлінні полягає в забезпеченні ідеально забезпечення плинності технологічного процесу виробництва.

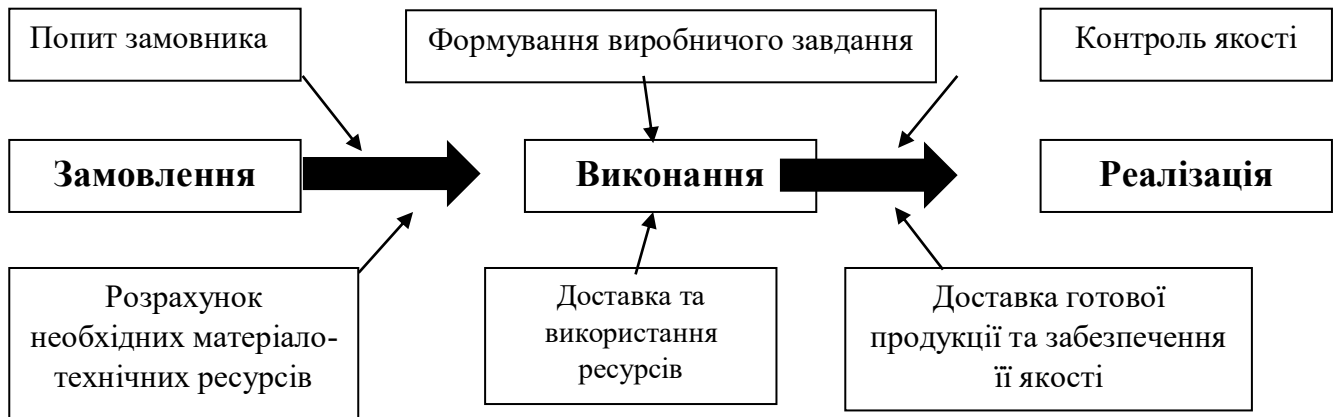


Рис. 14. Основні та допоміжні процеси діяльності підприємства

Огляд сучасного стану індустрії оздоровчого харчування демонструє широкі можливості для розвитку вітчизняних інноваційних виробництв для створення функціональних продуктів для масового споживача. Сучасна потреба у підтримці здоров'я та підвищення рівню його складових є вагомим фактором для створення профільних інноваційних підприємств.

Успішна реалізація інноваційної політики, в тому числі й в харчовій промисловості, можлива лише за умови попереднього визначення проблемних точок та бар'єрів, разом із аналізом способів їх подолання. Інтелектуальний та освітньо-кваліфікаційний потенціал суспільства, міра соціальної диференціації і принципи та напрями реалізації політики доходів є ключовими факторами інноваційного розвитку [111].

Підвищення конкурентоспроможності національних економік в умовах глобалізації виникає з успішного переходу від моделі розвитку, в основі якої використання ресурсів, до інноваційної моделі. Остання базується на розвитку високотехнологічного виробництва, новітніх методів та кваліфікованому людському ресурсі. В умовах динамічного технологічного розвитку сучасного світу системне впровадження інновацій можливе лише при постійному оновленні та поглибленні загальних та професійних компетентностей. Саме цей фактор зумовлює ефективність переходу до інноваційної моделі розвитку [100].

4.2. Застосування SWOT-аналізу для характеристики діяльності інноваційного підприємства.

SWOT-аналіз актуальний спосіб сучасного стратегічного планування, що полягає в розподілі чинників і явищ за чотирма категоріями: переваги, недоліки, можливості та загрози. Практична реалізація SWOT-аналізу для характеристики нового оздоровчого продукту наведена нижче:

Таблиця 4.2

SWOT-аналіз інноваційного підприємства

Категорія	Опис
Переваги	Розроблений продукт – функціональна харчова добавка. Очевидність технологічного процесу та розрахунку рецептури. Можливість випуску напівфабрикату увесь рік, незалежно від сезону. Низька потреба висококваліфікованих працівників.
Недоліки	Підвищені вимоги до якості сировини. Необхідність у певних специфічних компонентах (гімалайська сіль).
Можливості	Розвиток інноваційного підприємства спираючись на підтверджену функціональність, безпечність, зручність споживання продукту. Створення торгової марки, розширення можливостей збуту. Розроблення нових рецептур, удосконалення створеної.
Загрози	Необхідність певних капіталовкладень. Потреба у популярних точках збуту. Відсутність інтересу споживачів (через недостатній рівень реклами)

4.3. Оцінка економічної та соціальної ефективності виробництва і реалізації створеного швидкорозчинного грибного супу.

Стаття «Сировина та матеріали» включає вартість сировини та матеріалів, що входять до складу продукту, або використовуються у процесі виробництва. Розрахунок витрат на сировину та матеріали наведено в табл. 4.3.1-4.3.3

Таблиця 4.3.1

Розрахунок вартості сировини та матеріалів на виробництво 100 кг швидкорозчинного грибного супу

Вид сировини та основних матеріалів	Одиниця виміру	Норми витрат на 100 кг виробу	Ціна одиниці сировини, грн.	Сума, грн.
Сочевичні пластівці	Кг	48,86	170	8306,2
Ляний шрот	Кг	13,5	28	378
Печериці	Кг	151,5	50	41,54
Гімалайська сіль	Кг	1,12	80	89,6
Порошок цибулі	Кг	8,46	280	2368,8
Порошок петрушки	Кг	3,4	360	1224
Разом	-	-	-	12408,14

На основі вище наведених даних витрати по статті «Сировина і матеріали» становлять 12408,14грн. на 100 кг виробу.

Витрати на сировину та матеріали в нових видах продукції не збільшуються за рахунок використання високоякісних збагачувачів.

Розрахунок витрат на паливо, енергію на технологічні цілі. До цієї статті відносяться витрати на всі види палива і енергії, які витрачаються на технологічні потреби при здійсненні основного виробництва, які можуть отримуватися як від сторонніх організацій, так і виготовлятися на самому підприємстві. Розрахунок вартості енерговитрат наведено в табл. 4.3.2:

Таблиця 4.3.2

Розрахунок вартості енерговитрат за видами на 100 кг швидкорозчинного грибного супу

Тип продукту	Одиниця виміру	Ціна за одиницю, грн.	Норма витрат на 100 кг	Сума, грн.
Традиційна рецептура	кВт. год	2,75	135	371,25
Інноваційна рецептура	кВт. год	2,75	85	233,75

Розрахунок основної заробітної плати по статті калькуляції «Основна заробітна плата» відносяться витрати на виплату основної заробітної плати робітників, обчисленої згідно з прийнятими підприємством системами оплати праці, у вигляді тарифних ставок (окладів) і відрядних розцінок для робітників, зайнятих виробництвом продукції.

На технологічній лінії по виробництву швидкорозчинного супу працюють 6 сортувальників, оператор автоматичної лінії та 2 пакувальники.

Тривалість зміни становить 8 год.

Таблиця 4.3.3

Основна заробітна плата робітників, що працюють за погодинною системою оплати праці

Професія	Кількість робітників на зміну	Годинна тарифна ставка, грн.	Тривалість зміни, год.	Тарифний фонд заробітної плати змінний, грн.
Сортувальник	6	26	8	1248
Оператор автоматичної лінії	1	55	8	440
Пакувальник	2	23	8	368
Всього	9	-	-	2056

Норма виробітку за зміну виробництва швидкорозчинного грибного супу за традиційною технологією – 560 кг. Основна заробітна плата на 560 кг продукту – 2056грн.

Інноваційний метод виробництва з використанням передової технологічної лінії дає змогу суттєво змінити технологічний процес.

Отже, норма виробітку за зміну виробництва грибного напівфабрикату 640 кг. Основна заробітна плата на 100 кг продукту:

$$2056 / 6,4 = 321,7 \text{ грн.}$$

Розрахунок додаткової заробітної плати. До додаткової заробітної плати відносяться виплати виробничому персоналу підприємства, що нараховані за працю понад установлені норми, за трудові успіхи та винахідливість і за особливі умови праці. Вона включає доплати, надбавки, гарантійні і компенсаційні виплати, передбачені законодавством, премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань, оплату відпусток та іншого невідпрацьованого часу.

Таблиця 4.3.4

Розрахунок додаткової заробітної плати

Вироби	Основна заробітна плата на 100 кг виробу, грн.	Розмір доплат, %	Додаткова заробітна плата, грн.
Традиційна рецептура	367,14	110,00	403,85
Інноваційна рецептура	321,7	110,00	353,1

Стаття «Єдиний соціальний внесок» включає відрахування на соціальні потреби і складає 22,0% фонду заробітної плати.

Таблиця 4.3.5**Розрахунок єдиного соціального внеску**

Вироби	Заробітна плата на 100 кг, грн.		Всього фонд оплати праці, грн.	Соціальний внесок, %	Сума зарахувань на заробітну плату, грн.
	Основна	Додаткова			
Традиційний пр.	367,14	403,85	770,99	22	601,37
Інноваційний пр.	321,7	353,1	674,8	22	526,34

Розрахунок витрат на утримання та експлуатацію устаткування входять:
Витрати на утримання і експлуатацію устаткування їх розмір можна приймати на рівні 70 % від основної заробітної плати робітників.

Швидкорозчинний грибний суп, виготовлений за традиційною технологією:
 $367,14 \times 0,7 = 256,99$ грн./100 кг

Швидкорозчинний грибний суп, виготовлений за інноваційною технологією:
 $321,7 \times 0,7 = 225,19$ грн./100 кг

Таблиця 4.3.6.**Розрахунок витрат на утримання та експлуатацію устаткування**

Стаття витрат	За традиційною технологією	За інноваційною технологією
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування на 100 кг продукції	256,99	225,19

Розрахунок загальновиробничих витрат: Загальновиробничі витрати приймаємо в розмірі 70 % від основної заробітної плати робітників.

Швидкорозчинний грибний суп, виготовлений за традиційною технологією:
 $367,14 \times 0,7 = 256,99$ грн./100 кг

Швидкорозчинний грибний суп, виготовлений за інноваційною технологією:
 $321,7 \times 0,7 = 225,19$ грн./100 кг

Таблиця 4.3.7

Розрахунок загальновиробничих витрат

Стаття витрат	За традиційною технологією	За інноваційною технологією
Загальновиробничі витрати на 100 кг продукції	256,99	225,19

Виробнича собівартість 100 кг продукції становитиме:

Таблиця 4.3.8

Розрахунок виробничої собівартості продукції

	За традиційною технологією	За інноваційною технологією
Виробнича собівартість 100 кг продукції	14064,376	13855,02

Витрати на збут 10% для швидкорозчинних напівфабрикатів від виробничої собівартості:

Таблиця 4.3.9

Розрахунок витрат на збут продукції

Стаття витрат	За традиційною технологією	За інноваційною технологією
Витрати на збут на 100 кг продукції	1406,44	1385,5

Адміністративні витрати приймаємо в розмірі 10% від виробничої собівартості.

Таблиця 4.3.10

Розрахунок адміністративних витрат

Стаття витрат	За традиційною технологією	За інноваційною технологією
Адміністративні витрати на 100 кг продукції	1406,44	1385,5

Таблиця 4.3.11

Калькуляція швидкокорозчинних супів за традиційною технологією
виробництва та за інноваційною технологією

Найменування статей Калькуляції	Витрати на 100 кг, грн.	
	За традиційною технологією	За інноваційною технологією
Сировина і матеріали	12408,14	12408,14
Паливо та енергія	371,25	233,75
Основна заробітна плата	367,14	321,7
Додаткова заробітна плата	403,85	353,1
Єдиний соціальний внесок	169,62	148,46
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	256,99	225,19
Загальновиробничі витрати	256,99	225,19
Виробнича собівартість	14064,376	13855,02
Адміністративні витрати	1406,44	1385,5
Витрати на збут	1406,44	1385,5
Повні витрати на виробництво і реалізацію продукції	16877,256	16626,02

Таблиця 4.3.12

Розрахунок відпускної ціни швидкокорозчинних супів за традиційною технологією
виробництва та за інноваційною технологією

Показники	Сума грн.	
	За традиційною технологією	За інноваційною технологією
Повні витрати	16877,256	16626,02
Рентабельність, %	25	25
Прибуток	4219,314	4156,505
Відпускна ціна підприємства (без ПДВ)	21096,57	20782,525
ПДВ 20%	4219	4156
Відпускна ціна з ПДВ	25315,57	24938,525
Відпускна ціна за 1 кг	253,156	249,385

Таблиця 4.3.13

Розрахунок прибутку на норму виробітку за зміну швидкорозчинних супів за традиційною технологією та за інноваційною технологією

Показник	За традиційною технологією	За інноваційною технологією
Дохід, грн.	94512,634	106406,528
Повні витрати на виробництво та реалізацію продукції, грн.	16877,256	16626,02
Прибуток, грн.	77635,378	89780,508

При збереженні високої якості і прийнятної ціни ми отримуємо конкурентоспроможну продукцію на ринку, яка приносить прибуток.

4.4. Заходи з охорони довкілля та екологізації виробництва оздоровчих продуктів.

Рациональне перероблення вторинних ресурсів як побічної сировини при отриманні цільового продукту.

Харчова промисловість - одна із стратегічних галузей економіки, покликаної забезпечити стійке постачання населення необхідними якісними продуктами харчування. Вона включає понад 30 підгалузей, які виробляють практично всі необхідні для населення продукти харчування. Підприємства харчової промисловості переробляють кількість продукції сільського господарства. За ступенем інтенсивності негативного впливу об'єктів харчової промисловості на навколишнє природне середовище перше місце займають водні ресурси. Поряд з цим підприємства галузі завдають шкоди також і ґрунту, і атмосфері – викидами твердих, рідких та газоподібних речовин.

Модель екологізації підприємства. Як організація, що отримує прибуток, підприємства мають на меті збільшення виручки. Швидкий розвиток підприємств створив умови для гонитви за прибутком. У порівнянні з традиційною моделлю розвитку, «зелений» розвиток підприємств являє собою відмінну альтернативу у порівнянні з попередньою моделлю сталого розвитку підприємства. Новітня модель екологічного розвитку відповідає стандартам ресурсозбереження та є важливою частиною побудови екологічної цивілізації. На тлі активного просування

будівництва екологічної цивілізації зелений розвиток підприємств стикається з безпрецедентними можливостями та проблемами [112].

Беззаперечно, що в процесі вдосконалення екологічного врядування надзвичайно важливою є координація багатьох суб'єктів управління та соціальних груп. Обмеження та запущеність відносин між основними органами, такими як організації, громадяни та уряд, є проблемою, яка потребує довгострокової уваги. Вирівнювання розподілу праці та відносин між різними суб'єктами в процесі спільного управління не є процесом, що відбувається відразу.

Однак потрібно зазначити, що спільне управління довкіллям є неминучим вибором для задоволення соціальних потреб і відповіді на потреби громадян. Колоративне управління є результатом постійної соціалізації функцій державного управління в сучасному суспільстві, що означає не лише безперервну децентралізацію повноважень управління, а й повну трансформацію концепції державного управління та режиму економічного розвитку. Це означає, що в процесі традиційного державного управління режим управління суспільством «зверху вниз», маргіналізація ринку та чистий уряд як центр змінюється на нову модель управління, що означає, що початкова концепція пошуку розвитку за рахунок довкілля також буде повністю змінено відповідно до нової моделі екологічного управління; тобто ринок, суспільство та громадяни є основними учасниками, а сильний уряд є ядром і лідером. Координація та співпраця підтримуються один з одним і працюють разом, щоб максимізувати вигоди від справ охорони навколишнього середовища та покращити якість та ефективність державних екологічних послуг.

Таким чином, подолання перешкод у процесі спільного екологічного управління вимагає взаємодії різних принципів, систем і управління процесами, щоб різні зацікавлені сторони могли встановити відносини взаємної довіри, взаємної довіри та взаєморозуміння в рамках своїх можливостей управління [113].

Висновки.

Вагомими факторами на користь виготовлення розробленого функціонального високобілкового швидкорозчинного грибного супу з використанням пюре сочевиці та неподрібненого лляного шроту є доступність сировини, її незалежність від сезону та висока харчова цінність, а також традиційність і поживність як позитивний фактор у сприйнятті потенційного споживача.

Існуюче системне медичне обґрунтування оздоровчого впливу на організм людини також є беззаперечним підґрунтям проекту, хоча і потребує подальшого висвітлення в рамках грамотних маркетингових технік.

Ще одним з беззаперечних факторів на підтримку проекту та підвищення конкурентоспроможності національної продукції є кваліфікований людський ресурс України.

SWOT-аналіз проекту та оцінка економічної й соціальної ефективності підтверджує його дієздатність на ринку.

Технологія дозволяє запроваджувати та розширювати ряд заходів, спрямованих на екологізацію виробництва та охорону довкілля, зокрема раціонально перероблюючи побічну сировину для отримання функціональних харчових добавок та речовин для мийних засобів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній роботі за детально досліджені тенденції розвитку галузі ФХП за 2021-2022 роки, запропоновані конкретні перспективні напрямки інноваційного розвитку харчової промисловості в Україні. З використанням найновіших зарубіжних джерел наведено детальний огляд хімічного складу та терапевтичних властивостей печериць як найпоширеніших культивованих грибів. Особливий акцент зроблено на оздоровчому потенціалі потужного стабільного антиоксиданту ерготіонеїну, який в печерицях міститься у високих концентраціях. За численними англомовними джерелами проведено аналіз сучасних способів ультрафіолетового опромінення грибної сировини з метою подальшого аналізу можливостей збагачення її вітамінами групи D.

Досліджене низькотемпературне сушіння печериць із щадним впливом на біокомпоненти вихідної сировини, що забезпечує їх максимальне збереження та отримання продукції підвищеної біологічної та харчової цінності. Подальше дрібнодисперсне подрібнення допомагає підвищити засвоюваність білків грибів і водночас дає можливість подальшої теоретичної розробки опромінення ультрафіолетом для ефективного збагачення порошку біосинтезованим вітаміном D.

Вивчені медико-біологічні та технологічні властивості інших функціональних складових.

Практичними результатами даної роботи є розробка інноваційної дієтичної добавки на основі сушених печериць з додаванням пластівців сочевиці, лляного шроту, гімалайської солі, порошоків цибулі та петрушки. Принциповою відмінністю розробленої суміші є повна відсутність інгредієнтів, що не несуть оздоровчої користі, тобто усі технологічно значущі складові є водночас функціональними збагачувачами, що, діючи синергічно, підвищують біологічну цінність продукту.

Добавку апробовано на створенні нової рецептури швидкорозчинного супу «Шампін'є».

Якісними характеристиками розробленої дієтичної добавки є її повна відповідність світовим тенденціям галузі, залучення місцевої сировини,

можливість використання у різноманітних харчових середовищах, максимальна простота способу споживання як самостійного швидкорозчинного продукту, доступність широкому колу споживачів різних способів життя та віку - від дітей до людей літнього віку – із забезпеченням профілактичного та лікувального ефекту.

Основними перевагами добавки є її висока загальна нутрієнтна щільність, підвищена білкова складова та вміст тотально дефіцитного в Україні натурального вітаміну D. З порцією розробленого швидкорозчинного супу людина отримає цілий спектр мікроелементів та вітамінів, високу дозу антиоксидантів, зокрема ерготіонеїну, і майже половину добової потреби (20-25 г) білку, який до того ж відзначається високим ступенем засвоюваності.

Розроблений технологічний режим виготовлення добавки забезпечує її належні фізико-хімічні, технологічні, мікробіологічні та органолептичні показники і дає можливість значно розширити спектр оздоровчих продуктів в Україні. Вона може використовуватись в таких категоріях продукції: супи, соуси, сухі кулінарні суміші; овочеві суміші та концентрати; зернові сніданки; хлібобулочні вироби, чіпси; макаронні, круп'яні та кондитерські вироби; овочеві соки; молоко, вершки; ряжанки, вироби зі сметани; йогурт та йогуртові напої; традиційні та інноваційні кисломолочні продукти; молочні порошки та концентрати; молочні, веганські десерти; сири (зокрема маскарпоне, моцарелла, фета); плавлені сири та спреди; продукти для контролю ваги; аналоги молочних продуктів; рослинне м'ясо; вироби з риби; м'ясні вироби.

Даний виріб буде сприяти розширенню оздоровчих продуктів на ринку України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Top 10 Functional Food Trends. URL: <https://www.ift.org/news-and-publications/food-technology-magazine/issues/2022/april/features/top-10-functional-food-trends> (дата звернення: 25.06.2022).
2. Global Functional Foods and Drinks Market Report 2022: Growing Focus on Healthier Lifestyles to Boost Growth - ResearchAndMarkets.com. August 12, 2022. URL: <https://www.businesswire.com/news/home/20220812005229/en/Global-Functional-Foods-and-Drinks-Market-Report-2022-Growing-Focus-on-Healthier-Lifestyles-to-Boost-Growth---ResearchAndMarkets.com> (дата звернення: 24.09.2022).
3. Functional Food Ingredient Market- Growth, Trends, Covid-19 Impact, And Forecasts (2022 - 2027). URL: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/functional-food-ingredient-market> (дата звернення: 15.11.2022).
4. Joseph J. Trends Driving Growth in Functional Foods & Drinks. June 23, 2022. URL: <https://wholefoodsmagazine.com/current-issue/trends-driving-growth-in-functional-foods-drinks/> (дата звернення: 21.08.2022).
5. Ten Key Health and Nutrition Trends 2022. URL: <https://khni.kerry.com/trends-and-insights/ten-key-health-and-nutrition-trends-of-this-year/> (дата звернення: 26.11.2022).
6. Mellentin J. Key Trends in Functional Foods and Beverages for 2022 and Beyond. 11.11.21. URL: https://www.nutraceuticalsworld.com/issues/2021-11/view_features/key-trends-for-2022-in-functional-foods-and-beverages/ (дата звернення: 26.08.2022).
7. Functional Food Market – Global Industry Analysis and Forecast (2022-2029) by Type, Species, Food Size, Distribution Channel and Region. Sep. 2022. URL: <https://www.maximizemarketresearch.com/market-report/global-functional-food-market/101443/> (дата звернення: 29.10.2022).

8. Ferrer B. Vitafoods and Fi Asia 2022: Functional food enriching solutions, plant-powered meals and botanical flavors. Sep. 2022. URL: <https://www.foodingredientsfirst.com/news/vitafoods-and-fi-asia-2022-functional-food-enriching-solutions-plant-powered-meals-and-botanical-flavors.html>(дата звернення: 25.10.2022).
9. Discover Top Trends At Free From Functional Food & Health Ingredients Expo 2022. European Supermarket Magazine. November 03, 2022. URL: <https://www.esmmagazine.com/a-brands/discover-top-trends-at-free-from-functional-food-health-ingredients-expo-this-november-225184>(датазвернення: 24.08.2022).
10. Top Food Trend Predictions for 2022. URL: https://www.kalsec.com/foodtrends-2022/?utm_content=194934292&utm_medium=social&utm_source=twitter&hss_channel=tw-3188870570(дата звернення: 14.08.2022).
11. Top Trends in Functional Foods to watch in 2022. 07.01.2022. URL: <https://biomegagroup.com/top-trends-in-functional-foods-to-watch-in-2022/>(дата звернення: 14.08.2022).
12. Bagul K. Emerging Trends in Functional Food. 9.3.2020. URL: <https://www.euromonitor.com/article/emerging-trends-in-functional-food>(дата звернення: 24.08.2022).
13. Гук О. Інноваційна їжа: харчові тренди-2022. URL: <https://mind.ua/openmind/20235315-innovacijna-yizha-harchovi-trendi-2022>(дата звернення: 24.12.2022).
14. 5 Functional Beverage Trends In 2022. Oct. 3, 2022. URL: <https://www.fooddive.com/spons/5-functional-beverage-trends-in-2022/632524/>(дата звернення: 15.11.2022).
15. The Food and Beverage Trends to Watch in 2022. *Total Food Service*. September 11, 2022. <https://totalfood.com/the-food-and-beverage-trends-to-watch-in-2022/>(датазвернення: 24.10.2022).

16. Strugatz R. Beverages With Benefits: Do They Really Work? Jan. 20, 2022. URL: https://www.nytimes.com/2022/01/20/style/beverages-with-benefits-do-they-really-work.html?unlocked_article_code=AAAAAAAAAAAAAAAAACEIPuonUktbfqYhkSVUZAybOQckjo1qMiObC2rUzi2S7MymJSXNIwuIYDYmc4ALBYu9_Z9Yimi6WTdtFIfowQ-ZxiO9DOkgnAy-Znqy5orVXaSMktdD0GWosw5PGWb1_qDW2ZTKyI-s6zeDg71fbYWLtRPTehCA-JQ1l8sNicFqginRb1b6FRrAuoqR22_sjAJF-RT8SNmLd77SzVUIIaJjRZQrc6wI2R-haRTrR-NaZ4LkHew9SYknUGDI9uS1vrYMBZ65Eefr3PBUie8HhgL4OC2YOLImhBJE5RYK8hKyXiqEN32rVNCQyhOPtAHbB&referringSource=articleShare(дата звернення: 15.08.2022).
17. Functional Foods, Sustainability Reflected in Top Food Trends for 2022 from Tastewise. *Food Industry Executive*. December 9, 2021. URL: <https://foodindustryexecutive.com/2021/12/functional-foods-sustainability-reflected-in-top-food-trends-for-2022-from-tastewise/> (дата звернення: 26.08.2022).
18. Klinger J. 7 Top Food Processing Industry Trends in 2022. Oct 7, 2021. URL: <https://www.customprocessingservices.com/blog/food-processing-industry-trends>(дата звернення: 26.08.2022).
19. Crowe E. Today's Beverages Tackle Form and Function for Health-Forward Shoppers. 07.26.2022. URL: <https://progressivegrocer.com/todays-beverages-tackle-form-and-function-health-forward-shoppers>(дата звернення: 15.08.2022).
20. How Plant-based Milk Brands Can Address Taste and Texture Challenges.12 Aug 2022. URL: <https://www.ingredientsnetwork.com/how-plantbased-milk-brands-can-address-taste-and-news118392.html>(дата звернення: 22.09.2022).
21. Our August Roundup: Food Trends for 2023, Shrinkflation and Alternative Fats. URL: <https://sevendots.com/august-cpg-news-food-trends-shrinkflation-alternative-fats/>(дата звернення: 26.12.2022).
22. Food Trend Spotlight: Functional Foods & Eating for Immunity. URL:

<https://www.lentils.org/food-trend-spotlight-functional-foods/>(дата звернення: 25.08.2022).

23. Сімахіна Г.О., Науменко Н.В. Здорове харчування і нові виклики перед харчовою індустрією. *Здорове харчування: від дитинства до довголіття: стан та перспективи*: матеріали II Міжнародної наук.-практ.конф. 25 листопада 2022 р. Київ: НУХТ, 2022. С. 51-63.

24. Atila F., Owaid M.N., Shariati M.A. The nutritional and medical benefits of agaricus bisporus: a review. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2017. DOI: <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2017/18.7.3.281-286>.

25. Сімахіна Г.О, Гойко І.Ю., Стеценко Н.О. Переробка їстівних грибів для отримання білоквісних напівфабрикатів. *Товари і ринки*. 2014. № 2. С. 70-83.

26. Martinez-Medina G.A., Chávez-González M.L., KumarVerma D. et al. Bio-funcional components in mushrooms, a health opportunity: Ergothionine and huitlacohe as recent trends. *Journal of Functional Foods*. V. 77. February 2021. 104326. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1756464620305508?via%3Dihub> (дата звернення 07.06.2022).

27. Болотских С. Вольфовский В. Культивируемые шампиньоны – экологически безопасный продукт. Херсон. ХГАУ, 2007. 36 с.

28. Global Mushroom Cultivation Industry (2020 to 2025) - Economic Viability of Mushroom Cultivation and Trade by Developing Countries Presents Opportunities. April 27, 2020. URL: <https://www.globenewswire.com/news-release/2020/04/27/2022477/0/en/Global-Mushroom-Cultivation-Industry-2020-to-2025-Economic-Viability-of-Mushroom-Cultivation-and-Trade-by-Developing-Countries-Presents-Opportunities.html>(дата звернення: 21.06.2022).

29. Shu-Ting Chang. The World Mushroom Industry: Trends and Technological Development. *International Journal of Medicinal Mushrooms*. V. 8, 2006. Issue 4. URL: <https://www.dl.begellhouse.com/journals/708ae68d64b17c52,7c3e0ba845ba8869,077af3c034cb7b70.html> (дата звернення 07.06.2022).

30. Rangel-Vargas E., Rodriguez J.A., Domínguez, R., Lorenzo J.M. et al. Edible Mushrooms as a Natural Source of Food Ingredient/Additive Replacer. *Foods*. November 2021. V. 10 (11). P. 2687. URL: https://www.researchgate.net/publication/355886572_Edible_Mushrooms_as_a_Natural_Source_of_Food_InгредиентAdditive_Replacer (дата звернення 08.06.2022).
31. Wang W., Zhou X., Liu Y. Characterization and evaluation of umami taste: A review. *Trends in Analytical Chemistry*. 2020. V. 127. 115876. URL: <https://pubag.nal.usda.gov/catalog/6878724> (дата звернення 07.10.2022).
32. Arun K. Das A. K., Nanda P.K., Dandapa P. Edible Mushrooms as Functional Ingredients for Development of Healthier and More Sustainable Muscle Foods: A Flexitarian Approach. *Molecules*. 2021. 26, 2463. URL: <https://doi.org/10.3390/molecules26092463> (дата звернення: 20.07.2022).
33. Ситнік І. О., Климнюк С. І., Творко М. С. Мікробіологія, вірусологія, імунологія : підручник. Тернопіль : ТДМУ, 2009. 392 с. URL: <https://library.pdpu.edu.ua/images/2019/MB/26.pdf> (дата звернення: 20.08.2022).
34. Bakratsas G., Polydera A., Katapodis P. Recent trends in submerged cultivation of mushrooms and their application as a source of nutraceuticals and food additives. *Future Foods*. V. 4, December 2021. 100086. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100086>.
35. Blumfield M., Abbott K., Duve E. Examining the health effects and bioactive components in *Agaricus bisporus* mushrooms: a scoping review. *Journal of Nutritional Biochemistry*. 2020. 84. 108453. URL: https://www.researchgate.net/publication/342026501_Examining_the_health_effects_and_bioactive_components_in_Agaricus_bisporus_mushrooms_A_scoping_review (дата звернення: 20.06.2022).
36. Golak-Siwulska I., Kałużewicz A., Wdowienko S. Nutritional value and health-promoting properties of *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach. *Herba Polonica*. V. 64. No 4. 2018. DOI: <https://doi.org/10.2478/hepo-2018-0027>.

37. Chopra H., Mishra A.K., Baig A.A. Narrative Review: Bioactive Potential of Various Mushrooms as the Treasure of Versatile Therapeutic Natural Product. *Journal of Fungi*. Sep. 2021. 7(9). P. 728. URL: <https://www.mdpi.com/2309-608X/7/9/728/htm>(датазвернення: 28.05.2022).
38. Ященко О. В. Харчова та біологічна роль їстівних та лікарських грибів в харчуванні населення. *Гігієна населених місць*. № 59. 2012. С. 234—240.
39. Kalač P. Edible Mushrooms. Chemical Composition and Nutritional value. 2016. P. 137-153. DOI:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804455-1.00004-7>.
40. Meera Ch. R. Antiarthritic activity of a polysaccharide-protein complex isolated from *Phellinus rimosus* (Berk.) Pilat (Aphyllorphomycetideae) in Freund's complete adjuvant Induced arthritic rats.*International Journal of Medicinal Mushrooms*. 2009. V. 11 (1). P. 21-28.
41. Beelman R. B. Kalaras M. Richie J.P. Micronutrients and Bioactive Compounds in Mushrooms. A Recipe for Healthy Aging? *Nutrition Today*. 2019. V. 54(1). p. 16-22. URL: https://journals.lww.com/nutritiontodayonline/Abstract/2019/01000/Micronutrients_and_Bioactive_Compounds_in.5.aspx (датазвернення: 27.06.2022).
42. Sanket Shelke, Pravin Badhe. In-silico study of *Agaricus Bisporus* on DNA damaging protein. September 2021. URL: https://www.researchgate.net/publication/354440643_In-silico_study_of_Agaricus_Bisporus_on_DNA_damaging_protein (дата звернення 07.09.2022).
43. Stojkovic D., Reis F.S., Glamočlija J., Ćirić A., et al. Cultivated strains of *Agaricus bisporus* and *A. brasiliensis*: chemical characterization and evaluation of antioxidant and antimicrobial properties for the final healthy product--natural preservatives in yoghurt. *Food & Function*. 2014. Jul 25. V. 5 (7). P. 1602-12. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24881564/> (дата звернення 07.09.2022).

44. Ribeiro B., Guedes de Pinhoa P. et al. Fatty acid composition of wild edible mushrooms species: A comparative study. *Microchemical Journal*. 2009. V. 93 (1). P. 29-35. (дата звернення: 20.06.2022).
45. Glamočlija J., Stojković D., Nikolić M., Ćirić A. et al. A comparative study on edible *Agaricus* mushrooms as functional foods. *Food & Function*. June 2015. V. 6 (6). P. 1900-10. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25954776/> (дата звернення: 17.06.2022).
46. Beelman R.B., Kalaras M.D., Phillips A.T. Is ergothioneine a 'longevity vitamin' limited in the American diet? *Journal of Nutritional Science*. Nov. 2020. 11. P. 9. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7681161/> (дата звернення: 23.06.2022).
47. Bernice Cheung, Jean Woo. Potential of Asian Natural Products for Health in Aging. *Molecular Basis of Nutrition and Aging*. 2016. URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/ergothioneine> (дата звернення: 23.06.2022).
48. Ерготионеин – витамин долголетия. URL: <https://ivtherapy.com.ua/ergotionein-vitamin-dolgoletiya/> (дата звернення: 22.12.2022).
49. Shu Zhang, Yasutake Tomata, Kemmyo Sugiyama. Mushroom Consumption and Incident Dementia in Elderly Japanese: The Ohsaki Cohort 2006 Study. *Journal of American Geriatric Society*. July 2017. V. 65(7). P. 1462-1469. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28295137/> (дата звернення: 20.06.2022).
50. Calvo M.S., Mehrotra A., Beelman R.B., Nadkarni G. et al. A Retrospective Study in Adults with Metabolic Syndrome: Diabetic Risk Factor Response to Daily Consumption of *Agaricus bisporus* (White Button Mushrooms). *Plant Foods Human Nutrition*. Sep. 2016. V. 71(3). P. 245-251. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27193019/> (дата звернення: 19.08.2022).
51. Okada E., Takahashi K., Nakamura K., Ukawa S. Dietary patterns and abnormal glucose tolerance among Japanese: findings from the National Health and Nutrition

Survey. *Public Health Nutrition*. Sep. 2019. V. 22(13). P. 2460-2468. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30837027/> (датазвернення: 09.07.2022).

52. Zhang S., Sugawara Y., Chen S., Beelman R.B. Mushroom consumption and incident risk of prostate cancer in Japan: A pooled analysis of the Miyagi Cohort Study and the Ohsaki Cohort Study. *International Journal of Cancer*. May 15, 2020. V. 146(10).P. 2712-2720. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7154543/pdf/IJC-146-2712.pdf> (датазвернення: 19.06.2022).

53. Yusefabad H.H., Hosseini S.A., Zakerkish M. The effects of hot air-dried white button mushroom powder on glycemic indices, lipid profile, inflammatory biomarkers and total antioxidant capacity in patients with type-2 diabetes mellitus: A randomized controlled trial. *Journal of Research in Medical Sciences*. Jul. 2022. V. 27. P. 49. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36092487/> (датазвернення: 20.06.2022).

54. Pallister T., Jennings A., Mohny R.P., Yarand D. Characterizing Blood Metabolomics Profiles Associated with Self-Reported Food Intakes in Female Twins. *PLoS One*. June 29, 2016. V.11(6). URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4927065/> (датазвернення: 21.06.2022).

55. Weigand-Heller A, Kris-Etherton P., Beelman R. The bioavailability of ergothioneine from mushrooms (*Agaricus bisporus*) and the acute effects on antioxidant capacity and biomarkers of inflammation. *Preventative Medicine(Baltim)*. 2012. V.54.P. S75–S78. URL: https://www.researchgate.net/publication/221734077_The_bioavailability_of_ergothioneine_from_mushrooms_Agaricus_bisporus_and_the_acute_effects_on_antioxidant_capacity_and_biomarkers_of_inflammation (датазвернення: 20.06.2022).

56. Sanket Shelke, Pravin Badhe. In-silico study of *Agaricus Bisporus* on DNA damaging protein. September 2021. URL: https://www.researchgate.net/publication/354440643_In-

[silico_study_of_Agaricus_Bisporus_on_DNA_damaging_protein](#) (дата звернення 18.06.2022).

57. Nguyen H., Ohshima T. The Natural Antioxidant Ergothioneine. *The Lipid Oxidation*. 2013. DOI:<https://doi.org/10.1016/B978-0-9830791-6-3.50015-1>.
- 58. Yadav D., Negi P. Bioactive components of mushrooms: Processing effects and health benefits. *Food Research International (Ottawa)*. October 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110599>.
59. Ramos M., Burgos N., Barnard A. Agaricus bisporus and its by-products as a source of valuable extracts and bioactive compounds. *Food Chemistry*. September 15, 2019. V. 292. P. 176-187. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.04.035>.
60. Chopra H., Mishra A.K., Baig A.A. Narrative Review: Bioactive Potential of Various Mushrooms as the Treasure of Versatile Therapeutic Natural Product. *Journal of Fungi*. Sep. 2021. V. 7(9). P. 728. URL: <https://www.mdpi.com/2309-608X/7/9/728/htm> (дата звернення: 21.03.2022).
61. E. Bernas , G. Jaworska. Culinary-Medicinal Mushroom Products as a Potential Source of Vitamin D. *International Journal of Medical Mushrooms*. 2017. V. 19(10). P. 925-935. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29256846/> (дата звернення 03.05.2022).
62. G.Cardwell, J.F. Bornman, A.P. James, L.J. Black. A Review of Mushrooms as a Potential Source of Dietary Vitamin D. *Nutrients*. 2018 Oct. 13. V. 10(10). P. 1498. URL: <https://www.mdpi.com/2072-6643/10/10/1498> (дата звернення 03.06.2022).
63. R. R. Simon, J. F. Borzelleca, H. F. DeLuca, C. M. Weaver. Safety assessment of the post-harvest treatment of button mushrooms (*Agaricus bisporus*) using ultraviolet light. *Food Chem Toxicol*. 2013 Jun. V. 56. P. 278-89. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23485617/> (дата звернення 05.02.2022).
64. P. Urbain, F. Singler, G. Ihorst, H-K. Biesalski, H. Bertz. Bioavailability of vitamin D₂ from UV-B-irradiated button mushrooms in healthy adults deficient in serum 25-

hydroxyvitamin D: a randomized controlled trial. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2011 Aug. V. 65(8). P. 965-971. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21540874/> (дата звернення 05.02.2022).

65. Koyyalamudi S.R., Sang-Chul Jeong, Chi-Hyun Song. Vitamin D₂ formation and bioavailability from *Agaricus bisporus* button mushrooms treated with ultraviolet irradiation. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. 2009 Apr. 22. V. 57(8). P. 3351-5. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19281276/> (дата звернення: 20.02.2022).

66. Jasinghe V.J., Perera C.O., Barlow P.J. Bioavailability of vitamin D₂ from irradiated mushrooms: an in vivo study. *Br. Journal of Nutrition*. 2005 Jun. V. 93(6). P. 951-5. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16022766/> (дата звернення: 10.05.2022).

67. Simon R.R., Phillips K. M., Horst R.L., Munro I.C.. Vitamin D mushrooms: comparison of the composition of button mushrooms (*Agaricus bisporus*) treated postharvest with UVB light or sunlight. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. 2011 Aug. 24. V. 59(16). P. 8724-8732. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21736377/> (дата звернення 14.05.2022).

68. Urbain P., Jakobsen J. Dose-Response Effect of Sunlight on Vitamin D₂ Production in *Agaricus bisporus* Mushrooms. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. 2015 Sep. 23. V. 63(37). P. 8156-8161. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26314311/> (дата звернення 14.05.2022).

69. Wenqiang Guan, Jie Zhang, Ruixiang Yan, Suqin Shao, Ting Zhou, Jing Lei, Zhidong Wang. Effects of UV-C treatment and cold storage on ergosterol and vitamin D₂ contents in different parts of white and brown mushroom (*Agaricus bisporus*). *Food Chemistry*. 2016 Nov.1. V. 210. P. 129-134. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27211630/> (дата звернення 15.03.2022).

70. Ko J. A., Lee B. H., Lee J. S., . Park H. J. Effect of UV-B exposure on the concentration of vitamin D₂ in sliced shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) and white button mushroom (*Agaricus bisporus*). *Journal Agricultural Food Chemistry*. 2008 May

28. V. 56(10). P. 3671-3674. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18442245/> (дата звернення 14.03.2022).
71. Sławińska A., Fornal E., Radzki W., Skrzypczak K., Zalewska-Korona M. Study on vitamin D₂ stability in dried mushrooms during drying and storage. *Food Chemistry*. 2016 May 15. V. 199. P. 203-209. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26775962/> (дата звернення 3.11.2022).
72. Daihua Hu, Xu Yang, Chingyuan Hu, Zili Feng. Comparison of Ergosterol and Vitamin D₂ in Mushrooms *Agaricus bisporus* and *Cordyceps militaris* Using Ultraviolet Irradiation Directly on Dry Powder or in Ethanol Suspension. *ACS Omega* 2021, October 26. URL: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsomega.1c03561> (дата звернення 5.11.2022).
73. Safety of Vitamin D₂ mushroom powder (*Agaricus bisporus*) as a Novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283. *EFSA Journal* 2021.19(4) 6516 URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8028285/pdf/EFS2-19-e06516.pdf> (дата звернення: 29.05.2022).
74. Daihua Hu, Xu Yang, Chingyuan Hu. Comparison of Ergosterol and Vitamin D₂ in Mushrooms *Agaricus bisporus* and *Cordyceps militaris* Using Ultraviolet Irradiation Directly on Dry Powder or in Ethanol Suspension. *ACS Omega*. Oct. 2021. URL: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsomega.1c03561> (дата звернення: 13.06.2022).
75. Urbain P., Valverde J., Jakobsen J. Impact on Vitamin D₂, Vitamin D₄ and Agaritine in *Agaricus bisporus* Mushrooms after Artificial and Natural Solar UV Light Exposure. *Plant Foods in Human Nutrition*. 2016 Sep. V. 71(3). P. 314-321. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27323764/> (дата звернення 12.04.2022).
76. Kalaras M.D., Beelman R.B., Elias R.J. Effects of postharvest pulsed UV light treatment of white button mushrooms (*Agaricus bisporus*) on vitamin D₂ content and quality attributes. *Journal Agricultural Food Chemistry*. 2012 Jan 11. V. 60(1). P. 220-225. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22132934/> (дата звернення 04.02.2022).

77. M.D. Kalaras, R.B. Beelman, M.F. Holick, R.J. Elias. Generation of potentially bioactive ergosterol-derived products following pulsed ultraviolet light exposure of mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Food Chemistry*. 2012 Nov. 15. V.135(2). P. 396-401. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22868105/> (дата звернення 13.05.2022).
78. J.S. Roberts, A. Teichert, T.H. McHugh. Vitamin D2 formation from post-harvest UV-B treatment of mushrooms (*Agaricus bisporus*) and retention during storage. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. 2008 Jun 25. V.56(12). P. 4541-4544. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18522400/> (дата звернення 23.06.2022).
79. Slawinska A., Fornal E., Radzki W. Vitamin D2 Stability During the Refrigerated Storage of Ultraviolet B-Treated Cultivated Culinary-Medicinal Mushrooms. *International Journal of Medical Mushrooms*. 2017. V. 19(3). P. 249-255. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28605340/> (дата звернення 05.09.2022).
80. Тринчук О. О., Гунько С. М. Накопичення молочної кислоти в процесі ферментації за виробництва нових видів продукції з гливи звичайної. *Землеробство*: Міжвід. тематичний наук. зб. 2011. Вип. 83. С. 121-127.
81. Павлюк Р. Ю. Вивчення ІЧ-спектрів під час низькотемпературного подрібнення грибів шампіньйонів. *Прогресивна техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарства і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг*: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., м.Харків, 18 жовт. 2012 р. Харків : ХДУХТ. С. 150-152.
82. Павлюк Р. Ю. та ін. Розробка нового покоління оздоровчих нанопродуктів із грибів шампіньйонів для підприємств ресторанного бізнесу. *ScienceRise Scientific Journal* V. 5(34). 2017. URL: https://www.researchgate.net/publication/317607395_The_development_of_new_generation_of_healthful_nanoproducts_from_champignons_for_the_restaurant_business_enterprises/fulltext/594319bf45851525f88d70b7/The-development-of-new-generation-of-healthful-nanoproducts-from-champignons-for-the-restaurant-business-enterprises.pdf (дата звернення: 20.05.2022).

83. Ramos M., Burgos N., Barnard A. Agaricus bisporus and its by-products as a source of valuable extracts and bioactive compounds. *Food Chemistry*. September 15, 2019. V. 292. P. 176-187. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814619306843> (дата звернення 07.06.2022).
84. Сімахіна Г.О., Науменко Н.В. Оптимальний підбір амінокислот для подолання білкового дефіциту. *Наукові праці НУХТ*, 2020. № 5. С. 170-181.
85. Ястреба Ю.А., Пасічний В.М. Дослідження біологічної цінності порошкоподібного напівфабрикату з грибів глива звичайна. *Науковий вісник Львівської державної академії ветеринарної медицини*. 2010. № 2. С.124-129.
86. Гонський Я. І. Максимчук Т. П. Біохімія людини : підручник. Тернопіль : Укрмедкнига, 2001. 736 с. URI: <http://repository.ldufk.edu.ua/handle/34606048/22152> (дата звернення: 13.05.2022).
87. Avdieva L., Zhukotskvi E., Dekusha H. Analysis of the existing methods and specific features of drying shiitake mushrooms. *Food Science and technology*. 2021. 3. P. 94-107. DOI:<https://doi.org/10.15673/fst.v15i3.2118>
88. Кріоушкодження та кріозахист у холодових технологіях : монографія /Сімахіна Г.О., Кочубей-Литвиненко О.В, Науменко Н.В, Камінська С.В.Київ : «Сталь», 2022. 312 с.
89. Левіт І.Б. Реологія харчових продуктів : підручник / Левіт І.Б., Сукманов В.О., Афенченко Д.С. Полтава: ПУЕТ, 2015. 540 с.
90. Крайник Л.Н., Савгира Ю.А. К вопросу о совершенствовании методики определения водосвязывающей способности мясopодуктов. *Прогресивні технології*: зб. наук. праць. ХДАТОХ, 2000. С. 119-123.
91. Зозулевич Б.В. Оцінка відновлюваності сушених матеріалів. *Консервна промисловість*. 2010. № 2. С. 29-32.
92. Горальчук А.Б. Технологія термостабільних емульсійних соусів на основі овочевої сировини. ХДАТОХ, 2010. 123 с.
93. Nielsen S.S. Food Analysis. New York. 2010. 602 p.

94. Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, Metcalf & Eddy, McGraw-Hill Higher Education. 4th edition. 1 May 2002. URL: https://wiki2.org/en/Kjeldahl_method (дата звернення: 11.12.2022).
95. Combined liquid chromatography mass spectrometry. Part III. Applications of thermospray, Patrick Arpino, Mass Spectrometry Reviews, V. 11, 1992. P. 3-40.
96. Плахотін В.Я., Тюрікова І.С., Хомич Г.П. Теоретичні основи харчових виробництв. Київ: Центр навчальної літератури, 2006. 640 с.
97. ГОСТ 1 0 4 4 4 .1 -8 4 Міждержавний стандарт «Консерви. Приготування розчинів, реактивів, фарб, індикаторів та поживних середовищ використовуваних у мікробіологічному аналізі».
98. ГОСТ. 26668-85. МКС 07.100.30. ОКСТУ 9109.
99. ГОСТ 26669-85 Продукти харчові та смакові. Підготовка проб для мікробіологічних аналізів (зі Зміною N1).
100. ГОСТ 10444.2-94 Продукти харчові. Методи виявлення та визначення кількості *Staphylococcus aureus*.
101. 1,115,513. Rye flakes, A. Heyman A.B. April, 1966 [24 May, 1965] №21976/65 Heading A2Q, A23L 1/10.
102. Darthet, J.V., Klensporf-Pawlik, D., Przybylsky, R. Antioxidant activity of flax seed meal components. *Canadian Journal of Plant Science*. 2014. V. 94 (3). P. 593-602. URL: <https://pubag.nal.usda.gov/catalog/5171519> (дата звернення: 13.06.2022).
103. Priyanka Kajla, Alka Sharma, Dev Raj Sood. Flaxseed—a potential functional food source. *Journal of Food Science Technology*. 2015 Apr. 52(4). P. 1857–1871. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4375225/> (дата звернення: 13.05.2022).
104. Sangiorgio P. et al. Bioactive Lignans from Flaxseed: Biological Properties and Patented Recovery Technologies. *Nutraceuticals*. 2023; 3(1). P.58-74. DOI: <https://doi.org/10.3390/nutraceuticals3010005>.

105. Dzuovor C.K.O., Taylor J.T., Acquah C., Pan S., Agyei D. Bioprocessing of Functional Ingredients from Flaxseed. *Molecules*. 2018; 23(10). P.2444. DOI:<https://doi.org/10.3390/molecules23102444>.
106. Мячикова Н.И. Технология порошкообразного полуфабриката из культивируемых грибов вешенка. *Вісник Харківського університету*. 2001. №506. С. 34-39.
107. Лявинець Г.М., Гавриш А.В. Технологія соусів емульсійного типу підвищеної харчової цінності. *Наука та інновації*. 2013. № 6. С. 15-19.
108. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/shkilne-harchuvannya/standarti-nassr> (дата звернення: 10.12.2022).
109. Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 06.02.2017 № 41 «Про затвердження форми акту, складеного за результатами аудиту щодо додержання операторами ринку вимог законодавства стосовно постійно діючих процедур, що засновані на принципах системи аналізу небезпечних факторів».
110. O.R. Sharko. Innovative approach to the organization of the administration in the enterprise. *Економіка: реалії часу. Науковий журнал*. 2014. № 5 (15). С. 141--145. URL: <http://economics.opu.ua/files/archive/2014/n5.html> (дата звернення: 11.12.2022).
111. Інноваційна Україна 2020: національна доповідь / За заг. ред. В.М. Гейця та ін.; НАН України. К., 2015. 336 с. URL: http://ief.org.ua/wp-content/uploads/2015/07/Інноваційна_Україна_2020++.pdf (дата звернення: 15.11.2022).
112. Zhu X., Zhu Y., Meng X. Government environmental information disclosure and environmental performance: evidence from China. *Sustainability*. 2021. 13(12). P. 6854. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13126854>.
113. Liu F, Jiang J, Zhang S. Government Environmental Governance and Enterprise Coordinated Green Development under the Goal of "Double Carbon". *J Environ Public Health*. 2022 Jun 21,2022. DOI:<https://doi.org/10.1155/2022/6605935>.
114. ДСТУ EN 12821:2005. Продукти харчові. Визначення вмісту вітаміну Д методом хроматографії високороздільної здатності. Вимірювання холекальциферолу (Д3) і ергокальциферолу (Д2) (EN 12821:2000, IDT). Зі зміною.