

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет харчових технологій та управління якістю продукції АПК

УДК 613.3:637.056:663.911-028.76

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету харчових технологій
та управління якістю продукції АПК

_____ Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО

« ____ » _____ 2025 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

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

_____ Наталія ГОЛЕМБОВСЬКА

« ____ » _____ 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему «Удосконалення технології йогурту з додаванням продуктів
бджільництва»**

Спеціальність **181 «Харчові технології»**

Освітньо –наукова програма «**Нутриціологія**»

Орієнтація освітньої програми **Освітньо-наукова**

Гарант програми, к.т.н., доцент

Людмила ТИЩЕНКО

Керівник кваліфікаційної магістерської роботи

к.т.н., доцент

_____ Людмила ТИЩЕНКО

Виконав

_____ Олександр ЛЯШЕНКО

КИЇВ – 2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет харчових технологій та управління якістю продукції АПК

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри технології
м'ясних, рибних та морепродуктів
_____ Наталія ГОЛЕМБОВСЬКА
« ____ » _____ 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТА
Олександр Михайловичу Ляшенко**

Спеціальність 181 «Харчові технології»
Освітня програма «Нутриціологія»
Програма підготовки Освітньо-наукова

Тема магістерської роботи «**Удосконалення технології йогурту з додаванням продуктів бджільництва**»

Затверджена наказом ректора НУБіП України від “17” січня 2024 р. № 52 «С»
Термін подання завершеної роботи на кафедру 10. 06. 2025 р.

Вихідні дані до магістерської роботи; технологія морозива з комбінованим складом сировини, морозиво, морозиво з комбінованим складом сировини, хімічний склад морозива з комбінованим складом сировини, купажовані олії.

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

Дата видачі завдання “14” квітня 2024 р.

Керівник магістерської роботи

к.т. н., доцент _____

Людмила ТИЩЕНКО

Завдання прийняв до виконання _____

Олександр ЛЯШЕНКО

Зміст

АНОТАЦІЯ	Помилка! Закладку не визначено.
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	7
1.1 Історія виробництва йогурту	8
1.2. Поняття про йогурт сьогодні	11
1.3 Харчове та дієтичне значення йогурту	18
1.4 Використання продуктів бджільництва у молочній промисловості	23
1.5 Обґрунтування використання продуктів бджільництва для удосконалення виробництва йогурту	29
1.6 Біотехнологічний процес підбору закваски за присутності продуктів бджільництва	39
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1	42
Розділ 2.....	44
Постановка експерименту та методи досліджень.....	44
2.1 Організація дослідної роботи.....	44
2.2 Методи проведення досліджень	46
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	59
3.1 Органолептичні показники	59
3.2 Вплив ПБ на кисломолочний процес.....	66
3.3 Визначення стадії внесення продуктів бджільництва в молочну основу	67
3.4 Обґрунтування дози внесення продуктів бджільництва.....	73
Розділ 4. Техніко-економічне обґрунтування	78
ВИСНОВКИ.....	82
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	84

РЕФЕРАТ

У магістерській роботі досліджено удосконалення технології виробництва йогурту шляхом додавання продуктів бджільництва, таких як мед, прополіс та обніжжя. Розглянуто вплив цих компонентів на органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники йогурту, а також їхню роль у підвищенні його біологічної цінності.

На основі експериментальних досліджень визначено оптимальні пропорції додавання бджолиних продуктів для забезпечення найкращих показників якості та безпечності продукту. Розроблено рекомендації щодо вдосконалення технологічного процесу виробництва йогурту з урахуванням сучасних тенденцій у харчовій промисловості.

Магістерська робота складається зі вступу, чотирьох основних розділів, висновку до першого розділу, загальних висновків і списку використаної літератури. Обсяг роботи – 97 сторінок, містить 14 таблиць та 8 рисунків.

Ключові слова: йогурт, продукти бджільництва, мед, прополіс, функціональні продукти, технологія виробництва.

ВСТУП

Останнім часом зростає інтерес до використання натуральних харчових продуктів і дієтичних добавок з користю для здоров'я. незважаючи на цю тенденцію, сьогоднішні полиці магазинів все ще завалені кисломолочними напоями, які створюють штучні наповнювачі, добавки та інші синтетичні інгредієнти. Молочна промисловість може сприяти більшому здоровому та збалансованому харчуванню шляхом покращення харчової цінності та сенсорних властивостей кисломолочних напоїв за допомогою натуральних компонентів та біотехнологічних підходів. Натуральними рослинами для виробництва ряжанки можуть бути продукти бджільництва - мед, обніжжя, трутневий розплід. За допомогою біотехнологічних методів можна підібрати закваску, що забезпечує високі споживчі якості готових продуктів. З давніх-давен відомо, що мед добре поєднується з молоком. Продукти бджільництва, унікальні за своїм складом із точки зору збалансованості за поживністю речовин і низки інших біологічно активних речовин, позитивно впливають на обмін речовин організму, у зв'язку з чим їх можна рекомендувати для дієтичного та лікувального харчування населення, особливо людей похилого віку та тих, що займаються важкою фізичною працею, а також як функціональних продуктів для спортсменів. Серед численних корисних особливостей меду не можна не згадати його антибактеріальні властивості. Вони були доведені ще на початку ХІХ ст. Панкратієм Сумароковим, а пізніше – Стойміром Младеновим і Наумом Іойріш. деякі дослідження довели його дію проти мікроорганізмів, що викликають псування продуктів [1][2]. Таким чином, використовуючи популярність йогурту й унікальну харчову цінність меду, ми розширимо вітчизняний асортимент натуральних кисломолочних напоїв функціонального призначення.

Аналізуючи літературні дані, було з'ясовано, що продукти бджільництва в молочній промисловості останнім часом не знайшли широкого застосування. Трутневий розплід, мед і обніжжя застосовували для удосконалення сирного

десерту, у результаті чого було отримано продукт із високими поживними і поживними властивостями, але сирні десерти не користуються такою популярністю, як кисломолочні напої [3]. За свідченням А.І. Українець, Т.О. Рашевська та Н.В. Пилипенко, додавання меду у вершкове масло в різних кількостях і різними способами призвело до поліпшення його органолептичних властивостей [4]. Також хорватські вчені вивчили вплив меду на ферментаційну діяльність *Lactobacillus Casei* в коров'ячому та козиному молоці, а також бродіння соєвого молока, підсолоджене медом, і довели стимулюючу дію меду на *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus Casei* і *Bifidobacterium Lactis* і пригнічуючу дію – на *Listeria monocytogenes* [5; 6].

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Вважається, що ще 50 мільйонів людей вживали продукти бджільництва. років тому. Це цінна сировина, яка знає людство з давніх часів. До продуктів бджільництва, які застосовуються в зареєстрованих в Україні фармацевтичних композиціях, належать прополіс, стандартизована бджолина отрута, матове молоко, фенольні гідрофобні препарати прополісу, бджолиний обніжжя (квітковий обніжжя) та мед. Використання продуктів бджільництва для лікування визнано ефективним, оскільки вони є природними джерелами вітамінів, мікроелементів, ферментів та інших біологічно важливих речовин.

Дослідники вважають, що додавання меду в щоденну їжу може підвищити стійкість організму до факторів навколишнього середовища, запобігти формуванню синдрому хронічної втоми і депресії, поліпшити розумову і фізичну активність.

Функціональна їжа та здорова їжа привернули особливу увагу наукового співтовариства, оскільки вони не тільки задовольняють фізіологічні потреби організму в їжі, але й їх харчові цілі виходять далеко за межі звичайної концепції їжі. Відповідно до концепції здорового харчування, воно в основному спрямоване на покращення та покращення стану здоров'я населення та продовження тривалості життя людей за рахунок використання продуктів, що містять необхідні інгредієнти. Сьогодні здорове харчування вважається важливим елементом досягнення здорового способу життя. Нерозривний зв'язок між вченими (лікарями та техніками) необхідний для проектування, розробки, виробництва та доставки корисних для здоров'я продуктів харчування для населення.

Виробництво різноманітних молочних продуктів, у тому числі кисломолочних напоїв, для лікувально-профілактичних цілей вимагає пошуку нових природних біологічних добавок і наповнювачів. Цікавим, перспективним і доцільним є використання з цією метою продуктів бджільництва: різних сортів меду та бджолиного пилку.

Використання меду та бджолиного обніжжя як природних солодких біодобавок у виробництві сиркових мас, йогуртів, кефіру та інших кисломолочних напоїв не тільки сприятиме розширенню асортименту лікувально-профілактичних молочних продуктів, а й забезпечуватиме споживачів додатковими вітамінами та мікроелементами. Останнім часом вітчизняна молочна промисловість активно опанувала виробництво широкого асортименту молочних продуктів із функціональним призначенням. До економічно вигідних «молочних основ» для виготовлення лікувально-профілактичної продукції належать молочна сироватка, знежирене молоко та маслянка, зважаючи на їхню невисоку вартість.

Українські науковці отримали кілька патентів на використання продуктів бджільництва в молочній промисловості. Також розроблено нові рецептури із застосуванням апіпродуктів у кондитерській галузі. Усі ці напрацювання підтверджують, що продукти бджільництва сприятливо впливають на споживчі якості, смакові характеристики та лікувальні властивості готової продукції. [7]

1.1 Історія виробництва йогурту

Історія появи йогурту сягає сивої давнини, ще до виникнення письмових згадок. Її початки оповиті міфами й переказами, коли первісна людина інтуїтивно застосовувала елементарні біотехнологічні методи, навіть не усвідомлюючи існування мікроорганізмів чи процесів ферментації у свіжому молоці. У наш час історія йогурту має наукове підґрунтя: проведено безліч лабораторних досліджень, а технології його виготовлення опрацьовані майже до ідеалу. Завдяки розвитку біотехнологій і нанотехнологій з'являються нові шляхи вдосконалення традиційного способу виробництва цього продукту.

Назва "йогурт" походить із турецької мови (тур. yoğurt) і перекладається як "загусле молоко". Стародавні скіфи та інші кочові племена перевозили молоко в бурдюках, прив'язаних до спин тварин — коней чи ослів. У результаті впливу бактерій із навколишнього середовища й шерсті, а також постійного струшування під час

руху, відбувався процес природного бродіння. Так з'являвся густий кисломолочний напій, стійкий до псування та багатий на поживні властивості [8].

На території Балкан з давніх-давен виготовляють йогурт, головним чином із молока овець та буйволиць. Згідно з однією з гіпотез, перші кисломолочні продукти, схожі на сучасний йогурт, почали виготовляти фракійці. Інша версія стверджує, що піонерами були древні болгари, котрі спочатку споживали кумис із кобилячого молока. Після переселення на Балкани та створення Першого болгарського царства, болгари почали розводити овець і готувати кисломолочний напій уже з овечого молока.

У Західній Європі йогурт набув популярності завдяки випадку з французьким королем Людовіком XI, який страждав від тяжкої хвороби. Його зміг вилікувати лікар із Константинополя, принісши балканський йогурт. Король, вражений результатом, посприяв поширенню інформації про цей лікувальний продукт у своєму королівстві.

У різних країнах йогурт має різні назви: в Азії – "катик", у Вірменії – "мацун", у Грузії – "мацоні", а таджикки називають його "чургот". Назва "йогурт", знайома європейцям, має болгарське коріння — "ягурт".

У 1905 році болгарин Стам Григоров, будучи студентом Женевського університету, уперше дослідив мікрофлору болгарського йогурту і науково описав її склад. [10].

Того ж таки 1905 року Мечников, як директор Інституту Пастера, запросив молодого болгарина в Парижі, щоб він прочитав лекцію про своє відкриття перед світилами мікробіології того часу. [11].

У 1907 році в престижному журналі „Ревю медікал дьо ла Романд” [10, 12] були опубліковані результати першого в світі медичного дослідження функціональних властивостей болгарської палички і болгарського кислого молока.

Досліджуючи проблему старіння, Ілля Мечников зібрав статистичні дані з 36 країн і дійшов висновку, що найбільша кількість довгожителів припадає на Болгарію — 4 особи на кожну тисячу населення. Вивчаючи мікрофлору кишківника, він зробив припущення, що секрет довголіття криється в регулярному вживанні болгарами кисломолочного продукту — йогурту, який у Болгарії відомий під назвою „кисело мляко” (у перекладі — „кисле молоко”).

У своїх наукових роботах Мечников популяризував користь болгарського йогурту серед широкої публіки. Протягом усього свого життя він сам щоденно споживав не лише ферментовані молочні продукти, а й чисті культури болгарської палички, вірячи в їхній позитивний вплив на здоров'я і довголіття [13].

У 1907 році паличкоподібну бактерію назвали *Lactobacillus bulgaricus* на честь Болгарії, в якій вона була вперше відкрита і використана, а сферичну — *Streptococcus thermophilus*. [14].

У Європі йогурт став популярним у першій половині ХХ століття, завдяки компанії Данон.

У 1919 році на підставі досліджень Іллі Мечнікова та інших науковців Інституту Pasteur у Парижі іспанець Исаак Карасо створив продукт, а потім і першу у світі фірму з виробництва і продажу йогуртів, яку назвав на честь свого сина Даніеля — „Данон”. Так виникла сучасна індустрія йогуртів [14].

Однак, згодом асортимент їх продуктів розширився і вони стали відрізнятися від класичного йогурту і перетворилися на йогуртові продукти.

В СРСР йогурт з'явився в 20-х роках ХХ ст. Він продавався в аптеках, як лікувальний засіб під назвою ягурт [14].

Формування українського ринку йогуртів розпочалося на початку 1990-х років завдяки приходу іноземних виробників. Це було зумовлено високими фінансовими витратами на запуск виробництва, до якого в той період вітчизняні підприємства ще не були готові. У 2007 році обсяги виробництва йогуртів в Україні становили приблизно 165 тисяч тонн [14].

Втім, за деякими джерелами, перші зразки йогурту з'явилися в Україні ще в 60-х роках ХХ століття. У 1995 році вітчизняне виробництво цього продукту становило 0,7 тис. тонн, що дорівнювало 0,6% від загального обсягу виготовлення кисломолочної продукції [15].

Спершу йогурт виготовляли з молока буйволиць і овець, адже воно має більший вміст сухих речовин у порівнянні з коров'ячим. У процесі переходу на промислове виробництво з коров'ячого молока виникла необхідність або додавати сухе молоко, або ж частково випаровувати зайву вологу.

З часом рецептура класичного йогурту практично не зазнала змін, однак з'явилися нові різновиди цього продукту. Асортимент значно розширився завдяки додаванню різних інгредієнтів — як штучних, так і натурального походження, здебільшого з фруктовими смаками.

Йогурти, як і інші кисломолочні продукти, відіграють важливу роль у харчуванні українців. Вони користуються постійним попитом серед споживачів, що підтверджується офіційними рекомендаціями Міністерства охорони здоров'я України. Згідно з ними, річна норма споживання молока та молочних продуктів на одну особу має становити не менше ніж 380 кг (у перерахунку на молоко), що є одним із найвищих показників серед усіх харчових норм [16].

1.2. Поняття про йогурт сьогодні

Сьогодні, відповідно до чинного Державного стандарту України, йогурт визначається як кисломолочний продукт, що має підвищений вміст сухих речовин та виробляється шляхом сквашування молока спеціальними бактеріальними культурами — *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* і *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*.

У тому ж стандарті передбачено поділ йогуртів залежно від типу закваски, яка використовується у процесі виробництва. Згідно з цим критерієм, виділяють такі категорії:

- **йогурт** — класичний варіант продукту;

- **біойогурт** — продукт на основі йогурту, що додатково збагачений пробіотичною культурою *Lactobacillus acidophilus* у кількості не менш ніж 10 КУО/г до завершення терміну придатності;
- **біфідойогурт** — також йогуртова основа, однак містить *Bifidobacterium* в аналогічній кількості — не менше 10 КУО/г на момент споживання [18].

Залежно від вмісту жиру, йогуртову продукцію поділяють на:

- **нежирні** — з масовою часткою жиру від 0,05% до 1,0%;
- **жирні** — у межах від 1,5% до 6,0%;
- **вершкові** — з вмістом жиру понад 6,0% [18].

Щодо технологій виробництва, застосовують два основні способи:

- **резервуарний метод** — молоко сквашується та визріває у великих резервуарах, після чого готовий продукт фасується у споживчу тару;
- **термостатний метод** — ферментація та визрівання йдуть безпосередньо у споживчій упаковці в спеціальних термостатичних камерах [17, 18].

Термостатний метод виробництва кисломолочних продуктів використовується вже досить тривалий час. Його основною перевагою є збереження однорідної, щільної консистенції готового продукту, яка виглядає традиційно та привабливо [19].

Резервуарна технологія має інші переваги: вона дозволяє автоматизувати процес, зменшити кількість ручної праці, обійтися без використання термостатних камер і тим самим зекономити на виробничих площах. Водночас серед недоліків цієї технології називають те, що кінцевий

продукт може мати не зовсім щільну структуру та дещо рідку консистенцію через порушення згустку [19, 20].

Під час резервуарного способу приготування йогурту, нормалізовану суміш формують за рецептурою з використанням незбираного та знежиреного молока, вершків, сухого молока (знежиреного або незбираного) та цукру [21]. Потім суміш проходить етапи очищення, гомогенізації та пастеризації. Після цього її охолоджують до 40–45 °С і переносять у спеціальні резервуари для ферментації. Закваску (3–5%) готують на основі *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* та термофільних стрептококів. Сквашування триває 2,5–4 години при температурі 40–45 °С до досягнення кислотності 80°Т. Далі продукт повільно охолоджують до 20 °С у резервуарі з одночасним перемішуванням. Якщо планується виготовлення йогурту з наповнювачами, їх додають після охолодження, ретельно перемішують і фасують [22–27].

За **термостатною технологією**, підготовлену суміш з закваскою одразу розливають у споживчу тару, після чого сквашування проводиться безпосередньо в цій тарі при температурі 40–45 °С протягом 3–4 годин. Готовий згусток досягає кислотності 70–80°Т, після чого продукт охолоджують до 4–6 °С. Якщо йдеться про виробництво йогуртів з фруктовими або ягідними добавками, їх додають на стадії змішування після внесення закваски. Щоб уникнути розшарування згустку, фасування необхідно завершити не пізніше ніж за 30–40 хвилин [28].

Йогурт, виготовлений за класичною технологією, зберігає свої властивості при температурі 4–6 °С протягом 36 годин, з яких не більше 18 годин — на підприємстві-виробнику. Однак, з метою подовження терміну придатності, впроваджуються сучасні технології, зокрема «бар'єрні» методи, розроблені науково-виробничим об'єднанням «Лактол». Ці технології базуються на поєднанні факторів, що забезпечують мікробіологічну безпеку та тривалість зберігання кисломолочних продуктів .

Ключовими елементами таких технологій є:

- підвищення температури пастеризації до 90–95 °С з витримкою 5–30 хвилин;
- використання заквасок прямого внесення з концентрацією молочнокислих бактерій 10^{10} – 10^{11} КУО/см³;
- фасування продукту в герметичну тару в асептичних умовах;
- зберігання готової продукції при температурі не вище 6 °С.

Одним із методів подовження терміну зберігання є термізація — теплове оброблення кисломолочних напоїв при температурі понад 60 °С. Це дозволяє зменшити кількість сторонньої мікрофлори, зокрема дріжджів і плісняви, але також знижує вміст корисних бактерій, що впливає на корисні властивості продукту [29].

Застосування стабілізаторів також сприяє подовженню терміну придатності йогуртів до 14 діб, а додаткова термізація згустку — до 30 діб.

Сучасні методи виробництва йогуртів орієнтовані на подовження терміну зберігання продукту без значного погіршення його якості та корисних властивостей.

Існують різні способи значного продовження терміну придатності кисломолочних напоїв:

- заморожування;
- сублімаційне або розпилювальне сушіння;
- зберігання у середовищі інертних газів.

Завдяки цим технологіям, термін придатності йогуртів може бути збільшений з 36–72 годин до 5–30 діб [30].

Особливо популярними стали питні йогурти, десертні варіанти та біойогурти. Сучасні технології передбачають використання стабілізаторів структури та різноманітних наповнювачів.

Стабілізатори — це речовини, які додають до молочних продуктів для зміцнення їх структури та забезпечення стійкості під час зберігання. Ці речовини, відомі як гідроколоїди, мають гідрофільні групи, що взаємодіють з водою. У кисломолочних напоях міститься 86–89% води, з яких вільна волога складає 83–86%, а зв'язана — лише 3–5%. Гідроколоїди утворюють тривимірну сітку, яка зв'язує частину води, покращуючи консистенцію продуктів та роблячи зв'язану воду недоступною для мікроорганізмів.[31, 32, 33].

За хімічною будовою стабілізатори поділяються на полісахариди та білки, а за походженням — на натуральні та штучні. Натуральні стабілізатори можуть бути рослинного (пектин, агар, карагінан, камеді, альгінати, нативні крохмалі) або тваринного походження (желатин). Також використовуються штучні стабілізатори, такі як гідроксиметилцелюлоза [34, 35].

Штучні стабілізатори, які застосовуються в харчовій промисловості, підлягають суворому контролю та мають гігієнічні обмеження, передбачені відповідними нормативними актами [41]. У виробництві кисломолочних продуктів використовуються стабілізатори, які не впливають негативно на процес сквашування, добре розчиняються у молочних сумішах, не погіршують смакових якостей, сприяють підвищенню в'язкості та запобігають виділенню сироватки (синерезису) [26, 21].

Для досягнення бажаної консистенції часто застосовують не окремі стабілізатори, а їх композиції — так звані стабілізаційні системи. Вони діють ефективніше, ніж окремі інгредієнти, оскільки створюються на основі попередніх досліджень щодо смакових та реологічних характеристик кінцевого продукту. Грамотно підібрана комбінація стабілізаторів дозволяє

отримати продукт із стабільною якістю, менш залежною від характеристик сировини [36, 41].

Використання таких систем дозволяє досягти однорідної структури навіть у продуктах з низьким вмістом жиру, а також усунути потребу у збільшенні вмісту сухих знежирених речовин у молоці [36, 42, 43].

Стабілізаційні системи можна додавати кількома способами:

- у сухому вигляді або разом з іншими сухими інгредієнтами при інтенсивному перемішуванні;
- після набухання в невеликій кількості води або молока;
- у розчиненому стані у воді чи молоці.

Етапи технологічного процесу, на яких можна вносити стабілізаційні системи, включають:

- додавання до охолодженої або підігрітої суміші до пастеризації;
- внесення у вже пастеризоване гаряче молоко;
- введення у згусток після завершення процесу сквашування [93].

Деякі гідроколоїди, зокрема камедь ріжкового дерева, гуарову смолу, пектин із високим ступенем метоксилування, карбоксиметилцелюлозу, додають після сквашування, оскільки вони сприяють ущільненню білкової фази. Інші, як-от альгінати, карагінан, пектин, також здатні сповільнювати підвищення кислотності продукту, що позитивно впливає на його зберігання та смакові якості [43, 44].

У деяких країнах законодавство забороняє або обмежує використання стабілізаторів у виробництві молочних продуктів. Зокрема, в Україні згідно із Законом «Про молоко та молочні продукти», у виробництві традиційних

молочних продуктів, таких як масло, сир, сметана, ряжанка, кефір, заборонено використовувати жири та білки немолочного походження, а також будь-які стабілізатори та консерванти .

Технології виробництва йогуртів постійно вдосконалюються, що дозволяє створювати продукти з новими властивостями та споживчими характеристиками. Традиційно йогурт виготовляється з коров'ячого молока, але також використовують овече та козине молоко .

У листопаді 2004 року в Об'єднаних Арабських Еміратах на прилавках магазинів Дубаю з'явився йогурт, виготовлений із верблюжого молока. Розробкою технології займалися фахівці та вчені з Університету ОАЕ. Нові технології дозволяють зберігати всі цінні та корисні властивості верблюжого молока, переробляючи його надлишки на місцевих фермах .

Йогурт із верблюжого молока за зовнішнім виглядом і смаковими якостями схожий на традиційні йогурти з коров'ячого молока. Проте лікувальні та профілактичні властивості верблюжого молока ще не вивчені до кінця, тому можливо, що йогурт із верблюжого молока за деякими показниками перевищує традиційні продукти.

Крім того, йогурти виробляють не лише з молока тваринного походження, але й з рослинної сировини, такої як соєвий білок, зернові та олійні культури. В Україні вперше досліджено вплив деяких продуктів переробки сої, а також технологічних параметрів на накопичення біомаси і кислотності лакто- та біфідобактеріями на соєвому екстракті (соєвому молоці)

Вивчено можливість розвитку симбіотичної закваски йогуртових культур разом із біфідобактеріями в середовищі соєвого молока. Було отримано ферментовані аналоги кисломолочних продуктів, які містять комплекс харчових волокон, характерних для сої. Проведено аналіз харчової та біологічної цінності готової продукції. Розроблено науково обґрунтовану

технологію виробництва ферментованих продуктів із використанням перероблених соєвих продуктів у поєднанні з йогуртовими заквасками та чистими культурами біфідобактерій. [52].

Такі аналоги йогурту рекомендують застосовувати у раціоні людям які страждають на непереносимість лактози [53].

В Індії існує традиційний продукт із молока, відомий як дахі (dahi) — місцевий йогурт. Його виготовляють із коров'ячого чи буйволячого молока, використовуючи для сквашування пробіотичні бактерії *Lactobacillus acidophilus* і *Lactobacillus casei*. Традиційно дахі споживають без додавання наповнювачів, у його натуральному вигляді. У статті Стефана Деніалза “Indian probiotic yoghurt linked to slower diabetes development”, опублікованій на сайті www.nutraingredients.com, розглядаються дослідження Харіома Йадава, які свідчать про те, що дахі має антидіабетичні властивості, що було підтверджено під час експериментів із лабораторними тваринами. Сучасні технології у виробництві йогуртів дозволяють використовувати інноваційні методи пакування. Наприклад, впроваджено фасування в асептичних умовах у спеціальні упаковки з двома відділеннями для окремого зберігання йогурту та наповнювачів, а також інші новітні розробки. Сьогодні попит на йогурти серед споживачів залишається стабільно високим та навіть перевищує пропозицію. Зростання споживання також частково задовольняється завдяки імпорту цього продукту. [54, 55, 56].

Тож, очевидна актуальність створювати пропозицію нових кисломолочних напоїв, а саме, розширювати асортимент йогурту. Це можна зробити за рахунок створення напоїв з продуктами бджільництва.

1.3 Харчове та дієтичне значення йогурту

Харчова та дієтична цінність йогуртів обумовлюється їх хімічним складом. Білки, жири, молочний цукор і мінеральні речовини у йогурті легко засвоюються організмом [39].

Білки відіграють ключову роль у раціональному харчуванні, виконуючи численні важливі функції в організмі. Вони мають пластичну, каталітичну, гормональну, специфічну та транспортну ролі. Білки слугують основою для побудови клітин, її органел та міжклітинних структур, у поєднанні з фосфоліпідами формують каркас біологічних мембран, а також входять до складу всіх ферментів і гормонів. Вони беруть участь у транспортуванні кисню, ліпідів, вуглеводів, окремих вітамінів і гормонів через кров. Специфічні білки відповідають за перенесення мінералів і вітамінів через клітинні та субклітинні мембрани. Білки забезпечують індивідуальну та видовий специфічність, що лежить в основі імунної відповіді та реакцій алергії [20, 57].

Як хімічні сполуки, білки є складними азотовмісними біополімерами, побудованими з амінокислот-мономерів, які з'єднані пептидними зв'язками. Простими білками (протеїнами) називають ті, які під час гідролізу розщеплюються тільки до амінокислот. Складні білки (протеїди) під час гідролізу утворюють як амінокислоти, так і інші органічні або неорганічні сполуки.

Білкові структури формуються із двадцяти різноманітних амінокислот. Організми здатні синтезувати білки з амінокислот. Більшість амінокислот потрапляє в організм з продуктами харчування, проте за недостатнього їх надходження деякі можуть утворюватися в процесах біосинтезу.

Однак вісім із двадцяти амінокислот людський організм не здатен синтезувати самостійно, тому вони називаються незамінними: треонін, лізин, ізолейцин, валін, фенілаланін, триптофан і метіонін. Для дітей до одного року до необхідних амінокислот також відноситься гістидин. Білкові структури формуються із двадцяти різноманітних амінокислот. Організми здатні синтезувати білки з амінокислот. Більшість амінокислот потрапляє в організм з продуктами харчування, проте за недостатнього їх надходження деякі можуть утворюватися в процесах біосинтезу. [58].

Недостатність незамінних амінокислот у раціоні харчування, а також дисбаланс їх складу негативно впливають на синтез білків, що може спричинити розвиток різних патологічних станів в організмі. Отже, у повноцінному харчуванні обов'язково мають бути присутні білки, які є джерелом амінокислот.

Важливу роль у забезпеченні організму людини необхідними речовинами можуть відігравати йогурти [58,59].

Загальний вміст білків у йогурті варіюється в межах від 2,9 до 4%. У складі білків виокремлюють дві головні групи: казеїн і сироваткові білки. Переважну частину білків (78–85%) становить казеїн, який у йогурті присутній у формі казеїн-кальцій-фосфатного комплексу та складається з кількох фракцій [21].

Білки сироватки характеризуються хімічною неоднорідністю, їхня загальна частка складає 15-22% від загального вмісту білків. Основними компонентами сироваткових білків є β -лактоглобулін (7-12%), α -лактоальбумін (2-5%), альбумін сироватки крові (0,7-1,3%), імуноглобуліни (1,9-3,3%) та протеозопептони (2,0-6,0%). Також до складу білків йогурту входять ферменти, окремі гормони та білки, які утворюють оболонки жирових кульок [20].

Останні десятиліття активно досліджується ще один білок, виявлений у молоці, який є основою йогурту, — ангіогенін. Цей білок сприяє утворенню кровоносних судин, пришвидшує загоєння ран і опіків. Вчені кафедри технології молока й молочних продуктів Московського державного університету прикладної біології (МГУПБ) спільно з Інститутом біохімії ім. А. Н. Баха вивчають функціональну роль ангіогеніну, а також методи його виділення з молока та молочної сироватки [60].

Жир у складі йогурту є складною сумішшю триацилгліцеринів, або тригліцеридів. Окрім них, молочний жир містить невелику частку продуктів неповного синтезу чи гідролізу ліпідів, таких як диацилгліцерини (дигліцериди), моноацилгліцерини (моногліцериди) та вільні жирні кислоти. Дигліцериди

становлять від 1 до 1,6% загальної маси гліцеридів жиру, моногліцериди – від 0,2 до 1%. У свіжому жирі вміст вільних жирних кислот зазвичай не перевищує 0,02-0,06% [61, 62].

Молочний жир містить кілька тисяч тригліцеридів, переважно різнокислотного типу (три- та двокислотних). Відомо, що властивості жирів залежать від складу та особливостей розподілу жирних кислот у молекулах тригліцеридів [63].

У складі тригліцеридів молочного жиру ідентифіковано 140 жирних кислот із кількістю атомів вуглецю від 4 до 26. У структурі тригліцеридів більшу частку займають насичені кислоти, рівень яких варіюється в межах 58–77%. Серед насичених кислот домінують пальмітинова, миристинова та стеаринова, а серед ненасичених найбільше представлена олеїнова кислота (у середньому близько 35%) [64].

Вміст біологічно значущих поліненасичених жирних кислот, таких як лінолева, ліноленова та арахідонова, у молочному жирі є відносно низьким у порівнянні з рослинними оліями і становить лише 3-5% [65].

Вуглеводи. За своєю харчовою цінністю вони класифікуються на засвоювані та незасвоювані. Засвоювані вуглеводи підлягають перетравленню, засвоєнню та подальшому метаболізму в організмі. До цієї групи відносяться такі речовини, як глюкоза, фруктоза, цукроза, лактоза, мальтоза, а також альфа-глюконові поліцукриди, до яких належать крохмаль, декстрини та глікоген. Незасвоювані вуглеводи не розщеплюються ферментами травного тракту. Вони представлені рафінозними олігоцукридами та неальфаглюконовими поліцукридами. Ці сполуки можуть піддаватися ферментації мікрофлорою кишечника з утворенням коротколанцюжкових жирних кислот і лактату. [66].

Молоко містить широкий спектр вуглеводів, включаючи моноцукриди, їх похідні, дисахарид лактозу та складніші олігосахариди. У його складі виявлені вільні гексози, такі як глюкоза (5-7 мг%) і галактоза (приблизно 8 мг%). Частина моноцукридів пов'язана з молочними білками. Похідні моноцукридів,

такі як фосфорні ефіри та амінопохідні, знаходяться як у вільній, так і в зв'язаній формах. Фосфорні ефіри моноцукридів відіграють важливу роль у метаболізмі, беручи участь у синтезі лактози та інших вуглеводів молока. Амінопохідні моноцукриди включають аміноцукри, такі як глюкозамін і галактозамін (зазвичай у вигляді ацильних похідних та їх фосфорних ефірів), а також N-ацетилнейрамінову кислоту. Ці сполуки входять до складу вуглеводної частини глікопротеїдів молока, таких як κ-казеїн, імуноглобуліни та лактоферин [67].

Рівень лактози в молоці залишається майже стабільним і становить 4,7-4,8 %. Молочний цукор відіграє надзвичайно важливу роль у технології виготовлення сиру, кисломолочних продуктів та молочних напоїв. Водночас лактоза може виступати фактором псування молока внаслідок його скисання. Усі мікробіологічні процеси бродіння, що відбуваються під час виробництва молочних продуктів, можливі лише за наявності молочного цукру [68].

До їх складу також входить чимало інших біологічно важливих речовин. Біологічна активність кисломолочних напоїв може змінюватися в залежності від використаної сировини та технологічного процесу виробництва. [8].

Завдяки накопиченню вуглекислого газу, молочної кислоти та інших смакових компонентів, кисломолочні продукти сприяють збудженню апетиту, стимулюють секрецію шлункового соку та покращують обмін речовин. В сучасному розумінні йогурт вважається продуктом із пробіотичними властивостями та належить до функціонального харчування, яке сприятливо впливає на організм споживача. Цей позитивний ефект зумовлений присутністю у кисломолочному напої пробіотиків [69,70, 68, 71].

Йогурт є одним із найтипівіших і найпоширеніших кисломолочних напоїв після кефіру, поділяючи ключові властивості цієї групи продуктів. Водночас він має певні переваги у порівнянні з молоком, яке слугує сировиною для його виготовлення. Так, якщо організм засвоює лише третину склянки молока протягом години, то йогурт засвоюється повністю. Дослідження показали, що вживання йогурту сприяє прискоренню процесу

зниження ваги. Окрім того, молочнокислі бактерії, присутні в йогурті, допомагають засвоювати кальцій, необхідний для здоров'я та зміцнення кісток [72].

1.4 Використання продуктів бджільництва у молочній промисловості

Мед, із всіх продуктів бджільництва, набув найпоширенішого використання в кулінарії, традиційній і нетрадиційній медицині, дієтології, геронтології та фармакології [73].

Молочні продукти вітчизняного та закордонного виробника, до складу яких входить натуральний мед, стали все частіше з'являтися на нашому ринку.[74, 75]

Синтетичні ароматизатори, що імітують смак і аромат меду, а також технології виготовлення штучного меду вже добре відомі. Проте з появою продуктів, які містять натуральний мед, постала важлива проблема ідентифікації таких виробів за їх складом та походженням. Особливо це стосується молочних продуктів із додаванням натурального меду, які можуть зазнавати фальсифікації. На сьогодні досі відсутні чіткі параметри для їхньої ідентифікації. У зв'язку з цим актуальним завданням є розробка та стандартизація методів визначення автентичності молочних продуктів, що містять натуральний мед. З метою оцінки натуральності меду в молочних продуктах співробітники кафедри технології молока ВГМХА імені Н.В. Верещагіна провели серію експериментальних досліджень [75].

У натуральному бджолиному меді завжди присутній квітковий обніжжя. Його наявність вдається виявити у самому меді, проте в молочних продуктах із додаванням меду встановити це не завжди можливо. Окрім квіткового пилку, натуральність меду підтверджується присутністю ферментів, таких як діастаза, інвертаза, каталаза та оксидаза. Для кількісного визначення натуральності меду за показником діастазного числа співробітники кафедри технології молока і молочних продуктів розробили колориметричний «Метод визначення діастазного числа меду в молочних продуктах» [76].

Білоакацієвий мед, джерелом якого є акація біла (родина Бобові, Fabiaceae), має у своєму складі такі біологічно активні речовини: ванілін (присутній у 25% зразків), пінобанксин (100% зразків), апігенін (50%), кемпферол (50%), піносембрін (100%), кризин (100%) і акацетин (100%). Аналіз складових цукрів у цьому виді меду відобразив наступне: фруктоза — $42,39 \pm 2,73\%$, глюкоза — $31,93 \pm 2,6\%$, мальтоза — $2,94 \pm 0,98\%$, сахароза — $2,26 \pm 2,63\%$, трегалоза — $0,91 \pm 0,65\%$. Серед органічних кислот у складі було ідентифіковано: пара-гідроксибензойну (у 50% зразків), ванілінову (25%), паракумарову (25%), ферулову (у всіх зразках), транс-коричну (50%) та абсцизову кислоти (виявлену у кожному дослідженому зразку). Характерними маркерами акацієвого меду вважаються ферулова кислота, кількість якої сягає 3,23 мг/кг, та акацетин у концентрації до 1 мг/кг [77].

Мед у виробництві кисломолочних продуктів може слугувати чудовою альтернативою цукровим наповнювачам. Проте на даний момент обніжжя бджолине (ОБ) та трутневий розплід (ММ) не отримали широкого впровадження в молочній промисловості. Це пояснюється браком теоретичних і практичних знань щодо їхньої взаємодії з молочною сировиною, а також недостатнім розумінням їхнього впливу на фізико-хімічні, органолептичні характеристики і біотехнологічні параметри виготовлення продукції. Трутневий розплід та бджолиний обніжжя вирізняються високим вмістом біологічно активних речовин із вираженими лікувальними властивостями. Тому важливо розширити коло наукових досліджень і впровадження продуктів бджільництва у виробництво кисломолочних напоїв. Залучення продуктів бджільництва як інгредієнтів йогурту сприятиме вирішенню актуального завдання сучасної молочної галузі: розробці технологій створення нових комбінованих продуктів зі зниженим вмістом цукру, які мають високу харчову і біологічну цінність. Бджолине обніжжя є складним концентратом з багатьох цінних харчових і лікувальних компонентів. Воно багате білками, вуглеводами, ліпідами, нуклеїновими кислотами, мінеральними речовинами, вітамінами та

іншими біологічно активними сполуками. Лікувальні властивості квіткового пилку відкрили відносно недавно. У 1946 році статистичне дослідження серед довгожителів, віком понад сто років, показало, що більшість із них займалися бджільництвом і регулярно споживали обніжжя. Експерименти свідчать, що 100 грамів обніжжя має сорбційну площу до 100 м², що позитивно впливає на функціонування шлунково-кишкового тракту [78].

Перші біохімічні аналізи підтвердили, що цей продукт містить значну кількість білків, вуглеводів, амінокислот, ферментів та інших корисних сполук [79].

За біологічною цінністю білок близький до білків, які містяться в бобових культурах (квасолі, горосі тощо), а також у картоплі та моркві [80].

У складі жирів пилку виявлені різноманітні кислоти. Привертає увагу високий вміст так званих незамінних ненасичених жирних кислот – лінолевої і ліноленової, а також, різних груп фосфоліпідів. [81, 82]

Обніжжя характеризується високим вмістом фітостеринів, серед яких чільне місце належить Р-ситостерин. У складі його ліпідів знайдені парафінові вуглеводи - трікозан, пентакозан і нонакозан, що входять до складу воскового нальоту листя, стебел, стовбурів і плодів рослин [83, 84].

У ньому виявлено значну кількість вуглеводів (глюкози і фруктози, мальтози і сахарози, полісахариди), крохмаль, клітковину і пектинові речовини, а також, вітаміни (тіамін, рибофлавін, нікотинову і пантотенову кислоти, піридоксин, біотину, фолієву і аскорбінову кислоти, інозит), токоферолі тощо [85]

У складі золи пилку встановлено наявність 28 хімічних елементів: калію, натрію, фосфору, кальцію, нікелю, титану тощо [86].

У пилку міститься значна кількість фенольних сполук – флаваноїдів і фенолокислот. ОБ – нетоксична речовина і не спричиняє алергії.

Трутневий розплід (апілак) є секретом двох алотрофічних залоз: глоткової та верхньощелепної. Воно має пастоподібну консистенцію,

непрозору текстуру та варіює у кольорі від молочно-білого до слабого кремового.

Цей природний продукт є багатим джерелом білків, цукрів, жирів, ліпоїдів, мінеральних речовин та інших компонентів. Водний розчин трутневого розпліду характеризується легким білим відтінком, тоді як його слаболужна форма є прозорою. При зберіганні за кімнатної температури молочко висихає і набуває жовтуватого забарвлення. Білки трутневого розпліду відрізняються високим вмістом незамінних амінокислот. Окрім білкових амінокислот, у складі також присутні вільні амінокислоти, а також аміни та амідні. Одними з основних білкових компонентів є прості білки, зокрема альбуміни та глобуліни, які представлені у майже рівних пропорціях. Крім того, виявлено складні білки: глікопротеїди, ліпопротеїди та нуклеопропротеїди. До їх складу, окрім білкових частин, входять залишки вуглеводів, ліпідів і нуклеїнових кислот. [65].

Деякі білки, що містяться в трутневому розпліді, виявляють ферментативні властивості — вони сприяють гідролітичному розщепленню таких сполук, як сахароза та крохмаль. Трутневий розплід також включає ліпіди, ліпоїдні сполуки, фосфоліпіди, стероли, воски та інші компоненти [54]. Основу ліпідного складу продукту становлять алифатичні жирні кислоти, більшість з яких представлена у вигляді вільних жирних кислот, а рідше — у формі складних ефірів. Особливістю складу є наявність 10-гідрокси-транс-2-деценової кислоти (10H₂DA), яка є унікальним ліпідним компонентом молочка та входить до його антибактеріального комплексу [14,18]. Вуглеводний профіль цього продукту також досить різноманітний — у ньому знайдено глюкозу, фруктозу, мальтозу, ізомальтозу, генціобіозу, туранозу, трегалозу, неотрегалозу та інші цукри [11].

Кислий присмак молочка зумовлений присутністю великої кількості органічних кислот, середній вміст яких становить приблизно 4,8%. Серед них — лауринова, адипінова, бурштинова, пальмітинова, стеаринова, олеїнова,

лінолева, міристинова, ліпоева тощо. Ці кислоти мають важливе біологічне значення та беруть участь у метаболічних процесах [40]. Трутневий розплід містить значну кількість вітамінів групи В, але має низький вміст вітамінів С, Е і D, а також каротину. Мінеральний склад досить різноманітний: виявлено сполуки калію, натрію, кальцію, фосфору, магнію, заліза, марганцю, цинку, хрому, кобальту, міді, нікелю, срібла, золота тощо.

У трутневому розпліді виявлено значні концентрації ацетилхоліну — біологічно активної речовини, яка відіграє важливу роль у передачі нервових імпульсів до органів-мішеней, беручи участь у функціонуванні парасимпатичної нервової системи. Цей компонент сприяє розширенню судин і зниженню артеріального тиску. Також у складі молочка присутній вільний холін, який регулює жировий обмін, запобігаючи розвитку жирової дистрофії печінки та атеросклерозу [130].

Пептиди, отримані з водорозчинних білків трутневого розпліду шляхом гідролізу, показали високий рівень антиоксидантної активності, зокрема в здатності пригнічувати процеси перекисного окислення ліпідів, спричинені комплексами заліза з нитрилотриацетатом [56].

Дослідники встановили, що трутневий розплід не лише пригнічує ріст різних мікроорганізмів, таких як кишкова паличка, стрептококи, туберкульозні палички, стафілококи тощо, але й здатне їх знищувати. Наприклад, дизентерійна амеба гине через 4–5 хвилин, а трипаносома — надзвичайно небезпечний для людини паразит — вмирає в розведенні 1:50000 вже за 4 хвилини [25].

Цікаво, що слабкі розчини трутневого розпліду (1:10000) стимулюють розвиток стрептококів, тоді як більш концентровані (1:1000) мають пригнічувальний ефект [73].

Завдяки своїм біологічно активним властивостям продукти бджільництва (ПБ) можуть широко використовуватись у виробництві молочних продуктів. Вони є цінним джерелом нутрієнтів і добре поєднуються з кисломолочними основами. Зарубіжні дослідження підтверджують

доцільність додавання трутневого розпліду до йогуртів через подібний рівень рН та умови зберігання, що зменшує виробничі труднощі [68].

У дисертаційній роботі Н. А. Семенової описано технології виготовлення кефіру та ацидофільного напою з додаванням меду. Авторка підкреслює, що мед сприяє підвищенню біологічної цінності напоїв, збагачуючи їх вітамінами, мінеральними речовинами, простими вуглеводами та амінокислотами [90].

Кефір — популярний функціональний продукт з приємним смаком, а ацидофільний напій вирізняється високим вмістом пробіотиків. Мед значно покращує їхній смак та текстуру, виступає натуральним заміником цукру, хоча й містить менше вітамінів, ніж трутневий розплід чи обніжжя.

Л. В. Краснікова та її колеги вивчали реологічні властивості десертів на основі молочної сироватки з додаванням меду й зафіксували покращення їхніх органолептичних і структурно-механічних характеристик.

В Україні зареєстровано кілька патентів, які свідчать про застосування продуктів бджільництва в молочній галузі. Серед них — технології виробництва вершкового масла з додатками та сиркових десертів, що мають покращені споживчі властивості [75, 76].

У першому варіанті десерту до складу додавали мед і квітковий обніжжя. У другому — до цих інгредієнтів додатково вводили трутневий розплід. Це значно покращувало функціональні характеристики продукту та підвищувало його харчову цінність. Проте сиркові десерти не мають такої популярності, як йогурти. Вони, виготовлені за традиційною технологією, поступаються йогурту за рівнем пробіотичних властивостей. Крім того, для виробництва йогурту потрібно менше технологічних змін при введенні продуктів бджільництва, ніж для переробки кисломолочного сиру.

Дослідження Chick H та колег виявили, що мед має пребіотичну дію, сприяючи підвищенню життєздатності штаму *Bifidobacterium bifidum* Bf-13 [37].

Схожі результати були отримані Shin і Ustunol. Вони виявили, що додавання меду позитивно впливає на ріст таких штамів, як *B. longum* ATCC 15707, *B. adolescentis* ATCC 15705, *B. breve* ATCC 15700, *B. bifidum* ATCC 29521, *B. infantis* ATCC 15697. Крім того, активізується продукція молочної та оцтової кислот. Цей ефект пояснюється присутністю в меді олігосахаридів.

Мед також демонструє помірну антимікробну активність проти ряду патогенних мікроорганізмів, зокрема *Helicobacter pylori* ATCC 49503, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, а також грибів *Candida tropicalis* ATCC 13803 і *Candida albicans* ATCC 10231. Йому притаманні антиоксидантні й протирадикальні властивості, що зумовлено наявністю фенольних сполук.

Отже, застосування продуктів бджільництва у виробництві йогурту — це перспективний напрям біотехнологій, що дозволяє вдосконалити склад та функціональні властивості молочних виробів. Однак цей підхід вимагає глибокого наукового обґрунтування та детального дослідження.

1.5 Обґрунтування використання продуктів бджільництва для удосконалення виробництва йогурту

Лікувальні властивості продуктів бджільництва вже давно не викликають сумнівів, особливо в контексті їх широкого застосування в апітерапії. Проте у харчовій промисловості головний інтерес викликає їхній вплив на органолептичні властивості та біотехнологічні параметри виробництва, залежно від дозування.

Використання меду як інгредієнта у новому кисломолочному напої дозволяє збагачувати його природними цукрами, що потенційно покращує смак, аромат і текстуру готового продукту.

Бджолине обніжжя (ОБ) було обране як джерело вітамінів у рецептурі нової кисломолочної продукції. Це природний компонент, який унікально поєднує всі необхідні людині вітаміни — як жиророзчинні, так і водорозчинні. У його складі наявні численні біологічно активні речовини: білки,

амінокислоти, цукри, вода, мінерали, жири, органічні кислоти, вітаміни, стерини, леткі сполуки, флавоноїди, вуглеводні, спирти, фосфатиди, фенольні кислоти тощо. Завдяки цьому ОБ виявляє широкий спектр фармакологічної дії, включаючи антиоксидантну, гепатопротекторну, антигіпоксантну, регенеративну активність та здатність стабілізувати клітинні мембрани [99, 220].

Трутневий розплід, у свою чергу, є джерелом білків, жирів, мінералів, вітамінів, стероїдів та гормонів. Воно діє як загальнозміцнюючий засіб, підтримує молодість організму, активізує енергетичні процеси та нормалізує обмін речовин.

Поєднання меду, трутневого розпліду й бджолиного обніжжя з активними компонентами молока формує напій з тонізуючим і профілактичним ефектом.

Для дослідження було обрано акацієвий мед, оскільки він має високу частку фруктози, завдяки чому повільніше кристалізується, ніж, наприклад, соняшниковий. Йому притаманний приємний, м'який смак без гіркоти, легкий аромат, який сприяє апетиту. Колір цього меду світліший у порівнянні з гречаним і тому добре підходить для рецептур кисломолочних продуктів, зокрема йогуртів (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Хімічний склад 100г меду акації

Вода, %	17,0	Ca, мг	25,20
	0		
Зола, %	0,35	P, мг	33,8

Білок, %	0,8	Mg, мг	42,75
Глюкоза, %	29,0	K, мг	101,0 0
Фруктоза, %	43,5	Mn, мкг	301,0 0
Вільні амінокислоти, мг/100г	39,0 1	Fe, мкг	4619, 0
Зв'язані амінокислоти, г/100г	0,86	Zn, мкг	1038, 0

Мед є багатим джерелом легкозасвоюваних цукрів, зокрема глюкози (приблизно 29%) та фруктози (до 43,5%). До його складу входить незначна частка води, а також амінокислоти. Серед макроелементів у 100 грамах меду містяться: кальцій — 25 мг, фосфор — 34 мг, магній — 43 мг, калій — 101 мг. За вмістом макро- і мікроелементів мед трохи поступається лише бджолиному пилку.

Хоча концентрація вітамінів у меді є невисокою, завдяки комбінації з простими цукрами (глюкозою, фруктозою), декстринами, мінеральними речовинами, органічними кислотами та іншими активними компонентами їх біологічна ефективність значно посилюється.

Мікроелементи, присутні в меді, активно беруть участь в обміні речовин, тож додавання меду до йогурту є доцільним для його збагачення.

Антибактеріальні властивості меду також можна використати для продовження терміну зберігання кисломолочних продуктів. Це зумовлено наявністю ферменту глюкозооксидази, який каталізує окиснення глюкози до глюконової кислоти з утворенням перекису водню. У свою чергу, останній розпадається з виділенням атомарного кисню, що пригнічує розвиток небажаної мікрофлори.

Дослідження підтверджують, що мед має помірну антимікробну активність проти таких мікроорганізмів, як *Helicobacter pylori* ATCC 49503, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Candida tropicalis* ATCC 13803 та *Candida albicans* ATCC 10231. Також йому притаманна антиоксидантна дія, яка зумовлена наявністю фенольних сполук [2, 42].

Крім меду, серед інших цінних продуктів бджільництва, що можуть використовуватись у функціональних молочних напоях, слід згадати трутневий розплід й бджолиний обніжжя, їхній хімічний склад наведено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2.

Хімічний склад 100г трутневого розпліду та обніжжя бджолоїни

	Трутневий розплід	Обніжжя бджолоїни
Вода, %	68,00	2,0
Зола, %	1,20	2,89
Жир, %	6,80	5,94
Білок, %	11,00	21,00
Макроелементи, мг		
Ca	7,37	300,0
P	25,1	5650,0
Mg	55,09	463,56
K	549,0	3722,5
Мікроелементи, мкг		
Mn	124,0	24513,0

Fe	1903,0	27911,0
Zn	5,15	42600,0
Вуглеводи,%		
Глюкоза	4,72	18,24
Фруктоза	10,00	22,68
Вітаміни, мг:		
Тіамін (В ₁)	2,06	1,15
Рибофлавін (В ₂)	2,77	2,21
Нікотинова к-та (В ₃)	10,45	2,20
Пантотенова к-та (В ₅)	11,90	0,35
Аскорбінова к-та (С)	2,00	131,53
Амінокислоти		
Вільні, мг	525,45	3170
Зв'язані,г	6,75	8,60

Аналіз зразків трутневого розпліду (ММ) засвідчив високий вміст білка – 13,48%, а також значну кількість моносахаридів: глюкози (4,72%) та фруктози (10,00%). До його складу входять і мінеральні елементи. Зокрема, у 100 г ММ виявлено: кальцій – 7 мг, фосфор – 25 мг, магній – 55 мг, калій – 549 мг. Вміст мікроелементів становив: магній – 124 мкг, залізо – 1903 мкг, цинк – 5 мкг. У складі трутневого розпліду наявні як вільні (>525 мг), так і зв'язані амінокислоти (близько 7 г/100 г).

Серед вітамінів у ММ виділяються тіамін, рибофлавін та аскорбінова кислота — кожен з них представлений у кількості понад 2%. Пантотенова та

нікотинова кислоти перевищують 10%, що свідчить про високу біоактивність продукту.

Пантотенова кислота (вітамін В5) регулює обмінні процеси, сприяє зростанню та розвитку організму, а також бере участь у синтезі глюкокортикоїдів у корі надниркових залоз [45]. Нікотинова кислота, своєю чергою, допомагає контролювати рівень холестерину та глюкози в крові, забезпечує антиоксидантний захист, який за ефективністю прирівнюється до аскорбінової кислоти [38].

Бджолине обніжжя (ОБ) характеризується високим вмістом жирів (6,8%) і білків (11%), а також є цінним джерелом вітамінів: тіаміну (1,15 мг), рибофлавіну (2,21 мг), нікотинової (2,20 мг), пантотенової (0,35 мг) та аскорбінової кислоти (132 мг). Загальний вміст амінокислот у ОБ сягає 9 г на 100 г продукту. Близько 40% маси складають редуційні цукри — глюкоза і фруктоза.

Мінеральний склад обніжжя вражає: кальцій – 300 мг, фосфор – 5650 мг, магній – 464 мг, калій – 3723 мг. Марганцю та заліза міститься понад 24 мг кожного, а цинку — понад 42 мг/100 г.

Незважаючи на високу харчову й біологічну цінність молочних продуктів, в них спостерігається дефіцит вітамінів, особливо вітаміну С [8]. Цей недолік поглиблюється під час термічної обробки (наприклад, пастеризації), оскільки аскорбінова кислота нестійка до нагрівання. Таким чином, доцільним є збагачення йогуртів вітамінними компонентами, такими як бджолине обніжжя.

Окрім вивчення хімічного складу, проведено також оцінку відповідності продуктів бджільництва чинним нормативним документам України. Проаналізовано органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні показники та безпекові характеристики. Результати наведено в таблицях. Інформація щодо споживчої придатності, наявності ознак бродіння (прокисання) та механічних домішок представлена у таблиці 1.3.

Органолептичні властивості продуктів бджільництва

Показник	Мед	Трутневий розплід	Обніжжя бджолине
Колір	Жовтий	Світло-жовтий	Рябий
Смак	Солодкий, ніжний, приємний, без присмаку гіркоти	Кислуватий, пекучий	Специфічний, характерний
Аромат	Приємний, ніжний без сторонніх запахів	Специфічний з медовим відтінком	Специфічний, характерний
Консистенція	Рідка, в'язка	Сметаноподібна	Тверді крупки.
Бродіння	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Механічні домішки	Не виявлені	Не виявлені	Не виявлені

За результатами дослідження органолептичних показників меду, трутневого розпліду та бджолиного пилку встановлено, що всі продукти бджільництва відповідають вимогам чинного ДСТУ. Колір, смак, аромат та консистенція кожного з продуктів були характерними для відповідного виду і не мали відхилень від нормативних показників. Консистенція досліджуваних зразків мала типовий вигляд: мед характеризувався як в'язкий, трутневий розплід — середньої густоти, подібної до сметани, а бджолине обніжжя — сипке, крупчасте. Ознак бродіння або наявності механічних домішок у жодному з продуктів не зафіксовано.

Фізико-хімічні показники цих продуктів дають можливість оцінити їх придатність для використання у складі харчових продуктів (табл. 1.4).

За результатами вивчення фізико-хімічних характеристик продуктів бджільництва встановлено, що всі показники перебувають у межах допустимих норм, а деякі навіть перевищують їх. Наприклад, згідно з ДСТУ «Мед натуральний», мінімальний вміст проліну повинен бути не менше 300 мг/кг, тоді як у досліджених зразках меду цей показник складав 372 мг/кг. Крім того, мінімально допустимий вміст відновлювальних цукрів у меді першого ґатунку перевищував норматив на 4%. Мікробіологічні аналізи були проведені для трьох продуктів бджільництва, хоча для меду такі норми не встановлені. Результати досліджень наведені у таблиці 1.5.

Таблиця 1.4

Фізико-хімічні показники продуктів бджільництва

Показник	Мед	Трутневий розплід	Обніжжя бджолине
Концентрація водневих іонів (рН)	3,96	4,4	4,5*
Масова частка, %:	20,0	33,0	90,0

сухої речовини			
деценових кислот	-	3,0	-
сирого протеїну	0,042	38,0	22,9
відновлювальних цукрів	73,0	20,0	47,3
Сахароза, %	6,5	5,0	4,0
Антимікробна активність, мг/см ³	30,0	14,0	-
Діастаз не число, од. Годе	9,0	-	-
Гідроксиметилфурфурол, мг/кг	20,0	-	-
Пролін, мг/100г	37,2	600	2080
Наявність паді	немає	-	-
Флавоноїди, %	-	-	4,5

* – 2%-ний водний розчин обніжжя бджолиного.

Таблиця 1.5

Мікробіологічні дослідження продуктів бджільництва

Показник	Мед	Трутневий розплід	Обніжжя бджолине
Загальна кількість аеробних мезофільних і фа-культативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО/г	Не виявлено	10,0	$4 \cdot 10^2$

Плісняві гриби, КУО/г	Не виявлено	50,0
Дріжджі, КУО/г	Не виявлено	29,0
Патогенні бактерії (<i>Salmonella</i>), в 50г	Не виявлено	
БГКП, в 0,1г	Не виявлено	

Мед і трутневий розплід характеризувались високою якістю за мікробіологічними показниками. Бактеріальна обсіменінність бджолої обніжки була в допустимих межах.

Особливу увагу приділяли показникам безпеки. Результати дослідження ПБ на вміст важких металів показані в табл. 1.6.

Вміст токсичних елементів в продуктах бджільництва

Показник	Мед	Трутневий розплід	Обніжжя бджолине
Миш'як, мг/кг	0,1	0,5	-
Свинець, мг/кг	0,93	-	-
Кадмій, мг/кг	-	0,01	-

За показниками безпеки найкращі результати показало бджолине обніжжя. У меді та трутневому розпліді виявлено важкі метали: мед містив миш'як у кількості 0,1 мг/кг та свинець — 0,93 мг/кг, а трутневий розплід — миш'як 0,5 мг/кг і кадмій 0,1 мг/кг. Відповідно до нормативних вимог, допустимий вміст миш'яку не повинен перевищувати 0,5 мг/кг, свинцю — 1,0 мг/кг, а кадмію — 0,05 мг/кг у досліджуваних продуктах. Таким чином, проаналізовані зразки відповідають стандартам і можуть бути використані в біотехнологічних процесах виробництва йогурту.

1.6 Біотехнологічний процес підбору закваски за присутності продуктів бджільництва

Біотехнологічний процес є ключовим етапом у виробництві йогурту, що визначає його високу біологічну, споживчу та функціональну цінність. Особливу увагу приділяють цьому процесу, коли до складу продукту вводять нетрадиційні компоненти, які можуть впливати на перебіг біотехнологічних реакцій.

Цей процес передбачає підбір мікробіологічних агентів, які забезпечують ферментацію молока та правильне сквашування. Закваски, або заквашувальні препарати, представляють собою комплекси мікроорганізмів,

які здійснюють ферментацію молочної сировини для отримання кисломолочного згустку йогурту.

Підбір чистих культур мікроорганізмів та оцінку їх властивостей проводять спеціалізовані мікробіологічні лабораторії при науково-дослідних установах і виробничих центрах. Вони також займаються селекцією, виділенням нових промислових штамів і створенням симбіотичних сумішей культур.

Заквасочні культури бувають одноштамові, що містять штами одного виду, та багатоштамові, які поєднують різні за властивостями і видами штами.

При виборі культур для кисломолочних продуктів враховують біохімічні, медико-біологічні та мікробіологічні характеристики штамів. Особлива увага приділяється органолептичним властивостям: мікроорганізми мають формувати згустки з приємним смаком та ароматом, з оптимальною консистенцією — міцні, помірно в'язкі і здатні утримувати сироватку.

Важливими параметрами є гранична кислотність штамів і швидкість зброджування лактози. Цінуються штами, що швидко формують згусток із помірною кислотністю. Також до заквасок відбирають штами, які пригнічують розвиток умовно-патогенної мікрофлори, є стійкими до бактеріофагів та антибіотиків, а також сумісними між собою при спільному культивуванні. Для пробіотичних культур, які застосовують у функціональних продуктах, існують додаткові вимоги: стійкість до шлункового соку, жовчних солей, фенольних сполук і низького рН — необхідних умов для виживання при проходженні через верхні відділи шлунка.

Пробіотики повинні володіти адгезивними властивостями до слизової кишкової, бути антагоністами щодо шкідливої мікрофлори, зокрема патогенної та умовно-патогенної. Також оцінюють їх здатність синтезувати вітаміни та ферменти.

Використання нетрадиційних пробіотичних штамів кишкового походження потребує додаткових досліджень на безпеку, зокрема на відсутність патогенності, оскільки існує ризик зараження патогенними

мікроорганізмами. Крім того, такі штами зазвичай мають низьку технологічність і вимагають селекційної роботи для адаптації до молочного середовища та росту в умовах наявності кисню.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

1. Історія розвитку виробництва йогуртів у світі та в Україні свідчить про постійне зростання їх популярності. Поряд із класичною технологією з'являються удосконалені методи виробництва, які базуються на сучасних досягненнях біотехнології. Асортимент йогуртів і їх споживчі властивості розширюються завдяки додаванню різноманітних збагачувальних компонентів.

2. Завдяки хімічному складу молочної основи й пробіотичним культурам, що містяться в йогурті, він займає провідне місце у сучасних концепціях здорового харчування. Водночас, через високотемпературну обробку молока в процесі виробництва відбуваються втрати вітамінів та мінералів у готовому продукті. Використання продуктів бджільництва дозволяє покращити хімічний склад йогурту, а також його фізико-хімічні і органолептичні властивості.

3. Продукти бджільництва мають специфічні бактерицидні властивості, які можуть впливати на мікроорганізми не лише як поживні речовини, а й як інгібітори їх росту.

4. Використання продуктів бджільництва у виробництві йогурту базується на їх унікальному хімічному складі та лікувальних властивостях. Вони є потужним джерелом природних біологічно активних речовин, які не мають аналогів.

5. Мед містить велику кількість легкозасвоюваних вуглеводів — глюкози (29%) та фруктози (43,5%), а також невелику кількість води і амінокислот (менше 1 г на 100 г меду). Мікроелементи, такі як кальцій, фосфор, магній та калій, присутні у концентраціях 25, 34, 43 та 101 мг на 100 г меду відповідно. Хоча мед бідний на вітаміни, ті, що містяться, мають високу фізіологічну активність.

6. Обніжжя бджолине — це унікальний природний продукт, що містить всі необхідні для організму людини вітаміни, як водорозчинні, так і жиророзчинні. Серед них — тіамін (1,15 мг), рибофлавін (2,21 мг),

нікотинова кислота (2,20 мг), пантотенова кислота (0,35 мг), аскорбінова кислота (132 мг). Обніжжя багате на жири (6,8%) та білки (11%). Загальний вміст амінокислот складає близько 9 г на 100 г продукту. Понад 40% обніжжя становлять редуційні цукри — глюкоза і фруктоза. Також продукт має високий вміст кальцію (300 мг), фосфору (5650 мг), магнію (464 мг) і калію (3723 мг). Вміст марганцю і заліза перевищує 24 мг, а цинку — понад 42 мг.

7. За результатами оцінки відповідності продуктів бджільництва чинним нормативним документам України було встановлено, що органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні показники та показники безпеки продукції відповідають вимогам ДСТУ 3127, ДСТУ 4497 та ДСТУ 4666.

Розділ 2.

Постановка експерименту та методи досліджень

2.1 Організація дослідної роботи

Теоретичні та практичні дослідження проводились переважно в Національному університеті біоресурсів та природокористування України у рамках науково-дослідної теми 2006–2009 рр. «Розробка молочних продуктів з продуктами бджільництва» (номер державної реєстрації 0107U002457). Частина експериментальних робіт здійснювалась на базі відділу аналітичних досліджень та якості харчової продукції Інституту продовольчих ресурсів Національної академії аграрних наук.

Розробка концепції біотехнології йогурту з натуральними продуктами бджільництва проходила у кілька етапів. На першому етапі було проведено аналіз біотехнологічних процесів у молочній промисловості та визначено найбільш перспективні для подальших досліджень. Також здійснено патентний пошук для вивчення існуючого досвіду застосування продуктів бджільництва у молочній галузі.

Експериментальна частина полягала у плануванні й оптимізації рецептури та біотехнології виготовлення йогурту, збагаченого продуктами бджільництва.

Дослідження виконувались за схемою, наведеною на рисунку 2.1.

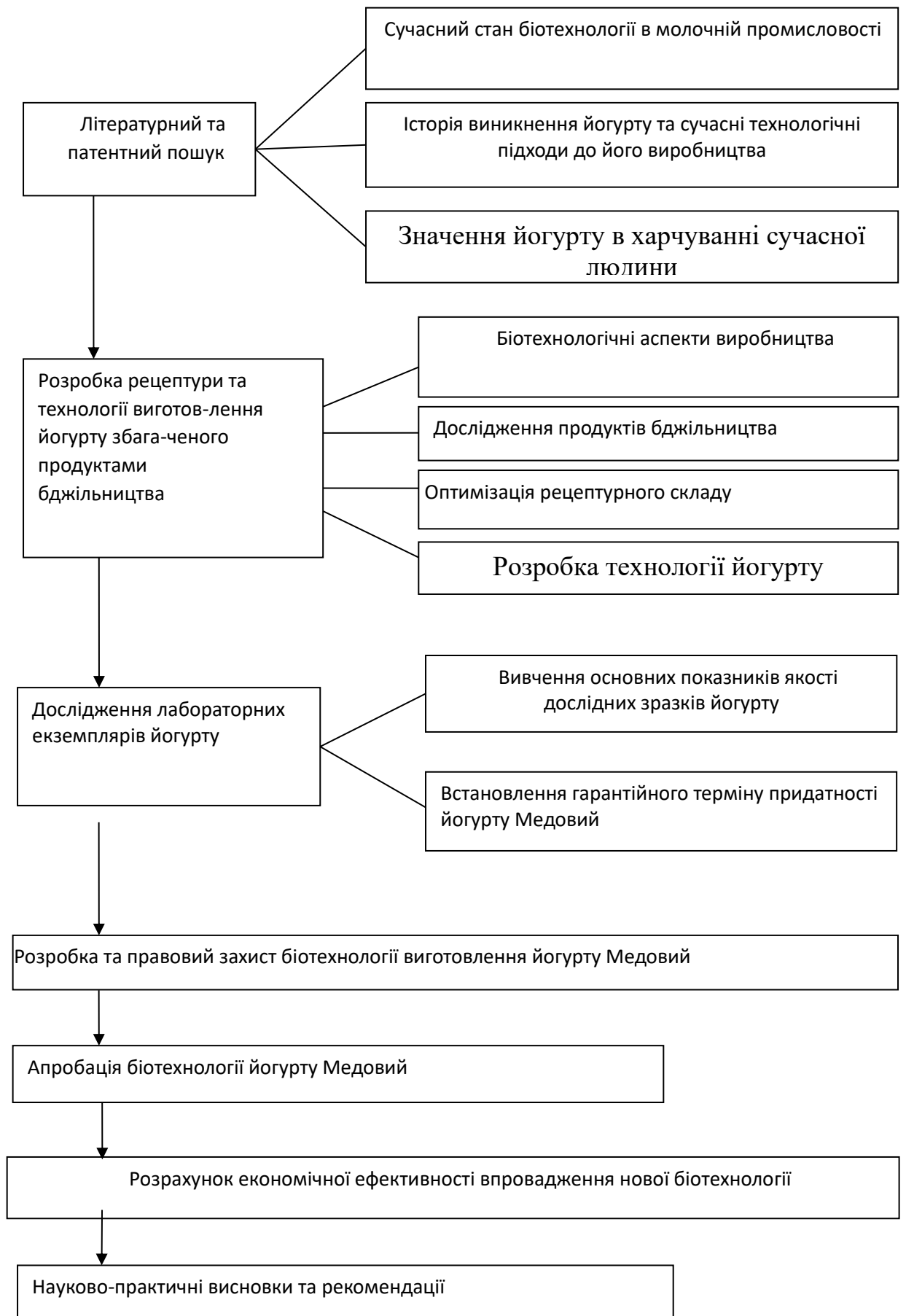


Рис.2.1 Схеми проведення досліджень

Об'єкти та методи дослідження

Об'єктами дослідження були контрольні та дослідні зразки кисломолочних продуктів, виготовлені за класичною технологічною схемою виробництва кисломолочних напоїв. Відмінність між зразками полягала у якісному та кількісному складі заквашувального препарату, а також у кількості внесених збагачувачів. Всі зразки виготовлялися в однакових лабораторних умовах із використанням однорідної сировини.

Сировина для виготовлення експериментальних зразків:

- Коров'яче незбиране молоко, що відповідає вимогам ДСТУ 3662;
- Вершки та знежирене молоко, отримані з коров'ячого молока згідно з ДСТУ 3662;
- Сухий бактеріальний препарат термофільних молочнокислих стрептококів (ТУ 10-022-02-789-65-91);
- Сухий бактеріальний препарат ацидофільної палочки (ТУ 10-02-02-789-66-91);
- Сухий бактеріальний препарат (ТУ У-10.5-37392.286-001:2012);
- Натуральний прикарпатський мед згідно з ДСТУ 4497 з стабільним якісним складом протягом експерименту;
- Трутневий розплід бджолине згідно з ГОСТ 28888;
- Бджолине обніжжя згідно з ДСТУ 3127;
- Білий цукор згідно з ДСТУ 4623/ГОСТ 3636.

Методи дослідження:

- Відбір проб і підготовка до аналізу — за ДСТУ ISO 707-2002, ГОСТ 9225, ДСТУ 4834:2007;
- Органолептична оцінка — за десятибальною шкалою, рекомендованою В.П. Шидловською [113];

- Визначення вмісту вологи та золи — за ГОСТ 3626-73 та ГОСТ 5901-87;
- Масова частка жиру — за ГОСТ 5867-90;
- Визначення масової частки білка — за ГОСТ 23327-78;
- Титрована кислотність — за ГОСТ 3624;
- Визначення температури та маси молока і молокопродуктів — за ДСТУ 6066:2008;
- Умовна в'язкість — за допомогою віскозиметра ВЗ-246, згідно з ГОСТ 9070-75;
- Виявлення бактерій групи кишкової палички — за ГОСТ 30518-97;
- Кількість дріжджів і плісняви — за ГОСТ 10444.12-84;
- Кількість молочнокислих мікроорганізмів — за ГОСТ 10444.11-89;
- Контроль рівнів токсичних елементів (свинцю, кадмію, миш'яку) у йогурті та продуктах бджільництва — згідно з ГОСТами:
 - Свинець — ГОСТ 26932;
 - Кадмій — ГОСТ 26933;
 - Миш'як — ГОСТ 26930

2.2 Методи проведення досліджень

Якість заквасок оцінювали за органолептичними показниками: смаком, запахом та консистенцією, які мали відповідати видовим особливостям мікроорганізмів. Особливу увагу приділяли характеристиці згустку та активності закваски, визначаючи тривалість утворення згустку.

Чистоту заквасок контролювали мікроскопічним дослідженням не менш ніж у 10 полях зору. Також вимірювали кислотність згустку, перевіряли наявність термостійкої молочної палички — збудника підвищеної кислотності, а також бактерій групи кишкових паличок.

Аналіз складу заквасок:

- Вуглеводний склад визначали за допомогою рідинного хроматографа фірми Shimadzu Corp (Японія) згідно з ДСТУ ISO 11868:2004.

- Розділення амінокислот проводили на колонці з полістерольною смолою за методикою, описаною у міжнародному виданні з біохімії та молекулярної біології [86].

Вимірювання структурно-механічних характеристик йогурту:

- Ефективну в'язкість та напруження зсуву визначали на ротаційному віскозиметрі "Реотест-2" відповідно до інструкції та стандартних методик [33].

- Використовували циліндричну вимірювальну систему S1 із співвідношенням діаметрів циліндрів 0,94.

- Швидкість деформації змінювали від 0 до 140 с⁻¹, відлік показників проводили через 10 хвилин після встановлення відповідної швидкості при температурі 8-10°C.

Умовна та ефективна в'язкість:

- Умовна в'язкість визначається як час мимовільного безперервного витікання певного об'єму рідини з лійки через отвір встановленого діаметру.

- Ефективна в'язкість — це уявна підсумкова характеристика, що описує рівноважний стан руйнування і відновлення структури згустку, залежить від градієнта швидкості та напруги зсуву.

- Для кількісної порівняльної оцінки консистенції згустків кількох зразків кисломолочного продукту ефективну в'язкість розраховують за апроксимацією кривих текучості рівнянням Освальда-де Вале (рівняння 2.1):

$$\eta_{\text{ef}} = \frac{\theta}{\gamma} \quad (2.1)$$

де $\eta_{\text{эф}}$ – ефективна в'язкість, Па·с; θ – напруга зсуву, Па; γ – швидкість зсуву, с⁻¹.

Реологічні та синеретичні властивості йогурту

Напруга зсуву у реології — це опір матеріалу діянню прикладеної сили, яка діє дотично до поверхні. Інакше кажучи, це сила, необхідна для порушення цілісності згустку [33].

Синеретичні властивості оцінюють за ступенем синерезису — об'ємом сироватки, що відділилася від кисломолочного згустку протягом заданого часу фільтрування при визначеній температурі.

- Ступінь синерезису визначали методом фільтрації 100 мл проби йогурту через паперовий фільтр протягом 3 годин при температурі 10 ± 2 °С.

- **Вологоутримуючу здатність (ВУЗ)** визначали методом центрифугування при факторі розділення $F=1000F = 1000F=1000$ [35]. Пробу йогурту (10 см³) центрифугували протягом 60 хвилин з інтервалом 15 хвилин, після чого вимірювали об'єм отриманого центрифугату (мл).

ВУЗ — це здатність кисломолочного гелю утримувати вологу у своїй структурі завдяки гідрофільним зв'язкам. Математично ВУЗ виражається формулою (2.2):

$$\text{ВУЗ} = \left(1 - \frac{\alpha}{\beta}\right) \cdot 100, \quad (2.2)$$

Де

ВУЗ – вологоутримуюча здатність йогурту, %;

α , β – маса сироватки та йогурту, відповідно, г.

Визначення активної кислотності та біологічної цінності білка

Активну кислотність (рН) визначали за допомогою рН-метра Checker згідно з інструкцією з експлуатації приладу.

Для оцінки біологічної цінності білка розраховували:

- **Амінокислотний скор (S_j)**, що визначається як співвідношення масової частки кожної амінокислоти в продукті (A_j) до відповідної амінокислоти в «ідеальному» білку (S_j) за амінокислотною шкалою, рекомендованою комітетом ФАО/ВООЗ [47, 48];
- **Коефіцієнт утилітарності (U)**, який відображає збалансованість незамінних амінокислот у білковому складі продукту, розраховували за методикою Ліпатова М.М.

Методика визначення амінокислотного складу

Амінокислотний склад експериментальних проб йогурту досліджували згідно з методикою ірландських дослідників [82], використовуючи стандартну суміш амінокислот (AA-S-18-10X1 ML, SIGMA).

Для визначення вмісту вільних амінокислот застосовували метод іонообмінної хроматографії, що передбачає:

- Підготовку проби з видаленням високомолекулярних пептидів (які можуть блокувати колонку та створювати зворотній тиск) шляхом кислотного осадження;
- Для цього 80 мл плазми змішували з 20 мл 10% розчину сульфасаліцилової кислоти, перемішували, охолоджували 30 хв при +4 °С, центрифугували при 8000 об./хв протягом 30 хв;
- Супернатант розбавляли літійцитратним буфером (1:1) до рН 1,8–2,0 (рН регулювали концентрованим розчином LiOH);
- Пробу використовували негайно або зберігали в морозильній камері.

Визначення вмісту зв'язаних амінокислот

Для визначення зв'язаних амінокислот використовували білковий осад, що залишився після кислотного осадження:

- Проводили кислотний гідроліз 6-нормальною HCl протягом 24 годин при температурі 110–112 °С;

- До 1 мг білка проби додавали 1 мл 6-нормальної соляної кислоти;
- Ампулу під вакуумом заповнювали аргоном або азотом і герметизували;
- Після гідролізу ампулу охолоджували, розгерметизували, фільтрували через фільтр з порою 0,22 мм;
- Соляну кислоту випарювали при 60 °С у роторному випарювачі з вакуумом, додавали дистильовану воду та повторювали процедуру двічі;
- Залишок розчиняли у 0,2 М фосфатному буфері (рН 2,2);
- Аналіз проводили за інструкцією амінокислотного аналізатора „Biotronik LC 2000”.

Визначення вмісту вітаміну С.

Метод заснований на кількісній відновній здатності аскорбінової кислоти щодо 2,6-дихлорфеноліндофеноляту натрію. Аскорбінову кислоту екстрагують розчином метафосфорної кислоти та титрують розчином 2,6-дихлорфеноліндофеноляту натрію до появи світло-рожевого забарвлення.

Дегідроаскорбінову кислоту попередньо відновлюють до аскорбінової за допомогою цистеїну.

Для відділення аскорбінової кислоти від інших редукувальних речовин у харчових продуктах, що пройшли теплову обробку і тривале зберігання, екстракти обробляють формальдегідом при певному рН.

Інтервал визначення концентрації аскорбінової кислоти становить від 0,05 до 0,12 мг на об'єм екстракту (1,0–10 мл), що використовується для титрування.

Для аналізу вибирають навантаження зразка та розведення, щоб відповідати цьому інтервалу. У даному випадку беруть наважку продукту 20 г.

Визначення вмісту вітамінів та мінеральних елементів

- Вміст вітамінів визначали методом інфрачервоної спектроскопії на приладі ІК-4500 [85, 190].
- Вміст мінеральних елементів визначали методом електрометричної атомно-абсорбційної спектрофотометрії на приладі С-112 [38, 14, 41].

Визначення тіаміну (вітаміну B₁).

Для кількісного визначення тіаміну застосовують флюорометричний метод, що базується на окисненні тіаміну в лужному середовищі залізосиньороданистим калієм з утворенням сильно флуоресцентного сполучення — тіохрома.

- Максимум збудження: 365 нм
- Максимум флуоресценції: 436 нм
- Інтенсивність флуоресценції тіохрома пропорційна вмісту тіаміну в зразку.

Особливості методики:

- В більшості харчових продуктів тіамін міститься у вигляді дифосфорного ефіру, зв'язаного з білком.
- Для кількісного визначення необхідно розірвати ці зв'язки за допомогою гідролізу.
- Гідроліз проводять ферментативно, використовуючи протеолітичні та фосфатазні ферменти.
- Для молока і молочних продуктів застосовують комбінацію ферментів: пепсин та амілоризин.
- Для видалення інших речовин, що мають флуоресценцію і можуть заважати аналізу, гідролізат пропускають через колонки з іонообмінними смолами.

Визначення вмісту ніацину (вітаміну PP)

У харчових продуктах ніацин (нікотинова кислота та її амід) присутній як у вільній, так і в зв'язаній формі та є частиною важливих ферментів, що

беруть участь в окислювальних процесах. Для точного визначення ніацину потрібно звільнити його зі зв'язаних форм, які містяться у складних органічних речовинах клітин. Залежно від типу продукту використовують різні методи гідролізу. Для молока і молочних продуктів рекомендовано гідроліз за допомогою гідроксиду кальцію, який взаємодіє з цукрами та крохмалем, утворюючи малорозчинні сполуки, що допомагає очистити зразок для подальшого аналізу.

Для кількісного визначення ніацину застосовують мікробіологічний або хімічний колориметричний метод. У даній роботі використовували хімічний метод, який базується на двох реакціях: перша – це взаємодія нікотинової кислоти з бромистим роданом, друга – утворення забарвленої сполуки при реакції з ароматичними амінами. Інтенсивність забарвлення пропорційна концентрації ніацину і визначається за допомогою колориметра.

Для обробки експериментальних даних застосовували математичні методи, які підвищують точність і наочність результатів. Побудову графіків та аналіз кривих виконували в програмі Graph на операційній системі Windows 95, яка пропонує різні типи діаграм: точкові, об'ємні поверхневі, діаграми з областями та кругові. Дані, введені у таблицю, автоматично відображаються на діаграмі, яка оновлюється при зміні значень.

Також можна додавати лінії тренду для виявлення тенденцій у даних, вибираючи один із п'яти типів регресії: лінійну, логарифмічну, експоненційну, поліноміальну чи степеневу. Вибір оптимального типу залежить від характеру аналізованих даних:

- 1) середнє арифметичне вимірювальної величини:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (2.3)$$

де X_i – дані паралельних визначень; n – кількість визначень.

- 2) відхил від середньої величини:

$$\bar{X}_i - X \quad (2.4)$$

3) дисперсію (S^2) і стандартне (середньоквадратичне) відхилення (S):

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (2.5)$$

$$\bar{S} = \sqrt{S^2} \quad (2.6)$$

4) стандартну помилку:

$$S_{\bar{x}} = \frac{\bar{S}}{\sqrt{n}} \quad (2.7)$$

5) точність визначення:

$$E_{\alpha} = t_{\alpha, f} \times S_{\bar{x}} \quad (2.8)$$

де $t_{\alpha, f}$ – коефіцієнт Стюдента, який визначається за таблицею за заданої довірчої вірогідності $\alpha = 0,95$ і числі ступеней свободи $f = n-1$.

6) довірчий інтервал:

$$\bar{X} \pm E_{\alpha} \quad (2.9)$$

7) відносна похибка:

$$\Omega\% = \left(\frac{E_{\alpha}}{\bar{X}}\right)100 \quad (2.10)$$

8) коефіцієнт варіації:

$$V = \left(\frac{S}{\bar{X}}\right)100 \quad (2.11)$$

9) показник точності:

$$P = \left(\frac{S_{\bar{x}}}{\bar{X}}\right)100 \quad (2.12)$$

Повторювальність експериментальних дослідів трьох – п'яти кратна.

Мікроструктурний аналіз виконували за допомогою світлового мікроскопу Motic (Fischer Bioblock) з відеокамерою. Зразки йогурту зберігали при температурі (4 ± 2) °С. Тонкий шар продукту наносили на предметне скло і висушували. Спостереження проводили зі збільшенням у 400 разів.

Продукти бджільництва досліджували згідно зі стандартними методами, викладеними в нормативних документах (ДСТУ 4497, ГОСТ 28888, ДСТУ 3127). Для визначення способів підготовки продуктів бджільництва застосовували оригінальні методики. Розчинність трутневого розпліду в різних розчинниках перевіряли, використовуючи дистильовану воду з рН 0, молоко з вмістом жиру 0,05% і 1,5%.

Для дослідження брали 0,102 г бджолиного молочка і розчиняли в 1 мл обраного розчинника при температурі 20 °С. Після додавання розчинника суміш струшували за допомогою Vortex і центрифугували 10 хвилин. Супернатант аналізували рефрактометром Аббе, визначаючи відсоток розчинених речовин.

Пудру бджолиного обніжжя вивчали за методиками "Державної фармакопеї України" (ДФУ, вид. I, розд. 2.9.2.16). Визначали сипучість, насипну масу та інші технологічні параметри для оцінки якості механічної обробки пилкового порошку.

Рецептури розробляли з урахуванням методик продуктових розрахунків молочної промисловості. При сепаруванні молока відбувається розділення на вершки та знежирене молоко. Для розрахунку сепарування застосовують правило трикутника Баркана, де на вершинах вказують жирність незбираного, знежиреного молока та вершків, а на сторонах – відповідні кількості продуктів (див. рис. 2.2).

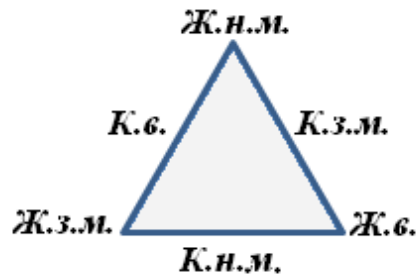


Рисунок 2.2. Трикутник Баркана

Можна обчислити обсяги знежиреного молока і вершків, якщо відома кількість незбираного молока, що подається на сепарування, а також жирність усіх трьох продуктів. Для розрахунків зазвичай беруть жирність знежиреного молока рівною 0,05%.

Розробка складної рецептури йогурту, що відповідає сучасним фізіологічним вимогам, полягає у створенні збалансованого хімічного складу готового продукту з високими органолептичними властивостями та оптимальним співвідношенням ціни й якості. При цьому всі вимоги до якості формуються у вигляді системи обмежень, які стосуються не тільки хімічного складу та вартості, а й процентного вмісту окремих компонентів.

Такі обмеження мають, як правило, вид наступних подвійних нерівностей (2.13, 2.14):

$$C_{i \min} \leq C_i \leq C_{i \max}; \quad (2.13.)$$

$$Y_{j \min} \leq Y_j \leq Y_{j \max}; \quad (2.14)$$

де C_i - значення i -го елемента (білок, жир і т.д.) в готовому продукті;

Y_j - масова частка j -го інгредієнта в рецептурі; $C_{i \min}$; $C_{i \max}$; $Y_{j \min}$;

$Y_{j \max}$ - верхні та нижні межі допустимого діапазону.

Знаходження оптимальної рецептури зводиться до розв'язання системи

рівнянь (2.15):

$$..C = \sum_{j=1}^n Y_j X_{ij}$$

(2.15)

де X_{ij} – значення i - го елемента в j - м інгредієнті ; n - число інгредієнтів у продукті.

Оцінку біологічної цінності проводили за такими основними показниками:

1. Амінокислотний скор – виявляє лімітуючі незамінні амінокислоти, розраховується за формулою(2.16):

$$C = \frac{A_i}{H_i} * 100\%$$

(2.16)

де C – амінокислотний скор, %;

A_i – вміст i -й незамінної амінокислоти в білку оцінюваного об'єкту, мг/г білка;

H_i - вміст i -й незамінної амінокислоти в еталонному (ідеальному) білку, мг/г білка.

Один грам "ідеального" білка за шкалою FAO/WHO містить (мг):
валину – 50, ізолейцину – 40, лейцину – 70, лізину – 55, метіоніну – 22,
треоніну – 40, триптофану – 10, фенілаланіну – 28.

1. Коефіцієнт різниці амінокислотного скору (КРАС) – характеризує різницю амінокислотних скорів кожної з незамінних амінокислот із однієї, яка є найбільш дефіцитна, розраховується за формулою (2.17):

$$КРАС = \sum_1^n \frac{\Delta PAC}{n}$$

(2.17)

де ΔPAC – різниця амінокислотних скорів кожної із незамінних амінокислот з однією з найбільш дефіцитних;

n - число амінокислот.

3. Біологічну цінність (БЦ,%) визначали за формулою (2.18):

$$БЦ = 100 - K PAC, \quad (2.18)$$

Показники біологічної цінності визначали для таких незамінних амінокислот, як валін, ізолейцин, лейцин, лізин, метіонін разом із цистином, треонін, триптофан, а також фенілаланін із тирозином. Розрахунки здійснювали у порівнянні з амінокислотним складом "ідеального" білка. Для обробки даних використовували електронні таблиці "Ms. Excel" з програмуванням відповідних формул [65].

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Всі експериментальні дослідження вихідної сировини та готового продукту було виконано в лабораторних умовах на кафедрі технології м'ясних, рибних та морепродуктів Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Першим кроком стало вивчення спеціалізованої літератури з теми дослідження.

На основі отриманих даних було визначено предмет і об'єкт подальших робіт, а також обрано методи і методики для проведення експериментів.

Наступним етапом було дослідження комплексних характеристик сировини та виготовлених продуктів, що включало:

- фізико-хімічні показники;
- органолептичну оцінку;
- визначення біологічної цінності.

Для розробки біотехнології нового йогурту застосовували існуючі види бактеріальних заквасок, які містять такі мікроорганізми: *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* (Lac. *lactis*), *Streptococcus thermophilus* (Str. *thermophilus*), *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (Lbm. *bulgaricum*), *Lactobacillus acidophilus* (Lbm. *acidophilum*) та їхні комбінації.

У ході досліджень також аналізували сумісність кисломолочних бактерій із продуктами бджільництва, щоб вибрати найкращу комбінацію для поліпшення якості кінцевого продукту.

3.1 Органолептичні показники

Під час експерименту в підготовлену молочну основу додавали різні закваски разом із продуктами бджільництва (ПБ). Отримані в результаті ферментації зразки порівнювали з контрольними за органолептичними характеристиками. Контрольні йогурти мали сенсорні властивості, типові для використаних видів заквасок. Результати досліджень наведені у таблиці 3.1.

Органолептичні показники кисломолочних згустків за дії різної
мікрофлори

Мікрофлора закваски	Органолептичні показники	
	зовнішній вигляд та консистенція	смак та запах
Lac. lactis	Однорідна, недостатньо щільний згусток жовтуватого кольору	Приторно-солодкий, з присмаком і запахом меду та пилку
Str. ehermophilus	Згусток жовтуватого кольору однорідний, в міру щільний	Ледь солодкий, з присмаком та ароматом меду та пилку
Lbm.acidophilum	Однорідна, злегка тягуча консистенція, згусток жовтого відтінку	Деяко кислуватий, з присмаком і запахом меду та пилку
Lbm. bulgaricum	Однорідний згусток злегка тягучої консистенції, жовтого відтінку	Присмак і запах продуктів бджілиництва, в міру солодкий
Str. Thermophilus, Lbm.acidophilum Lbm. bulgaricum	Згусток жовтуватого кольору однорідний, в міру щільний	У міру солодкий, з приємним присмаком і запахом меду та пилку
Str. Thermophilus, Lbm.acidophilum Lbm. bulgaricum Lac. lactis	Згусток жовтуватого кольору, однорідний, в міру щільний	У міру солодкий, з приємним присмаком і запахом меду та пилку

Встановлено, що застосування різних заквасок у молоці з продуктами бджільництва впливає на смакові характеристики готового продукту. Так, напої, отримані при сквашуванні молока *Lac. lactis*, мали однорідну, але недостатньо щільну структуру з жовтуватим відтінком, приторно-солодкий смак, запах меду та легкий присмак пилку. При використанні *Str. thermophilus* отримували однорідний, жовтуватий, помірно щільний продукт із ледь помітною солодкістю та присмаком продуктів бджільництва. *Lbm. acidophilum* забезпечував однорідний, злегка тягучий йогурт із жовтуватим відтінком, кислуватим смаком і ароматом меду та пилку. *Lbm. bulgaricum* надавав йогурту однорідну, злегка тягучу консистенцію та помірно солодкий смак.

Найкращі показники якості були отримані при використанні комбінованих заквасок, які забезпечували приємний смак, аромат, колір і однорідність згустку. Це пов'язано з тим, що *Lac. lactis* є менш активним кислотоутворювачем у порівнянні зі *Str. thermophilus*, *Lbm. acidophilum* та *Lbm. bulgaricum*. В процесі сквашування кислий смак продукту компенсувався солодкістю меду, завдяки чому напої мали помірно солодкий смак.

Динаміка зміни титрованої кислотності під час ферментації, що відображає здатність заквасок нарощувати кислотність, наведена на рисунку 3.3.1.

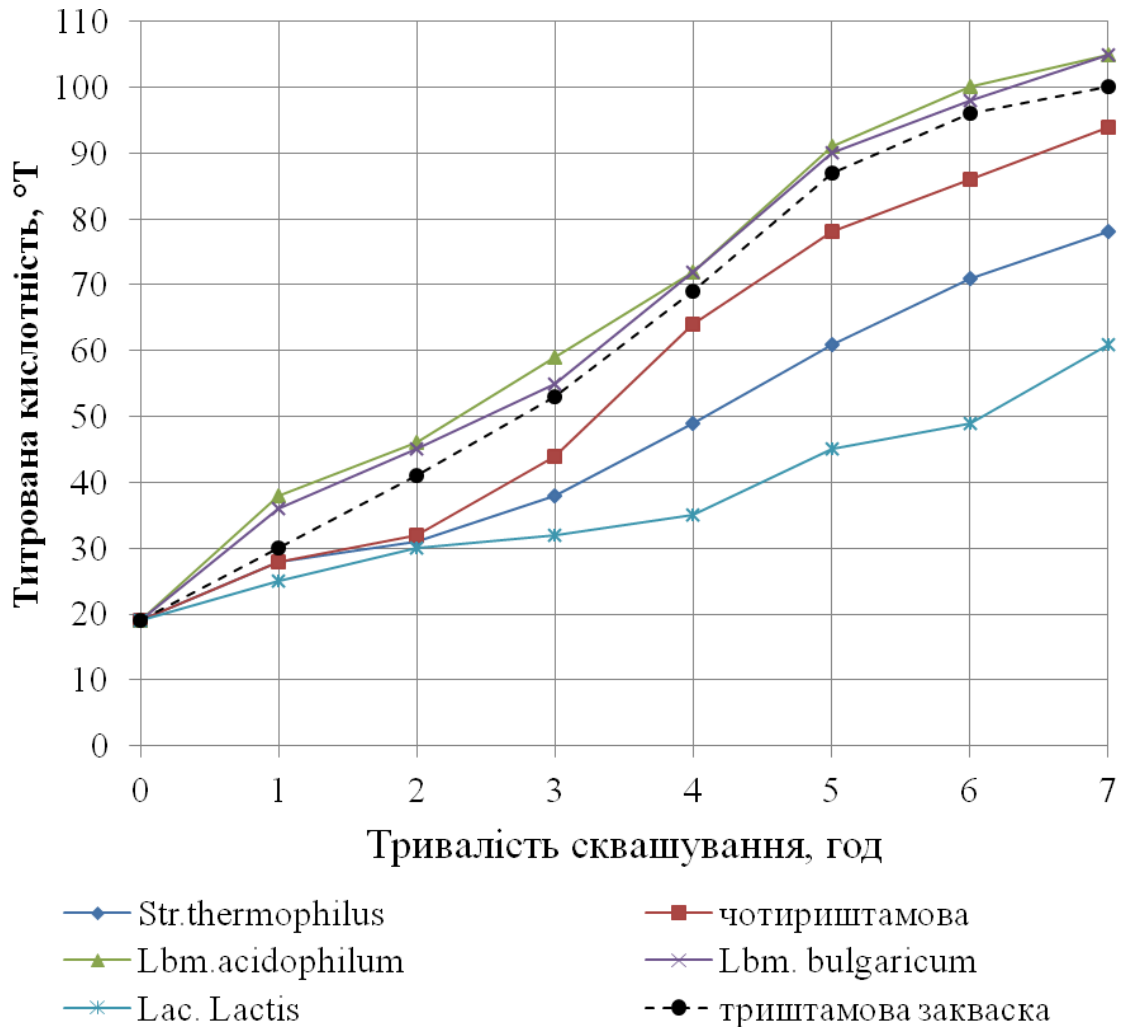


Рис.3.1 Кислотність йогуртів з ПБ сквашених різними заквасками

Найшвидше наростання кислотності спостерігалось при використанні заквасок *Lbm. bulgaricum*, *Lbm. acidophilum* та комбінованої закваски (*Str. thermophilus* + *Lbm. acidophilum* + *Lbm. bulgaricum*). При застосуванні інших заквасок цей процес проходив повільніше.

Для технологічного процесу перевагу слід надавати закваскам, які здатні швидко збільшувати кислотність, адже це дозволяє скоротити час виробництва. Водночас важливо контролювати рівень кислотності, щоб готовий йогурт не став надто кислим.

За результатами сенсорної оцінки продуктів з різною кислотністю, йогурти з додаванням продуктів бджільництва мали найкращі органолептичні показники при титрованій кислотності в межах 90–100°Т.

Для вибору найкращої з двох комбінованих заквасок додатково досліджували синеретичні властивості отриманих йогуртів на п'ятий день зберігання (рис. 2.3.2).

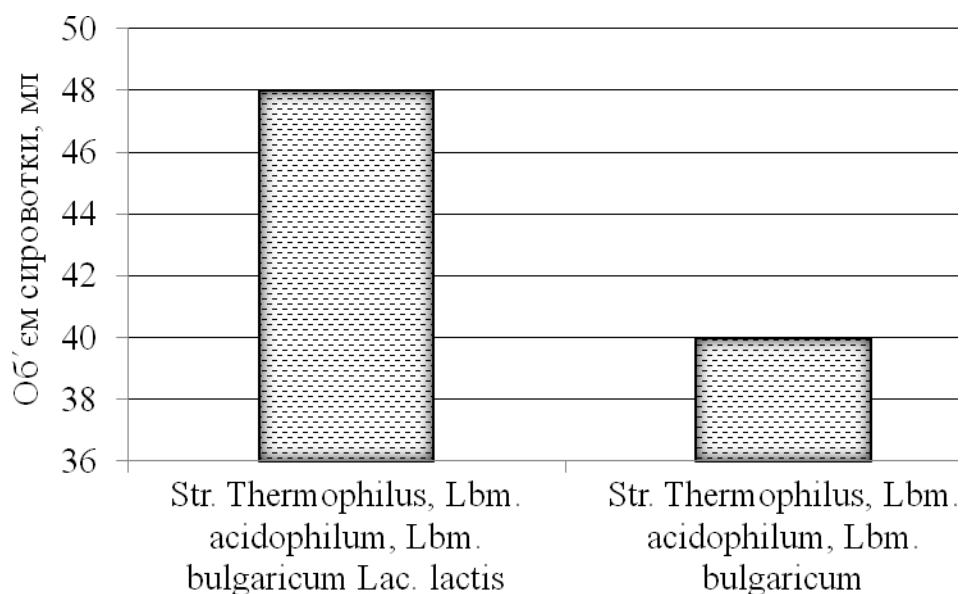


Рис.3.2. Синеретичні властивості йогурту, одержаного за використання різних комбінованих заквасок

Дослідження зразків йогурту показали, що найкращі синеретичні властивості мають згустки, отримані за використання закваски *Str. thermophilus* + *Lbm. acidophilum* + *Lbm. bulgaricum*. Ці згустки виділяли менше сироватки — 40 мл, у порівнянні з згустками, які утворились при застосуванні іншої закваски (49 мл). Це, ймовірно, пов'язано з тим, що бактерії роду *Str. thermophilus* виділяють більше екзополісахаридів, ніж *Lbm. acidophilum*. Екзополісахариди підвищують в'язкість та здатність кисломолочних згустків утримувати вологу.

Беручи до уваги позитивний вплив комбінації мікроорганізмів (*Str. thermophilus*, *Lbm. acidophilum*, *Lbm. bulgaricum*) на органолептичні та синеретичні властивості продукту, у подальшому досліджували вплив різних співвідношень цих штамів у заквасці на якість готового йогурту.

Співвідношення культур у заквасочному препараті визначали, порівнюючи такі показники, як титрована кислотність, час сквашування та органолептичні характеристики. Результати цих експериментів наведені на рис. 2.3.3 та у табл. 2.3.2.

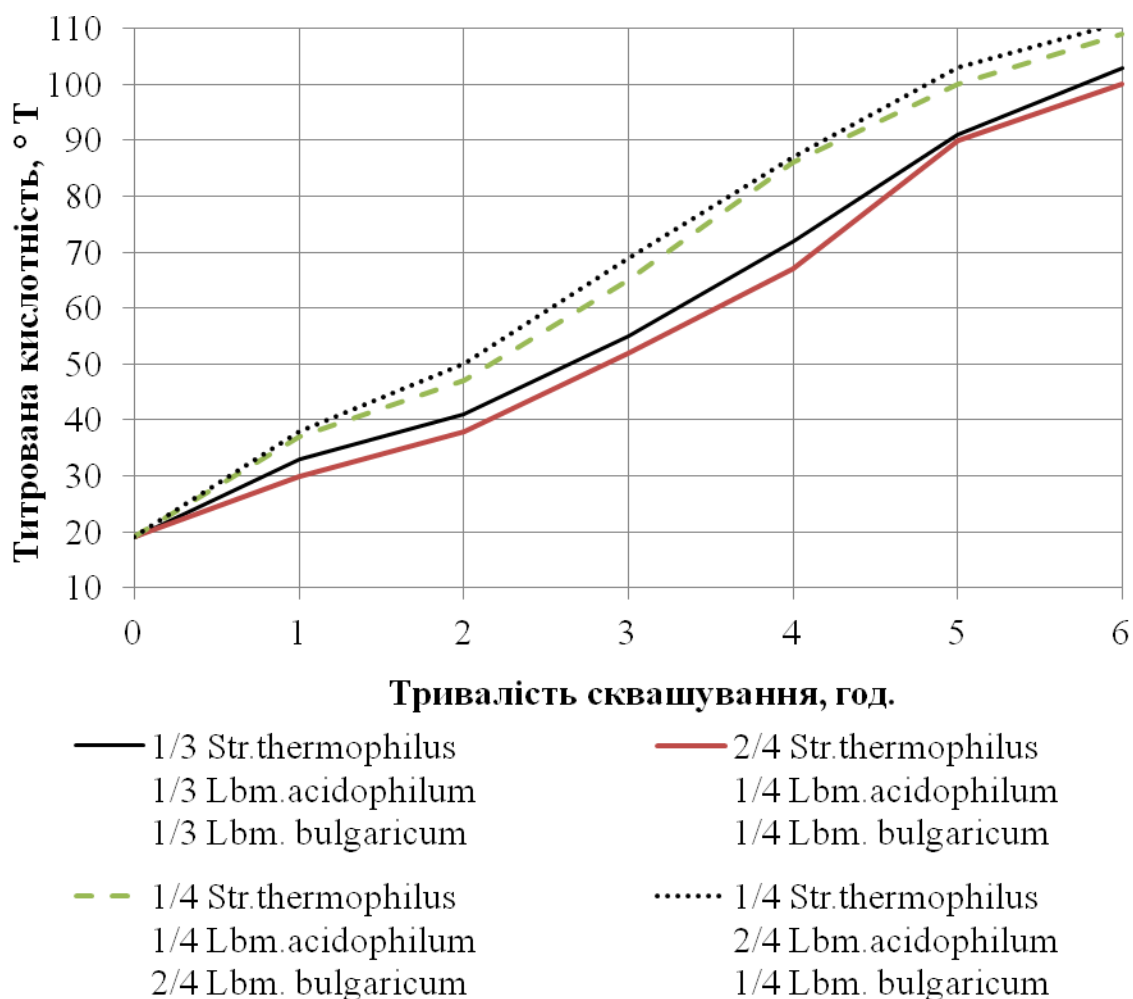


Рис.3.3. Динаміка зростання кислотності йогуртів, заквашених закваскою різного складу

Аналіз графіків показує, що збільшення кількості лактобактерій у штамових сумішах закваски спричиняє швидке підвищення титрованої кислотності. Натомість зростання чисельності стрептококів уповільнює інтенсивність кислототворення лактобактеріями.

Таблиця 3.2

Органолептична оцінка кисломолочного продукту, одержаного за різних комбінацій штамів у заквасці

Склад мікрофлори закваски	Органолептичні показники	
	зовнішній вигляд та консистенція	смак та запах
1/3 Str. thermophilus 1/3 Lbm. acidophilum 1/3 Lbm. bulgaricum	Згусток однорідний в міру щільний жовтого відтінку	Приємний, в міру солодкий медовий смак та аромат
2/4 Str. thermophilus 1/4 Lbm. acidophilum 1/4 Lbm. bulgaricum	Однорідний, надто щільний жовтуватого кольору	В міру солодкий, з медовим смаком та запахом
1/4 Str. thermophilus 1/4 Lbm. acidophilum 2/4 Lbm. bulgaricum	Згусток однорідний в міру щільний з жовтим відтінком	Надто кислий зі смаком та запахом меду
1/4 Str. thermophilus 2/4 Lbm. acidophilum 1/4 Lbm. bulgaricum	Однорідний і дещо тягучий згусток з ознаками слизу, жовтуватий	Надто кислий, з невиразним смаком та запахом наповнювача

Було встановлено, що активні кислотоутворювачі *Lbm. bulgaricum* та *Lbm. acidophilum* найкраще використовувати разом з термофільним стрептококом (*Str. thermophilus*) у рівному співвідношенні 1:1:1. Інші варіанти комбінацій цих мікроорганізмів призводять до надмірної кислотності через збільшену кількість лактобактерій або ж до надто густої консистенції, що ускладнює технологічний процес виробництва йогурту. В результаті було розроблено триштамовий бактеріальний препарат для ферментації молочної основи з додаванням натуральних продуктів бджільництва.

3.2 Вплив ПБ на кисломолочний процес

Наступні дослідження були спрямовані на вивчення впливу продуктів бджільництва (ПБ) на кисломолочний процес. Для цього до йогурту додавали різні кількості меду, трутневого розпліду (ММ) та обніжжя бджіл (ОБ) й контролювали рівень колонієутворюючих одиниць молочнокислих бактерій. Мікробіологічний аналіз показав, що продукти бджільництва безумовно впливають на перебіг кисломолочного бродіння під час виготовлення йогурту (результати наведені в табл. 3.3.3).

Вплив ПБ на кисломолочний процес

Збагачувач	Доза, %	Кількість мікроорганізмів, КУО / см ³ 3-й день зберігання		
		<i>Str.</i> <i>Thermophilus</i>	<i>Lbm.</i> <i>Acidophilum</i>	<i>Lbm.</i> <i>Bulgaricum</i>
		Контроль	$1,70 \cdot 10^8$	$3,30 \cdot 10^7$
Мед	2,0	$5,30 \cdot 10^8$	$6,08 \cdot 10^8$	$7,00 \cdot 10^8$
	3,5	$7,52 \cdot 10^8$	$7,72 \cdot 10^8$	$7,95 \cdot 10^8$
	5,0	$9,80 \cdot 10^8$	$9,87 \cdot 10^8$	$9,94 \cdot 10^8$
	6,5	$6,05 \cdot 10^7$	$3,29 \cdot 10^7$	$4,12 \cdot 10^7$
	8,0	$1,55 \cdot 10^6$	$6,00 \cdot 10^5$	$6,80 \cdot 10^5$
Трутневий розплід	0,2	$5,60 \cdot 10^8$	$1,05 \cdot 10^8$	$1,30 \cdot 10^8$
	0,4	$7,20 \cdot 10^8$	$2,07 \cdot 10^8$	$2,40 \cdot 10^8$
	0,6	$8,00 \cdot 10^8$	$3,75 \cdot 10^8$	$4,00 \cdot 10^8$
	0,8	$3,00 \cdot 10^7$	$9,00 \cdot 10^6$	$1,00 \cdot 10^7$
Обніжжя бджолине	0,1	$2,50 \cdot 10^8$	$2,51 \cdot 10^7$	$3,20 \cdot 10^7$
	0,2	$5,00 \cdot 10^8$	$5,97 \cdot 10^7$	$6,41 \cdot 10^7$

У йогуртах з різною кількістю продуктів бджільництва (ПБ) молочнокислі бактерії проявляють різну активність. Мед у дозах від 2 до 5 % сприяє активному росту і розвитку цих бактерій. Зокрема, кількість

колонієутворюючих одиниць (КУО) *Str. Thermophilus* зростала більш ніж у 5 разів (до $9,80 \cdot 10^8$), *Lbm. Acidophilum* — майже в 30 разів ($9,87 \cdot 10^8$), а *Lbm. Vulgaricum* — понад у 20 разів ($9,94 \cdot 10^8$) порівняно з контролем ($1,70 \cdot 10^8$; $3,30 \cdot 10^7$; $4,50 \cdot 10^7$ відповідно). Проте при збільшенні меду до 6,5 % стимуляція знижується, хоча показники КУО залишаються у допустимих межах (понад 10^7). При дозі 8 % відбувається гальмування ферментації, і кількість бактерій суттєво зменшується.

Додавання трутневого розпліду (ММ) у межах 0,2–0,6 % також покращує ріст бактерій: *Str. Thermophilus* збільшується у 4 рази, *Lbm. Acidophilum* — більш ніж у 11 разів, а *Lbm. Vulgaricum* — майже в 9 разів, порівняно з контрольною групою. При підвищенні дози ММ до 0,8 % ефект слабшає, і для ацидофільної палички така концентрація виявляється шкідливою, знижуючи її кількість нижче допустимого рівня.

Обніжжя (ОБ), на відміну від меду та ММ, не має негативного впливу навіть при збільшенні концентрації від 0,5 до 2,5 %. При цьому кількість молочнокислих бактерій пропорційно зростає, але при перевищенні 0,2 % ОБ у продукті погіршується смак йогурту.

Загалом продукти бджільництва по-різному впливають на окремі види бактерій: мед більше стимулює *Lbm. Vulgaricum* і *Lbm. Acidophilum*, тоді як ММ і ОБ більше впливають на кисломолочне бродіння загалом, не проявляючи специфічної дії.

У ході досліджень вдалося підібрати найкращу бактеріальну композицію для йогурту з додаванням ПБ — штами *Str. Thermophilus*, *Lbm. Acidophilum* і *Lbm. Vulgaricum* у рівних пропорціях 1:1:1. Визначено оптимальні дози ПБ для стимуляції ферментації: мед — 2–5 %, трутневий розплід — 0,2–0,6 %, обніжжя — 0,1–0,2 %.

3.3 Визначення стадії внесення продуктів бджільництва в молочну основу

Визначення оптимального моменту внесення продуктів бджільництва (ПБ) у молочну основу є важливим для технологічного процесу виробництва йогурту. Адже це може як покращити якість і споживчі властивості готового продукту, так і негативно вплинути на кінцевий результат. Для цього було випробувано кілька варіантів: додавання ПБ до нормалізованого молока перед пастеризацією; внесення разом із закваскою безпосередньо перед сквашуванням; а також додавання ПБ у кисломолочну основу після завершення ферментації.

При виборі стадії внесення меду враховували, що висока температура пастеризації негативно впливає на біологічно активні компоненти меду, трутневого розпліду та обніжжя. Відомо, що більшість ферментів, вітамінів та інших корисних речовин у цих продуктах руйнуються при нагріванні вище 42 °С. Зокрема, ферменти, які відповідають за корисні властивості меду (діастаза, каталаза, інвертаза, фосфатаза), та інші цінні компоненти руйнуються при тривалому впливі високої температури. Водночас цукор у меді залишається стабільним.

Пастеризація меду при температурах понад 50 °С знижує його бактерицидні властивості, а при температурах вище 70 °С вони практично втрачаються. Крім того, під час нагрівання продукти бджільництва, особливо обніжжя, можуть накопичуватись на нагрівальних поверхнях апаратів, що знижує ефективність процесу та може погіршувати структуру йогурту.

Таким чином, внесення ПБ до пастеризації можливе, але призведе до погіршення якості та зниження корисності продукту.

Внесення ПБ у молоко разом із закваскою перед сквашуванням — найбільш практичний та технологічно зручний спосіб. Він дозволяє зберегти біологічно активні речовини ПБ, забезпечує їх рівномірне розподілення і включення в структуру кисломолочного гелю під час ферментації.

Додавання ПБ після завершення сквашування може бути застосоване лише в резервуарних технологіях, за умови, що це не погіршить якість

продукту. Однак, дослідження розчинності трутневого розпліду показали, що з підвищенням кислотності його розчинність знижується, що ставить під сумнів ефективність такого способу.

Для підтвердження висунутих гіпотез проводилися лабораторні сенсорні дослідження йогуртів з ПБ, внесеними на різних стадіях технологічного процесу. Результати оцінки органолептичних показників наведені у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Дегустаційна оцінки йогуртів з продуктами бджільництва, внесеними на різних етапах виробництва

Варіант внесення ПБ	Органолептичні показники	
	смак та запах	колір та консистенція
До пастеризації	Кисломолочний, не достатньо виражені наповнювачі	Жовтий, однорідний, ніжний згусток в міру щільний, без газоутворення
Разом із закваскою	Чистий, кисло-солодкий, молочний з відтінком меду та ін. ПБ	Однорідна, ніжна, в міру щільна, без газоутворення
Після сквашування	Чистий, кисло-солодкий, молочний з присмаком ПБ	Відділення сироватки

Внесення продуктів бджільництва (ПБ) у нормалізоване молоко до пастеризації не впливає на консистенцію кінцевого йогурту, проте смак і аромат цих наповнювачів значно зменшуються або втрачаються зовсім. Через це органолептичні властивості меду, обніжжя (ОБ) та трутневого розпліду (ММ), доданих до молочної основи перед термічною обробкою, практично не

проявляються у готовому продукті. З метою забезпечення якості при такому способі введення ПБ, необхідно ретельно контролювати термін придатності йогурту, а також застосовувати інгібітори кислотності, оскільки продукт схильний до швидкого підвищення кислотності (див. рис. 3.3.1).

Для детального вивчення впливу способу внесення ПБ на якість йогурту було проведено дослідження активної та титрованої кислотності зразків: контрольний (без добавок), дослідний Д1 (ПБ внесені до пастеризації), дослідний Д2 (ПБ додані разом із закваскою), та дослідний Д3 (ПБ внесені у вже готовий кисломолочний продукт).

Отримані дані про титровану кислотність цих зразків представлені на рис. 3.4.

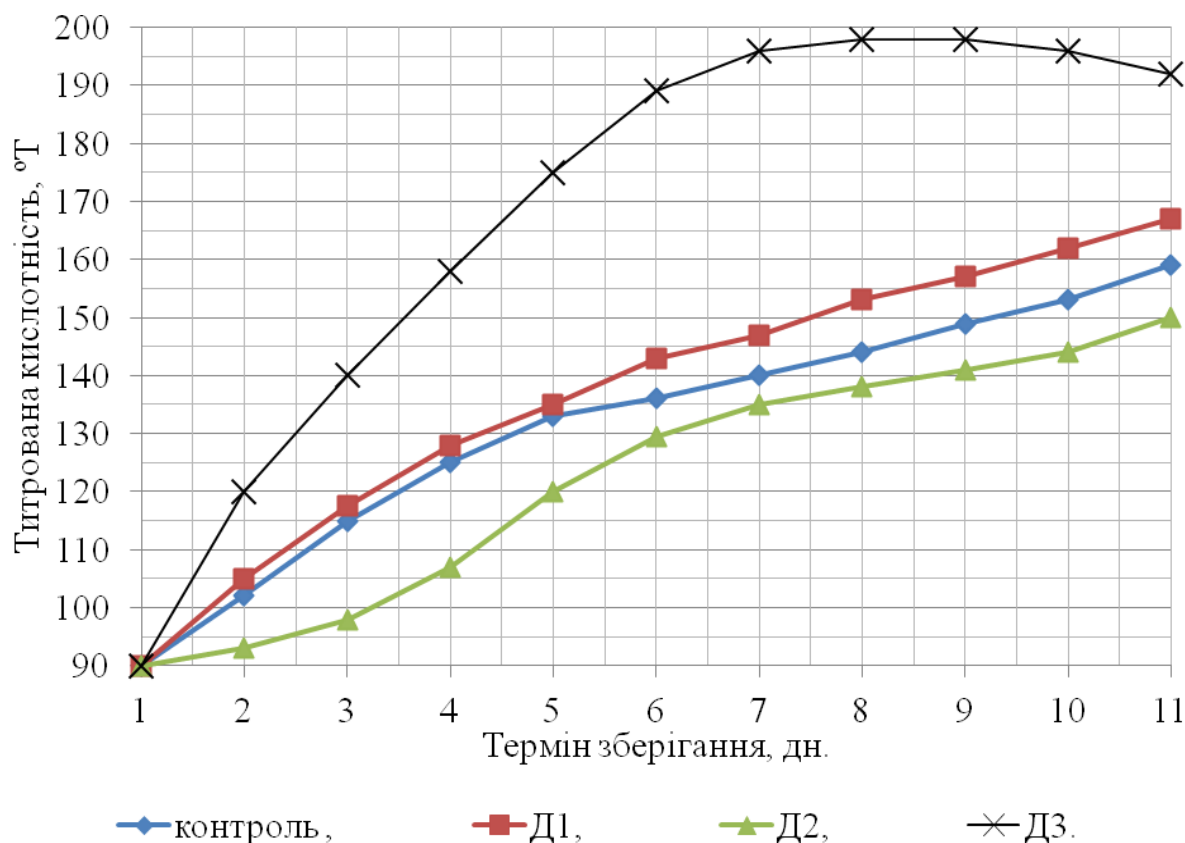


Рис.3.4 Зміна титрованої кислотності йогурту за різного способу введення продуктів бджільництва

Аналіз змін титрованої кислотності в зразку йогурту Д3 показав, що рівень кислотності підвищувався настільки швидко, що вже на третю добу він

досяг максимально допустимого значення — 140° Т. На восьмий-дев'ятий день кислотність досягла свого піку — 198° Т, після чого почала повільно знижуватися. Внесення продуктів бджільництва після сквашування стимулює підвищення кислотності, що негативно впливає на збереження натурального йогурту.

Найкращі показники були зафіксовані у зразку Д2, де кислотність у перші дні зберігання зростала поступово. Це, ймовірно, пов'язано з бактерицидними властивостями ПБ. Після четвертого дня у зразку спостерігалось прискорене підвищення кислотності, яке згодом перейшло у стабільний плавний ріст. Максимально допустимого рівня кислотності цей зразок досяг лише на дев'яту добу, а впродовж одинадцяти днів граничні показники не перевищувалися.

Дані щодо динаміки активної кислотності представлені на рис. 3.5 у вигляді згрупованої гістограми.

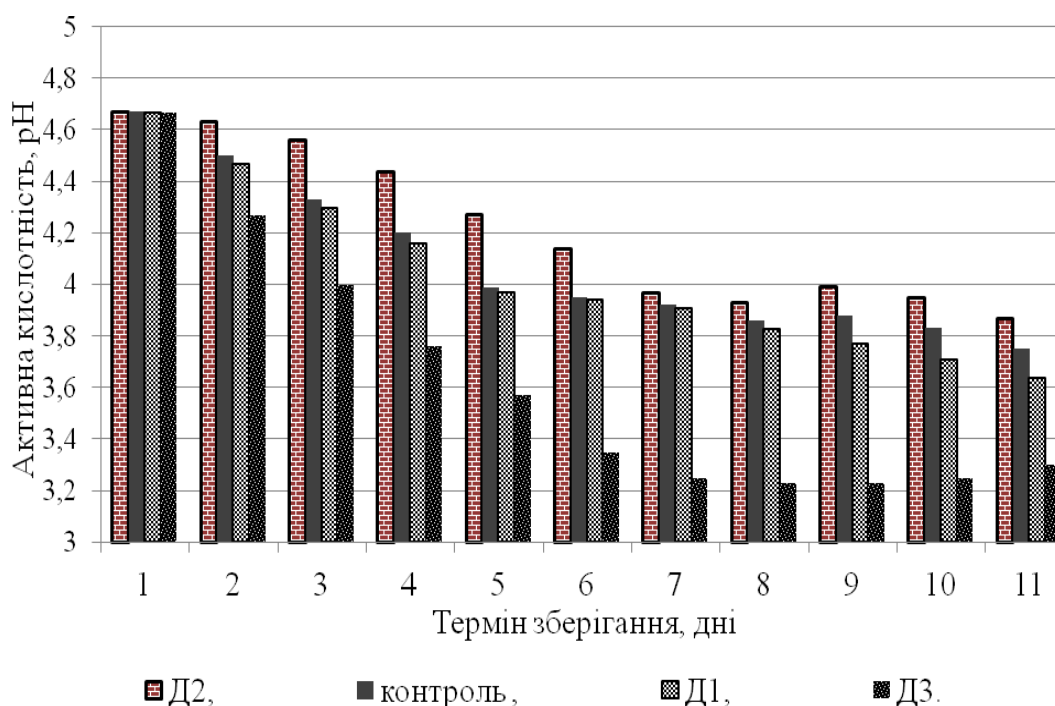


Рис. 3.5 Зміна активної кислотності йогуртів за різного способу введення продуктів бджільництва

Рівень водневого показника (рН) у досліджуваних зразках йогурту змінювався обернено пропорційно до титрованої кислотності. Найбільш виразні коливання рН під час зберігання спостерігалися у зразку Д3, де продукти бджільництва додавали після сквашування. Тут активна кислотність швидко падала до восьмої-дев'ятої доби, після чого поступово почала зростати через уповільнення кисломолочного процесу.

Найбільш стабільна динаміка рН була у зразку Д2, де показник знизився до максимально допустимого за ДСТУ рівня лише на сьомий день, що на два дні пізніше, ніж у контрольному зразку. Це свідчить про можливість подовження терміну зберігання без застосування додаткових інгібіторів кислотності.

Таким чином, дослідження підтвердили, що оптимальним моментом для внесення продуктів бджільництва у склад йогурту є стадія заквашування, що є одночасно простою та ефективною технологічною операцією.

3.4 Обґрунтування дози внесення продуктів бджільництва

За висновками науковців, терапевтична доза меду для дорослої людини, яка сприяє покращенню функцій організму та подовженню життя, становить не менше 50 г на добу [86]. Для дітей віком від трьох років рекомендована добова норма — близько 30 г [69, 70]. Оскільки новий кисломолочний продукт орієнтований на широкий віковий спектр споживачів, доцільно керуватися меншою нормою — 30 г меду на добу. Крім того, вуглеводи до організму надходять з інших харчових джерел, а вітамінно-мінеральне збагачення забезпечується іншими продуктами бджільництва, які були запропоновані для використання.

Включення трутневого розпліду в кисломолочний напій сприяє збільшенню вмісту біологічно активних речовин, що мають важливе значення в обмінних процесах організму. Особливістю такого продукту є його унікальний амінокислотний профіль. У дослідженнях використовували заморожене трутневий розплід, а дозування визначали згідно з інструкцією препарату «Апілак» [28], яка рекомендує

профілактично-лікувальну добову дозу сухого трутневого розпліду в межах 30–60 мг, розподілену на три прийоми, тобто по 10–20 мг за раз [72].

Навіть невелика кількість бджолиного обніжжя — 0,1 г на 100 г продукту — значно збагачує кисломолочний напій вітамінами та мінералами. При розробці рецептури нового кисломолочного продукту адаптували рекомендовані дози продуктів бджільництва з урахуванням бажаних органолептичних властивостей.

Результати органолептичного аналізу наведено у таблиці 3.4.1.

Таблиця 3.5

Органолептичні показники йогурту з різною м.ч. продуктів бджільництва

Зразок	Наповнювач, %			Органолептичні показники		
	Мед	Трутневий розплід	Обніжжя	Смак і запах	Консистенція	Колір
К	Без будь-яких добавок			Чистий, кисломолочний, без сторонніх присмаків і запахів	Однорідна, ніжна, в міру щільна, без газоутворення	Білий
Д1	2,0	0,1	0,15	Чистий, кисломолочний майже без присмаку	Однорідна, ніжна, в міру щільна, без газоутворення	Білий
Д2	3,5	0,2	0,15	Чистий, кисломолочний солодкуватий, із слабко відчутним присмаком меду і пилку	Однорідна, ніжна, в міру щільна, без газоутворення	Світлий відтінок жовтого

Д3	5,0	0,20	0,2	Чистий, кисломолочний в міру солодкий, з присмаком меду та інших ПБ	Однорідна, ніжна, в міру щільна, без газоутворення, де-що желеподібна	Приємний відтінок жовтого
Д4	6,5	0,4	0,2	Чистий, в міру солодкий зі смаком ПП	Однорідна, ніжна, в міру щільна, без газоутворення	Жовтий
Д5	6,5	0,6	0,5	Чистий, в міру солодкий з різкуватим смаком ПП	Однорідна, щільна, без газоутворення, ознаки синерезису	Жовтий

К – контрольний зразок; Д1, Д2, Д3, Д4, Д5 – дослідні зразки з відповідними порядковими номерами.

Аналізуючи органолептичні показники досліджуваних зразків — смак, аромат та консистенцію — можна впевнено стверджувати, що найкращими за якістю були зразки №3 і №4. Їхній колір характеризувався приємним жовтуватим відтінком, консистенція кисломолочного згустку була однорідною, ніжною та помірно щільною, а смак — чисто кисломолочним із помірною солодкістю і виразним, апетитним присмаком продуктів бджільництва. За органолептичними характеристиками ці зразки відповідали вимогам ДСТУ 4343-2004 [18].

Включення меду, трутневого розпліду та пилку у склад йогурту сприяє стабілізації в'язкості продукту та прискоренню відновлення його структури після механічного впливу. Це є важливим для покращення консистенції при розливі напою, особливо за резервуарного способу виробництва.

Визначення умовної в'язкості продуктів із в'язкою консистенцією дозволяє оптимальніше підібрати обладнання для технологічної лінії виготовлення йогурту.

Результати визначення умовної в'язкості зображені на рис. 3.4.2.

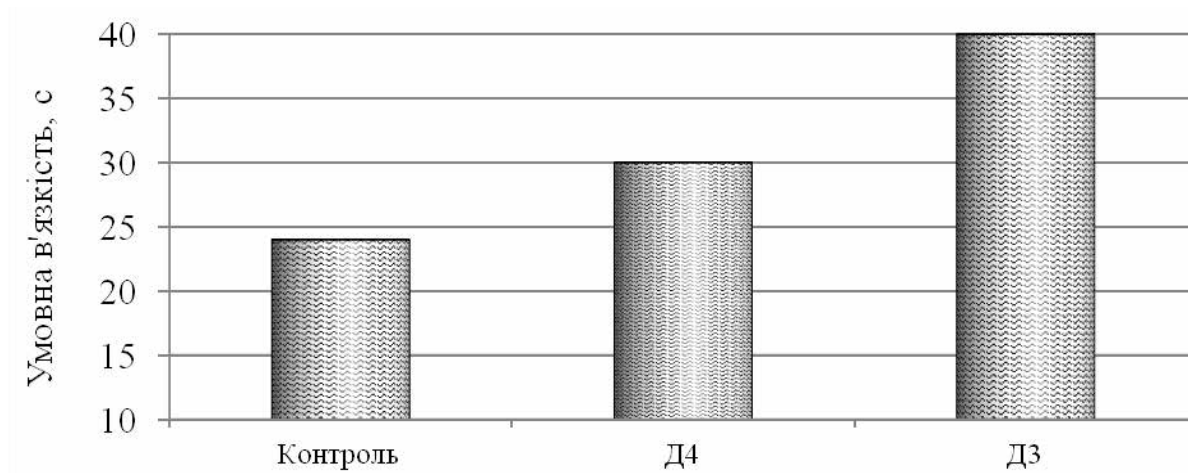


Рис. 3.6 Умовна в'язкість йогуртів різного складу

Йогурт Д3 продемонстрував найвищу умовну в'язкість, що підтверджується часом витікання через сопло — 40 секунд. Натомість контрольний зразок без додавання наповнювачів мав найнижчу в'язкість із показником 24 секунди. Зразок Д4, що містив підвищену кількість меду та трутневого розпліду (відповідно 6,5% та 0,4%), показав середній рівень умовної в'язкості — 30 секунд, порівняно з іншими зразками.

Отже, можна зробити висновок, що продукти бджільництва сприяють підвищенню в'язкості йогурту, але лише до певного рівня концентрації. Збільшення вмісту меду з 5,0% до 6,5% та трутневого розпліду з 0,2% до 0,4% призвело до зменшення в'язкості йогурту на 25%.

Йогурти з додаванням окремих продуктів бджільництва та їх комбінацій набули нових властивостей консистенції. Найкращі результати продемонстрував експериментальний зразок, що містив

мед, трутневий розплід та обніжжя у кількості 5%, 0,2% та 0,2% відповідно. Цей зразок відзначався чудовою здатністю до відновлення структури після руйнування згустку, добре утримував вологу та мав оптимальну в'язкість.

Кислотність йогуртів із натуральними добавками була вищою, ніж у контрольного зразка, що, імовірно, пов'язано зі специфічними властивостями продуктів бджільництва, використаних як наповнювачі.

Розділ 4. Техніко-економічне обґрунтування

У таблиці 4.1 наведено розрахунок вартості сировини, що використовується для приготування 1 тонни йогуртів із додаванням бджолиного меду, трутневого розпліду (ММ) та бджолиного обніжжя відповідно до розроблених рецептур.

Економічну ефективність виробництва кисломолочних напоїв визначено на основі цін, актуальних на грудень 2014 року, із використанням даних, отриманих із відкритих інтернет-джерел.

Таблиця 4.1

Вартість сировини і основних матеріалів йогурту з натуральними продуктами бджільництва різної жирності

Сировина	Йогурт з м.ч.ж. 3,0%			Йогурт з м.ч.ж. 3,2%		
	кількість, кг	ціна, грн./кг	вартість, грн.	кількість, кг	ціна, грн./кг	вартість, грн.
Молоко з м.ч.ж. 3,6%	880,5	1,01	889,305	825	1,01	833,25
Закваска на молоці з м.ч.ж. 0,05%	50	0,7	248,85	111	0,7	287,7
Мед бджолиний	50	70	3500	50	70	3500
Цукор пісок	10	8,6	86	10	8,6	86
Трутневий розплід	2	6000	12000	2	6000	12000
Обніжжя бджолине	2	150	300	2	150	300
Разом:	1000	-	17024,16	1000	-	17006,95

Аналіз підсумкової вартості сировини та основних матеріалів підтверджує очікуваний висновок: витрати на сировину для виробництва йогурту з масовою часткою жиру 3,2 % є вищими порівняно з йогуртом, що має масову частку жиру 3,0 %.

На основі даних, наведених у таблиці 4.1, проведено розрахунок виробничої собівартості йогуртів, результати якого представлені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Виробнича собівартість йогурту з продуктами бджільництва

Статті витрат	Питома вага, %	Виробнича собівартість, грн.	
		йогурт. 3,0%	йогурт 3,2%
Матеріальні витрати в т. ч.:	87,6	16880,86	16861,95
- сировина	67,6	13026,78	13012,19
- транспортні витрати	2,2	423,95	423,47
- упаковка	13,5	2601,50	2598,59
- паливно-енергетичні	4,3	828,63	827,70
Зарплата з відрахуваннями	1,7	327,60	327,23
Умовно-постійні витрати	8,9	1715,06	1713,14
Амортизація	1,8	346,87	346,48
Разом:	100	19270,39	19248,80

Прибутки від реалізації продукції визначаємо за формулою (4.1):

$$\Pi = (C_n \cdot P) / 100\%, \quad (4.1)$$

де Π – прибуток від реалізації, грн.;

C_n – повна собівартість продукту, грн.;

P – рентабельність (для харчової промисловості $P = 20\%$ [90]).

$$\Pi_1 = (19270,39 \times 20) / 100 = 3854,08 \text{ грн.},$$

$$\Pi_2 = (19248,80 \times 20) / 100 = 3849,76 \text{ грн.}$$

Розрахунок оптової ціни за 1 т готової продукції проводять за формулою (4.2):

$$C_o = C_n + \Pi, \quad (4.2)$$

де C_o – оптова ціна за 1 т готової продукції, руб.

$$C_{o1} = 25043,80 + 5008,76 = 23124,47 \text{ грн.},$$

$$C_{o2} = 19078,47 + 3815,69 = 23098,56 \text{ грн.}$$

На підставі наведених розрахунків, основні показники економічної ефективності кисломолочних напоїв представлені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

Основні показники економічної ефективності

Найменування	Ціна продукції, грн./т	Очікуваний прибуток, грн.
Йогурт з м.ч.ж 3,0 %	23124,47	3854,08
Йогурт з м.ч.ж. 3,2 %	23098,56	3849,76

Згідно з результатами оцінки економічної ефективності, прибуток від реалізації йогурту з додаванням продуктів бджільництва та масовою часткою жиру 3,2 % перевищує показники прибутковості йогуртів з нижчим вмістом жиру.

Соціальна значущість впровадження біотехнології виробництва кисломолочних продуктів, збагачених натуральними продуктами бджільництва, полягає у розширенні асортименту ринку за рахунок нових видів продукції. На споживчому ринку з'явиться питний та десертний йогурт із унікальним смаком і ароматом, що може сприяти збільшенню кількості його споживачів. У результаті ширше коло населення отримає можливість відчутти позитивний вплив продукту на здоров'я, про який йшлося у попередніх розділах, споживаючи йогурт «Медовий».

ВИСНОВКИ

1. Технологія підготовки продуктів бджільництва до внесення в молочну основу включає:

- підігрівання меду до рідкого стану при температурі 38–40 °С;
- розморожування трутневого розпліду за температури не вище 38–40 °С;
- висушування зерен обніжжя бджіл (ОБ) при температурі не вище 40 °С до вологості 2–4 % з подрібненням до розміру частинок 10–15 мкм.

2. Вплив температури розчинника на розчинення меду:

- Підвищення температури розчинника з 10 °С до 30 °С майже утричі прискорює розчинення меду;
- Подальше підвищення температури до 40 °С і вище не дає додаткового ефекту;
- Рекомендовано вносити підготовлений мед у пастеризовану молочну основу, охолоджену до 30–40 °С.

3. Економічний та соціальний ефект впровадження біотехнології:

- Споживач отримує удосконалений кисломолочний продукт, збагачений біологічно активними речовинами (БАР) із новими смако-ароматичними властивостями;
- Прибуток від реалізації йогурту з продуктами бджільництва становить:

- 3849,76 грн при масовій частці жиру 3,2 %;
- 3654,00 грн при масовій частці жиру 3,0 %.

4. Біотехнологічні режими сквашування йогурту з продуктами бджільництва:

- Оптимальна температура сквашування – 38–40 °С;
- Тривалість процесу – 5,0–5,5 годин (кислотність згустку – 100 °Т);
- Режими обґрунтовані на основі температурних діапазонів для штамів молочнокислих бактерій, а також фізико-хімічних і органолептичних досліджень.

5. Рецептатура йогурту «Медовий»:

а) Визначена доза внесення продуктів бджільництва на 100 г готового продукту:

- Мед – 5 г;
- Трутневий розплід (ММ) – 0,2 г;
- Обніжжя бджіл (ОБ) – 0,2 г.

б) Модельований склад йогурту за двома варіантами рецептури для 100 кг:

- Напій з масовою часткою жиру 3,0 %: молоко незбиране – 82,5 кг, молоко знежирене – 11,1 кг, мед – 5 кг, цукор – 1 кг, ММ – 0,2 кг, ОБ – 0,2 кг;
- Напій з масовою часткою жиру 3,2 %: молоко незбиране – 88 кг, молоко знежирене – 5,6 кг, мед – 5 кг, цукор – 1 кг, ММ – 0,2 кг, ОБ – 0,2 кг.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Mundo M.A. Growth inhibition of foodborne pathogens and food spoilage organisms by select raw honeys. *International Journal of Food Microbiology*. 2004. Vol. 97. P. 1–8.
2. Attalla K.M. Antibacterial activities of bee venom, propolis and royal jelly produce by three honey bee, *Apis mellifera* L., hybrids reared in the same environmental conditions [Text] / K.M. Attalla, A.A. Owayss, K.M. Mohanny. *Annals Of Agricultural Science, Moshtohor Journal*. 2007. Vol. 45. P. 895–902.
3. Ломова Н.М., Слободянюк Н.М. Спосіб виробництва сиркового десерту Пат. 49136, Україна / Заявник та патентовласник Нац. ун-т біоресурсів і природокористування Укр. № u200907157; опубл. 25.02.10, Бюл. № 8.
4. Українець А.І., Рашевська Т.О., Пилипенко Н.В. Спосіб виробництва вершкового масла з наповнювачем. Пат. 96219 Україна / заявник та патентовласник . Нац. Ун-т харчових технологій. № a201005982: опубл. 10.10.11, Бюл. № 9
5. Slačanac V. Effect of honey addition on fermentation activity of *Lactobacillus casei* Lc-01 in cow's and goat's milk: A kinetic study. *Acta Alimentaria*. 2011. № 40. P. 271–282.
6. Slačanac V. Fermentation of honey-sweetened soymilk with *Bifidobacterium lactis* Bb-12 and *Bifidobacterium longum* Bb-46: fermentation activity of bifidobacteria and in vitro antagonistic effect against *Listeria monocytogenes* FSL N1-017 / *Czech J. Food Sci.* 2012. № 30. P. 321–329.
7. <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/28193.pdf>

8. Волонтир Л. О. Біотехнології в харчовій промисловості як основа інтеграції України в СОТ / Л. О. Волонтир, З. П. Рожко // Збірник наукових праць ВНАУ. – 2012. – №1 (56). – Том 2. – С. 165 – 169.
9. Луи ХІ и киселото мляко // Демокрит. – Режим доступа: www.democrit.com/the_news.php?n=48
10. Grigoroff S. Étude sur une lait fermenté comestible. Le «Kissélo mléko» de Bulgarie. / Stamen Grigoroff // Revue Médicale de la Suisse Romande – 1905. – pp. 38-49.
11. Дідух Н. А. Наукові основи розробки технологій молочних продуктів функціонального призначення: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Одеса, 2008. – 49 с.
12. Дідух Н. А., Дідух Г. В. Використання лактулози у виробництві молочних продуктів геродієтичного призначення // Молочное дело. – 2005. – № 10. – С. 14—17
13. Дідух Н. А., Зайцева А. В. Використання рослинних олій у виробництві молочних геропродуктів // Молочна пром-сть.— 2006. – № 9. – С. 23—27.
14. ДСТУ 4343:2004 „Йогурти. Загальні технічні умови.” //Молокопереробка. - № 12(15) 2006. – С. 30-34.
15. Євлаш В. В. Харчова хімія : навчальний посібник / В.В. Євлаш, О. І. Торяник, В. О. Коваленко, О. Ф. Аксьонова, Н. О. Отрошко, Т. О. Кузнецова, Л. Ф. Павлоцька, Д. О. Торяник. – Х. : Світ книг, 2012. – 504.
16. Кравцова О. В. Дослідження синеретичних властивостей йогуртів, виготовлених на основі нової бактеріальної закваски / Кравцова О. В., Скорченко Т. А., Коваленко Н.К., Лясковський Т. М. // Молочна промисловість. – 2004. – № 4 (13). – С. 12-15.

17. Кравцова О. В. Подовження термінів придатності до споживання кисломолочних напоїв / О. В. Кравцова, Т. А. Скорченко // Молочное дело. - 2007. - № 7(56). – С. 6-7.
18. Маляренко Т.В., Скорченко Т.А. Кисломолочні напої з соєвим борошном // Харчова та переробна промисловість. - 2002. - № 1. - С. 22-23.
19. Машкін М. І., Париш Н. М. Технологія молока і молочних продуктів: Навчальне видання. — К.: Вищаосвіта, 2006. — 351 с.: іл
20. Тихонов О. І., Ярних Т. Г. работ по курсу «Химия пищи» [Електронний ресурс], ГОУ ВПО ВСГТУ. – Улан- Удэ : ВСГТУ, 2009. – 28с., Режим доступу до сайту : <http://esstu.ru/uportal/document/view.htm?documentId=1163&departmentId=29>
21. Пат. 49136 Україна, МПК А 23 С 9/00. Спосіб виробництва сиркового десерту / Ломова Н. М., Слободянюк Н. М. : заявник та патентовласник Нац. ун-т біоресурсів і природокористування Укр. – № u200907157; заявл. 09.07.2009 ; опубл. 25.02.10, Бюл. № 8
22. Пат. 96219 Україна, МПК А 23 С 15/02. Спосіб виробництва вершкового масла з наповнювачем / Українець А. І., Рашевська Т. О., Пилипенко Н. В. : заявник та патентовласник Нац. Ун-т харчових технологій. – № a201005982 : заявл. 18.05.10 : опубл. 10.10.11, Бюл. № 9
23. Пересічний М. І. Технологія продуктів харчування функціонального призначення: Монографія / М.І. Пересічний, М.Ф. Кравченко, Д.В. Федорова та ін. / За ред. М.І. Пересічного. — К.: Національний торг.-екон. ун-т, 2008. — 718 с
24. Поліщук В.П. Бджільництво. – Львів: Редакція журналу «Український пасічник», 2001. – 296с.

25. Приймак Г.М. Організація пасіки. – К.:УАЕ УААН, 2000. – 459с.
26. Про якість та безпеку харчових продуктів та продовольчої сировини" (ВВР, 2005, N 50, ст.533
27. Решетило Л. І., Заєць О. І Виробництво та споживання йогурту в Україні. – Науковий вісник НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.6. – С. 291-294. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до стор.: http://nvunfu.esy.es/Archive/21_6/291_RESZ.pdf
28. Сирохман І. В Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення:навч.пос.(для студентів вищих навчальних закладів)/І.В.Сирохман,В.М.Загородня.-К.: Центр учбової літератури, 2009-544с.
29. Сирохман І. В., Лозова Т. М. Товарознавство цукру, меду, кондитерських виробів: Підручник 2-ге видання,перероблене та доповнене.-К:Центр учбової літератури,2008.-616с.
30. Скорченко Е. А., Поліщук Г. А., Грек О.В., Кочубей О.В.Технологія незбираномолочних продуктів./ За редакцією Скорченко Навчальний посібник. - Вінниця: Нова Книга, 2005. - 264 с.
31. Тихонов О. І. Застосування продуктів бджільництва для лікування простатитів та аденоми передміхурової залози /, Т.Г.Ярних, О.С.Данькевич та ін. // В сб.: Матер, научн.-практ. конф. "Лекарства — человеку", Т.XVII, №1. - Х., 2002. - С. 45-47.
32. Чагаровський О. П. Збалансоване харчування - основа геродієтики [Текст] / О. П. Чагаровський, Г. В. Дідух, Н. А. Дідух // Пробл. старения и долголетия. - 2011. - Том 20, N 2. - С. 133-139

33. Чагаровський О. П. Функціональні кисломолочні продукти геродієтичного призначення [Текст] / О. П. Чагаровський, Н. А. Дідух // Пробл. старения и долголетия. - 2011. - Том 20, N 2. - С. 214-222
34. Agarwal A., Nair P. K. K. Free and Protein-bound Amino Acids of Pollen of *Acacia Auriculaeformis* (Mimosaceae). *Grana* Vol. 28, № 2, 1989 pp. 155-157
35. Alakali, J. S. et al. Effect of stabilizers on the physico-chemical and sensory attributes of thermized yoghurt, *African Journal of Biotechnology* Vol. 7 (2), pp. 158-163, 18, 2008.
36. Allgeyer L. C., Miller M. J., Lee S.-Y., Sensory and microbiological quality of yogurt drinks with prebiotics and probiotics, *Journal of Dairy Science* Vol. 93 No. 10, 2010, pp :4471–4479
37. Anang Catur Sulaksono, Sri Kumalaningsih, Wignyanto, Imam Santoso Production and Processing of Yoghurt Powder Using Foam-Mat Drying *Food and Public Health* 2013; 3(5): 235-239
38. Application of Biotechnology in Dairy and Food Processing [Текст] : CAS Course on "Appiicason of Biotecmoagy in Dairy and Food Processing"(4 - 24 Nov. 2003, Kanai, Haryana, India). / National Dairy Research Institute (Indian Council of Agricultural Research). – Kanai. – 2003. – 220с
39. Aswal P., Shukla A., Priyadarshi S.,: Preparation, Characteristics and Recent Advancements Yoghurt *Cibtech Journal of Bio-Protocols* 2012 Vol. 1 (2) pp.32-44
40. Attalla K. M. Antibacterial activities of beevenom, propolis and royal jelly produce by three honey bee, *Apis mellifera* L., hybrids reared in the same environmental conditions [Текст] / Attalla K. M., Owayss A. A.,

Mohanny K. M. // Annals Of Agricultural Science, Moshtohor Journal. – 2007. – Vol. 45. – P. 895 – 902.

41. Bărnuțiu L. et. al. Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Royal Jelly – Review // Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies, , 44. – 2011. – P. 67 – 72.

42. Berry D. Stabilization from nature, 2010 Food Product Design. (20) 4:pp 12-15.

43. Bielecka M. and Majkowska A., (2000). Effect of spray drying temperature of yoghurt on the survival of starter cultures, moisture content and sensoric properties of yoghurt powder. Nahrung 44 (4): 257 – 260.

44. Biotechnology Fundamentals [Електронний ресурс]. – 2005. – Режим доступу : <http://ocw.osaka-u.ac.jp/engineering/biotechnology-fundamentals>

45. Bogdanov S. Royal Jelly, Bee Brood: Composition, Health, Medicine: A Review / Stefan Bogdanov // Bee Product Science, 2014, (2), pp. 1–31.

46. Bogdanov S., Jurendic T., Sieber R., Gallmann P., Honey for Nutrition and Health: a Review // American Journal of the College of Nutrition, 2008, 27: pp. 677-689.

47. Boselli E. et al. Determination and changes of free amino acids in royal jelly during storage Apidologie, 2003, (34), pp. 129–137.

48. Boyaval P. et al, Effects of free fatty.acids on propionic acid bacteria Lait (1995) 75, pp. 17-29.

49. Boycheva S., Dimitrov T., Naydenova N., Mihaylova G. (2011) : Quality characteristics of yogurt from goat's milk, supplemented with fruit juice. Czech J. Food Sci., 29: 24–30.

50. Carpes, S. T. et al Chemical composition and free radical scavenging activity of *Apis mellifera* bee pollen from Southern Brazil. *Braz. J. Food Technol.*, 2009 Vol. 12, № 3, pp. 220-229.92
51. Chandan R. C. *Manufacturing Yogurt and Fermented Milks*, Blackwell Publishing, Australia, 2006, pp 374
52. Chick H., Shin H. S., Ustunol Z. Growth and acid production by lactic acid bacteria and Bifidobacteria grown in skim milk containing honey. *J. Food Sci.*, 2001, 66, 478-481
53. Chini E. N. CD38 is the major enzyme responsible for synthesis of nicotinic acid-adenine dinucleotide phosphate in mammalian tissues / Chini E. N., Chini C. C, Kato I, Takasawa S, Okamoto H., *Biochem J.* 2002, 362(1) pp. 125-30.
54. Corbo M. R., Bevilacqua A., Campaniello D., Speranza B., Sinigaglia M. Selection of promising lactic acid bacteria as starter cultures for sourdough: using a step-by-step approach through quantitative analyses and statistics *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2014, Vol. 94(9), pp. 1772–1780.
55. Dalmaso M, Aubert J, Briard-Bion V. ets. A temporal-omic study of *Propionibacterium freudenreichii* CIRM-BIA1 adaptation strategies in conditions mimicking cheese ripening in the cold. 2012 Apr;7(4): doi/10.1371/annotation/e0ff065d-a52d-44f2-8727-328393ed60b6.
56. Daniele G., H. Casabianca. 2012. Sugar composition of French royal jelly for comparison with commercial and artificial sugar samples. *Food Chem.* 134: 1025–1029.
57. De Jonghe V., Coorevits A, De Block J ets., Toxinogenic and spoilage potential of aerobic spore-formers isolated from raw milk. *International Journal of Food Microbiology* 2010, 136(3), pp.. 318-25

58. Deeth H. C., Fitz-Gerald C. H. Lipolytic Enzymes and Hydrolytic Rancidity in Milk and Milk Products Developments in Dairy Chemistry—2 1983, pp 195-239.

59. Desai S. R, Toro V. A Joshi V. (1994). Utilization of different fruit in the manufacture of yoghurt, Indian Journal of Dairy Science, №47, pp. 870-874.

60. Ellinger S, Stehle P. Efficacy of vitamin supplementation in situations with wound healing disorders: results from clinical intervention studies. Curr Opin Clin Nutr Metab Care. 2009 Vol. 12(6) pp. 588-95.

61. FAO (1996) Value-added products from beekeeping. FAO Agricultural Services Bulletin, No. 124, Rome, Italy. <http://www.fao.org/docrep/w0076E/w0076E00.htm>

62. FAO, 2013; 404 pp. Available on web-site (publications-sales@fao.org).

63. Moughan P. J., Gilani S., Rutherford S. M. Tomé D. The assessment of amino acid digestibility in foods for humans and including a collation of published ileal amino acid digestibility data for human foods // Report of a Sub-Committee of the 2011 FAO Consultation on "Protein Quality Evaluation in Human Nutrition", URL : <http://www.fao.org/ag/humannutrition/36216-04a2f02ec02eafd4f457dd2c9851b4c45.pdf>

64. Farinde E. O., Adesetan T. O., Obatolu V. A., Oladapo M. O. (2009). Chemical and microbial properties of yoghurt processed from cow milk and soymilk. J.Food Processing and Preservation, №33, pp. 245 –259.

65. Ferioli F. Application of chromatographic and spectroscopic techniques in the evaluation of the lipid fraction of animal products : Tesi per il conseguimento del titolo di Dottore di Ricerca / Federico Ferioli. –

Bologna, 2007. – 227 p. URL : [Scienze degli alimenti](#), 19 Ciclo. DOI 10.6092/unibo/amsdottorato/431

66. Fox P. F., Paul L. H. Advanced Dairy Chemistry Volume 2: Lipids 3rd ed. 2006, by Aspen Publishers, 801 p.

67. Garrotea G. L., Abraham A.G., De Antoni G.L. Preservation of Kefir Grains, a Comparative Study LWT - Food Science and Technology Volume 30, Issue 1, February 1997, Pages 77–84

68. Grigoroff S. Étude sur une lait fermenté comestible. Le «Kissélo mléko» de Bulgarie. / Stamen Grigoroff // Revue Médicale de la Suisse Romande – 1905. – pp. 38-49.

69. Grubiak K., Synowiecki J.: Wykorzystanie komorek Escherichia coli transformowanych genem termostabilnej β -galaktozydazy z Pyrococcus wosei do wytwarzania galaktozylofruktozy. Biotechnologia, 2009, 1 (84), 152-162.

70. Güler Z. et al. Characteristics of physico-chemical properties, volatile compounds and free fatty acid profiles of commercial set-type Turkish yoghurts , Open Journal of Animal Sciences, 2011, Vol.1, №.1, pp. 1-9.

71. Guo H1, Ekusa A, Iwai K, Yonekura M, Takahata Y, Morimatsu F. Royal jelly peptides inhibit lipid peroxidation in vitro and in vivo J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo). 2008 Jun;54(3):191-5.

72. Harmanescu M. et all. Mineral Micronutrients Composition of Bee's Pollen / Monica Harmanescu, D. Popovici, I. Gergen // Journal of Agroalimentary Processes and Technologies, Volume XIII, №1 (2007), 175-182.

73. Hess S. J., Roberts R.F., G.R. Ziegler, Rheological Properties of Nonfat Yogurt Stabilized Using Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus

Producing Exopolysaccharide or Using Commercial Stabilizer Systems, Journal of Dairy Science Volume 80, Issue 2, Pages 252–263, 1997

74. Hittu M., Punj V. Isolation and identification of lipolytic, psychrotrophic, spore forming bacteria from raw milk International Journal of Dairy Technology 1999 [Vol. 52 \(2\)](#), pp. 59–62.

75. Hui Y. H. Handbook of food science, technology, and engineering / United States of America, Taylor & Francis Group, 2006, 1516 p.

76. Hwanhlem N., Buradaleng S., Wattanachant S., Benjakul S., Tani A., Maneerat S., Isolation and screening of lactic acid bacteria from hai traditional fermented fish (Plasom) and production of Plasom from selected strains, Food Control 2011 (22) 401-407.

77. Inoue K., Shiota K., Ito T. Preparation and properties of ice cream type frozen yogurt, International Journal of Dairy Technology Vol. 51, № 2, pp. 44–50, May 1998

78. Ципріян В.І., Ванханен В.Д., Ванханен В.В, Смолянський Б.Л., Штабський Б.М. Гігієна харчування з основами нутриціології: Підруч. для студ. вищих навч. мед. закладів III-IV рівнів акредитації, лікарів-інтернів і курсантів ін-ту удосконалення лікарів / Віктор Іванович Ципріян (ред.). — К. : Здоров'я, 1999. — 568с.

79. Про безпечність та якість харчових продуктів :Закон акон від 23.12.1997 № 771/97-ВР [Електронний ресурс]/ Відомості Верховної Ради України. – К., 1998. – 98 с., Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/771/97-вр>

80. Georgala, A. 2013. The nutritional value of two fermented milk/cereal foods named Greek Trahanas and Turkish Tarhana: A review. Journal of Nutritional Disorders and Therapy. Special issue: 1-4.

81. Li J. K, Feng M., Zhang L., Zhang Z. H., Pan Y. H.. Proteomics analysis of major royal jelly protein changes under different storage conditions. *J Proteome Res.* 2008 7(8), pp. 3339-53
82. Adolfsson O., Meydani S. N, Russell R. M. Yogurt and gut function. *Am J Clin Nutr.* 2004 Aug;80(2):245-56.
83. Agostoni C. et al. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. // *EFSA Journal* 2010; 8(3) pp. 1461-1568.
84. Andreeva V. A, Touvier M., Kesse-Guyot E., Julia C., Galan P., Hercberg S. B vitamin and/or ω -3 fatty acid supplementation and cancer: ancillary findings from the supplementation with folate, vitamins B6 and B12, and/or omega-3 fatty acids (SU.FOL.OM3) randomized trial. *Arch Intern Med.* 2012, Vol. 172(7), pp. 540-547.
85. Zvancharova T, Baltova K., Z. Urshev,. Starter cultures for production of yoghurt from sheep's milk with extended shelf life, *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 2013, 19 (2), pp. 94–96.
86. Zotukhiha V., Tikhonov A., Shcheblykina L. Stimulation of sexual activity in male rats with lipophilic extract lower pollen // *Abstr. of Second National Congress of Andrology with International Participation.* — Sofia, Bulgaria, 1999. — P. 92-93
87. Zolotukhiha V., Tikhonov A., Shcheblykina L. Stimulation of sexual activity in male rats with lipophilic extract of flower pollen // *Abstr. of Second National Congress of Andrology with International Participation.* — Sofia, Bulgaria, 1999. - P. 92-93.

ДОДАТКИ

УДК 637.146.34+638.16/17

Ляшенко О. М., студент магістратури

Тишенко Л. М., к.т.н., доцент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ*

«Інноваційні підходи до виробництва йогурту з використанням продуктів бджільництва»

Розвиток виробництва йогурту в Україні та світі демонструє його зростаючу популярність. Традиційні методи виготовлення поступово вдосконалюються завдяки новітнім біотехнологічним досягненням, що дозволяє розширити асортимент та покращити споживчі характеристики продукту.

Йогурт займає важливе місце у сучасному здоровому харчуванні через свій унікальний склад, який включає пробіотичні культури та молочну основу. Проте процес високотемпературної обробки молока під час виробництва спричиняє втрати частини вітамінів і мінералів.

Доповнення йогурту продуктами бджільництва сприяє покращенню його хімічного складу, фізико-хімічних та органолептичних властивостей. Завдяки своїм природним бактерицидним характеристикам ці компоненти можуть не лише виступати як поживні елементи, а й діяти як інгібітори росту небажаних мікроорганізмів.

Мед є особливо цінним доповненням до йогурту, оскільки містить 29% глюкози та 43,5% фруктози, а також невелику кількість води та амінокислот (менше 1 г на 100 г). У його складі присутні важливі мікроелементи: кальцій (25 мг/100 г), фосфор (34 мг/100 г), магній (43 мг/100 г) та калій (101 мг/100 г). Хоча вміст вітамінів у меді незначний, вони мають високу біологічну активність.

Висновок

Таким чином, використання продуктів бджільництва, зокрема меду, у виробництві йогурту дозволяє підвищити його поживну цінність і зробити його більш корисним для здоров'я споживачів.

Література

1. Волонтир Л. О. Біотехнології в харчовій промисловості як основа інтеграції України в СОТ / Л. О. Волонтир, З. П. Рожко // Збірник наукових праць ВНАУ. – 2012. – №1 (56). – Том 2. – С. 165 – 169.
2. Дідух Н. А. Наукові основи розробки технологій молочних продуктів функціонального призначення: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Одеса, 2008. – 49 с.
3. Дідух Н. А., Дідух Г. В. Використання лактулози у виробництві молочних продуктів геродієтичного призначення // Молочное дело. – 2005. – № 10. – С. 14—17.

Міністерство освіти і науки України
Національний університет біоресурсів і природокористування України



СЕРТИФІКАТ

ПІДТВЕРДЖУЄ, ЩО

Ляшенко О.М.

взяв(ла) участь у



**XIII Міжнародній Науково-практичній конференції вчених, аспірантів і студентів
«НАУКОВІ ЗДОБУТКИ У ВИРІШЕННІ АКТУАЛЬНИХ ПРОБЛЕМ ВИРОБНИЦТВА ТА
ПЕРЕРОБКИ СИРОВИНИ, СТАНДАРТИЗАЦІЇ І БЕЗПЕКИ ПРОДОВОЛЬСТВА»**

Проректор з наукової роботи та
інноваційної діяльності



Оксана ТОНХА

м. Київ, 10-11 квітня 2025 року