

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕКОЛОГІЇ
КАФЕДРА ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННОЇ
СПРАВИ

«Допущено до захисту»
протокол засідання кафедри
№7 від «30» січня 2026 року
Зав. кафедрою ХТГРС
д.т.н, професор _____ О.П. Прісс


КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

СВО «Магістр»

за освітньо-професійною програмою «Індустрія здорового харчування» зі спеціальності 181 «Харчові технології»
(освітній ступень, ОПП, спеціальність)

на тему: Розробка технології йогуртів для спортивного харчування з використанням екстрактів рослинного походження

23ХТД.6935207.02.26

Виконав:	2 курсу	21 ХТ групи	
студент/ка	<hr/>	Удовицький Е.К. <hr/> (прізвище та ініціали)	
Керівник:	док.філос. <hr/> (науковий ступінь, вчене звання)	 <hr/> (підпис)	Гончар Ю.М. <hr/> (прізвище та ініціали)
Консультант з ОП:	К.Т.Н., доцент <hr/> (науковий ступінь, вчене звання)	<hr/> (підпис)	Зоря М.В. <hr/> (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль:	К.Т.Н., доцент <hr/> (науковий ступінь, вчене звання)	<hr/> (підпис)	Кюрчева Л.М. <hr/> (прізвище та ініціали)

Запоріжжя – 2026 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

Інститут або факультет агротехнологій та екології

Кафедра харчових технологій та готельно-ресторанної справи
(назва кафедри)

Ступінь вищої освіти Магістр

Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»
(шифр і назва)

Спеціальність G13 «Харчові технології»

Освітня програма Індустрія здорового харчування
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ХТГРС

д.т.н., професор О.П. Прісс
(підпис) (ініціали та прізвище)

« » 20 р.

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

СТУДЕНТУ Удовицькому Ельдару Каримовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка технології йогуртів для спортивного харчування з використанням екстрактів рослинного походження

керівник роботи доктор філ. Гончар Юлія Миколаївна
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)


затвержені наказом Ректора університету від «24» жовтня 2025 р. № 573-С

Строк подання студентом роботи «20» січня 2026 р.

2. Вихідні дані до роботи Дослідження технології виготовлення протеїнових йогуртів збагачених вітаміном Д та біоактивними речовинами грибів *Hericium erinaceus*

3. Перелік питань, які потрібно розробити Актуальність розробки технології виготовлення протеїнових йогуртів збагачених вітаміном Д та біоактивними речовинами грибів *Hericium erinaceus*, аналітичний огляд літератури, методи і методика досліджень, розробка технології і технологічних рішень для виробництва, SWOT-аналіз, рекомендації з охорони праці на виробництві, висновки

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав (дата)	Завдання прийняв (підпис)
I – V	Гончар Ю.М., доц. кафедри ХТГРС	13 вересня 2024	
VI	Зоря М.В., завідувач кафедри цивільної безпеки	20 вересня 2024	

Дата видачі завдання

13 вересня 2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Відмітка керівника про виконання
Вступ	вересень	
Аналітичний огляд літератури	жовтень	
Об'єкти, методика та умови проведення досліджень	жовтень	
Результати досліджень та їх узагальнення	листопад	
Технологічна частина	листопад	
SWOT-аналіз	грудень	
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	грудень	
Висновки	січень	
Список використаної літератури	січень	


Студент/ка

_____ (підпис)

УдОВИЦЬКИЙ Е.К.

(ініціали та прізвище)

Керівник роботи



_____ (підпис)

Ю.М. Гончар

(ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Удовицький Е.К. Розробка технології йогуртів для спортивного харчування з використанням екстрактів рослинного походження. – Кваліфікаційна робота. Кафедра харчових технологій та готельно-ресторанної справи. – Запоріжжя, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2026.

Текст викладений на _____ сторінках, містить _____ розділів, _____ таблиць, _____ рисунків, _____ літературних джерел, _____ додаток.

Метою кваліфікаційної роботи було _____ (навести мету роботи)

У кваліфікаційній роботі виконано(навести стислі висновки по всім розділам).

Ключові слова: протеїновий йогурт, грибів *Hericium erinaceus*.

ВСТУП

У теперішньому суспільстві спостерігається стрімке зростання зацікавлення до здорового способу життя та збалансованого харчування, що, у свою чергу, зумовлює більш активний розвиток ринку функціональних продуктів. Ці продукти мають не лише поживну цінність, але й здатність позитивно впливати на функціонування організму, сприяючи профілактиці захворювань та підтримці загального добробуту. Серед таких продуктів особливе місце займають функціональні молочні вироби, зокрема йогурти, які є доступними, популярними та зручними у споживанні.

Згідно з аналітичними даними міжнародних дослідницьких агентств, глобальний ринок функціональних йогуртів у 2023 році оцінювався в понад 50 мільярдів доларів США, при цьому прогнозується його зростання на 7–8% щорічно впродовж наступного десятиліття. Такий стійкий інтерес зумовлений не лише споживчими трендами, але й зростанням рівня обізнаності щодо ролі харчування у збереженні здоров'я. Особливої популярності набувають протеїнові йогурти, що забезпечують організм якісними джерелами білка, потрібного для відновлення тканин, підтримки м'язової маси та нормального функціонування імунної системи. Так, лише у 2022 році продажі протеїнових йогуртів зросли на понад 20% у країнах Європейського Союзу.

Паралельно з цим, все більше наукових досліджень підтверджують значення вітаміну D у підтриманні кісткової щільності, регуляції імунної відповіді та зменшенні ризику розвитку аутоімунних, метаболічних і навіть психоневрологічних розладів.

За оцінками Всесвітньої організації охорони здоров'я, понад мільярд людей у світі страждають від дефіциту вітаміну D, що робить його додавання до харчових продуктів надзвичайно актуальним. Включення вітаміну D у склад йогуртів — це ефективний спосіб вирішення цієї проблеми, особливо в умовах обмеженого сонячного впливу в зимовий період у північних широтах.

Окрему цінність у складі функціональних йогуртів можуть мати біоактивні компоненти грибів, зокрема *Hericium erinaceus* (їжовик гребінчастий), який останніми роками активно досліджується як джерело нейропротекторних, антиоксидантних та імуномодуючих речовин. Цей гриб містить унікальні сполуки, зокрема геріценони та еринацини, які стимулюють синтез фактора росту нервів (NGF), що має важливе значення для підтримки когнітивного здоров'я та профілактики нейродегенеративних захворювань, таких як хвороба Альцгеймера.

Дослідження засвідчують про те, що регулярне споживання екстрактів *Hericium erinaceus* може покращити пам'ять, зменшити прояви тривожності та депресії, а також посилити здатність до концентрації.

Отже, розробка протеїнового йогурту, збагаченого вітаміном D та біоактивними речовинами грибів *Hericium erinaceus*, є не лише перспективним напрямом наукового дослідження, а й відповідає актуальним запитам ринку та суспільства. Такий продукт поєднує високу харчову цінність, профілактичний потенціал та можливість зміцнення здоров'я споживачів на різних рівнях. Вивчення технологічних аспектів його виготовлення дозволить створити інноваційний функціональний продукт з високою біологічною активністю та стабільними органолептичними властивостями.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Тренди на ринку функціональних продуктів

Ринок йогуртів – це всесвітній бізнес з виготовлення, поширення та реалізації йогуртних продуктів, котрі звичайно готуються з використанням ферментованого молока. Йогурт – це кислий, зазвичай підсолоджений або ароматизований молочний продукт, зроблений шляхом гомогенізації та ферментації пастеризованого молока. Його споживають у різних формах, як-от напої, закуски, замітники їжі, десерти та спортивні напої на основі білка. Переваги для здоров'я від вживання йогурту містять здорове травлення, захист від колоректального раку, профілактику та лікування остеопорозу, ліпшу втрату ваги та жиру, зміцнення імунної системи та пониження високого тиску крові та поганого холестерину. Споживачі ставлять здоровіше харчування на перший план, що змушує їх вимагати більш корисних продуктів, як-от йогурт. Його переваги, зокрема пробіотичні інгредієнти, сприяють травленню та імунній функції, тому вони користуються великим попитом серед споживачів, котрі шукають збалансовані, корисні для здоров'я продукти. Оскільки дедалі більше людей стають непереносимими лактози або переходять на веганський чи безмолочний спосіб життя, на ринку з'являється більше рослинних та безлактозних йогуртів. Ці продукти пропонують ширший спектр дієтичних потреб та смаків, охоплюючи ширші ринкові бази. Крім того, безперервні інновації у смаку, текстурі та форматі допомогли зробити йогурт таким популярним. Від етнічних смаків до функціональних йогуртів, що забезпечують додаткові переваги для здоров'я, ці інновації задовольняють різноманітні вподобання та смаки споживачів, заохочуючи до частого споживання. [\(1\)](#)

Відповідно до даних Cognitive Market Research, європейський регіон, ринок йогуртів з високим вмістом протеїну демонструє стабільне зростання, займаючи значну частку ринку в 32% та прогнозований обсяг ринку в 11,68

мільярда доларів США у 2023 році. Це відображає високий споживчий попит у регіоні на корисні для здоров'я молочні продукти, зумовлений зростанням обізнаності про здоров'я та добре самопочуття. Європа є ключовим гравцем у секторі йогуртів з високим вмістом протеїну, може похвалитися зрілим ринком та розвинутою споживчою базою. Аналіз сегментації підкреслює різноманітність ринку з відмінностями у смакових вподобаннях та очікуваннях щодо харчування в різних країнах. Бренди реагують на ці нюанси, впроваджуючи інноваційні рецептури й смаки. На завершення, європейський ринок йогуртів з високим вмістом протеїну налаштований на стаке розширення. Він підживлюється інтересом споживачів до багатих на поживні речовини та зручних молочних продуктів, що робить його ключовим регіоном у світовому ландшафті(2)

Очікується, що ринок функціональних молочних виробів показуватиме стабільне зростання між 2025 і 2035 роками, зумовлене збільшенням споживчого попиту на багаті поживними речовинами молочні вироби з користю для здоров'я. Ринок оцінювався в 48 600 мільйонів доларів США у 2025 році та, за прогнозами, досягне 74 100 мільйонів доларів США до 2035 року, що відображає сукупний щорічний темп зростання (CAGR) на рівні 4,5% протягом прогнозованого періоду. Декілька факторів сприяють розширенню ринку функціональних молочних виробів. Зростаюча увага до здоров'я кишечника, імунітету та загального самопочуття зумовила попит на пробіотичні йогурти, збагачене молоко та функціональний сир. Крім того, збільшення кількості безлактозних та рослинних альтернатив функціональним молочним виробам, а також інновації в методах збагачення вітамінами, мінералами та білком, ще більше підтримують зростання ринку. Зростаюча популярність молочних виробів з чистою етикеткою та органічних молочних виробів також впливає на тенденції покупок.

Однак, такі проблеми, як коливання цін на молочні продукти, суворі правила щодо заяв про корисність для здоров'я та зростаюча конкуренція з боку рослинних замінників молочних продуктів, можуть вплинути на розширення ринку. Тим не менш, очікується, що прогрес у технологіях переробки молочних

продуктів, збільшення інвестицій у дослідження та розробки, а також розширення каналів збуту створять нові можливості для росту.⁽³⁾

Таблиця 1.1

Статистика європейської індустрії високобілкових йогуртів

Метрика	Значення
Розмір ринку 2025	48,6 млрд доларів США
Ринкова вартість 2035	74,1 млрд доларів США
Сукупний річний темп зростання (2025–2035)	4,5%

Аналіз сучасної наукової та аналітичної літератури свідчить про стабільне зростання інтересу до функціональних продуктів харчування, зокрема до йогуртів із доданою поживною та лікувально-профілактичною цінністю. Світові тенденції демонструють не лише збільшення обсягів споживання йогуртів, але й зсув споживчих уподобань у бік продуктів із високим вмістом білка, пробіотиків, вітамінів і біоактивних речовин. Це зумовлено підвищенням обізнаності населення щодо ролі харчування у збереженні здоров'я, боротьбі з хронічними захворюваннями та покращенні якості життя.

Аналіз сучасної наукової та аналітичної літератури свідчить про стабільне зростання інтересу до функціональних продуктів харчування, зокрема до йогуртів із доданою поживною та лікувально-профілактичною цінністю. Світові тенденції демонструють не лише збільшення обсягів споживання йогуртів, але й зсув споживчих уподобань у бік продуктів із високим вмістом білка, пробіотиків, вітамінів і біоактивних речовин. Це зумовлено підвищенням обізнаності населення щодо ролі харчування у збереженні здоров'я, боротьбі з хронічними захворюваннями та покращенні якості життя.

1.2 Значення вітаміну D для здоров'я

Вітамін D є ключовим гравцем у кальцієво-фосфорному обміні, тому його значення критичне для формування кісток та мінералізації кісткової тканини. Відомо, що нестача вітаміну D може спричинити два метаболічні захворювання кісток: рахіт у дітей та остеомаліцію у дорослих. Крім допомоги у засвоєнні кальцію, активна форма вітаміну D зменшує вивільнення парацитоподібного гормону (ПТГ), надлишок якого призводить до втрати кісткової маси та її крихкості, підвищуючи ризик остеопорозу. Також, вітамін D бере участь у регуляції імунної системи, у процесах розмноження та диференціювання різних типів клітин. Останніми десятиліттями дослідження в лабораторіях та епідеміологічні спостереження показали зв'язок між низьким рівнем вітаміну D та рядом проблем зі здоров'ям, серед яких респіраторні захворювання (інфекції та астма), негативні наслідки вагітності, хронічні хвороби дорослих, такі як остеопороз та серцево-судинні захворювання. На даний момент, клінічні випробування дали обмежену кількість емпіричних підтверджень позитивного впливу вітаміну D, переважно стосовно ризику респіраторних інфекцій та деяких ускладнень вагітності; водночас, наразі є недостатньо даних рандомізованих клінічних випробувань, які б підтверджували його вплив на загальний стан здоров'я, крім здоров'я кісток.

Аналіз нещодавнього огляду ситуації з вітаміном D у світі демонструє поширений дефіцит цього вітаміну, незалежно від показника людського розвитку та географічної широти. В деяких випадках дефіцит вітаміну D зберігається, навіть незважаючи на впровадження програм збагачення продуктів для забезпечення його достатньої кількості в раціоні. На жаль, дані про рівень вітаміну D та поширеність його нестачі переважно базуються на застарілих (>10 років) та/або порівняно невеликих дослідженнях вибіркового зразків, а не на великих репрезентативних популяційних дослідженнях. Попри це, існують вагомі докази, що дефіцит вітаміну D найбільше поширений в Азії, на Близькому Сході та в Африці, а також серед іммігрантів з цих регіонів, які проживають в країнах з вищою географічною широтою. Варто зазначити, що споживання

кальцію в цих регіонах, як правило, низьке, що збільшує ризик рахіту та інших кісткових хвороб, пов'язаних з дефіцитом вітаміну D.

Численні невеликі дослідження в Азії показали, що у більшості немовлят рівень 25(OH)D нижчий за 30 нмоль/л: наприклад, у Туреччині – 51% немовлят, в Ірані – 86%, в Індії та Пакистані – по 61%. В дослідженнях, які не були популяційними, вагітні та/або жінки, що годують грудьми, в Азії та на Близькому Сході також мали високий ризик дефіциту: наприклад, 50% у Туреччині, 45% у Пакистані та 60% в Індії. У таблиці 3 наведено дані про статус вітаміну D для кількох вибраних країн з низьким і середнім рівнем доходу, де є значні дані про 25(OH)D, з використанням Сполучених Штатів як орієнтиру для порівняння.[\(4\)](#)

Вітамін D є важливою поживною речовиною, необхідною для здоров'я людини. Його ключові функції в організмі включають:

Зміцнення кісток: Вітамін D відіграє ключову роль у регуляції рівня кальцію та фосфору в організмі. Він допомагає засвоєнню кальцію з їжі в кишечнику та його утриманні в кістках, що істотно для здоров'я кісток та зубів. Нестача вітаміну D може призвести до остеопорозу у дорослих та рахіту у дітей.

Імунна система: Вітамін D бере участь у регуляції імунної системи. Він допомагає боротися з інфекціями та запаленням, а також може знижувати ризик розвитку хронічних захворювань.

М'язова функція: Вітамін D впливає на м'язову функцію, допомагаючи підтримувати силу та координацію м'язів.

Регуляція клітинного росту: Вітамін D може впливати на процеси клітинного росту та диференціації.

Регуляція рівня інсуліну: Деякі дослідження припускають, що вітамін D може відігравати роль у регуляції рівня інсуліну та зменшенні ризику розвитку діабету. **Захист від серцево-судинних захворювань:** Є дані, що свідчать про те, що вітамін D може впливати на здоров'я серця та судин, знижуючи ризик серцево-судинних захворювань.[\(5\)](#)

Завжди важливо моніторити рівень вітаміну Д у дітей, особливо в тих, хто знаходиться у групі ризику дефіциту, для забезпечення належного росту та розвитку, а також для запобігання серйозним захворюванням.

Слідкувати за рівнем вітаміну D3 у дитини важливо з кількох причин:

Вітамін Д є основним елементом для нормального формування і зміцнення кісток. Він допомагає організму засвоювати кальцій та фосфор, необхідні для побудови здорової кісткової тканини. Вітамін Д підтримує імунну систему, допомагаючи організму боротися з інфекціями та хворобами. Недостатній рівень вітаміну Д може призвести до збільшення кількості застуд, грипу та інших інфекцій у дітей.

Дефіцит вітаміну Д у дітей може бути пов'язаний із підвищеним ризиком розвитку депресії, тривожності та інших психічних розладів.

Низький рівень вітаміну Д може підвищувати ризик розвитку хронічних захворювань, таких як діабет 1 типу, серцево-судинні захворювання та деякі аутоімунні розлади. Вітамін D3 впливає на якість сну, тому його дефіцит може призвести до проблем зі сном у дітей.

Діти з достатнім рівнем вітаміну Д зазвичай мають більше енергії і активності, що сприяє їхньому фізичному розвитку та соціалізації.

Вітамін Д також сприяє нормальному функціонуванню травної системи, що забезпечує кращу абсорбцію інших важливих поживних речовин.

Загалом, підтримка нормального рівня вітаміну Д є важливим для всебічного розвитку дитини, її фізичного, психічного та емоційного здоров'я, а також для зниження ризику розвитку серйозних захворювань у майбутньому. [\(6\)](#)

Для профілактики й лікування дефіциту і недостатності вітаміну D найбільш широко використовують дві його форми — вітамін D2 і D3 .

Менша спорідненість до вітамін-D-зв'язувального білка плазми крові, вища швидкість активних метаболітів, вищий коефіцієнт дискримінації (переважання активності) характерні для вітаміну D3 визначають його більш високу ефективність, що підтверджують і сучасні рандомізовані клінічні дослідження і метааналізи. [\(7\)](#)

1.3 Біоактивні компоненти грибів *Hericium erinaceus* і їх потенціал

Гриб *Hericium erinaceus* – коштовний гриб, знаний своїми потужними біоактивними властивостями. Він демонструє перспективний потенціал як чудовий нейропротекторний засіб, здатний стимулювати вивільнення фактора росту нервів, регулювати запалення, знижувати оксидативний стрес та захищати нервові клітини від апоптозу. Активні сполуки гриба, такі як еринацини та гериценони, були об'єктом досліджень, що доводять їхню нейропротекторну дію. Подальші дослідження та процеси стандартизації харчових добавок, зосереджених на *H.erinaceus*, є важливими для забезпечення ефективності та безпеки захисту нервової системи. Досягнення в методах виділення та характеристики, а також покращений доступ до чистих аналітичних стандартів, відіграватимуть вирішальну роль у досягненні стандартизованих високоякісних харчових добавок на основі *H. erinaceus*.

Нейропротекторна дія стосується здатності речовин або факторів захищати нейрони від пошкодження або загибелі. Мета полягає в запобіганні дегенерації нервових клітин та підтримці належного функціонування нейронів. Нейропротекції можна досягти за допомогою різних механізмів, таких як зниження оксидативного стресу, пригнічення запалення, регулювання апоптозу та покращення функції мітохондрій і кровотоку до мозку. Одним з таких аспектів є нейротрофічна дія, яка стосується здатності речовин або факторів стимулювати ріст, диференціацію та функцію нейронів. Баланс між нейродегенеративними та нейрорегенеративними процесами значною мірою залежить від наявності та активності нейротрофічних факторів, які є важливими для підтримки функціональної організації нейронів. Взаємодіючи з рецепторами на нервових клітинах та впливаючи на їх виживання, синаптичні функції та нейрональну пластичність, ці речовини відіграють вирішальну роль у розвитку, підтримці та регенерації нервової системи. Нейротрофічні фактори, такі як фактор росту нервів (NGF), нейротрофічний фактор мозку (BDNF) та нейротрофічний фактор гліальних клітин (GDNF), можуть підтримувати ріст і розвиток нейронів, а також захищати нейрони від пошкодження та дегенерації. Отже, речовини, подібні до

нейротрофічних факторів або їх індукторів, можуть бути використані в лікуванні нейродегенеративних захворювань

Дослідження вмісту вторинних метаболітів у *H. erinaceus* проводяться з 1990-х років. У 2021 році Ян та ін. виявили аж 102 сполуки, присутні в цьому грибі. Серед цих сполук були органічні кислоти, нуклеотиди та їх аналоги, амінокислоти, вуглеводи та їх похідні, флавоноїди, ненасичені жирні кислоти, терпеноїди, фенольні кислоти, фенілпропаноїди та стероїди.

Дослідження показали наявність низки біоактивних речовин як у плодових тілах, так і в міцелії *H. erinaceus*. Ці речовини можна розділити на дві основні категорії. Перша категорія складається з високомолекулярних сполук, таких як полісахариди, такі як β -глюкани, а також інші полісахариди та поліпептиди, які мають значний вплив на зміцнення імунної системи організму. Друга категорія складається з низькомолекулярних сполук, таких як терпеноїди та полікетиди, включаючи еринацини та гериценони, які проявляють антиоксидантні, протидіабетичні, протипухлинні, протизапальні та гіполіпідемічні властивості, як показано дослідженнями, проведеними Тонгбаєм та ін. та Ратто та ін. Ці сполуки мають здатність взаємодіяти на молекулярному рівні, регулюючи цитокіни, протеїнкінази та фактори транскрипції. Особливо цікаво, що найпоширеніші сполуки, гериценони та еринацини, здатні ефективно долати гематоенцефалічний бар'єр (ГЕБ).

Вони демонструють нейропротекторну та нейротрофічну дію, як *in vitro*, так і *in vivo*, на тваринних моделях пошкодження периферичних нервів, інсульту та хвороби Альцгеймера. *H. erinaceus* може проявляти фармакологічну активність на тканинному, органному та системному рівнях, як свідчать результати дослідження, проведеного Родою та ін.)[\(8\)](#)

На підставі аналізу статті, виданої у Міжнародному журналі молекулярних наук (IJMS), можна зробити ясний висновок: дане дослідження сконцентроване на позитивному впливі гриба *Hericium erinaceus* (також званого як Левова грива) на здоров'я мозку та його функціонування під час старіння

Нейропротекторні характеристики: Ключовий аспект, на якому наголошує стаття, — це наявність у *Hericium erinaceus* нейропротекторних метаболітів. Термін "нейропротекторні" означає, що ці сполуки здатні захищати нервові клітини (нейрони) від ушкоджень, стресу та деградації. У контексті мозку, це може включати захист від оксидативного стресу, запальних процесів або інших факторів, які призводять до загибелі нейронів.

Сприяння нейро-здоровому старінню: Дослідження вказує на те, що ці метаболіти сприяють "нейро-здоровому старінню". Це означає, що їхня дія спрямована на підтримку оптимальної функції мозку протягом усього життя, включаючи старість. Замість того, щоб просто лікувати вже наявні проблеми, акцент робиться на профілактиці та підтримці когнітивних функцій, таких як пам'ять, увага та здатність до навчання, навіть у міру старіння організму. Це може виражатися у підтримці нейронних зв'язків, покращенні нейрогенезу (формування нових нейронів) або оптимізації передачі нервових імпульсів.[\(9\)](#)

Стаття, опублікована на PMC (PubMed Central), досліджує захисну та антиоксидантну дію мікронізованого міцелію гриба *Hericium erinaceus* (Лєвова грива), що позначається як НЕМ. Дослідження проводилося на мишах, яким було введено 1-метил-4-фенілпіридин (МРТР) — речовину, що використовується для моделювання хвороби Паркінсона.

Гриб *Hericium erinaceus* має високу поживну та економічну вартість, а також відомий своїми протираковими, антимікробними, антиоксидантними, імуномодулюючими, нейротрофічними та нейропротекторними властивостями.

Діюча речовина: Важливу роль в антиоксидантному захисті відігравав Ерінацин А — біоактивна сполука, присутня в НЕМ.

Мікронізований НЕМ зміг відновити рівень дофаміну у смугастому тілі мозку мишей, який був значно знижений після обробки МРТР, і це відбувалося залежно від дози.

Було відмічено зниження рівнів малонового діальдегіду (MDA) та карбонільних груп (маркерів оксидативного стресу) у печінці та мозку

мишей, котрі отримували МРТР + НЕМ, у порівнянні з групою, що отримувала лише МРТР.

Активність антиоксидантних ферментів була підвищена після введення НЕМ мишам, які отримували МРТР, також залежно від дози.

Дані дослідження показують, що мікронізований міцелій *Hericium erinaceus*, вирощений методом твердотільної ферментації та оброблений технологією руйнування клітинних оболонок, продемонстрував відмінну антиоксидантну ефективність та захисну дію, зокрема щодо відновлення дофамінових рівнів та зниження оксидативного стресу в умовах, що імітують нейродегенеративні захворювання.[\(10\)](#)

1.4 Технологічні аспекти виготовлення протеїнових йогуртів, збагачених вітаміном D та біоактивними речовинами грибів *Hericium erinaceus*

У розробці передових функціональних продуктів харчування, зокрема, йогуртів з високим вмістом протеїну та збагачених біологічно активними речовинами, технологічні підходи відіграють визначальну роль у забезпеченні стабільності, смаку та корисних властивостей кінцевого продукту. Перспективним напрямком є включення екстрактів гриба *Hericium erinaceus* та вітаміну D до складу йогуртів, що відкриває нові перспективи для створення продуктів харчування з вираженими корисними властивостями для здоров'я.

Важливим етапом технологічного процесу є ретельний вибір та підготовка інгредієнтів. Сироватка, як побічний продукт молочного виробництва, може виступати джерелом азоту для культивування міцелію *Hericium erinaceus*. Це не лише зменшує витрати на вирощування гриба, але й дозволяє отримати готовий інгредієнт для збагачення йогуртів корисними біоактивними компонентами. Міцелій гриба після відповідної обробки можна вводити у йогурти у вигляді порошку, забезпечуючи необхідні нейропротекторні та імуномодулюючі властивості.[\(11\)](#)

Загалом технологія виготовлення протеїнових йогуртів з *Hericium erinaceus* включає кілька важливих етапів, серед яких вирощування гриба, виділення біоактивних речовин та їх безпосереднє додавання до продукту. Відповідно до патентних описів виробництва йогуртів з *Hericium erinaceus*, такі продукти можуть бути створені шляхом змішування молока, цукру та сухих інгредієнтів з подальшою ферментацією за участі лактобактерій. Також важливим є контроль температурних режимів під час ферментації для збереження функціональних властивостей всіх активних компонентів (12).

Крім того, велике значення має вплив технологічних параметрів на реологічні та текстурні характеристики йогурту. Дослідження, яке вивчало реологічні властивості протеїнових напоїв, збагачених *Hericium erinaceus*, показало, що додавання порошку гриба покращує в'язкість та стійкість до механічних впливів кінцевого продукту, роблячи його більш привабливим для споживачів. Більше того, аналіз підтвердив, що біологічно активні сполуки, зокрема еринацини та геріценони, зберігають свою активність навіть після перетравлення, що важливо для забезпечення ефективності продукту. (13)

Іншим важливим технологічним аспектом є інтеграція вітаміну D, адже він є ключовим для підтримки здоров'я кісток та імунної системи. Виробництво йогуртів збагачених вітаміном D, передбачає застосування спеціальних форм вітаміну, які стабільні до впливу температури під час виробництва та зберігання. Сучасні дослідження продемонстрували, що додавання вітаміну D до молочних продуктів забезпечує ефективне заповнення дефіциту цього вітаміну серед споживачів, що особливо актуально в зимовий період у північних широтах (14).

Технологічні аспекти виготовлення йогуртів з *Hericium erinaceus* також вимагають врахування оптимальних параметрів культивування гриба. Суттєве значення має використання технології мікронізованого порошку, що дозволяє досягти високої біодоступності біологічно активних речовин гриба. Це сприяє збереженню активних сполук навіть після термічної обробки продукту, забезпечуючи збереження його лікувального ефекту (15).

Таким чином, розробка технології виробництва протеїнових йогуртів з біоактивними компонентами гриба *Hericium erinaceus* та вітаміном D потребує інтеграції передових біотехнологічних методів. Це забезпечує високу якість та функціональність продукту, який відповідає сучасним вимогам споживачів, що віддають перевагу не лише смачній, але й корисній їжі.

1.5 Технологічні аспекти виготовлення збагачених йогуртів

Основоположним завданням у виробництві збагачених йогуртів є вдосконалення процедур внесення біоактивних речовин, наприклад, вітамінів та мінералів, до молочних виробів. Дослідники наголошують на важливості врахування взаємодії між складниками і їхнього впливу на структуру йогурту. Не менш важливим є збереження активності цих компонентів протягом терміну зберігання йогурту. Для прикладу, щоб утримати біоактивність вітаміну D та інших нестійких сполук, часто використовують технології інкапсулювання, що дає змогу гарантувати їхнє збереження впродовж терміну придатності. Це збільшує ефективність збагачення йогуртів і зберігає їхню харчову цінність, що є суттєвим для функціонального харчування.[\(16\)](#)

Технологічний процес виготовлення збагачених йогуртів також включає аспекти забезпечення мікробіологічної безпеки та контролю якості. Відомо, що пробіотичні культури не лише покращують функціональність йогуртів, але й надають додаткової стабільності продукту, мінімізуючи ризик мікробіологічних порушень. Пробіотики сприяють формуванню корисних бактерій у кишківнику, що позитивно впливає на здоров'я споживачів. Контроль рН та процес ферментації мають вирішальне значення для досягнення оптимальної консистенції та смакових якостей. Дотримання сталих умов ферментації є ключовим для досягнення високих органолептичних характеристик йогуртів, а також для забезпечення їх тривалості зберігання та безпечності вживання.[\(17\)](#)

Мембранні технології, зокрема ультрафільтрація і нанофільтрація, набирають популярності у виробництві йогуртів. Вони дозволяють точніше регулювати склад продукту, зокрема вміст білка, що важливо при виробництві

протеїнових йогуртів. Мембранні процеси також допомагають зменшити синерезис, тобто відокремлення рідини від йогурту, що покращує структуру та стабільність продукту. Завдяки цим технологіям можна істотно підвищити якість йогуртів, зменшивши використання стабілізаторів і консервантів, що відповідає сучасним вимогам до натуральності харчових продуктів.[\(18\)](#)

Крім традиційних методів ферментації, сучасні технології включають застосування природних біоактивних добавок, як-от рослинні екстракти чи екстракти грибів. Це дозволяє не тільки підвищити харчову цінність йогуртів, але й поліпшити їх функціональні властивості. Такі добавки можуть наділяти йогурти антиоксидантними, протизапальними та нейропротекторними властивостями, що робить їх корисними не лише для травлення, а й для загального самопочуття. Включення біоактивних компонентів вимагає ретельного контролю їхньої взаємодії з іншими складниками, оскільки деякі речовини можуть втрачати свою активність при зміні температури чи рН середовища[\(19\)](#) Іншим важливим аспектом є використання різних видів молока та їх комбінацій. Наприклад, суміш коров'ячого і кобилячого молока дозволяє створити продукт з покращеними смаковими та структурними характеристиками. Такі йогурти також можуть містити більше корисних жирних кислот і мікроелементів, що збільшує їхню харчову цінність. Технологічні процеси, пов'язані з використанням різних видів молока, також включають оптимізацію ферментації для забезпечення стабільності продукту та покращення його органолептичних властивостей. Це дозволяє створювати нові варіанти йогуртів, що відповідають вимогам сучасного споживача, зокрема тих, хто шукає корисні альтернативи традиційним молочним продуктам.[\(20\)](#)

Аналіз науково-технологічних аспектів виробництва збагачених йогуртів виявив необхідність комплексного підходу, який включає низку ключових фаз, починаючи від оптимізації складу і закінчуючи впровадженням передових технологій для збереження біологічно активних речовин. Ключовим завданням є забезпечення стабільності активних інгредієнтів, зокрема вітаміну D та біоактивних сполук, отриманих з грибів. Це досягається шляхом використання

методів інкапсуляції та мембранних технологій, що гарантує не тільки довготривале зберігання цих компонентів, але й збереження їх біологічної активності.

Пробіотичні культури, які використовуються у процесі ферментації, відіграють важливу роль у підвищенні функціональних властивостей йогуртів, сприяючи формуванню корисної мікрофлори в організмі та зниженню ризику виникнення мікробіологічних порушень. Окрім того, контроль рівня рН середовища та температурного режиму ферментації дозволяє отримувати йогурти з відмінними органолептичними характеристиками, що важливо для задоволення потреб споживачів.

Мембранні технології, зокрема ультрафільтрація та зворотний осмос, є перспективним інструментом для оптимізації складу йогуртів, особливо коли мова йде про контроль вмісту білка та зменшення синерезису. Ці методи допомагають підтримувати структуру та стабільність продукту, уникаючи потреби у використанні значної кількості стабілізаторів.

Застосування додаткових біоактивних компонентів, таких як рослинні екстракти та грибні екстракти, відкриває нові можливості для виробництва йогуртів з покращеними функціональними властивостями. Проте це вимагає ретельного підходу до взаємодії інгредієнтів та врахування їх впливу на активність та стабільність кінцевого продукту.

Не менш важливим є вибір молока для виробництва йогуртів. Використання різних видів молока або їх комбінацій дозволяє покращити властивості продукту, такі як смак, текстура та харчова цінність, що є важливим для задоволення зростаючого попиту на функціональні продукти.

В цілому, розвиток технологій виробництва збагачених йогуртів є важливим напрямом у харчовій промисловості. Поєднання інноваційних методів з традиційними способами виробництва молочних продуктів дозволяє створювати нові функціональні йогурти, що відповідають вимогам сучасного споживача щодо здоров'я, харчування та збереження біологічної активності інгредієнтів.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Програма досліджень

Перспективним шляхом розвитку сучасних наукових розвідок у сфері харчових технологій є створення нових та оптимізація наявних технологій виготовлення функціональних кисломолочних виробів. Запуск таких продуктів на споживчий ринок посприє збільшенню асортименту здорового харчування, що відповідає запитам споживачів, зосереджених на профілактиці захворювань та зміцненні імунної системи.

Згідно з аналізом літературних джерел було сформульовано ціль дослідження: розробка технології виготовлення йогурту з використанням функціональної біологічно активної сировини – гриба *Hericium erinaceus* (їжовика гребінчастого). Введення екстракту цього гриба до складу йогурту дозволить створити продукт з імуномодулюючими, нейропротекторними та антиоксидантними властивостями, що є вкрай актуальним в контексті здорового способу життя.

На основі аналітичного огляду літератури та сучасних технологічних підходів було визначено такі етапи дослідження:

- створення прототипу йогурту з включенням екстракту *Hericium erinaceus* та проведення сенсорної оцінки отриманих зразків;
- розробка апаратурно-технологічної схеми виготовлення функціонального йогурту з додаванням грибною сировини;
- обчислення енергетичної та поживної цінності готового продукту з метою зіставлення з традиційним (контрольним) йогуртом.

2.2. Схема дослідів

Загальна логіка та структура дослідження подана на рисунку 2.1.

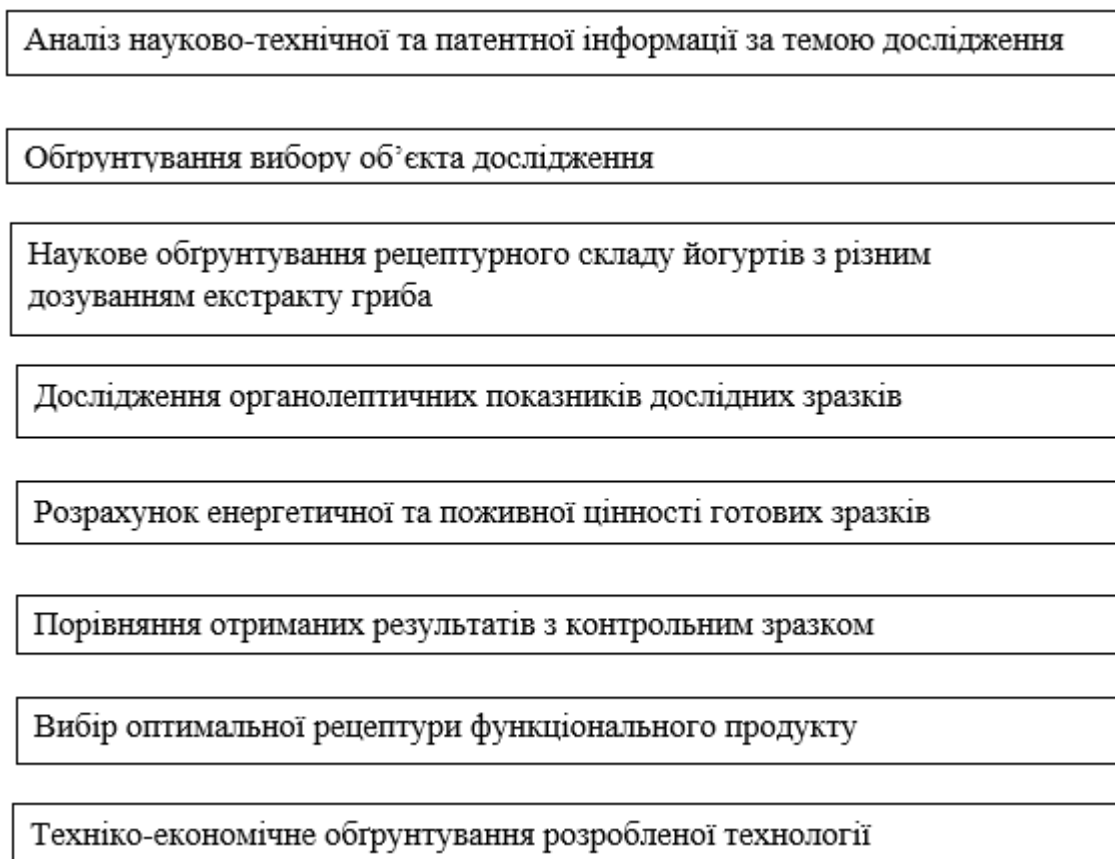


Рис. 2.1 – Загальна схема досліджень

Джерело: власна розробка

2.3. Об'єкти та матеріали досліджень

Об'єктом дослідження є технологія йогурту з додаванням *Hericium erinaceus*.

Технологія йогурту наповнювачем складається з наступних етапів: підготовка сировини, гомогенізація суміші, пастеризація, охолодження, бродіння, пакування, маркування, попереднє зберігання.

Йогурт виготовляють відповідно до загальних технічних умов ДСТУ 4343:2004 [70] та повинен відповідати вимогам цього стандарту. Йогурт виробляють за технологічними інструкціями та рецептурами, що відповідають затвердженим в установленому порядку санітарним правилам для підприємств молочної промисловості.

Матеріали для проведення досліджень повинна відповідати наступним ДСТУ:

-Молоко коров'яче згідно ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови.»;

-Закваски VIVO ДСТУ 7357:2013 – Закваски сухі для кисломолочних продуктів. Технічні умови.

–Вітамін D ДСТУ 4278:2004 – Продукти харчові. Додавки вітамінні. Загальні технічні умови.

-ДСТУ 6016:2008 – Білки рослинні текстуровані. Технічні умови

-ДСТУ 7702:2014 – Продукти переробки грибів. Загальні технічні умов

2.4. Методика та умови проведення досліджень

Для досягнення визначеної цілі в лабораторних умовах було виготовлено дослідні зразки йогурту об'ємом 100 мл, збагачені порошком гриба *Hericium erinaceus*, гороховим протеїном, вітаміном D₃ та закваскою VIVO. Також було зроблено контрольний зразок без функціональних добавок для зіставлення якісних властивостей.

Початковим етапом було приготування молочної основи. Застосовувалося пастеризоване коров'яче молоко з масовою часткою жиру 2,5%, яке заздалегідь підігрівали до температури 42–45 °C на водяній бані. Після охолодження до молока додавали порошок *Hericium erinaceus* у кількості, визначеній рецептурою 0,5 г на 100 мл, а також гороховий білок у кількості 2 г/100 мл, що забезпечувало збільшення харчової цінності зразка.

Вітамін D₃ додавали у вигляді водорозчинного засобу, попередньо дозованого відповідно до денних потреб (1 мкг/100 мл зразка). Далі до зразків вносили суху закваску VIVO (штами: *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*) у кількості, визначеній виробником (1/10 капсули на 100 мл).

Після старанного перемішування суміш розливали в стерильні пластикові чашки об'ємом 100 мл. Сквашування робили термостатним методом при температурі 41 ± 1 °C впродовж 6–8 годин до створення згустку.

Далі зразки охолоджували до 4 ± 2 °C та витримували щонайменше 12 годин для стабілізації структури.

Контроль якості здійснювали після 1 та 7 діб зберігання. Оцінювали органолептичні показники (зовнішній вигляд, консистенція, запах, смак, колір), харчову та енергетичну цінність. Органолептичні властивості аналізували за допомогою профілограми, де кожен параметр оцінювався за шкалою балів.

Профілограма органолептичних показників

Профілограма відображає оцінку зразків за такими категоріями: текстура, смак, аромат, колір, гомогенність. Дані заносили у радарну діаграму, що дозволяло візуально порівняти всі параметри між дослідними та контрольними зразками. Такий підхід забезпечує наочну оцінку сприйняття продукту дегустаторами.

Розрахунок енергетичної цінності

Розрахунок енергетичної цінності здійснювали на основі кількості білків, жирів і вуглеводів у кожному компоненті. За формулою:

$$EЦ = G_p \times 4 + G_ж \times 9 + G_в \times 4,$$

де: G_p — маса білків, $G_ж$ — жирів, $G_в$ — вуглеводів у 100 г продукту.

Загальна енергетична цінність порівнювалася з контрольним зразком, виготовленим лише на основі молока і закваски без функціональних інгредієнтів. Ці дані використовувалися для подальшого обґрунтування функціональної цінності збагаченого йогурту.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ УЗАГАЛЬНЕННЯ

3.1. Результати досліджень

3.2. Узагальнення результатів

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Розробка принципової схеми виробництва

Початковий етап у процесі створення інноваційного протеїнового йогурту з включенням *Hericium erinaceus* (їжовика гребінчастого) та вітаміну D полягає в підготовці усіх необхідних інгредієнтів, котрі будуть застосовані для формування основи майбутнього продукту. Ключовою складовою виступає молочна база, білковий концентрат, екстракт гриба *Hericium erinaceus*, а також вітамін D. Для молочної основи використовується знежирене коров'яче молоко

Особлива увага приділяється підготовці функціонального компонента – гриба *Hericium erinaceus*. Спочатку виконується процес сушіння (при температурі 50–60°C), після чого гриб подрібнюється до порошкоподібного стану. На наступному етапі відбувається екстракція біоактивних речовин. Для цього застосовують водну екстракцію (при температурі 90–95°C упродовж 1–2 годин), що дозволяє вилучити полісахариди, або етанолово-водну екстракцію для вилучення фенольних сполук і терпенів. Отриманий екстракт фільтрується для видалення твердих часток, після чого його концентрують до необхідного об'єму.

Білковий компонент вводиться у вигляді концентрату. В межах даної роботи використовується рослинний білок (гороховий), який розчиняється у попередньо підігрітій до 35–40°C основі при постійному перемішуванні. Для забезпечення кращої розчинності дозволяється короткочасна гомогенізація або введення харчових стабілізаторів.

Вітамін D вноситься у формі мікрокапсульованої добавки. Використовується холекальциферол (D₃), котрий додається у кількості 2,5–5 мкг на 100 г продукту, у відповідності до нормативних рекомендацій. Введення вітаміну здійснюється на завершальному етапі змішування,

безпосередньо перед пастеризацією, з метою мінімізації втрат вітаміну під час термічної обробки.

Отже, результатом першого етапу є однорідна суміш, що містить всі необхідні поживні та функціональні компоненти, підготовлена до наступних етапів технологічного процесу.

Після підготовки ключових складників відбувається етап гомогенізації суміші, що має за мету досягти рівномірного розподілу всіх інгредієнтів та сформувати стійку консистенцію майбутнього йогурту.

Гомогенізація також впливає на текстуру виробу, зменшує ризик розшарування фаз та покращує органолептичні характеристики.

Суміш піддається гомогенізації за температури приблизно 40–45 °C під тиском 15–20 МПа. Внаслідок цього процесу великі молекули жиру, білка та частинки екстракту гриба подрібнюються до мікроскопічного розміру, що дозволяє досягти однорідної маси, стійкої до розшарування. Такий підхід особливо важливий при використанні рослинного білка, який може бути схильний до осідання чи зсідання за недостатньої обробки.

Гомогенізація є критичним етапом також і з погляду збереження функціональності продукту. Рівномірний розподіл біоактивних речовин *Hericium erinaceus* забезпечує більш стабільний фізико-хімічний стан суміші та сприяє їх однаковому вмісту у кожній порції продукту.

Крім того, правильно виконана гомогенізація дозволяє зменшити об'єм осаду та уникнути відокремлення сироватки під час зберігання. Це позитивно впливає як на зовнішній вигляд, так і на сприйняття продукту споживачем.

В результаті цього етапу отримуємо повністю готову до пастеризації суміш із рівномірною текстурою, стійкою до відстоювання, зі збереженими органолептичними та функціональними властивостями.

Пастеризація є ключовим кроком у виробництві функціонального йогурту, адже гарантує мікробіологічну безпеку та подовжує термін придатності. Головна мета цього процесу – знищення патогенних та умовно-патогенних мікроорганізмів, мінімізуючи вплив на харчову та біологічну цінність сировини.

Підготовлену та гомогенізовану суміш піддають термічній обробці при температурі 85–90 °С протягом 5 хвилин. Цей температурно-часовий режим є оптимальним для продуктів із додаванням рослинних екстрактів і білкових концентратів, оскільки дає змогу знизити мікробіологічне навантаження до безпечного рівня, не викликаючи денатурації білків та руйнування активних компонентів екстракту *Hericium erinaceus*.

Після завершення пастеризації суміш швидко охолоджують до температури заквашування — близько 42 °С. Це важливо не лише для попередження розмноження залишкової термостійкої мікрофлори, але й для створення сприятливих умов для росту пробіотичних бактерій на наступному етапі.

Таким чином, пастеризація виконує дві функції: вона гарантує безпечність продукту для споживання та готує суміш до ферментації, зберігаючи її функціональну цінність.

Послідовність етапів виготовлення йогурта за пропонованою технологією представлено на рис. 4.1.

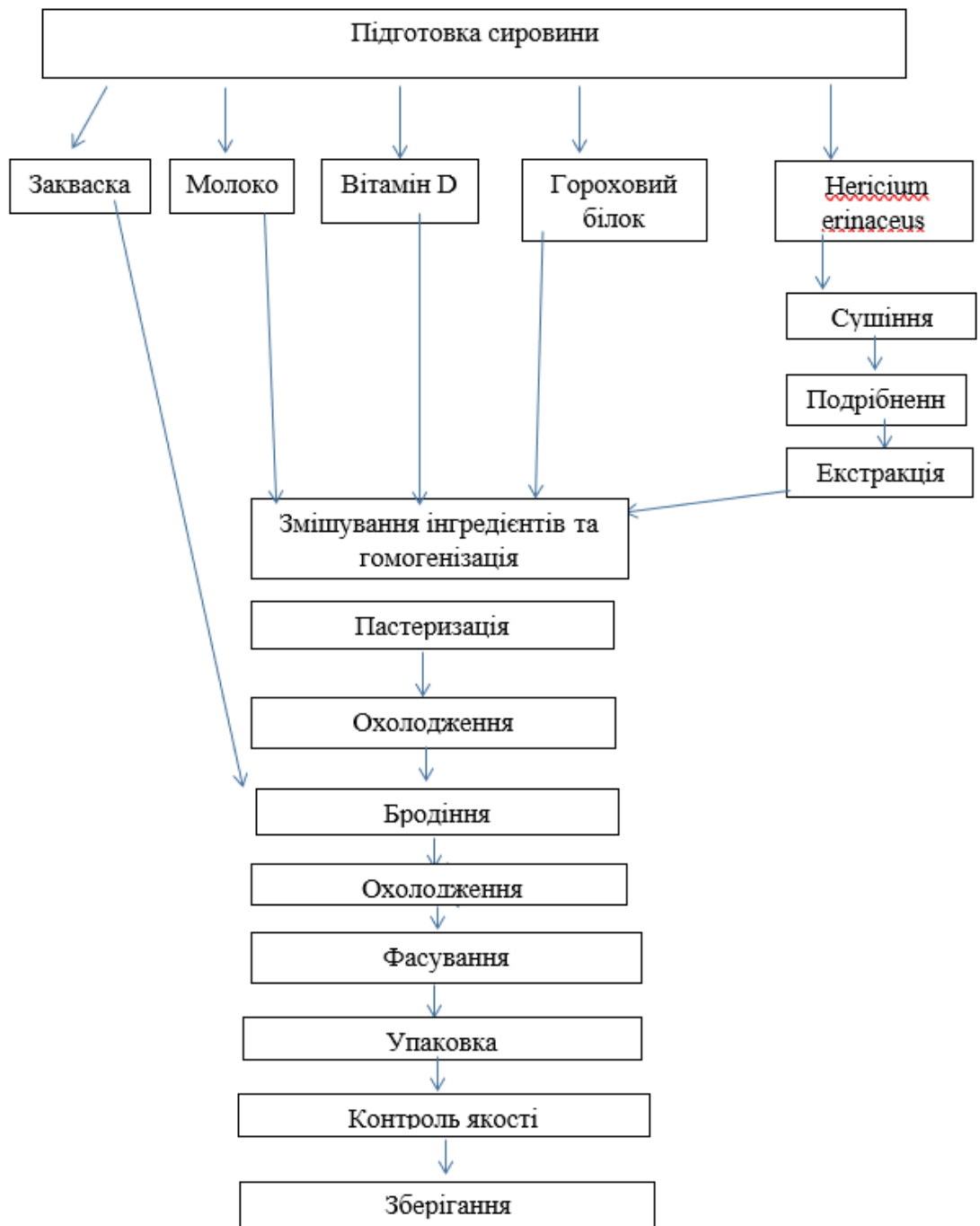


Рис. 4.1. Принципова технологічна схема

Джерело: підготовлено автором

4.2. Опис апаратурно-технічної схеми

Для забезпечення ефективного, гігієнічно безпечного та стабільного виробництва йогурту з додаванням *Hericium erinaceus* було обрано обладнання від провідних світових виробників, котре відповідає сучасним потребам молочної промисловості. Вибір певних марок апаратів обумовлений високими

технічними властивостями, надійністю в експлуатації, а також можливістю інтеграції в автоматизовану лінію.

На етапі приймання та очищення молока використовується Tetra Pak Milk Reception Unit R2-R3. Це приймально-фільтраційний модуль, котрий забезпечує якісне первинне очищення сировини від механічних домішок, стабілізує її температуру та дозволяє готувати молоко до подальшої обробки. Його перевагами є висока продуктивність, автоматизоване СІР-чищення та інтеграція з обліком об'ємів.

Паралельно етапу приймання йде етап обробки *Hericium erinaceus*.

Для отримання функціонального інгредієнта з гриба *Hericium erinaceus*, який вводиться до складу йогурту, необхідно попередньо виконати декілька важливих технологічних операцій: сушіння, подрібнення та екстракцію активних компонентів.

Кожен з цих процесів вимагає застосування спеціалізованого обладнання, яке дозволяє зберегти біологічно активні речовини, забезпечити стандартизовану якість сировини та дотриматись гігієнічних норм харчового виробництва.

На етапі сушіння використовується сушильна система GEA Niro Drying System. Це обладнання забезпечує рівномірне і делікатне сушіння грибної сировини за допомогою контрольованого потоку гарячого повітря. Система дозволяє точно регулювати параметри температури та вологості, що є критично важливим для збереження термочутливих біоактивних компонентів, зокрема полісахаридів та фенольних сполук. Завдяки високій ефективності та автоматизованому контролю, ця сушильна установка широко використовується у фармацевтичній та харчовій промисловості.

Після сушіння здійснюється подрібнення сировини. Для цього застосовується подрібнювач PME від Higeo Tech, який поєднує функціонал млина та мікзера, дозволяючи подрібнювати навіть тверді та волокнисті матеріали до необхідного ступеня дисперсності. Ця модель обладнана сенсорною системою керування, змінними контейнерами та можливістю

адаптувати режим подрібнення до властивостей сировини. Рівномірне та дрібне подрібнення забезпечує високу ефективність наступного етапу – екстракції.

Для вилучення активних компонентів із подрібненого гриба використовується ротаційний випарник TRIPLE 580 L Supercritical CO₂ Extractor . Цей апарат дозволяє проводити екстракцію під зниженим тиском, що зменшує температуру кипіння розчинника та запобігає термічному руйнуванню корисних речовин. Завдяки точному контролю температури, обертів та вакууму забезпечується висока чистота екстракту та є найкращим рішенням для виробництва функціональних інгредієнтів у харчовій та фармацевтичній галузях.

Таким чином, комбінація сушильної системи GEA Niro, подрібнювача ІКА MultiDrive та екстракційної установки Büchi B-850 дозволяє ефективно та якісно підготувати біологічно активний компонент із *Hericium erinaceus* для подальшого введення до складу йогурту. Використання цих апаратів гарантує стабільність технологічного процесу, повторюваність результатів та збереження функціональних властивостей кінцевого продукту.

Для додавання активних інгредієнтів, зокрема екстракту *Hericium erinaceus* і вітаміну D, застосовується високошвидкісний гомогенізатор ІКА ULTRA-TURRAX® UTL 2000. Це обладнання дозволяє рівномірно змішувати активні речовини навіть у невеликих кількостях, забезпечуючи стабільність і гомогенність готового продукту без утворення осаду чи розшарування.

Пастеризація здійснюється на Tetra Pak Pasteurizer D — автоматизованому пластинчастому пастеризаторі, який ідеально підходить для молочної продукції. Його конструкція дозволяє зменшити втрати енергії завдяки теплообміну між вхідним і вихідним потоками продукту, а також гарантує точне дотримання заданих температурних параметрів.

На етапі охолодження до температури внесення закваски використовується Tetra Pak Plate Heat Exchanger PHE 101, який дозволяє швидко знизити температуру молока до необхідного рівня без шкоди для якості продукту. Пластинчаста конструкція теплообмінника забезпечує компактність, ефективність та зручне обслуговування.

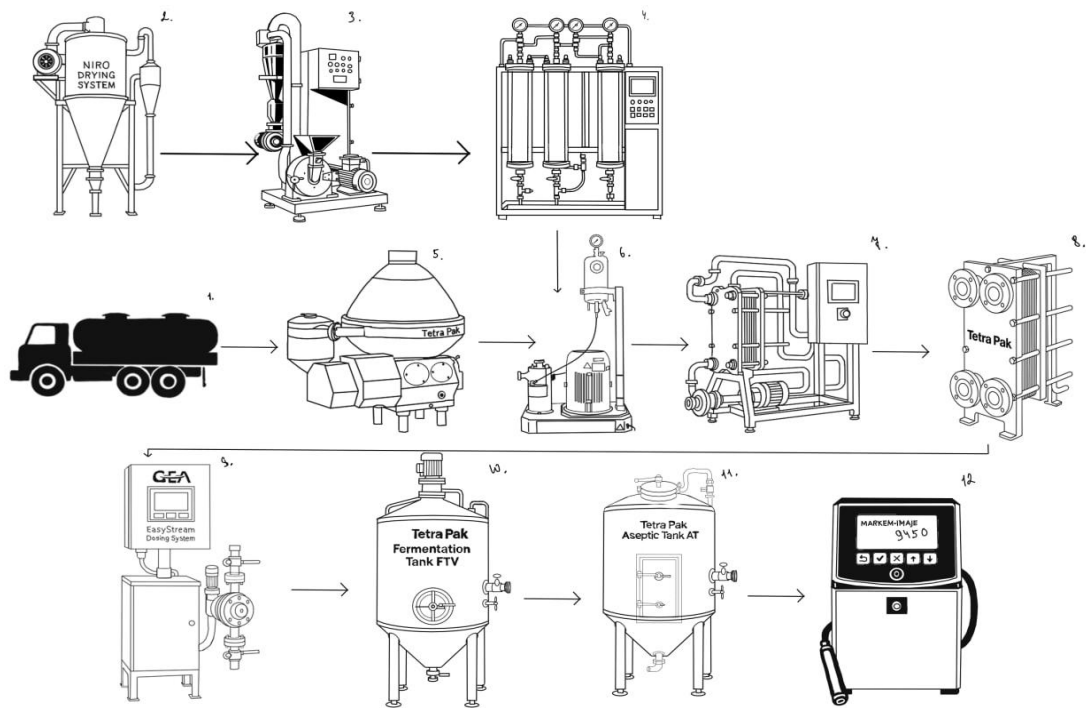


Рис. 4.2. Апаратурно-технологічна схема виробництва

Джерело: підготовлено автором

РОЗДІЛ 5

SWOT-аналіз

У результаті проведеного дослідження було створено 2 таблиці що розкривають головні сильні та слабкі сторони продукції а також її можливості та загрози.

Таблиця 5.1

SWOT-аналіз

Сильні сторони (Strengths)	Слабкі сторони (Weaknesses)
Висока харчова цінність: поєднання білка, вітаміну D та біоактивних речовин грибів.	Висока собівартість виробництва через використання функціональних інгредієнтів.
Інноваційність — поєднання суперфудів і молочного продукту.	Обмежена обізнаність споживачів про користь <i>Hericium erinaceus</i> .
Підтримка імунної системи та когнітивних функцій — ключові тренди у харчуванні.	Складність у сертифікації та науковому підтвердженні властивостей гриба.
Можливість маркування як “функціональний продукт” або “nootropic food”.	Короткий термін зберігання порівняно з сухими добавками чи батончиками.
Потенціал для преміального позиціонування.	Висока чутливість споживачів до смаку та текстури — ризик неприйняття.

Можливості (Opportunities)	Загрози (Threats)
<ul style="list-style-type: none"> • Зростання попиту на функціональні продукти та ноотропи. 	<ul style="list-style-type: none"> • Посилення конкуренції у сегменті протеїнових і функціональних йогуртів.
<ul style="list-style-type: none"> • Тренд на зміцнення імунітету та здоров'я мозку після COVID-19. 	<ul style="list-style-type: none"> • Можливі регуляторні обмеження щодо використання грибних екстрактів у харчових продуктах.
<ul style="list-style-type: none"> • Можливість партнерства з фітнес-брендами, аптеками, wellness-платформами. 	<ul style="list-style-type: none"> • Коливання цін на молочну сировину та біоактивні інгредієнти.
<ul style="list-style-type: none"> • Розширення лінійки — нові смаки, безлактозні або веганські версії. 	<ul style="list-style-type: none"> • Недовіра частини споживачів до “функціональних” або “ноотропних” продуктів.
<ul style="list-style-type: none"> • Експорт у країни з високим попитом на інноваційні харчові продукти. 	<ul style="list-style-type: none"> • Імітація продукту конкурентами з меншими витратами на виробництво.

Обґрунтування

Сильні сторони

Висока харчова цінність — поєднання білка, вітаміну D та біоактивних речовин гриба. Протеїн забезпечує відчуття насичення і підтримку м'язової маси, а вітамін D важливий для здоров'я кісток та імунної системи. Біоактивні речовини *Hericium erinaceus* додають функціональної цінності продукту, створюючи унікальну комбінацію нутрієнтів.

Інноваційність — поєднання «суперфудів» і молочного продукту. Така комбінація рідше зустрічається на полиці й легко привертає увагу ранніх споживачів та медіа. Інноваційний образ полегшує просування й відкриває можливості для PR і позиціонування на ринку здорового харчування.

Потенційний вплив на імунітет та когнітивні функції. Вітамін D допомагає регулювати імунні відповіді, а деякі дослідження і традиційне використання *Hericium* вказують на користь його сполук для нервової системи й концентрації. Це робить продукт привабливим для споживачів, які шукають їжу «для тіла і мозку», хоч будь-які оздоровчі претензії потрібно валідувати науково й юридично.

Можливість маркування як «функціональний продукт» або «nootropic food». Такі ярлики дозволяють чіткіше комунікувати цільову користь і виправдовувати вищу ціну в очах покупця. Однак використання таких маркувань вимагає коректних підтверджень і відповідності регуляторним вимогам.

Потенціал для преміального позиціонування. Унікальні інгредієнти і функціональний ефект створюють підстави для преміальної упаковки, каналів збуту (wellness-магазини, аптеки) і більшої маржі. Це також допомагає будувати лояльність споживачів, які готові платити більше за інновації й доведену користь.

Слабкі сторони

Висока собівартість виробництва через використання функціональних інгредієнтів. Біоактивні екстракти грибів і якісний білковий компонент коштують дорожче, ніж звичайні добавки. Це впливає на кінцеву ціну продукту й може обмежити доступність для масового покупця.

Обмежена обізнаність споживачів про користь *Hericium erinaceus*. Більшість людей не знають про цей гриб і його потенційні властивості, тому не розуміють, чому він додає цінності йогурту. Через це потрібно інвестувати в освітній маркетинг, щоб сформувати довіру.

Складність у сертифікації та науковому підтвердженні властивостей гриба. Для використання таких інгредієнтів у харчовій промисловості потрібні дослідження безпеки, стабільності та дозування. Це займає час і ресурси, а також може затримати вихід продукту на ринок.

Короткий термін зберігання порівняно з сухими добавками чи батончиками. Молочна основа має природні обмеження щодо тривалості

реалізації. Це створює логістичні виклики, потребує холодного ланцюга зберігання та частого оновлення партій.

Висока чутливість споживачів до смаку та текстури — ризик неприйняття. Додавання грибних екстрактів може змінювати аромат або післясмак продукту. Якщо сенсорні властивості будуть навіть трохи незвичними, це може відлякати частину покупців, навіть попри користь.

Можливості

Зростання попиту на функціональні продукти та ноотропи. Все більше споживачів шукають їжу, яка не лише насичує, а й підтримує енергію, концентрацію та імунітет. Такий продукт ідеально вписується в тренд «розумного харчування» й може стати частиною щоденного wellness-раціону.

Тренд на зміцнення імунітету та здоров'я мозку після COVID-19. Люди стали більше звертати увагу на профілактику, психічне здоров'я та баланс харчування. Комбінація вітаміну D і грибних біоактивів прямо відповідає цим новим очікуванням.

Можливість партнерства з фітнес-брендами, аптеками та wellness-платформами. Продукт може продаватися не лише в супермаркетах, а й у спортивних клубах або через онлайн-канали здорового способу життя. Такі колаборації допомагають створити довіру й вийти на більш платоспроможну аудиторію.

Розширення лінійки — нові смаки, безлактозні або веганські версії. Це дає змогу охопити різні групи споживачів — від спортсменів до людей із непереносимістю лактози. Кожен новий варіант підсилює бренд і підвищує лояльність клієнтів.

Експорт у країни з високим попитом на інноваційні харчові продукти. Ринки ЄС, Північної Америки та Азії активно розвивають сегмент «functional food». Вихід на них може стати джерелом значного зростання, особливо якщо продукт має наукову підтримку та привабливе позиціонування.

Загрози

Посилення конкуренції у сегменті протеїнових і функціональних йогуртів. Великі бренди активно розширюють асортимент здорових продуктів, що ускладнює вихід новачка. Без сильної маркетингової підтримки важко зайняти місце на полиці чи привернути увагу споживача.

Можливі регуляторні обмеження щодо використання грибних екстрактів у харчових продуктах. Деякі країни мають жорсткі норми щодо нових інгредієнтів або функціональних заяв. Це може призвести до необхідності додаткових досліджень чи навіть заборони певних форм добавок.

Коливання цін на молочну сировину та біоактивні інгредієнти. Вартість компонентів може змінюватися через сезонність, інфляцію чи перебої в постачанні. Це впливає на прибутковість і стабільність виробництва.

Недовіра частини споживачів до “функціональних” або “ноотропних” продуктів. Деякі покупці скептично ставляться до оздоровчих обіцянок або вважають їх маркетинговим трюком. Для подолання цього потрібна прозора комунікація й підтвердження ефективності.

Імітація продукту конкурентами з меншими витратами на виробництво. Інші бренди можуть швидко скопіювати ідею, використавши дешевші аналоги або спростивши рецептуру. Це розмиває унікальність продукту та тисне на ціну.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ

Шкідливі виробничі фактори:

- **Фізичні:** шум, вібрація, мікроклімат, запиленість, загазованість.
- **Хімічні:** пари та гази, кислоти та луги, хімічні сполуки.
- **Біологічні:** мікроорганізми, бактерії, віруси.
- **Психофізіологічні:** розумове перевантаження, емоційне напруження, монотонність праці.

Небезпечні виробничі фактори:

- Рухомі машини та механізми.
- Підвищена або знижена температура.
- Електрична напруга.
- Вибухові та пожежонебезпечні речовини.
- Падіння з висоти.

Засоби та заходи щодо нормалізації параметрів мікроклімату та чистоти повітря:

- **Вентиляція:**
 - Припливно-витяжна вентиляція з рекуперацією тепла.
 - Місцева витяжна вентиляція над місцями виділення шкідливих речовин.
- **Кондиціонування:**
 - Кондиціонування повітря в літній період.

Пропозиції щодо покращення умов праці:

- **Впровадження автоматизованих систем**
 - 1) Автоматизація процесів завантаження та вивантаження сировини.
 - 2) Автоматизація процесу фасування готової продукції.

- **Ергономічне обладнання:**

- 1) Забезпечення зручного робочого положення.
- 2) Зниження статичного навантаження на м'язи
- 3) Зменшення фізичних зусиль.

- **Психофізіологічні заходи:**

- 1) Проведення виробничої гімнастики.
- 2) Організація зон відпочинку.
- 3) Психологічна підтримка працівників.

ВИСНОВКИ

В рамках виконаної курсової роботи було розроблено та науково обґрунтовано технологію виготовлення протеїнового йогурту функціонального призначення, збагаченого вітаміном D і біоактивними речовинами грибів *Hericium erinaceus*. Такий йогурт поєднує властивості звичного кисломолочного продукту з перевагами збільшеного вмісту білків, мікро- та макронутрієнтів.

У процесі роботи:

Проаналізовано фізико-хімічний, вітамінний і мінеральний склад компонентів рецептури: молока, горохового протеїну, порошку *Hericium erinaceus* та вітаміну D;

Розроблено 4 рецептурних зразки, серед яких оптимальним за сукупністю органолептичних та харчових показників визнано зразок 3 (з додаванням протеїну та грибного порошку);

Доведено доцільність використання гриба *Hericium erinaceus* як джерела біологічно активних речовин (еринацинів, гериценонів) з нейропротекторними властивостями;

Додаткове збагачення вітаміном D дозволяє компенсувати його дефіцит у денному раціоні, що є актуальним для більшості споживачів у помірному кліматі;

Визначено, що продукт відповідає вимогам ДСТУ за органолептичними показниками, має збільшену енергетичну, білкову й вітамінно-мінеральну цінність.

Отже, розроблена технологія має перспективу впровадження в практику виробництва функціональних кисломолочних продуктів і сприяє розширенню асортименту йогуртів оздоровчого призначення, зокрема для людей, що ведуть активний спосіб життя або дотримуються збалансованої дієти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Global Yogurt Market Size, Share, and COVID-19 Impact Analysis, By Type (Greek yogurt, Yogurt drinks, Greek yogurt, Set yogurt, Frozen yogurt), By Category (Unflavoured and Flavoured), By Distribution Channel (Hypermarkets & Supermarkets, Specialty Stores, Independent Retailers), and By Region (North America, Europe, Asia-Pacific, Latin America, Middle East, and Africa), Analysis and Forecast 2023-2033. Spherical insights. 01.05.2025. URL: <https://www.sphericalinsights.com/reports/yogurt-market?> (дата звернення: 11.06.2025).
2. Functional Dairy Products Market. Futuremarketinsights. 31.03.2025. URL: <https://www.futuremarketinsights.com/reports/functional-dairy-products-market> (дата звернення: 12.06.2025).
3. Що призводить до дефіциту вітаміну D у дорослих та дітей?. Dila медична лабораторія. 12.11.2024. URL: <https://dila.ua/blog/defitsyt-vitamihu-d.html> (дата звернення: 12.06.2025).
4. Acceleration of *Hericium erinaceum* mycelial growth in submerged culture using yogurt whey as an alternative nitrogen source. Researchgate. 03.01.2012. URL: https://www.researchgate.net/publication/275990022_Acceleration_of_Hericium_erinaceum_mycelial_growth_in_submerged_culture_using_yogurt_whey_as_an_alternative_nitrogen_source.
5. Rheological Properties and in Vitro Digestion of Protein-Rich Thick Milk Incorporated with *Hericium erinaceus* Powder. Sciopen. 07.03.2024. URL: <https://www.sciopen.com/article/10.7506/spkx1002-6630-20230505-033?>
6. Development of fermented *Hericium erinaceus* juice with high content of L-glutamine and L-glutamic acid. Researchgate. 17.06.2015. URL: https://www.researchgate.net/publication/280975611_Development_of_fermented_Hericium_erinaceus_juice_with_high_content_of_L-glutamine_and_L-glutamic_acid.

7. B-glucans from *Herichium erinaceus* strain BCRC 35669. Fda.gov. 28.09.2023. URL: https://www.hfpappexternal.fda.gov/scripts/fdcc/index.cfm?id=1124&set=GRASNotices&utm_source.
8. Scientific and technical aspects of yogurt fortification. Sciencedirect. 02.03.2015. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213453015000178>.
9. Incorporation of Cyanobacteria and Microalgae in Yogurt: Formulation Challenges and Nutritional, Rheological, Sensory, and Functional Implications. MDPI. 30.10.2024. URL: <https://www.mdpi.com/2673-8007/4/4/103>.
10. How can membrane technology benefit yogurt production?. Dairyfoods. URL: <https://www.dairyfoods.com/articles/98089-how-can-membrane-technology-benefit-yogurt-production>.
11. Tradition and Innovation in Yoghurt from a Functional Perspective—A Review. MDPI. 16.07.2024. URL: <https://www.mdpi.com/2311-5637/10/7/357>.
12. Lion's Mane: Everything You Need to Know. Verywellhealth. 26.08.2024. URL: <https://www.verywellhealth.com/lions-mane-benefits-and-nutrition-profile-7498004>.
13. Health Benefits of Lion's Mane Mushrooms. Webmd. 01.04.2024. URL: <https://www.webmd.com/diet/what-are-the-health-benefits-of-lions-mane-mushrooms>.
14. Pea protein. Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Pea_protein?utm_source.
15. DEVELOPMENT OF HIGH-PROTEIN PLANT-BASED YOGURT FROM OAT, CHICKPEA AND PEA PROTEIN. Researchgate. 02.10.2023. URL: https://www.researchgate.net/publication/379400285_DEVELOPMENT_OF_HIGH-PROTEIN_PLANTBASED_YOGURT_FROM_OAT_CHICKPEA_AND_PEA_PROTEIN.
16. The role of yogurt in food-based dietary guidelines. Oxford Academic. 16.11.2018. URL: <https://academic.oup.com/nutritionreviews/article->

[abstract/76/Supplement_1/29/5185608?redirectedFrom=fulltext&login=false&utm_source.](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0026265X18302820?redirectedFrom=fulltext&login=false&utm_source=)

17. Evaluation of the mineral content in milk and yogurt types using chemometric tools. Sciencedirect. URL: [https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0026265X18302820?utm_source.](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0026265X18302820?utm_source=)

18. Production method for hericium erinaceus yoghurt : пат. CN104222276A Китай. URL: <https://patents.google.com/patent/CN104222276A/en>.

19. Daniel E. R. Global prevalence and disease burden of vitamin D deficiency: a roadmap for action in low- and middle-income countries. The New York Academy of Sciences. 18.08.2018. URL: <https://nyaspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/nyas.13968> (дата звернення: 12.06.2025).

20. Koltai H. Antioxidative Activities of Micronized Solid-State Cultivated Hericium erinaceus Rich in Erinacine A against MPTP-Induced Damages. National Library of Medicine.. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10145912/> (дата звернення: 12.06.2025).

21. Roda E. Neuroprotective Metabolites of Hericium erinaceus Promote Neuro-Healthy Aging. MDPI. 15.06.2021. URL: <https://www.mdpi.com/1422-0067/22/12/6379?>

22. Singh S. Europe High Protein Yogurt Market Report 2025. Cognitivemarketresearch. 01.04.2025. URL: <https://www.cognitivemarketresearch.com/regional-analysis/europe-high-protein-yogurt-market-report?> (дата звернення: 12.06.2025).

23. Vejux A. Neurotrophic and Neuroprotective Effects of Hericium erinaceus. National Library of Medicine. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10650066/?> (дата звернення: 12.06.2025).

24. Щербакова О. О. Вітамін Д та його необхідність для організму. Сміливість АНЦ. 21.12.2023. URL: <https://anc.ua/blog/vitamin-d-ta-yoho-neobkhidnist-dlya-orhanizmu> (дата звернення: 12.06.2025).

25. Технологія виробництва молочних продуктів (В. М. Гнатюк, О. М. Гнатюк, С. В. Гнатюк)

26. Розробка та виробництво йогурту та інших функціональних молочних продуктів (О. О. Білий, В. В. Міщенко, О. В. Омельченко, О. О. Бойко)

27. Йогурт: технологія виробництва та зберігання (В. В. Міщенко, О. В. Омельченко, О. О. Бойко)