

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет харчових технологій та управління якістю продукції АПК

УДК 637.146.34.+638.16/17

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.

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему «Розробка технології вітамінізованих молочних напоїв оздоровчого
призначення»

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

Виконала

_____ Інна 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**

Інні Анатоліївни Ляшенко

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Освітня програма «Нутриціологія»

Програма підготовки Освітньо-наукова

Тема магістерської роботи «**Розробка технології вітамінізованих молочних напоїв оздоровчого призначення**»

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 прийняла до виконання _____

Інна ЛЯШЕНКО

ЗМІСТ

Вступ	5
Розділ 1. Аналітичний огляд літератури	7
1.1 Сучасний стан промисловості	7
1.2 Класифікація та склад питного молока	9
1.3 Питне свіже молоко	13
1.4 "Ферментовані молочні продукти: різноманіття, процеси та мікрофлора"	15
1.5 Кефір	16
1.6 Функціональні властивості кефіру	20
1.7 Функціональні молочні напої з додаванням мінералів і вітамінів	20
1.8 Розробка функціональних молочних продуктів	22
1.9 Молоко як оптимальний носій вітаміну D	24
1.10 Промислові процеси та зберігання молока	27
2.1 Матеріали	33
2.2 АНАЛІТИЧНІ МЕТОДИ	36
3.1 Приготування збагаченого кефіру	40
3.2 Характеристика продукту	43
3.3 Оцінка терміну придатності розробленого продукту	44
3.4 Водозатримуюча здатність (WHC%)	44
3.5 Мікробіологічне дослідження кефіру	44
3.6. Вплив додавання цукру на кислотність і рН підсолодженого молока кефір	45
ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 3	48
РОЗДІЛ 4. ОПТИМІЗОВАНИЙ ПРОЦЕС ПРИГОТУВАННЯ РОЗВИНЕНОГО ЗБАГАЧЕНОГО ПІДСОЛОДЖЕНОГО МОЛОКА КЕФІР	49
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ	51
ВИСНОВКИ	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	57
ДОДАТКИ	65

РЕФЕРАТ

У дипломній роботі «Розробка технології вітамінізованих молочних напоїв оздоровчого призначення» досліджено теоретичні та практичні аспекти створення функціональних кисломолочних продуктів на основі кефіру, збагаченого вітамінами та харчовими волокнами. Проаналізовано сучасний стан виробництва функціональних молочних напоїв, їх роль у забезпеченні здорового харчування, технологічні особливості ферментації та фортифікації, вплив інгредієнтів на фізико-хімічні й органолептичні показники кінцевого продукту. Проведено лабораторні дослідження зі створення збагаченого підсолоджененого кефіру, визначено оптимальні умови його виробництва, термін зберігання, показники якості та безпеки.

Обсяг роботи — 76 сторінок.

Містить:

- 9 таблиць,
- 8 рисунків (у тому числі схем),
- 7 додатків.

Ключові слова: функціональні продукти, кефір, збагачення, вітаміни, харчові волокна, пробіотики, технологія виробництва, молочні напої.

ВСТУП

Харчова промисловість є однією з провідних галузей промисловості України. Але останнім часом рівень якості виготовленої продукції значно падає. Виробники за мету мають тільки збільшення прибутку, а не здоров'я людей. І тому використовують дешеву сировину, велику кількість штучних консервантів та барвників, додають в продукти пальмову гідрогенізовану олію та велику кількість цукру. На даному етапі медицина приділяє багато уваги питанням взаємозв'язку між здоров'ям людини і її харчування. Харчування розглядається не тільки як джерело енергії, але і як фактор, що визначає нормальне функціонування всіх систем організму. [1]

В Україні протягом останніх 10—15-ти років відбулося різке зниження подушного споживання життєво важливих харчових продуктів та інгредієнтів. Так, споживання м'яса і м'ясопродуктів скоротилося з 68 кг у 1990 р. до 35 кг у 2003 році. Середній українець став споживати менше не тільки м'яса, а й молока, фруктів, риби. У наборі продуктів переважають і значно перевищують раціональну норму: олія (176,6%), картопля (148,1%), хліб і хлібопродукти (123,3%), цукор (130,4%). Зниження споживання енергії і білка з їжею нижче розрахункових величин варто розглядати як несприятливий фактор, що створює умови для формування груп населення з ознаками білково-калорійної недостатності. Сьогодні в Україні так харчується близько 50—60% усього населення. Слід відмітити, що середнє споживання деяких видів продуктів (м'ясо, яйця, риба і рибопродукти, фрукти, ягоди) у багатодітних родинах у 2 рази нижче за середній рівень. Розбіжності в харчуванні в домогосподарствах з різним рівнем забезпеченості ще більші.

Зростання цін не дозволяє населенню отримувати продукти з врахуванням їх біологічної цінності, що призводить до ще більшого дефіциту білків, вітамінів, мікроелементів, енергії. Так, через низьку платоспроможність значної частини населення, при прожитковому мінімумі для працездатного населення в 3028 грн, можливість придбання місячного

необхідного набору продуктів становить менше половини. У даних груп населення основними продуктами в раціоні є хліб, крупи, макаронні вироби, олія. Таким чином, населення має значний дефіцит споживання основних груп продуктів харчування в порівнянні з фізіологічними нормами.

Тому, в даний період розвитку України є актуальним розроблення харчового продукту нового покоління, який задовольняв наші фізіологічні потреби та мати високі органолептичні показники. Продукт який ми будемо збагачувати, він повинен бути широковживаним та зрозумілим населенню, не дуже сильно відрізнятися цінною від звичайних продуктів для його розповсюдження серед більшості частини населення.

Розділ 1. Аналітичний огляд літератури

1.1 Сучасний стан промисловості

В Україні випускаються функціональні продукти переважно чотирьох груп: зернові сніданки, молочні продукти, маргарини і безалкогольні напої.

Молочні продукти — цінне джерело таких функціональних інгредієнтів, як кальцій і рибофлавін. Їх функціональні властивості можуть бути підвищені додаванням вітамінів А, D, Е, β-каротину і мінеральних речовин, а також харчових волокон, наприклад пектину, біфідобактерій. Функціональні молочні продукти можуть бути ефективні з метою попередження серцево-судинних, онкологічних, шлунково-кишкових захворювань, остеопорозу.

Молоко і молочні продукти мають велике значення для організації здорового та якісного харчування населення. Вони містять усі необхідні для життя людини, росту і розвитку її організму поживні речовини (білки, жири, вуглеводи, мінеральні солі, вітаміни) і належать до найбільш повноцінних продуктів харчування. [2]. На сучасному етапі розвитку найбільш результативною є концепція створення функціональних молочних продуктів, які сприятливо діють на організм людини. До них можна віднести продукти з невеликою кількістю жиру, з додаванням фруктового або овочевого соку, напої, у тому числі на основі сироватки, збагачені вітамінами, мікроелементами, природною клітковиною та ін. Функціональні властивості молока та продуктів їх переробки можуть бути підвищені додаванням вітамінів А, D, Е, β-каротину, мінеральних речовин, таких як магній, харчових волокон (наприклад, пектинів), біологічно активних вуглеводів (наприклад, інуліну). Молочні продукти, збагачені шляхом додавання немолочних інгредієнтів, відносяться до комбінованих продуктів. Для них використовують: фруктово-ягідну, овочеву, дикорослу сировину, морські і продукти бджільництва та збагачувачі лікувально-профілактичного призначення [3].

Молоко містить цінні у фізіологічному відношенні поживні речовини, які добре збалансовані, легко і повністю засвоюються організмом людини. Людина в добу повинна споживати молочних продуктів (у перерахунку на молоко) майже 1.5 л, в тому числі молока 0.5 л, масла коров'ячого - 15-20 г, сирів - 18 г, сметани і сиру по 20 м. У молоці виявлено понад 120 хімічних речовин, у тому числі: білки, жири, мінеральні речовини, вітаміни, ферменти і т.п [4]. Білкові речовини є найбільш цінною складовою частиною молока, тому що утворюються при їх розщепленні амінокислоти є хорошим пластичним матеріалом для побудови тканин організму. У молочному жирі переважають олеїнова і пальмітинова кислоти. На відміну від інших жирів молочний жир містить підвищену кількість низькомолекулярних жирних кислот (масляної, капронової, каприлової). Молоко містить у собі всі життєво необхідні вітаміни, але деякі – в недостатніх кількостях, тому зараз в молочній промисловості є дві тенденції. Перша – це повніше використання усіх складових молока завдяки вдосконаленню технологій виробництва окремих груп молочних продуктів, а також розширенню їх асортименту та підвищенню якості шляхом збагачення вітамінами, макро- та мікроелементами, смаковими та ароматичними компонентами. Друга – створення нових видів продуктів спеціального оздоровчого призначення для різних вікових груп, різних форм зайнятості населення, екологічних умов проживання та стану здоров'я людини введенням до складу рецептур функціональних інгредієнтів [5]. Розробка нових технологій з молочної сировини розвивається швидкими темпами, як на виробництві так і на підприємствах ресторанного господарства. При розробці нових продуктів промислового масштабу керуються правилом збагачення молочної продукції вітамінами, додаванням різних інгредієнтів, які добре гармонують з молоком та молочними продуктами. У підприємствах ресторанного господарства представлений широкий асортимент різних страв з молочної продукції. Частіше в молоко та молочні продукти додають ті вітаміни, які знаходяться в обмеженій кількості. Особливо в молоці не вистачає вітаміну С, А, вітамінів

групи В. В сучасній молочній промисловості розробка нових вітамінізованих продуктів є перспективною, тому що населення потребує саме в таких продуктах. Брак цих вітамінів можна компенсувати додаванням в молочні продукти фруктів або овочів, які б підвищили кількість вітаміну А, С, вітамінів групи В. [6]. Отже, створення збагачених функціональними інгредієнтами молочних продуктів важливі в декількох аспектах: широке впровадження функціональних продуктів у фактичному харчуванні літніх, старих і хворих людей дозволить по типу замісної терапії виправити недоліки їх харчування; вживання молочних продуктів функціонального призначення здоровими людьми молодих вікових груп стане профілактикою захворювань та передчасного старіння.

1.2 Класифікація та склад питного молока

Молоко коров'яче питне – це молоко, піддане нормалізації та тепловому обробленню при заданих температурних режимах, охолоджене та призначене для безпосереднього споживання.

Молоко вітамінізоване – питне молоко, збагачене вітамінами. Виготовляють з нормалізованого пастеризованого молока жирністю 3,2; 2,5; 1,5 % та знежиреного. Технологічний процес виробництва 41 вітамінізованого молока складається з тих же операцій, що і пастеризованого. Відрізняється додатковою операцією – внесенням вітаміну С (аскорбінова кислота) або його замітника – аскорбінату натрію. Вітамін С вносять у охолоджене після пастеризації молоко для запобігання руйнування вітаміну під впливом високих температур.

Молоко коров'яче питне класифікують за різними ознаками:

- 1) за видом сировини – молоко з натуральної сировини та з відновлених сухих молочних продуктів;
- 2) за способом теплового оброблення – молоко пастеризоване, пряжене, стерилізоване, ультрапастеризоване (УВТ-оброблене);

3) за хімічним складом – молоко з різним вмістом жиру, білка, молоко і молочні напої вітамінізовані, збагачені мінеральними речовинами та іншими неорганічними сполуками, лактулозою, біфідобактеріями, молоко десертне зі смако-ароматичними добавками (молоко з какао, молоко з кавою, молоко з цикорієм, десертні види молока з ароматизаторами);

4) за видом упаковки – молоко дрібнофасоване (у споживчій тарі), молоко розливне (у транспортній тарі).

Основними видами є питне молоко з масовою часткою жиру 2,5 та 3,2 %, є також молоко з підвищеною жирністю (6,0; 4,0; 3,5 %), низькожирне (2,0; 1,5 %); нежирне (вміст жиру від 0,05 % до 1,0 %).

Вершки розрізняють за масовою часткою жиру (8, 10, 15, 20, 25, 30 і 35 %), способом термообробки (пастеризовані, стерилізовані) та видом упаковки.

Біологічна та харчова цінність молока і молочних продуктів вище, ніж інших продуктів, що зустрічаються в природі. В молоці налічується понад півтори сотні різних компонентів, у тому числі 20 амінокислот, 64 жирні кислоти, 40 мінеральних речовин, 15 вітамінів, десятки ферментів і т.д. Молоко є унікальним продуктом харчування, як за різноманітністю речовин, що входять до його складу, так і за збалансованістю.

Молоко та молочні продукти із нього є одними з найбільш цінних видів харчових продуктів, які є незамінними продуктами масового, повсякденного споживання.

Щоденне споживання 0,5 літра молока покриває близько 35% добової потреби людини в тваринному білку, тим самим значною мірою задовольняються нестатки організму в незамінних амінокислотах (лізин, триптофан та ін.), яких, як правило, бракує в білках рослинного походження, 17,5% – у біологічно активних поліненасичених жирних кислотах, які входять до складу молочного жиру, 6,3% – у супутніх молочному жиру фосфоліпідах.

Молоко є винятково важливим джерелом мінеральних речовин, особливо кальцію та фосфору.

Таблиця 1.1

Середній хімічний склад питного молока

Найменування показника	Масова частка, %
Білки	2,0-4,5 (казеїн, альбуміни, глобуліни)
Жири	2,5-6,0 (низькомолекулярні жирні кислоти)
Вуглеводи	4,5-5,1 (молочний цукор – лактоза, складається із глюкози та галактози)
Органічні кислоти	0,15-0,20 (переважно молочна кислота)
Зольність	0,6-0,7 (Ca, P, Mg, K, Na та інші)
Вода	87,0-88,0
Сухі речовини	12,0-13,0

- Молоко являє собою полідисперсну систему. Дисперсні фази молока знаходяться в іонно-молекулярному (мінеральні солі, лактоза), колоїдному (білки, фосфат кальцію) та грубо дисперсному (жир) стані. Водна фаза молока є дисперсним середовищем
- Найбільш важливою частиною молока є повноцінні білки та жири у вигляді низькомолекулярних жирних кислот.

- Білки молока неоднорідні, складаються із казеїну (76...88% від кількості всіх білків), сироваткових білків (альбумінів та глобулінів – 12...24% від кількості всіх білків) і відрізняються між собою молекулярною масою, ізоелектричною точкою, амінокислотним складом та вмістом кальцію і фосфору.

- Білки молока містять всі незамінні амінокислоти в збалансованому співвідношенні. За біологічною цінністю казеїн молока не поступається білкам м'яса, риби, яєць та перевищує продукти рослинного походження. У молоці казеїн знаходиться в розчинному стані у вигляді кальцієвої солі, яка легко засвоюється організмом людини.

- Сироваткові білки (альбуміни, глобуліни) за біологічною цінністю, тобто за вмістом незамінних амінокислот, значно перевищують казеїн.

- Згідно з теорією раціонального та збалансованого харчування середньорічна потреба в молоці та молочних продуктів на душу населення повинна складати 434 кг (фактично – 340 кг).

Фізіологічна цінність та лікувально-профілактична дія білків молока

Фізіологічна та лікувально-профілактична дія білків молока

- Виконують будівельну функцію, забезпечують швидкий ріст та нормальний розвиток новонароджених за рахунок властивості білків згортатися в шлунку з утворенням згустків високого ступеня дисперсності та засвоюваності.

- Є джерелом кальцію, фосфору та магнію, а також фізіологічно активних пептидів, що регулюють процес травлення (рівень шлункової секреції).

- Сироваткові білки є носіями імунних (альбумін і глобулін) та антибактеріальних (лактоферин) властивостей.
- Виконують транспортну функцію: казеїн – транспортує до кишечника новонародженого Ca, P, Mg; лактоферин – Fe, β-лактоглобулін – вітамін А та ін.

Під дією кислот, солей та ферментів казеїн згортається (коагулює) та випадає в осад. Коагуляцією казеїну обумовлено згортання молока під дією молочної кислоти, що утворюється в результаті молочнокислого бродіння. Під час виробництва сирів та кисломолочного сиру казеїн осаджують сичуговим ферментом, молочнокислими бактеріями.

1.3 Питне свіже молоко

У порівнянні з іншими пробіотичними напоями та продуктами, що містять пробіотики, молочні напої стали першими комерційно доступними продуктами і досі залишаються найбільш поширеними серед споживачів.

Функціональні молочні напої поділяються на дві основні категорії: напої на основі сироватки та збагачені молочні напої, які можуть містити пробіотики, пептиди, стероли, станоли, мінерали, вітаміни, пребіотики, дієтичні волокна та поліфеноли.

Свіже та ферментоване молоко, а також йогуртові напої є найпопулярнішими молочними напоями на ринку. Вони не тільки широко вживаються, але й вважаються ефективним засобом доставки пробіотиків до кишківника людини.

Пробіотичні мікроорганізми, такі як штами *Lactobacillus* та *Bifidobacterium*, можуть стикатися з труднощами росту в молоці через низьку протеолітичну активність і нездатність засвоювати лактозу (Saarela, 2009).

Крім того, для їхнього розвитку необхідні певні сполуки, які відсутні в молоці (Roy, 2005).

З метою покращення росту та життєздатності пробіотиків у молочних напоях до складу молока можуть бути включені різні речовини. Наприклад, додавання цитрусових волокон у ферментоване молоко сприяє розмноженню бактерій і підвищує рівень їхньої виживаності. Також позитивний ефект було зафіксовано при використанні *Lactobacillus reuteri* у ферментованому молоці з додаванням порошку соєвого жому. Вважається, що соєвий жом вивільняє під час ферментації біоактивні ізофлавонони, які можуть захищати *L. reuteri* від токсичної дії жовчних солей у тонкому кишечнику [7].

Окрім цього, тривають дослідження щодо використання інших сполук для покращення росту пробіотичних бактерій, зокрема фруктолігосахаридів (FOS), казеїномакропептидів (CMP), концентрату сироваткового білка (WPC), триптонну, дріжджових екстрактів, певних амінокислот і нуклеотидних попередників у складі молочних напоїв.[55]

У світі існує близько 400 загальних назв для традиційних і промислових ферментованих молочних продуктів, хоча фактична кількість унікальних видів значно менша. Відповідно до класифікації, запропонованої Робінсоном і Таміме (1996), яка враховує типи домінуючих мікроорганізмів і сенсорні метаболіти ферментації, ферментовані молочні продукти можна розділити на дві основні групи:

Клас А: Молочні ферментації, у яких основну роль відіграють молочнокислі бактерії. Ця група є найпоширенішою у світі та ділиться на три підкласи:

- *Підклас AI* – мезофільний тип (наприклад, природно скисле молоко, культивоване молоко, вершки, butter milk, *filmjolk*, *Långfil*).
- *Підклас AII* – термофільний тип (наприклад, йогурт, болгарське кисле молоко, забаді, дахі).

- Підклас АІІІ – пробіотичний/терапевтичний тип (наприклад, ацидофільне молоко, якульт, біфідум-молоко).

Клас В: Ферментації з участю молочнокислих бактерій та дріжджів.

Вони поділяються на два підкласи:

- Підклас ВІ – алкогольні молочні напої (наприклад, кефір, кумис, дріжджове ацидофільне молоко).
- Підклас ВІІ – молочні продукти з пліснявими культурами (наприклад, *villi*).

Різноманітність кисломолочних продуктів можна додатково вивчити, використовуючи молоко від різних видів тварин і порід, що дозволить результатом є можливість великої різноманітності сумішей. Споживач тенденції свіжих молочних ферментованих функціональних продуктів уже продовжують домінувати майже на всіх ринках світу з маргінальним винятком є кілька країн, де споживають кисломолочні продукти напоїв вже є високою природою від самого початку. Додаванням цукру, фруктів, приправ, зерна та застосування таких методів консервування, як сушка, концентрація або заморожування, таким чином можна отримати більше сортів.

Новітні технології впливають на текстуру та смак, кондиціонуючи використання кінцевого продукту. В даний час пробіотичні продукти, особливо пробіотичні молочні продукти, успішно продаються/комерціалізуються в усьому світі через їх прийняття споживачем та усвідомлення їх позитивного аспекту щодо користі для здоров'я [8].

1.4 "Ферментовані молочні продукти: різноманіття, процеси та мікрофлора"

Ферментовані молочні продукти можна отримати з різних видів молока, включаючи коров'яче, верблюже, козяче, овече, ячине, а також рослинні альтернативи, такі як кокосове або соєве молоко. Вони можуть бути як пастеризованими, так і непастеризованими. Виробництво таких продуктів

здійснюється шляхом додавання спеціально підібраних стартових культур або шляхом природного бродіння.

Склад і характеристики кінцевого продукту залежать від багатьох факторів: джерела молока, його обробки, використаних заквасок, складу мікроорганізмів у навколишньому середовищі, типу контейнерів, температури, рівня гігієни та тривалості процесу ферментації. Хоча молочнокислі бактерії переважають у ферментованих молочних напоях, мікробний склад може змінюватися в залежності від умов виробництва.

У традиційному виробництві ферментованих молочних напоїв часто використовується вже готовий продукт як стартова культура для нового бродіння, що сприяє передачі мікрофлори між поколіннями та домогосподарствами.

Основними мікроорганізмами, які домінують у процесах ферментації, є молочнокислі бактерії, зокрема *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Lactococcus* та *Enterococcus*. У регіонах із прохолодним кліматом активніше розмножуються мезофільні бактерії, такі як *Lactococcus* та *Leuconostoc*, тоді як при більш високих температурах переважають термофільні мікроорганізми, зокрема *Lactobacillus* та *Streptococcus*.

Деякі види бактерій, які виробляють слиз або оцтову кислоту, зазвичай присутні в невеликих кількостях, переважно серед представників *Lactobacillus* і *Lactococcus*. Дріжджі також відіграють важливу роль у ферментації, і найпоширенішими серед них є *Candida* та *Saccharomyces*.

Кількість колиформних бактерій також може варіюватися залежно від рівня гігієни під час приготування продукту. Високий рівень цих мікроорганізмів уже було зафіксовано в деяких африканських напоях.[9]

1.5 Кефір

Кефір є одним із найвідоміших ферментованих молочних напоїв, який виник у кавказьких горах. Традиційно він виготовлявся пастухами, які

використовували природні мікроорганізми для бродіння молока. Завдяки унікальному симбіотичному поєднанню бактерій і дріжджів, що утворюють полісахаридну матрицю, відому як кефірні зерна, цей напій має відмінні від інших молочнокислих продуктів властивості.

Популярність кефіру зростає у всьому світі, і його ринок лише в Північній Америці оцінюється в 78,7 мільйона євро (Lifeway, 2014). Основними мікроорганізмами, що беруть участь у процесі ферментації, є лактобацили (*Lactobacillus kefir*, *Lactobacillus kefiranofaciens*, *Lactobacillus kefirgranum*, *Lactobacillus parakefir*), лейконостоки (*Leuconostoc*), термофільні бактерії (*S. thermophilus*), а також дріжджі. Саме ці мікроорганізми забезпечують характерний аромат і смак кефіру.

Процес ферментації проходить у кілька етапів. На початкових стадіях бродіння важливу роль відіграють штами *L. lactis* subsp. *lactis*, *L. lactis* subsp. *cremoris*, які відповідають за підкислення середовища. Дріжджі та бактерії оцтової кислоти розмножуються повільніше, сприяючи виробленню ароматичних сполук, невеликої кількості алкоголю та вуглекислого газу, що надає кефіру м'якої газованості. Мікробіота кефірних зерен залишається стабільною протягом багатьох років, якщо їх належно підтримувати. [56]

У США комерційний кефір зазвичай не містить дріжджів, алкоголю та газу (Ahmed et al., 2013). Проте традиційний напій має незначний вміст алкоголю внаслідок природного бродіння. Кефір також містить пробіотики, які сприяють здоров'ю кишківника, покращенню травлення та зміцненню імунної системи.

Окрім використання як самостійного напою, кефірні стартери дедалі частіше застосовуються у виробництві сирів. Дослідження показали, що вони сприяють формуванню якісних розрізаних сирів із поліпшеними органолептичними характеристиками (Goncu and AlpKent, 2005; Kourkoutas et al., 2006; Noori et al., 2014).

Таким чином, кефір не лише є традиційним ферментованим напоєм, а й перспективним інгредієнтом для інших молочних продуктів, що відкриває нові можливості для його комерційного використання та популяризації у світі.

- *Вміст вітамінів:*

Кефір містить вітаміни B1, B2, B5 і C. На вміст вітамінів у кефірі впливає тип молока та мікробіологічна біота, що використовується для виробництва кефіру (Sarkar, 2007). Люткевічюс і Саркінас (2004) виявили, що вміст вітамінів B5, B2 і B1 у кефірі становить близько 3, <5 і <10 мг/кг, відповідно. Кефір додатково містить вітаміни A, K і каротин (Ogles and Cagindi, 2003). Kneifel і Mayer (1991) повідомили про профілі поживних речовин кефіру, виготовленого з молока різних видів. Вони помітили, що концентрація вітамінів покращилася на >20% за рахунок тіаміну (овече молоко), піридоксину (овече, коров'яче, коняче) і фолієвої кислоти (овече, коров'яче, коров'яче).

- *Вміст білка:*

Кефір містить загальні білки, які зазвичай присутні в молоці, з якого його виготовляють. Вони частково переробляються і сприяють кращому засвоєнню організмом. Амінокислотний профіль змінюється під час ферментації молока, і було виявлено, що кефір містить більшу кількість треоніну, серину, аланіну та лізину, ніж молоко.

Кефір також містить інші амінокислоти, наприклад, валін, ізолейцин, метіонін, лізин, фенілаланін і триптофан (Ogles and Cagindi, 2003; Sarkar, 2007). Основний амінокислотний склад кефіру: валін - 220; ізолейцин - 262; метіонін - 137; лізин - 376; треонін - 183; фенілаланін - 231; триптофан - 70 мг/100 г продукту.

- *Вміст мінеральних речовин:*

Що стосується мінеральних речовин, кефір є гідним джерелом кальцію та магнію. Фосфор, який є другим за кількістю мінералом в організмі людини і допомагає у використанні крохмалю, жирів і білків для розвитку, підтримки та життєдіяльності клітин, також невичерпний у кефірі. Люткевічюс і Саркінас (2004) досліджували макро- і мікрокомпоненти в кефірі. Вони повідомили, що макрокомпоненти, присутні в кефірному зерні: калій, 1,65%; кальцій, 0,86%; фосфор, 1,45%; і магній, 0,30%, в той час як мікрокомпоненти були знайдені наступні: (мг/кг) мідь, 7,32; цинк, 92,7; залізо, 20,3; марганець, 13,0; кобальт, 0,16; і молібден, 0,33. [10]

- *Кефіран*

Полісахарид у кефірних зернах, який знаходиться у складній мережі галактози та глюкози, називається кефіраном (Magalhães et al., 2011). Ця полісахаридна решітка створюється молочнокислими мікробами і здебільшого пов'язана з терапевтичними аспектами кефірних продуктів.

Кефір якомога частіше сповідується як успішний засіб проти різноманітних недуг. Численні неідентифіковані мікроорганізми були виділені багатьма авторами в кефірних зернах (Tada et al., 2007), а саме: *Lactobacillus kefiranofaciens* і кілька різних лактобактерій. Otles і Cagindi (2003) виявили, що кефіран створює типові *L.kefiranofaciens*, які зустрічаються повсюдно по всьому зерну і розширені в середині, в той час як кілька видів *Lactobacillus* колонізували лише невелику ділянку в поверхневому шарі. Кефірні, можуть підвищувати в'язкість, утримувати воду і взаємодіяти з різними сегментами молока, що призводить до підвищення міцності казеїнового каркасу в кінцевому продукті і, отже, до меншого синерезису в цьому продукті.

Отже, екзополісахариди (ЕПС) можуть в цілому сприяти формуванню текстурних властивостей кефіру, а кефіран може суттєво впливати на товщину та в'язкопружні властивості кислих гелів.[56]

1.6 Функціональні властивості кефіру

З самого початку розвитку, виробництва та використання кефіру зростає ентузіазм щодо розробки, виробництва та використання кефіру завдяки його значним медичним перевагам для імунної системи, шлунково-кишкового тракту (Kroger, 1993) та перетравлення холестерину (Tamaï et al., 1996). Крім того, протиракові, антибактеріальні та протигрибкові властивості були виявлені в досліджах *in vitro*, на тваринах або людських моделях (Vinderola та ін., 2006; De Leblanc та ін., 2007). У багатьох літературних джерелах повідомляється, що кефір допомагає при непереносимості лактози (Hertzler and Clancy, 2003), є дуже хорошим джерелом певних вітамінів (Van Wyk та ін., 2011) та затримує розвиток раку молочної халози. Крім того, кефірні культури можуть сприяти підвищенню безпеки харчових продуктів, стримуючи розвиток кишкової палички та ряду патогенних мікроорганізмів

1.7 Функціональні молочні напої з додаванням мінералів і вітамінів

Вітаміни та мінерали, зокрема кальцій, магній і залізо, можуть легко замінити нутрицевтики у складі ферментованих і неферментованих молочних напоїв. В останні роки ринок цих продуктів демонструє стабільне зростання, що пов'язано зі зростаючою увагою до здорового харчування.

Кальцій: важливий елемент для здоров'я кісток

Адекватне споживання кальцію є критично важливим для підтримки кісткової маси та запобігання остеопорозу. Молочні продукти є найбагатшими джерелами кальцію і часто рекомендуються для щоденного раціону. Відомо, що втрата кісткової маси у літніх людей тісно пов'язана з недостатнім надходженням кальцію та дефіцитом вітаміну D, який необхідний для його засвоєння. Напівзнежирене та знежирене молоко містять недостатню кількість вітаміну D, тому їх збагачення цим вітаміном є необхідним для покращення засвоєння кальцію.

Дослідження Daly та ін. (2006) показали, що споживання молока, збагаченого кальцієм і вітаміном D-3, є ефективною та економічно доцільною стратегією для мінімізації вікової втрати кісткової маси.[57]

Кальцій у молочні напої може додаватися у вигляді неорганічних солей, таких як хлорид кальцію, лактат кальцію, кальцієвий глюконат або кальцій, отриманий із молока. Однак солі кальцію можуть знижувати рівень рН, що впливає на термостабільність молока під час переробки. Щоб уникнути цього, додається фосфат натрію, який підтримує стабільний рН (Singh et al., 2007). Дослідження Ranjan et al. (2005) показало, що біодоступність кальцію у молоці буйволиці, збагаченому глюконатом кальцію (50 мг/100 мл), була найвищою порівняно з іншими солями кальцію.

Залізо: ключовий мінерал у боротьбі з анемією

Дефіцит заліза є однією з найпоширеніших проблем харчування у світі, особливо в країнах, що розвиваються. Це серйозна проблема, оскільки анемія може мати серйозні наслідки для здоров'я, включаючи зниження працездатності, порушення когнітивних функцій і загальне ослаблення організму. [11]

Фортифікація продуктів харчування залізом є одним із найефективніших методів боротьби з анемією, оскільки це економічно вигідний і доступний спосіб поліпшення стану здоров'я населення (Воссіо and Iyengar, 2003). Дослідження показали, що регулярне споживання молока, збагаченого залізом, сприяє зменшенню проявів дефіциту заліза (Silva et al., 2008). Крім того, ферментація сприяє підвищенню біодоступності заліза, оскільки під час цього процесу утворюється молочна кислота та інші органічні кислоти (Silva et al., 2008). Oda et al. (1994) виявили, що *L. acidophilus* підвищує біодоступність заліза у ферментованому молоці.

Магній і селен у функціональних молочних напоях

Магній і селен також є важливими мінералами для створення функціональних молочних напоїв. На ринку вже представлені молочні напої, збагачені магнієм, зокрема "Viva" (Candia Ltd., Франція) і "Magnesio" (Lactalis Ltd., Франція). Проте комерційних молочних напоїв, збагачених селеном, поки що немає, оскільки головною проблемою є втрати цього мікроелемента під час пастеризації (Foster et al., 1998).

Вирішенням цього питання стали природні методи підвищення рівня селену у молоці корів і овець. Дослідження, проведені Agresearch (2007), показали, що введення ін'єкцій або капсул із селеном призводить до 20-разового збільшення його рівня в молоці.

Збагачення молочних напоїв вітамінами

Фортифікація молочних напоїв вітамінами застосовується вже багато десятиліть для відновлення втрат, спричинених переробкою, і для підвищення їхньої харчової цінності. Молоко містить велику кількість вітамінів групи В, але не є повноцінним джерелом всіх необхідних мікроелементів.

При пастеризації, стерилізації та ультрапастеризації (УНТ) втрачається певна кількість вітамінів. Наприклад, втрати фолієвої кислоти становлять 5% при пастеризації, 30% при стерилізації та 20% при УНТ-обробці (Ottaway, 2009). Вітаміни В6 (піридоксин) та В12 є більш стійкими до пастеризації, але їх втрати можуть досягати 20% при стерилізації.[58]

На сьогоднішній день основним напрямом збагачення молочних продуктів є фортифікація вітаміном D, який має вирішальне значення для засвоєння кальцію і підтримки здоров'я кісткової системи.[12]

1.8 Розробка функціональних молочних продуктів

Розробка нових функціональних продуктів є важливою стратегією як для харчових компаній, так і для споживачів. Проте цей процес є дорогим і складним, оскільки потребує глибокого знання як властивостей продуктів, так

і очікувань споживачів. Успішне створення пробіотичних молочних продуктів вимагає комплексного підходу, який включає як технологічні аспекти, так і відповідність вимогам споживачів щодо смакових характеристик та користі для здоров'я (Fogliano and Vitaglione, 2005; Granato et al., 2010).

Розробка та маркетинг функціональних харчових продуктів є складними, дорогими та вимагають чіткої стратегії. Для успішного впровадження нових продуктів необхідно враховувати три ключові аспекти: споживчі очікування, технологічні можливості та законодавче регулювання. Продукти, що містять добре відомі функціональні інгредієнти (наприклад, мінерали, вітаміни, клітковину), швидше приймаються споживачами порівняно з новітніми рішеннями, такими як продукти, збагачені пробіотиками, пребіотиками, флавоноїдами, каротиноїдами або кон'югованою ліноленою кислотою (CLA).

Методи створення функціональних харчових продуктів включають усунення алергенних компонентів (наприклад, білків, лактози, фенілаланіну), збагачення мікроелементами, додавання пробіотиків і пребіотиків, використання антиоксидантів, а також підвищення біодоступності або стабільності корисних речовин. Головна мета таких змін – покращення функціонального ефекту продукту та зменшення ризиків розвитку захворювань (Granato et al., 2010).

У сфері функціонального харчування необхідна тісна співпраця між фахівцями з харчових технологій, мікробіології, дієтології та медицини для створення інноваційних продуктів. Такі продукти здатні позитивно впливати на фізіологічні показники організму, сприяти зміцненню здоров'я та профілактиці захворювань. Процес їх розробки є складним і багатоступеневим, оскільки потребує врахування таких факторів, як органолептичні властивості, фізична та мікробна стабільність, економічна доцільність і хімічний склад (Fogliano and Vitaglione, 2005).

Крім того, важливим аспектом комерційного успіху функціональних пробіотичних продуктів є аналіз споживчої поведінки. Перед запуском нового продукту необхідно ретельно дослідити переваги та очікування споживачів, щоб забезпечити високу конкурентоспроможність і ринковий успіх.[13]

1.9 Молоко як оптимальний носій вітаміну D

Молоко є надзвичайно складною системою з фізико-хімічної точки зору. Біосинтетичні процеси, пов'язані з секрецією молока, вимагають від клітин молочної залози безперервної роботи з фільтрації попередників і води з кровотоку [14]. Підраховано, що для виробництва одного літра молока через вим'я має протікати понад 500 л крові. У епітеліальних клітинах молочної залози попередники постійно збираються в компоненти молока, деякі з яких повинні бути далі організовані в специфічні супрамолекулярні структури з високим ступенем складності, тобто казеїнові міцели та жирові кульки. Нещодавно було висловлено припущення, що ці структури, передбачені в молоці, діють як природні наноносії біологічно активних молекул, які таким чином можуть бути доставлені до новонародженого [14]. Розуміння цієї інтригуючої перспективи потребує обговорення у світлі останніх надходжень щодо окремих властивостей білкових і жирових структур, які роблять їх придатними для виконання цієї ролі.

- *Казеїнові міцели та сироваткові протеїни*

Молочні білки складаються з двох основних груп: казеїну та білків сироватки. Казеїн становить 80% молочних білків і присутній у колоїдній формі, а саме міцелах, що надає молоку білий вигляд. В одному мілілітрі молока міститься приблизно 10^{14} – 10^{16} міцел. Незважаючи на кількість досліджень, проведених навіть в останні роки, структура міцел казеїну все ще частково невідома. Казеїн фактично є сімейством чотирьох різних білків, тобто β -, $\alpha 1$ -, $\alpha 2$ - та κ -казеїну, з ледь організованою структурою та сильною тенденцією до самоасоціації в міцели через взаємодію гідрофобних сегментів у білкових ланцюгах, водневі зв'язки, іонні зв'язки та ван-дер-ваальсові

взаємодії. Ця архітектура стабілізується нанокластерами фосфату кальцію, вбудованими в білкову матрицю. Крім того, менш гідрофобні молекули κ-казеїну в основному розташовані на периферії міцели і частково виходять назовні, утворюючи сильно гідратований шар щітки на поверхні. Загальні характеристики міцел казеїну були значною мірою консолідовані дослідженнями, які проводилися протягом десятиліть. Методи мікроскопії, такі як трансмісійна електронна мікроскопія, дають докази приблизно сферичної форми (рис. 3), а розподіл розмірів приблизно в діапазоні від 50 до 500 нм підтверджується вимірюваннями світлорозсіювання. Однак деякі аспекти ще не повністю з'ясовані. Серед них досі дискутується відносний розподіл води та білка в міцелах. Міцели високо гідратовані, з 3-3,5 г води на г білка, і 55-60% води, пов'язаної з міцелами, захоплено у внутрішній частині [15]. Останні дослідження показали, що міцела казеїну має губчасту структуру з багатьма порами на поверхні та каналами в серцевині. Було виявлено наявність численних порожнин шириною 20–30 нм, заповнених водою та з'єднаних між собою нерегулярними каналами діаметром близько 5 нм [16]. У той час як функціональна та технологічна поведінка казеїну зазвичай залежить від властивостей поверхні міцел та умов навколишнього середовища (рН, температура, іонна концентрація), внутрішні структурні особливості, ймовірно, важливі для того, щоб міцели казеїну діяли як носій біоактивних сполук. Зокрема, стало відомо, що ліпофільні біологічно активні речовини, такі як вітамін D, можуть переноситися також міцелами казеїну, крім жирових кульок [17]. Завдяки губчастій структурі міцели ці сполуки можуть брати участь у динамічних обмінах, тобто утримуванні в міцелі та вивільненні залежно від своїх характеристик.

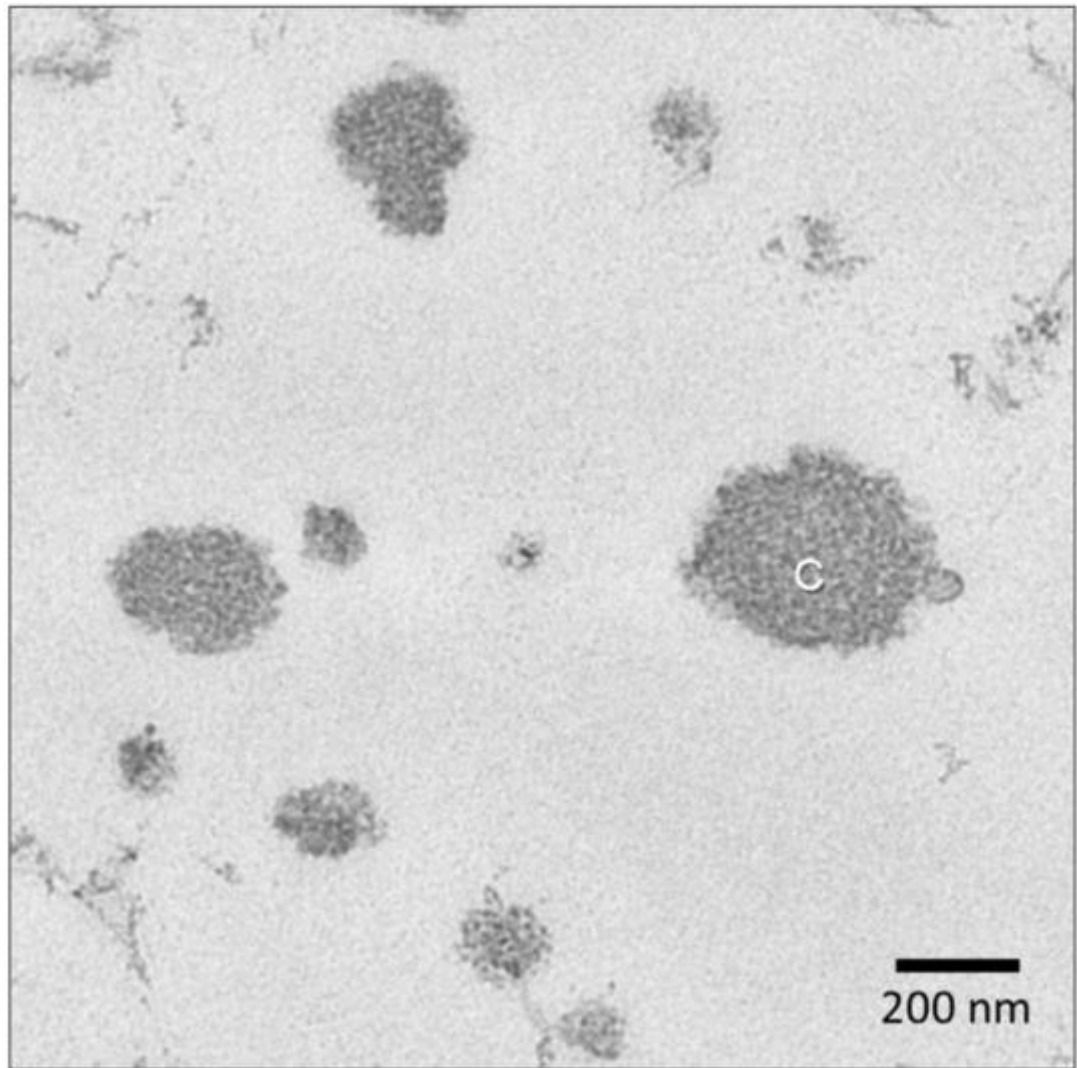


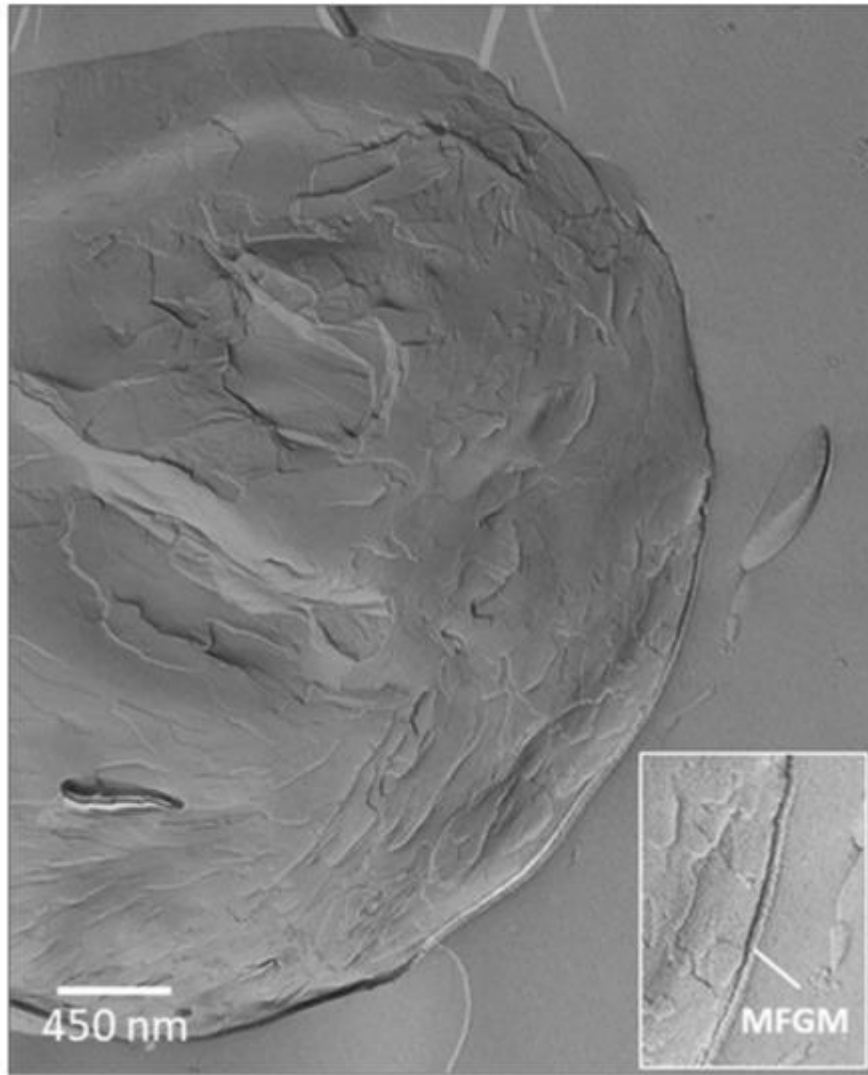
Рисунок 1.1. Трансмисійна електронна мікроскопія міцел казеїну (C) у сирому молоці. Зразок готували, як описано D'Incesso et al. 2018 [18].

Глобулярні білки, такі як білки молочної сироватки, також мають здатність переносити гідрофобні сполуки шляхом поверхневої взаємодії, але ліганд також може проникати в порожнину білка. Нативний β -лактоглобулін є хорошим носієм вітаміну D, ретинолу та жирних кислот [18] (стор. 211–259), тоді як α -лактальбумін має специфічне місце для зв'язування вітаміну D [19]. Альбумін сироватки крові зв'язує вітаміни, гормони і нуклеотиди. Крім того, бичаче молоко містить білок, що зв'язує вітамін D, специфічний глікопротеїн-носій з молекулярними характеристиками, близькими до гомологічного білка в жіночому молоці [20].

Жирові кульки — це краплі ліпідів розміром 0,1–10 мкм, які природно зустрічаються в молоці у вигляді дрібної емульсії. жирові кульки оточені складною мембраною товщиною 8-10 нм, що складається з фосфоліпідів, білків, стеринів і ферментів [21]. Мембрана запобігає коалесценції та флокуляції жирових кульок, таким чином забезпечуючи стабільність фази емульсії [22]. Ліпідне ядро глобули — це переважно суміш тригліцеридів, але воно також містить різноманітні розчинні в ліпідах сполуки, які захоплюються разом із жиром під час збирання глобули в клітині молочної залози. Пластинчастий розподіл тригліцеридів у глобулі, а також мембрану глобули добре видно за допомогою трансмісійної електронної мікроскопії (рис. 4). Наявність таких сполук, як вітамін D, ретинол (вітамін A) і β -каротин, сприяє захисту молочного жиру від окислення [23]. Було продемонстровано, що ці сполуки переміщуються крізь мембрану жирової кульки за допомогою процесу пасивної дифузії. Таким чином, додаткова кількість вітаміну D може бути завантажена в нативні жирові кульки шляхом проникнення до ліпідного ядра через мембрану [24], яка, у свою чергу, захищає вітамін D від кислотних умов шлункового середовища. Дослідження шлунково-кишкового травлення молока вказують на те, що наявність мембранних фрагментів у просвіті кишечника сприяє взаємодії з жовчю [25].

1.10 Промислові процеси та зберігання молока

Вплив промислової обробки та зберігання споживаного молока на стабільність вітаміну D визначає фактичне споживання цієї сполуки. Загалом повідомлялося, що вітамін D₃ у молочних продуктах більш стабільний, ніж інші форми [26]. Хоча сам вітамін D схильний до деградації під дією тепла, світла та кисню, він стає дуже стабільним, якщо його захищає харчова матриця. З іншого боку, умови обробки та зберігання викликають глибокі зміни компонентів молока, а саме білка та жиру.



Малюнок 1.2. Просвічуюча електронна мікроскопія заморожування кульок молочного жиру в сирому молоці та мембрани кульок молочного жиру (MFGM).

Охолодження сирого молока є звичайною практикою під час транспортування та на переробних підприємствах. Проте було показано, що зберігання при низькій температурі призводить до повільного вивільнення фосфоліпідів з мембрани жирової кульки, яка поступово стає тоншою та слабшою [27]. Подібне ослаблення структури залучає міцели казеїну внаслідок індукованого холодом вивільнення β -казеїну та фосфату кальцію.

Гомогенізація також є поширеним кроком у промисловому виробництві питного молока. По суті, це обробка під високим тиском, спрямована на механічне руйнування жирових кульок на більш дрібні (<1 мкм) частинки, які

є більш стійкими проти злипання. Поверхня новоутворених глобул може збільшуватися до 20–30 разів [28], і таким чином міцели казеїну та молекули сироваткового білка адсорбуються на поверхні, щоб відновити межу між жировим ядром і водним середовищем зовні [29] ([рис. 5](#)). Хоча це дуже важливо для перетравлення жиру, гомогенізація молока змінює як проникність мембрани, так і поверхневу активність жирових кульок порівняно з природним статусом.

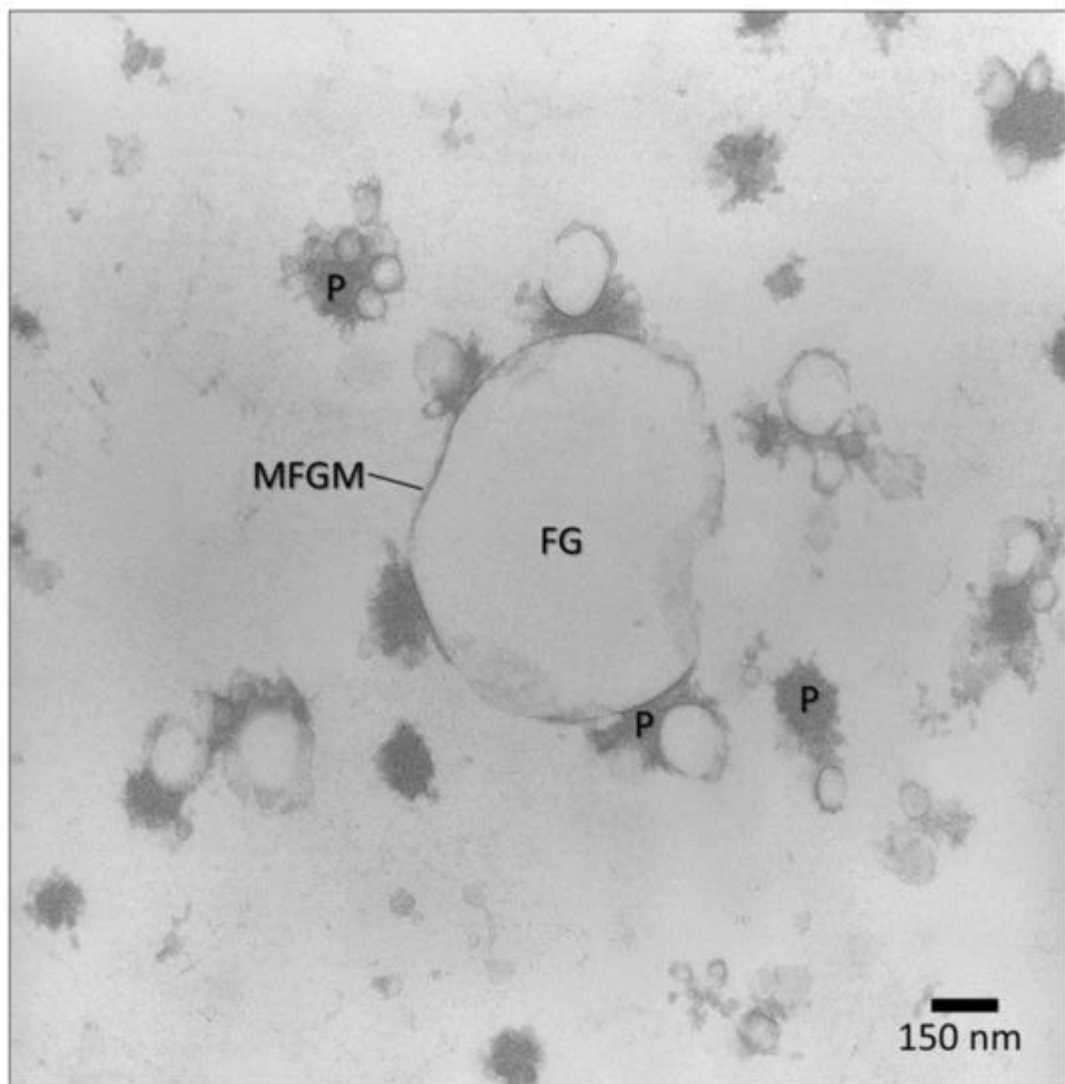


Рисунок 1,3. Трансмійсна електронна мікроскопія жирових кульок (FG) і білка (P) у гомогенізованому пастеризованому молоці. Зразок готували, як описано D'Incesso et al. 2018 [30]. MFGM = мембрана молочної жирової кульки.

Термічна обробка використовується для знищення мікроорганізмів псування, в тому числі будь-яких хвороботворних, і для збереження якості молока протягом достатнього терміну зберігання. Вітамін D, як відомо, стійкий до термічної обробки, комерційно прийнятої в молочній промисловості, тобто пастеризації та УНТ стерилізації [30]. Навпаки, зміни, викликані нагріванням компонентів молока, як і зміни, викликані гомогенізацією, мають опосередкований вплив на їх здатність діяти як носій мікроелементів, включаючи вітаміни. Залежно від інтенсивності процесу, поступово все більше сироваткових білків денатурується і необоротно взаємодіє як з міцелами казеїну, так і з білками мембрани жирових кульок. Слід також зазначити, що сучасні тенденції здоров'я сприяють споживанню нежирних молочних продуктів. У цих продуктах переважно білки діють як наноносії для вітаміну D та інших гідрофобних нутрицевтиків. Через зростаючий попит на білкові наноносії для доставки цих сполук, були розроблені структури, які імітують поведінку нативних міцел казеїну [31].

Правила укріплення

Усі описані характеристики молока, що робить його оптимальним носієм вітаміну D, лежать в основі рішення деяких урядів заохочувати, або в деяких випадках змушувати компанії, що виробляють певні категорії харчових продуктів, додавати вітамін D у значній мірі, на основі твердого харчового обґрунтування [32]. Це стосується продуктів, які зазвичай містять дуже низькі кількості вітаміну, які споживаються регулярно та щодня, які можуть забезпечити, якщо їх збагатити, постійне та поживне постачання вітаміну [33]. Зокрема, у Фінляндії настійно рекомендується збагачення молока (а також змащуваних жирів) (1 мкг/100 г у молоці, йогурті та кислому молоці), тоді як у Швеції збагачення є обов'язковим для молока з вмістом жиру нижче 3% за вагою (а також для рослинних напоїв, призначених для використання як альтернативи молоку: 0,38–0,50 мкг/100 г). Аналогічний підхід був прийнятий Канадою (молоко: 0,825–1,125 мкг/100 г) [34].

Безпека споживання продуктів, збагачених вітаміном D, була підтверджена кількома дослідженнями [35]. Дані опитувань, проведених у 14 європейських країнах, показують, що споживання вітаміну D з усіх джерел, включаючи збагачену їжу, у рамках загального раціону харчування, значно нижче верхнього допустимого рівня як для дорослих, так і для дітей.

Останніми роками почали повідомляти про ефективність політики, спрямованої на покращення споживання вітаміну D населенням за допомогою збагачення їжі, яка була прийнята порівняно недавно. У Канаді збагачення молока, йогурту та сиру в кількості 6,75 мкг (270 МО) на порцію призвело до більш ніж подвоєння споживання вітаміну D у всіх статевих вікових групах і зниження поширеності неадекватного харчування з >80% до <50%, без ризику надлишку [36]. Подібним чином покращення статусу вітаміну D у дорослого населення Фінляндії між 2000 і 2011 роками в основному пояснювалося збагаченням їжі, особливо рідких молочних продуктів (вклад яких у споживання вітаміну D з їжею змінився з 4 до 34% за той самий період), за винятком збільшення використання добавок вітаміну D [37]. У той же час ризик недостатнього рівня вітаміну D був знижений у групах населення, які споживають збагачене молоко на регулярній основі, порівняно з тими, хто виключає цю їжу з раціону, як дорослих, так і дітей: молоко, збагачене вітаміном D, було основним дієтичним джерелом вітаміну D, забезпечуючи 48,7% щоденного споживання в популяції фінських дітей [38].

Вивчення інших впливів на здоров'я політики, спрямованої на покращення споживання вітаміну D шляхом збагачення їжі, все ще триває. Наприклад, у Данії пренатальний вплив невеликих кількостей додаткового вітаміну D через збагачення їжі був пов'язаний із меншим ризиком розвитку запальних захворювань кишечника до 30 років [39].

ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 1

Критична оцінка відповідної літератури щодо клінічних, харчових і технологічних аспектів дозволяє виділити наступні моменти: (1) Вітамін D необхідний у ремоделюванні кісток протягом усього життя, з деякими особливостями в кожному віці, а також для гомеостазу багатьох інших важливих метаболічних процесів; (2) дефіцит вітаміну D, який широко поширений у всьому світі, потенційно може спричинити серйозні несприятливі наслідки, такі як рахіт, остеомалія або остеопороз з високим ризиком переломів кісток і впливає на функціональність і підтримку багатьох фізіологічних систем; (3) ризик дефіциту вітаміну D був описаний у різних групах населення, навіть у людей, які проживають у сонячних регіонах; (4) внесок дієти в добову кількість вітаміну D загалом скромний за відсутності збагачених продуктів; (5) збагачення харчових продуктів, які споживаються щодня, показало свою ефективність у покращенні споживання вітаміну населенням у цілому; (6) зокрема, деякі уряди наполегливо рекомендують збагачення коров'ячого молока вітаміном D; (7) Оцінка унікальних композиційних характеристик молока дозволяє зробити висновок, що воно є хорошим носієм вітаміну D, здатним забезпечити невелику, але значну кількість вітаміну D, також сприяючи досягненню адекватного добового споживання.[40]

РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЕННЯ

2.1 Матеріали

- Свіже незбиране та кефірні зерна. Після фільтрації та стандартизації молока до 3% жирності за допомогою знежиреного молока, його, і це ж молоко використовували для приготування підсолоджененого кефіру;
- Стабілізатори: Харчовий високометоксильний пектин та ксантанова камедь;
- Цукор нафінований кристалічний тростинний цукор;
- Харчові волокна:

a. Соєве волокно: Соєве волокно (марка: Fimbrim® 1020 IP), Харчові волокна (суха основа) = 66% (мін.);

Зола = 7,5% (макс.);

Вологість = 7% (макс.);

Протеїн (суха основа) = 16% (макс.);

pH (5% суспензія) = 6,5 - 6,9;

Жир, вільний = 0,5% (макс.);

b. Вівсяна клітковина: Вівсяна клітковина (марка: Vitacel® HF 600 - 30)

Склад вівсяної клітковини, згідно з даними виробника, був наступним:

Вміст харчових волокон = 96% (мінімум);

Зола = 3% (максимум);

Нерозчинний = 93% (мінімум);

Білок = 0,4%;

Розчинний = 3% (максимум);

Жир = 0,2%;

pH = 5 – 8;

c. Інулін:

Вміст сухої речовини = 95-99%

Інулін = $\geq 90\%$

pH = 5,0 - 7,0

Фруктоза, глюкоза, сахароза = $\leq 10\%$

Зола = $\leq 0,2\%$

Середня довжина ланцюга (мономери) = 5 – 13

Першим етапом експериментальних досліджень був аналіз спеціалізованих літературних джерел стосовно даної тематики, особливо увага була звернена на:

1. Хімічний склад сироватки та її роль у виробництві молочних напоїв

- Вміст води, білків, лактози, мінералів та їх значення.
- Вплив технології виробництва на якість сироватки.
- Методи отримання сироваткових білків (ультрафільтрація, висушування тощо).

2. Функціональні та пробіотичні властивості сироваткових напоїв

- Використання пробіотичних культур у ферментованих молочних продуктах.
- Вплив ферментації на засвоюваність та біодоступність нутрієнтів.
- Потенційна користь для здоров'я (робота ШКТ, імунітет, засвоєння мінералів).

3. Вітаміни та мінерали у функціональних молочних продуктах

- Вплив кальцію, магнію, заліза та селену на здоров'я людини.
- Методи укріплення молочних напоїв мінералами та вітамінами.
- Вплив пастеризації та інших процесів на збереження корисних компонентів.

4. Технологічні аспекти виробництва функціональних молочних напоїв

- Основні технології ферментації та обробки.

- Використання стабілізаторів та інших інгредієнтів для покращення якості.
- Методи усунення проблем осідання білків та мікробної стабільності.

5. Споживчі переваги та ринкові тенденції

- Популярність функціональних продуктів серед споживачів.
- Вплив маркетингу та інновацій у виробництві.
- Основні виклики у створенні та комерціалізації нових молочних продуктів.

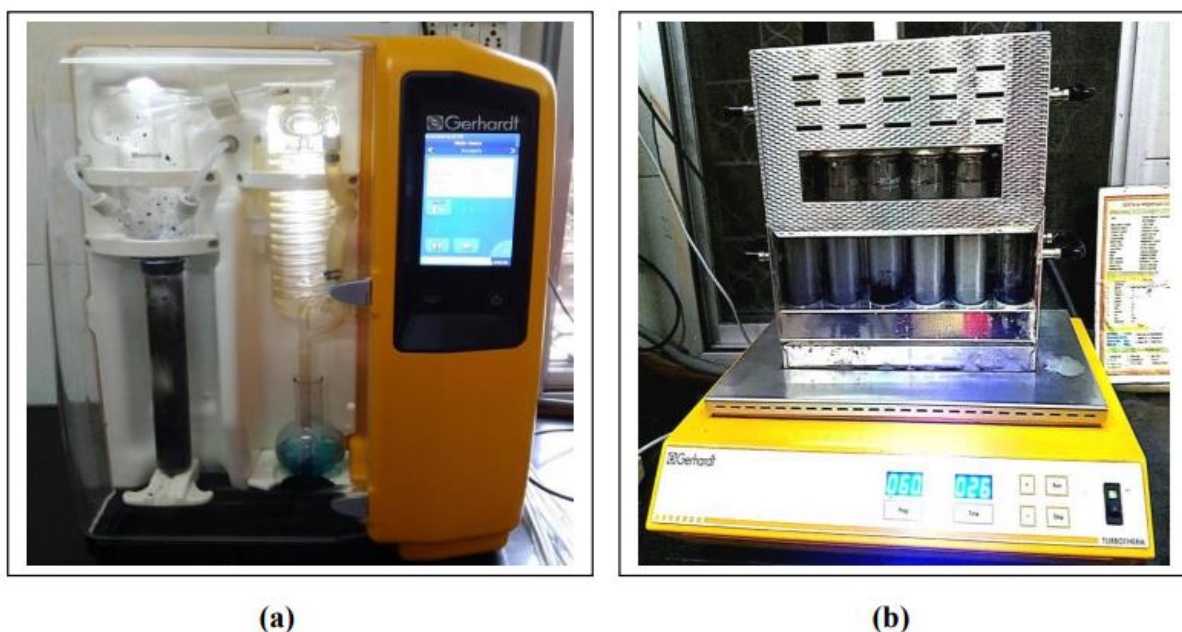


Рисунок 2.1. Дистиляційна установка Gerhardt VAPODEST® (a) та білкова установка Gerhardt Turbotherm (б)

Центрифуга (REMI) використовувалася при 6000 об/хв під час оцінки водоутримуючої здатності збагаченого підсолодженого кефіру.



Рисунок 2.2. Центрифуга (REMI) для пробірок по 50 мл (a) і (b)

2.2 АНАЛІТИЧНІ МЕТОДИ

2.2.1 Фізико-хімічний аналіз

pH Комбінований скляний електрод був відкалібрований проти стандартного буфера pH 4.0, pH 7.0 та pH 9.2 при 30° C. pH зразків збагаченого підсолодженого молочного кефіру вимірювалося безпосередньо шляхом вставлення електрода в зразок. Показник був зафіксований.

Титрувальна кислотність Кислотність збагаченого підсолодженого молочного кефіру вимірювалася відповідно до методу АОАС 947.05 (2012) для молока. Зразок був добре змішаний, і 10 г зразка було взято в колбу. Додали 2-3 краплі індикатора фенолфталеїну та титрували проти 0.1 N.

NaOH до першого появи блідо-рожевого кольору. Кислотність виражалася як % молочної кислоти за вагою.

$$\text{Кислотність (\%LA)} = 9 \times A \times N / W$$

Де, A = об'єм NaOH, що використовується (мл) N = нормальність NaOH, що використовується (0.1 N) W = вага зразка кефіру (г)

2.2..2 Вологість (гравіметричний метод)

Вміст вологи збагаченого підсолодженого молочного кефіру визначався за методом сушіння в печі, як зазначено в АОАС 925.23 А (1990) для молока.

Приблизно 56 г зразка кефіру точно зважували на попередньо висушеній та зваженій тарілці. Зразок сушили при $102 \pm 2^\circ \text{C}$ протягом 4 годин. Його охолоджували та зважували. Процес повторювався шляхом повторного сушіння протягом 1 години, поки різниця у вазі між двома послідовними сушіннями не становила менше 0.5 мг. Вологість обчислювалася за формулою:

$$\text{Вологість (\%)} = (W1 - W2) / (W1 - W) \times 100$$

Де, W = вага в г порожньої тарілки
W1 = вага в г порожньої тарілки з молочним кефіром до сушіння
W2 = вага в г порожньої тарілки з молочним кефіром після сушіння.

2.2.3 Жир

Жир у збагаченому підсолоджену молочному кефірі визначався за методом АОАС 989.05 (2012), з незначними модифікаціями.

Перше екстракція: приблизно 10 г зразка молочного кефіру точно зважували в суху колбу, до якої додавали 1 мл концентрованої HCl, а потім її поміщали в киплячу воду на 15 хвилин. Вміст колби переносили в екстракційну трубку Можонньєра та давали охолонути.

Приблизно 10 мл 95% етилового спирту додавали в екстракційну трубку, після чого додавали 25 мл діетилового ефіру та 25 мл нафтового ефіру ($40-60^\circ\text{C}$). Суміш ретельно змішували після кожного додавання розчинників протягом 90 секунд. Це дозволо стояти 30 хвилин без руху, а потім прозорі супернатанти були декантовані в попередньо висушений і зважений стакан. Додавання етилового спирту запобігло гелізації матриці зразка з ефіром і допомогло в розділенні ефірно-водної фази. Етиловий ефір і нафталіновий

ефір служать як розчинники для ліпідів. Нафталіновий ефір зменшує розчинність води в ефірній фазі і є селективним для гідрофобних ліпідів.

Друге екстракція: 5 мл етилового спирту, 15 мл діетилового ефіру та 15 мл нафталінового ефіру були додані в трубку, після кожного додавання розчинника вміст трубки змішували шляхом струшування протягом 30 секунд. Розчинник і водна фаза дозволили стояти для чіткого розділення, а супернатант був обережно перенесений у жирну посудину.[41]

Третє екстракція: Уникаючи етилового спирту, 5 мл кожного діетилового та нафталінового ефіру були додані в трубку, після кожного додавання розчинника вміст трубки змішували шляхом струшування протягом 30 секунд. Розчинники дозволили стояти для чіткого розділення, а супернатант був обережно перенесений у жирну посудину.

Суміш розчинників була випарована над киплячою водою, а фінальні сліди були видалені за допомогою гарячої плити і висушені протягом 1 години в гарячій повітряній печі при 100° С, щоб видалити сліди води, охолоджені в десикаторах і точно зважені.

$$\text{Жир (\%)} = (\text{Вага стакана} + \text{Жир}) - (\text{Вага стакана}) \text{ Вага зразка} \times 100$$

2.2.4 Загальний білок

Загальний азот або загальний білок у збагаченому підсолоджену молочному кефірі був визначений відповідно до методу, описаного в АОАС 991.20 (2012) для молока з незначними модифікаціями. Приблизно 5 г молочного кефіру були точно зважені в стакані і обережно перенесені в 300 мл трубку К'ельдаля. Два грами суміші для перетворення (K_2SO_4 : $\text{CuSO}_4 = 100: 2$) і 12,5 мл концентрованої сірчаної кислоти (AR) були додані в трубку. Вміст був переварений у блочному переварювачі до отримання прозорого і безбарвного розчину. Після охолодження трубка К'ельдаля була перенесена в установку для дистиляції К'ельдаля. NaOH 40% був доданий автоматичним інжектором, щоб зробити розчин лужним. Вміст був паровою дистиляцією, а

звільнений аміак був зібраний у 25 мл 4% розчину борної кислоти, що містить 2-3 краплі змішаного індикатора (метиловий червоний і бромкрезоловий зелений). Дистиляція продовжувалася, поки не було зібрано близько 100-120 мл дистиляту. Дистилят був титрований проти N/10.[43]

H₂SO₄ та зміни кольору з зеленого на фіолетовий.

Паралельно було проведено контрольне випробування, використовуючи всі реактиви, крім тестового матеріалу.

Відсоток білка був розрахований наступним чином: % Азот = $1.4007 \times (V_s - V_b) \times N \times W$

Де: V_s = мл H₂SO₄ титранту, використаного для тестової порції V_b = мл H₂SO₄ титранту, використаного для контрольного випробування N = нормальність H₂SO₄ W = вага зразка (г)

% Загальний білок = % Азот × 6.386.38 є коефіцієнтом перетворення молока та молочних продуктів.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Приготування збагаченого кефіру

Активация кефірних зерен

Американські кефірні зерна були активовані згідно з методикою, прийнятою Angulo та ін.(1993). Методика передбачає інокуляцію кефірних зерен у пастеризоване молоко та інкубацію при кімнатній температурі протягом 24 годин. Після кожної інкубації проціджували ферментований продукт через нейлонове сито (1/20 дюйма) для отримання кефірних зерен, які потім промивали стерильною дистильованою водою перед наступною інокуляцією. Цей процес повторювали 4-5 разів для отримання бажаного смаку кефіру.[44]

Стандартизація молока

Після фільтрації, попереднього підігріву (35-40°C) та стандартизації молока до 3% жирності з використанням знежиреного молока, це ж молоко було використано для приготування підсолодженого кефіру.

Приготування збагаченого підсолодженого кефіру

Збагачений підсолоджений кефір готували зі стандартизованого молока. Спочатку стандартизоване молоко попередньо підігріли до 50-60°C та гомогенізували у двоступеневому гомогенізаторі (перша ступінь - 2500 фунтів на квадратний дюйм, друга ступінь - 500 фунтів на квадратний дюйм). Після гомогенізації та перед остаточною тепловою обробкою в молоко на молочній основі додавали всі добавки у заздалегідь визначеній кількості. В процесі оптимізації спочатку змішували пектин і цукор, а потім додавали до стандартизованого молока з подальшим додаванням клітковини. Збагачений підсолоджений кефір був приготовлений з додаванням та без додавання стабілізатора, тобто пектину. Молоко нагрівали до 90-92°C протягом 10 хвилин при періодичному перемішуванні з подальшим охолодженням (28-30°C) та фільтруванням для видалення будь-яких коагульованих частинок. Кефірні зерна вносили в молоко на рівні 4 г/л молока і витримували при 30°C

протягом 20-24 годин в інкубаторі В.О.Д. до досягнення титрованої кислотності при 1% молочної кислоти. Обидва типи продуктів ретельно перемішували і просіювали через нейлонове сито (1/20 дюйма). Після вилучення кефірних зерен продукти розливали в поліпропіленові стаканчики і залишали для дозрівання. Збагачений підсолоджений кефір з додаванням пектину витримували при температурі 6-8°C протягом 24 годин, а збагачений підсолоджений кефір без пектину витримували при температурі 6-8°C протягом 4-5 годин. Після цього продукти зберігали в холодильнику.[45]

Таблиця 3.1

Технологічна схема виготовлення збагаченого підсолодженого кефіру з соєвими волокнами і вітамінізованим молоком

№	Етап процесу	Опис і параметри (у системі СІ)
1	Приймання молока	Свіже коров'яче молоко
2	Прогрівання	35–40 °С — для полегшення фільтрації
3	Фільтрація	Механічне очищення
4	Стандартизація	До 3% жирності шляхом додавання знежиреного молока
5	Попереднє нагрівання	50–60 °С
6	Гомогенізація	Двоступенева: 17,2 МПа / 3,4 МПа
7	Додавання стабілізатора, цукру, інуліну	Пектин 0,1%, цукор 6%, інулін 3%
8	Додавання харчових волокон	Соєві волокна Fimbrim® 1020 IP (дозування згідно з рецептурою)

№	Етап процесу	Опис і параметри (у системі СІ)
9	Збагачення вітамінами	Вітамін D та C — додаються після пастеризації
10	Пастеризація	90–92 °С, витримка 10 хвилин
11	Охолодження	До температури внесення закваски: 28–30 °С
12	Фільтрація	Видалення коагульованих часток
13	Внесення закваски	Кефірні зерна: 4 г/л , інкубація при 30 °С, 20–24 год
14	Перемішування та проціджування	Через сито з отворами 1,25 мм (1/20 дюйма)
15	Розлив	У поліпропіленові стаканчики
16	Дозрівання	6–8 °С: з пектином — 24 год, без пектину — 4–5 год
17	Зберігання	При 6–8 °С

Таблиця 3.2

Таблиця виготовлення укріпленого підсолодженого молочного кефіру без стабілізатора та укріпленій підсолодженій молочний кефір зі стабілізатором

Етап	Кефір (без стабілізатора)	Кефір (із стабілізатором)
1	Прийом молока	Прийом молока
2	Прогрівання (35–40°С)	Прогрівання (35–40°С)
3	Фільтрація	Фільтрація
4	Стандартизація (3% жиру)	Стандартизація (3% жиру)

5	Попереднє нагрівання (50–60°C)	Попереднє нагрівання (50–60°C)
6	Гомогенізація (I – 2500 psi, II – 500 psi)	Гомогенізація (I – 2500 psi, II – 500 psi)
7	7 Додавання стабілізатора, цукру та клітковини	Додавання стабілізатора, цукру та клітковини
8	Термічна обробка (90–92°C / 10 хвилин)	Термічна обробка (90–92°C / 10 хвилин)
9	Фільтрація	Фільтрація
10	Охолодження (30°C)	Охолодження (30°C)
11	Заквашування (кефірні зерна @ 4 г/л)	Заквашування (кефірні зерна @ 4 г/л)
12	Інкубація (30°C протягом 20–24 год)	Інкубація (30°C протягом 20–24 год)
13	Просіювання кефірних зерен	Просіювання кефірних зерен
14	Упаковка та дозрівання 4–5 год (6–8°C)	Упаковка та дозрівання 24 год (6–8°C)
15	Зберігання (6–8°C)	Зберігання (6–8°C)
16	Готовий продукт	Готовий продукт

3.2 Характеристика продукту

Збагачений підсолоджений кефір та контрольні зразки оцінювали за експрес-аналізомі складу, фізико-хімічними властивостями, сенсорною оцінкою, текстурними властивостями та антиоксидантною активністю. Було проведено експрес-аналіз на загальний вміст сухих речовин, жиру, білка, вуглеводів та золи. Також було виміряно рН та кислотність. Сенсорні

атрибути, такі як смак, колір та зовнішній вигляд, структура і текстура, загальна прийнятність оцінювалися підготовленою групою.[46]

3.3 Оцінка терміну придатності розробленого продукту

Збагачений кефір солодковершковий та контрольні зразки були розфасовані у стаканчики з поліпропілену (товщина - 183 мкм) по 100 г з кришками та зберігалися у трьох екземплярах при температурі 6-8°C. Зразки відбирали випадковим чином через кожні 3 дні та аналізували фізико-хімічні властивості (рН, кислотність, вологоутримуючу здатність), органолептичні властивості (смак, колір та зовнішній вигляд, консистенція та текстура, загальна прийнятність), текстурні властивості (твердість, консистенція, індекс в'язкості та липкості) та кількість коліформ.[47]

3.4 Водозатримуюча здатність (WHC%)

Водозатримуюча здатність зразків кефіру була визначена за допомогою раніше описаного методу Гарте та ін. (2003) з незначними модифікаціями.

Приблизно 40 г зразка кефіру було поміщено в центрифужну трубку об'ємом 50 мл і зважено. Трубка була центрифугована при 6000 об/хв при кімнатній температурі протягом 15 хвилин. Відокремлене сироватка було відсосано і зважено.

Для розрахунку WHC (%) використовувалася наступна формула: $WHC (\%) = W_2 - W_1 W_2 \times 100$.

Де; W_1 = вага сироватки, видалену після центрифугування (G) W_2 = вага зразка кефірів (G) [48]

3.5 Мікробіологічне дослідження кефіру

Перерахунок коліформ у збагаченому підсолоджену молочному кефірі

Реагенти: а) Фіолетово-червоний жовчний агар (VRBA): VRBA 41,5 г був розчинений у 1000 мл дистильованої води. Вміст був прокип'ячений, щоб

повністю розчинити середовище. Стерилізація проводилася в автоклаві при 15 psi (121°C) протягом 15 хвилин.

б) Три натрію цитрат (2%): Три натрію цитрат 20 г був розчинений у 1000 мл води та автоклавований при 15 psi (121 °C) протягом 15 хвилин.

Процедура: Перерахунок коліформних бактерій у збагаченому підсолодженому молочному кефірі був проведений під час дослідження зберігання з інтервалом у 3 дні. Зразок продукту (11 мл) був розведений у 99 мл стерильного 2% (w/v) три натрію цитрату. Відповідні розведення 10^0 і 10^1 були залиті в чашки Петрі. Кількість коліформних бактерій була підрахована на VRBA та інкубувалася при 37 °C протягом 24 годин. Пластини, що містять колонії з темно-червоним забарвленням (якщо такі були), були підраховані та зафіксовані як log CFU/ml продукту. [49]

3.6. Вплив додавання цукру на кислотність і рН підсолодженого молока кефір

(a) Кефір без стабілізатора

Кислотність і значення рН різних зразків молочного кефіру, приготованих з використанням різного рівня цукру (6, 8 і 10%), наведені в таблиці 3.6.1. Було виявлено, що кислотність була значно ($p < 0.05$) нижчою для кефірів, доданих з цукром, ніж контрольний кефір. Оскільки кислотність кефіру з 8 і 10% цукру була значно нижчою, ніж бажана кислотність кефіру, то дріжджовий смак був більш вираженим, що робило його неприйнятним. Аналогічно, рН кефіру з 8 і 10% цукру було значно ($p < 0.05$) вищим, ніж у інших зразків. Гош і Раджорія (1990) також знайшли подібні результати в місті дахі і зазначили, що інгібуючий ефект вищої концентрації цукру спостерігався в місті дахі. Активність культур *Lactobacillus* значно змінювалася з підвищенням концентрації сахарози, що змінює морфологію, подовжуючи і спотворюючи клітини. Додавання цукру також балансує солодкість і кислотність харчових продуктів. [50]

(b) Кефір зі стабілізатором

Кислотність і значення рН різних зразків молочного кефіру, приготованих з використанням різного рівня цукру (6, 8 і 10%), наведені в таблиці 5.5. Не було виявлено значної ($p > 0.05$) різниці між рН, а також кислотністю контрольного кефіру та кефіру з 6% цукру. Кефір з 8 і 10% цукру мав значно ($p < 0.05$) нижчу кислотність і вищий рН, ніж контрольний кефір і кефір з 6% цукру, що робило їх менш прийнятними, ніж інші зразки кефіру. Гранули кефіру складаються з молочнокислих бактерій, оцтовокислих бактерій і дріжджів. Дріжджі вважаються ключовими у приготуванні ферментованих молочних продуктів, де вони забезпечують необхідні поживні речовини для росту, такі як амінокислоти та вітаміни, змінюють рН, секретують етанол і виробляють CO₂. Ось чому нижчі значення кислотності спостерігалися в кефірі з 8 і 10% цукру.[51]

Таблиця 3.3

Вплив додавання цукру на кислотність та рН підсолодженого молока
кефір без стабілізатор і зі стабілізатором

Атрибути	Контрольний кефір	6% цукру	8% цукру	Інсулін
Кефір без стабілізатора				
Кислотність, °Т	108 ± 7,6	100 ± 6,0	95 ± 4,0	95 ± 3,0
рН	4,43 ± 0,01 ^a	4,47 ± 0,02 ^a	4,52 ± 0,026 ^b	4,52 ± 0,016 ^b
Кефір зі стабілізатором (0,1% пектину)				
Кислотність, °Т	113 ± 1,6	107 ± 5,6	98 ± 2,0	99 ± 1,0
рН	4,43 ± 0,01 ^a	4,44 ± 0,01 ^a	4,49 ± 0,036	4,48 ± 0,026

ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 3

Дослідження було зосереджене на розробці технології приготування збагаченого підсолодженого молочного кефіру як потенційної альтернативи ферментованим молочним продуктам, які зазвичай доступні на ринку, а саме йогурту тощо. Оскільки кефір має трохи кислуватий смак, дріжджевий і гострий аромат, підсолодження зробить смак м'якшим, покращить аромат, підвищить споживчу привабливість і загальну прийнятність, що буде більше оцінено індійським населенням. Холодний підсолоджений молочний кефір буде освіжаючим продуктом з приємним відчуттям. Солодкість кефіру надасть екзотичного збагачення смаковим рецепторам. Включення харчових волокон сприяє корисним фізіологічним ефектам, таким як послаблення, зниження рівня холестерину в крові та зменшення рівня глюкози в крові (ААСС, 2001). Рівні цукру, пектину та волокон у продукті були оптимізовані. Було зроблено спроби оцінити фізико-хімічні, сенсорні, текстурні, мікробіологічні та функціональні характеристики розробленого збагаченого підсолодженого молочного кефіру в порівнянні з контрольним кефіром. Також були зроблені спроби оцінити термін придатності розробленого продукту при охолодженій температурі (6-8° С). Результати, отримані під час цього дослідження, представлені в цьому розділі.

РОЗДІЛ 4. ОПТИМІЗОВАНИЙ ПРОЦЕС ПРИГОТУВАННЯ РОЗВИНЕНОГО ЗБАГАЧЕНОГО ПІДСОЛОДЖЕНОГО МОЛОКА

Параметри обробки, такі як час нагрівання, температура, кількість кефірних зерен, стабілізатор, цукор і клітковина, відіграють важливу роль у функціональних властивостях кефіру. Оптимізована схема процесу для приготування клітковини збагаченого підсолодженого молока кефір показана в таблиці 3.1.

Було взято свіже молоко і попередньо нагріто до 35-40° С. Стандартизація молока до 3% жиру з використанням знежиреного молока, потім фільтрація. Молоко було попередньо нагріто до 50-60° С для ефективної гомогенізації. Гомогенізація проводилася під тиском 17,24 МПа на першій стадії і 500 psi на другій стадії. Збагачене підсолоджене молоко кефір було приготовано з додаванням стабілізатора, тобто пектину на рівні 0,1%, цукру на рівні 6% і 3% інуліну на основі молока. Теплова обробка до 90-92°С протягом 10 хвилин проводилася з періодичним помішуванням, після чого відбувалося охолодження (30° С) і фільтрація для видалення згорнутого частинок, якщо такі були.[52]

При цій температурі кефірні зерна були інокульовані на 4 г/л до молока і інкубувалися при 30°С протягом приблизно 20-24 годин у інкубаторі, поки титрувальна кислотність не досягла 1% молочної кислоти. Ферментований продукт був ретельно перемішаний і просіяний через нейлонове сито з розміром осередку 1/20 дюйма, щоб отримати кефірні зерна, а також для однорідної консистенції кефіру. Після вилучення кефірних зерен продукт був заповнений у поліпропіленові чашки і зберігався для дозрівання протягом 24 годин при холодильній температурі (6-8°С). Потім продукт зберігався в холодильнику (6-8°С) для подальшої характеристики та досліджень терміну зберігання.

Контрольний кефір був приготований без будь-якого додавання пектину, цукру. Продукт, отриманий після просіювання, був дозрілий (6-8° С, 4-5 годин) і зберігався в холодильних умовах у поліпропіленових чашках. Кефір без стабілізатора також був приготований з 6% цукру та 3% інуліну на основі молока і заповнений у поліпропіленові чашки. Пектин не був доданий у кефір без стабілізатора. Цей продукт зберігався протягом 4-5 годин у холодильнику для дозрівання, а потім був проаналізований далі.

Таблиця 4.1

Оптимізований процес приготування розвиненого укріпленого підсолоджененого кефіра

№	Етап	Уточнення / параметри
1	Незбиране свіже молоко	—
2	Попереднє прогрівання	35–40 °С
3	Фільтрація	—
4	Стандартизація	до 3% жиру
5	Попереднє нагрівання	50–60 °С
6	Гомогенізація	I ступінь (≈17,2 МПа) II ступінь (≈3,4 МПа)
7	Додавання пектину та цукру	пектин — 0,1%, цукор — 6%
8	Додавання інуліну	3%
9	Термічна обробка	90–92 °С, 10 хв
10	Фільтрація	—
11	Охолодження	до 30 °С
12	Інокуляція	кефірні зерна, 4 г/л
13	Інкубація	30 °С, 20–24 години
14	Просіювання	—
15	Виділення кефірних крупинок	побічний продукт
16	Упаковка та дозрівання	24 години при 6–8 °С
17	Зберігання	6–8 °С
18	Готовий продукт	Підсолоджений кефір вільний

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Мета: Провести економічний аналіз ефективності впровадження нового функціонального продукту — **вітамінізованого кефіру з соєвими волокнами**, визначити собівартість, прибуток та рівень рентабельності.

У сучасних умовах ринку харчових продуктів визначення економічної ефективності виробництва нової продукції набуває особливої актуальності. Конкурентоспроможність, інноваційність та доступність функціональних молочних напоїв безпосередньо залежать від економічно обґрунтованої технології та оптимізації витрат.

У цьому розділі проведено техніко-економічне обґрунтування розробки функціонального вітамінізованого кефіру, а також здійснено порівняльний аналіз із традиційним продуктом — звичайним кефіром. Розрахунок собівартості, прибутку, рентабельності та витрат на 1 гривню реалізованої продукції дозволяє зробити обґрунтовані висновки щодо доцільності впровадження нової рецептури у виробництво.

Вартість сировини і основних матеріалів вітамінізованого кефіру

Таблиця 5.1

Собівартість та рентабельність вітамінізованого кефіру

Стаття витрат	Кількість	Ціна за одиницю (грн)	Сума (грн)
Молоко 2,5%	1000 л	12.0	12000
Пектин	1 кг	300.0	300
Інулін	1 кг	250.0	250
Цукор	10 кг	25.0	250

Соєві волокна	2 кг	100.0	200
Закваска кефірна	0.5 кг	500.0	250
Електроє нергія	300 кВт·год	4.5	1350
Вода, пар, холод	-	-	500
Упаковка	1000 шт	2.0	2000
Зарплата персоналу	-	-	3000
Накладні витрати (300% від ЗП)	-	-	9000

Загальна собівартість 1 тонни вітамінізованого кефіру: 29100.00 грн

Ціна реалізації: 35 000 грн/т

Прибуток: 5900.00 грн

Рентабельність: 20.27 %

Витрати на 1 грн реалізації: 0.83 грн

Таблиця 5.2

Собівартість та рентабельність звичайного кефіру

Стаття витрат	Кількість	Ціна за одиницю (грн)	Сума (грн)
Молоко 2,5%	1000 л	12.0	12000
Закваска кефірна	0.5 кг	500.0	250
Електроенергія	250 кВт·год	4.5	1125
Вода, пар, холод	-	-	400
Упаковка	1000 шт	2.0	2000
Зарплата персоналу	-	-	3000
Накладні витрати (300% від ЗП)	-	-	9000

Загальна собівартість 1 тонни звичайного кефіру: 27775.00 грн

Ціна реалізації: 32 000 грн/т

Прибуток: 4225.00 грн

Рентабельність: 15.21 %

Витрати на 1 грн реалізації: 0.87 грн

На підставі проведених економічних розрахунків встановлено, що вартість виробництва вітамінізованого кефіру є дещо вищою, ніж звичайного, однак розширений склад функціональних інгредієнтів забезпечує вищу додану вартість і дозволяє встановити ринкову ціну, яка забезпечує прибутковість виробництва. Рівень рентабельності для вітамінізованого кефіру становить понад 20%, що свідчить про економічну доцільність його виробництва. Таким чином, розроблена технологія має потенціал до впровадження на підприємствах молочної галузі з метою розширення асортименту оздоровчих напоїв, підвищення якості харчування населення та забезпечення стабільного економічного результату для виробника.

ВИСНОВКИ

Серед шести стабілізаторів, використаних для приготування кефіру, пектин був визнаний найкращим за всіма аспектами. Кефір був виготовлений з 0.1% та 0.2% пектину. Ці два та контрольні зразки були порівняні на основі їхніх сенсорних властивостей, кислотності, рН та текстурних властивостей. Було відзначено, що смак кефіру з 0.2% пектином був значно ($p < 0.05$) гіршим, ніж контрольний та кефір з 0.1% пектином. Тіло та текстура, а також колір і зовнішній вигляд кефіру з 0.2% пектином були значно ($p < 0.05$) гіршими, ніж контрольний та кефір, виготовлений з 0.1% пектину. Загальна прийнятність була значно ($p < 0.05$) вищою для кефіру з 0.1% пектином, за ним йшов контрольний та кефір з 0.2% пектином. Три типи зразків кефіру не показали жодної значної ($p < 0.05$) різниці в кислотності, хоча кислотність кефіру, виготовленого з 0.2% пектину, була трохи вищою, що робило його менш прийнятним у порівнянні з кефіром, виготовленим з 0.1% пектину. рН кефіру з 0.2% пектином було нижчим, ніж у інших двох зразків, але різниця була незначною ($p > 0.05$). Кефір з 0.1% пектином показав максимальну міцність. Консистенція та липкість були нижчими в кефірі з 0.2% пектином у порівнянні з кефіром з 0.1% пектином. Значно ($p < 0.05$) вищий індекс в'язкості був зафіксований у кефірі з 0.1% пектином (0.0274 ± 0.003 N.s) серед трьох зразків кефіру. Було зроблено висновок з вище наведеного аналізу, що кефір з 0.1% пектином показав кращий смак, вищу загальну прийнятність, оптимальну кислотність та вищі текстурні властивості, ніж інші два зразки кефіру. Тому кефір, виготовлений з 0.1% пектину, був обраний для подальшого дослідження.

Підсолоджений молочний кефір (без стабілізатора) готували з додаванням цукру (6%, 8%, 10%) перед термічною обробкою, оцінюючи його смакові характеристики, кислотність, рН і текстуру. Кефір з 6% цукру мав значно кращий смак, ніж інші варіанти, завдяки нижчій кислотності та оптимальному рівню солодкості. Кефір без цукру отримав найнижчу оцінку. Текстура і тіло також були найкращими у 6% цукру, тоді як контрольний

кефір показав гірші результати. Колір і зовнішній вигляд були однаковими для всіх зразків, але загальна прийнятність найвищою була для кефіру з 6% цукру.

Підсолоджений кефір (зі стабілізатором) також готували з 6%, 8% та 10% цукру і 0.1% пектину. Всі кефіри з цукром мали кращий смак, а кефір з 6% цукру перевершував інших за текстурою і тілом. Загальна прийнятність знову була найвищою у 6% цукру, тоді як кефір з 8% і 10% показав нижчу кислотність і вищий рН, що робило їх менш прийнятними. Твердість і консистенція також були кращими у 6% цукру, який продемонстрував найвищу в'язкість.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Харчова промисловість .Електронний ресурс. URL: <http://www.bizslovo.org/content/index.php/ru/pravylneharchuvannya/191-rol-yizhi/722-rol-yizhi.html> (дата звернення: 05.05.2020)
2. Машкін М.І. Технологія виробництва молока і молочних продуктів. – Київ.: Вища освіта, 2006. – 352 с.
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.Спосіб виробництва вершкового напою. 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: *Acta Alimentaria*. 2011. № 40. P. 271–282.
6. Дмитровська, Г.П. Удосконалені традиційні і сучасні технології молочних продуктів / Г.П. Дмитровська // Молокопереробка. – 2006. – № 3. – С. 30- 35. 80. Микроорганизм
7. Кешман К.Д.; Доулінг, К.Г.; Шкрабакова, З.; Гонсалес-Гросс, М.; Valtueña, J.; Де Хенау, С.; Морено, Л.; Дамсгаард, Коннектикут; Майклсен К.Ф.; Mølgaard, С.; та ін. Дефіцит вітаміну D у Європі: пандемія? *Am. Дж. Клін. Nutr.* **2016** , *103* , 1033–1044.
8. Лю, Х.; Бейлін, А.; Леві, П. Д. Дефіцит і недостатність вітаміну D серед дорослих США: поширеність, провісники та клінічні наслідки. *бр. J. Nutr.* **2018** , *119* , 928–936. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[Green Version](#)]
9. Губи, П.; Кешман К.Д.; Lamberg-Allardt, С.; Бішоф-Феррарі, НА; Obermayer-Pietsch, В.; Біанкі, М.Л.; Степан, Я.; Ель-Хадж Фулейхан, Г.; Vouillon, R. Поточний статус вітаміну D у країнах Європи та Близького Сходу та стратегії запобігання дефіциту

вітаміну D: заява про позицію Європейського товариства кальцифікованих тканин. *євро J. Endocrinol.* **2019**, *180*, 23–54. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)] [[Green Version](#)]

10. EFSA, Комісія з дієтичних продуктів, харчування та алергії (NDA). Науковий висновок щодо обґрунтування тверджень щодо здоров'я, пов'язаних із вітаміном D та нормальною функцією імунної системи та запальною реакцією (ID 154, 159), підтримкою нормальної функції м'язів (ID 155) та підтримкою нормальної серцево-судинної функції (ID 159) відповідно до частини 1 статті 13 Регламенту (ЄС) № 1924/2006. *EFSA J.* **2010**, *8*, 1468. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
11. Інститут медицини ім. *Дієтичні довідкові норми споживання кальцію та вітаміну D*; National Academies Press: Вашингтон, округ Колумбія, США, 2010. [[Google Scholar](#)]
12. EFSA, Комісія з дієтичних продуктів, харчування та алергії (NDA). Науковий висновок щодо обґрунтування твердження щодо здоров'я, пов'язаного з вітаміном D та сприянням нормальному функціонуванню імунної системи відповідно до статті 14 Регламенту (ЄС) № 1924/2006. *EFSA J.* **2015**, *13*, 4096. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[Зелена версія](#)]
13. Науково-консультативний комітет з питань харчування (SACN). Вітамін D і Звіт про здоров'я громадської охорони здоров'я Англії. 2016. Доступно в Інтернеті: <https://www.gov.uk/government/publications/sacn-vitamin-d-and-health-report> (дата перегляду 21 червня 2021 р.).
14. Захедірад, М.; Асадзаде, С.; Нікооуєн, В.; Неестані Тіранг, Р.; Хоршидян, Н.; Юсефі, М.; Мортазавіан Амір, М. Аспекти збагачення вітаміну D у молочних продуктах: оглядове дослідження. *Міжн. Dairy J.* **2019**, *94*, 53–64. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

15. Бюлетень Міжнародної молочної федерації (IDF) № 506/2020: Ситуація з молочною промисловістю у світі. 2020. Доступно в Інтернеті: <https://fil-idf.newsinsights/idf-world-dairy-situation-report-2020/> (переглянуто 21 червня 2021 р.)
16. FAO, Продовольча та сільськогосподарська організація Об'єднаних Націй. Ворота до молочного виробництва та продуктів. 2018. Доступно в Інтернеті: <http://www.fao.org/dairy-production-products/production/en/> (дата доступу: 21 червня 2021 р.).
17. Міжнародна молочна федерація (IDF). Роль молочних продуктів у здоровому та стійкому харчуванні (версія 6 березня 2020 р.). Доступно в Інтернеті: <https://fil-idf.org/wp-content/uploads/2020/03/IDF-position-to-FAO-WHO-guiding-principles-on-sustainable-healthy-diets.pdf> (переглянуто 21 червня 2021 р.).
18. Шмід, А.; Walther, В. Природний вміст вітаміну D у продуктах тваринного походження. *Adv. Nutr.* **2013**, *4*, 453–462. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
19. Касалова, Е.; Aufartová, J.; Kujovská Krčmová, L.; Solichová, D.; Solich, P. Останні тенденції в аналізі вітаміну D та його метаболітів у молоці - Огляд. *Харчова хім.* **2015**, *171*, 177–190. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
20. Ітконен, С.; Ерккола, М.; Lamberg-Allardt, С. Збагачення вітаміном D рідких молочних продуктів та їх внесок у споживання вітаміну D і статус вітаміну D у спостережних дослідженнях — огляд. *Nutrients* **2018**, *10*, 1054. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[Зелена версія](#)]
21. Annweiler, С.; Кабешова А.; Калленс, А.; Паті, М.Л.; Дюваль, Г.Т.; Холік, М.Ф. Самостійний предиктор статусу вітаміну D: літні люди можуть використовувати самоопитувальник для

оцінки свого статусу вітаміну D. *PLoS ONE* **2017**, *11*, 0186578.

[[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[Зелена версія](#)]

22. Muscogiuri, G.; Альтєрі, Б.; Annweiler, С.; Балєрсія, Г.; Пал, НВ; Буше, Б. Дж.; Каннєлл, Дж. Дж.; Форєста, К.; Грєублєр, М.Р.; Коца, К.; та ін. Вітамін D і хронічні захворювання: сучасний стан. *Арк. Токсикол.* **2017**, *91*, 97–107. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
23. Обєйд, С.; Guyomarc'h, FG; Тангі Лєконт, Н.; Руссо, Ф.; Долївет, А.; Лєдук, А.; Ву, Х.; Кауті, С.; Ян, Г.; Гошерон, Ф.; та ін. Адгєзія гомогєнізованих жирових кульок до бїлків збїльшуєтьєся завдяки термічній обробці молока та кислому рН: кількісні дані, надані силовою спектроскопією АСМ. *Харчова рез. Міжн.* **2020**, *129*, 108847. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
24. Arioui, F., AitSaada, D. та Cherig uene, A. (2017). Фїзико-хімічна та сенсорна якїсть йогурту, збагаченого пєктином з шкїрки *Citrus sinensis*. *Наука про їжу та харчування*, *5* (2), 358-364.
25. Aryana, K. J., Plauche, S., Rao, R. M., McGrew, P. та Shah, N. P. (2007). Йогурт без жиру, виготовлений з їнулінів рїзної довжини ланцюга та *Lactobacillus acidophilus*. *Журнал науки про їжу*, *72*, 79-84
26. Assadi, M.M., Pourahmad, R. та Moazami, N. (2000). Використання їзольованих стартерних культур кефіру у виробництві кефіру. *Світовий журнал мїкробїологїї та бїотехнологїї*, *16*, 541-543.
27. Baer, R. J., Wolkow, M. D. та Kasperson, K. M. (1997). Вплив ємульгаторів на консистєнцію та текстуру низькожирового морозива. *Журнал молочної науки*, *80*, 3123-3132.
28. Ваї, Т. R., Garcia, S. та Ida, E. I. (2014). Оцїнка функціонального соєвого продукту з додаванням соєвого волокна та ферментованого пробїотичною культурою кефіру. *Бразильські архїви бїологїї та технологїї*, *57* (3), 402-409.

29. Bosscher, D., Van Caillie Bertrand, M., Van Cauwenbergh, R. та Deelstra, H., 2003. Доступність кальцію, заліза та цинку з молочних дитячих сумішей залежить від розчинних харчових волокон та модифікованих фракцій крохмалю. *Харчування*, 19, 641-645.
30. Bosscher, D., Van Loo, J. і Franck, A. (2006). Інулін і олігосахарид фруктози як функціональні інгредієнти для покращення мінералізації кісток. *International Dairy Journal*, 16, 1092-1097.
31. Braaten, T., Wood, P., Scott, F., Wolynetz, M., Lowe, M. і Bradley, P. (1994). Вівсяний бета-глюкан зменшує концентрацію холестерину в крові у гіперхолестеринемічних суб'єктів. *European Journal of Clinical Nutrition*, 48, 465-474.
32. Buriti, F. C., Castro, I. A. і Saad, S. M. (2010). Вплив охолодження, заморожування та заміни молочного жиру інуліном і концентратом сироваткового білка на текстурний профіль і сенсорну прийнятність синбіотичних мусів з гуава. *Food Chemistry*, 123 (4), 1190-1197.
33. Bylund, G. (1995). Посібник з обробки молочних продуктів. Лунд, Швеція, Tetra Pak Processing Systems AB.
34. Sevikbas, A., Yemni, E., Ezzedenn, F. W., Yardimici, T., Sevikbas, U. і Stohs, S. J. (1994). Антитуморна, антибактеріальна та протигрибкова активність кефіру та кефірних зерен. *Phyto therapy Research*, 8 (2), 78-82.
35. Chan, S., Choo, W., Young, D. і Loh, X. (2016). Тіксотропні супрамолекулярні пектинові полі (етиленгліколь) метакрилатні (PEGMA) гелі. *Polymers*, 8 (11), 404.
36. Chen, J., Lindmark Månsson H., Gorton L. і Akesson B. (2003). Антиоксидантна здатність коров'ячого молока, оцінена спектрофотометричними та амперометричними методами. *International Dairy Journal*, 13, 927-935.

37. Chen, M. J., Liu, J. R., Sheu, J. F., Lin, C. W i Chuang, C. L. (2006). Дослідження властивостей догляду за шкірою сироватки молочного кефіру. *Asian Australian Journal of Animal Science*, 19 (6), 905-908.
38. Chen, T. H., Wang, S. Y., Chen, K. N., Liu, J. R. i Chen, M. J. (2009). Мікробіологічні та хімічні властивості кефіру, виготовленого з ентраптованими мікроорганізмами, ізольованими з кефірних зерен. *Journal of Dairy Science*, 92 (7), 3002-3013.
39. Chen, Z., Shi, J., Yang, X., Nan, B., Liu, Y. i Wang, Z. (2015). Хімічні та фізичні характеристики та антиоксидантна активність екзополісахариду, що виробляється.
40. Cross, M. L., Stevenson, L. and Gill, H. S. (2001). Anti-allergy properties of fermented
41. foods: an important immune regulatory mechanism of lactic acid bacteria.
42. *International Immuno pharmacology*, 1(5), 891-901.
43. Sukhov, S., Kalamkarova, L. I., Il'chenko, L. A. and Zhangabylov, A. K. (1986). Changes in the microflora of the small and large intestine in patients with chronic enteritis after dietary treatment with cultured milk products. *Voprosy Pitania*, 4, 14-17.
44. Sutikno, S., Rizal, S. and Marniza, (2013). Effects of sugar type and concentration on the characteristics of fermented turi (*Sesbania grandiflora* (L.) Poir) milk. *Emirates Journal of Food Agriculture*, 25(8), 576-584.
45. Syrbe A, Bauer, W.J. and Klostermeyer H. (1998). Polymer Science Concepts in Dairy Systems - An overview of Milk Protein and Food Hydrocolloid Interaction. *International Dairy Journal*, 8, 179-193.
46. Tada, S., Katakura, Y., Ninomiya, K. and Shioya, S. (2007). Fed-batch coculture of *Lactobacillus kefirianofaciens* with *Saccharomyces*

- cerevisiae for effective production of kefir. *Journal Bioscience Bioengineering*, 103(6), 557-562.
47. Tamai, Y., Yoshimitsu, N., Wanatabe, Y., Kuwabara, Y. and Nagai, S., (1996). Effects of milk fermented by culturing with various lactic acid bacteria and a yeast on serum cholesterol level in rats. *Journal of Fermentation and Bioengineering*, 81, 181–182.
 48. Tamime, A. Y., Saarela, M. A. K. S., Sondergaard, A. K., Mistry, V. V. and Shah, N. P. (2005). Production and maintenance of viability of probiotic microorganisms in dairy products. *Probiotic dairy products*, 39-72.
 49. Tarakci Z. and E. Kucukoner. (2003). Physical, chemical, microbiological and sensory characteristics of some fruit-flavored yoghurt. *YYU Veteriner Fakul Tesi Dergisi*, 14, 10-14.
 50. Thebaudin, J. Y., Lefebvre, A. C., Harrington, M. and Bourgeois, C. M. (1997). Dietary fibre: nutritional and technological interest. *Trends in Food Science and Technology*, 8, 41-48.
 51. Towler, C. (1984). Sedimentation in a cultured milk beverage. *New Zealand Journal Dairy Science Technology*, 19, 205-211.
 52. Tramer, J. (1973) Yoghurt cultures. *International Journal of Dairy Technology*, 26, 16-21.
 53. Tratnik, L., Bozanic, R., Herceg, Z. and Drglic, I. (2006). The quality of plain and supplemented kefir from goats and cows milk. *International Journal of Dairy Technology*, 59, 40-46.
 54. Trowel, H. and Burkitt, D. (1986) Physiological role of dietary fiber: a ten-year review. *ASDC Journal of Dentistry Children*, 53, 444-447.
 55. Van Wyk, J., Witthuhn, R.C. and Britz, T.J., (2011). Optimisation of vitamin B12 and folate production by *Propionibacterium freudenreichii* strains in kefir. *International Dairy Journal*, 21, 69-74.

56. Vinderola, G., Perdigon, G., Duarte, J., Farnworth, E. and Matar, C. (2006). Effects of the oral administration of the products derived from milk fermentation by kefir microflora on immune stimulation. *Journal of Dairy Research*, 73, 472-479.
57. Vivier, D., Rivemale, M., Reverbel, J. P., Ratomahenina, R. and Galzy, P. (1994). Study of the growth of yeasts from feta cheese. *International Journal of Food Microbiology*, 22 (2-3), 207-215.
58. Wood., P. J. (2007). Cereal b-glucans in diet and health. *Journal Cereal Science*, 46, 230-238.
59. Wood, P., Braaten, J., Scott, F., Riedel, K., Wolynetz, M. and Collins, M. (1994). Effect of dose and modification of viscous properties of oat gum on plasma glucose and insulin following an oral glucose load. *British Journal Nutrition*, 72, 731- 743.
60. Wszolek, M., Tamime, A. Y., Muir, D. D. and Barclay, M. N. I. (2001). Properties of kefir made in Scotland and Poland using bovine, caprine and ovine milk with different starter cultures. *LWT –Food Science and Technology*, 34, 251–261.

ДОДАТКИ

Таблиця 1: Вплив додавання стабілізатора на текстурні властивості
молочного кефіру

Параметри	Контрольний кефір	0,1%	0,2%
твердість (N)	0,1476 ± 0,0273	0,2386 ± 0,0555	0,1513 ± 0,0263
Консистенція (N.s)	1,2098 ± 0,0356	2,1647 ± 0,0572	1,1596 ± 0,0830
Індекс в'язкості (N.s)	0,0113 ± 0,0019	0,0274 ± 0,0032	0,0104 ± 0,0006
Клейкість (N)	0,0359 ± 0,0006	0,0653 ± 0,0006	0,0365 ± 0,0045

Таблиця 2: Вплив додавання цукру на текстурні властивості молочного кефіру (без стабілізатора)

Параметри	Контрольний кефір	6%	8%	10%
Твердість (N)	0,1275 ± 0,0074	0,1692 ± 0,0037	0,1548 ± 0,0063	0,1410 ± 0,0012
Консистенція (N.s)	0,8556 ± 0,0432	1,5933 ± 0,1039	1,5216 ± 0,1175	1,3088 ± 0,0876
Індекс в'язкості (N.s)	0,0069 ± 0,0003	0,0096 ± 0,0004	0,0094 ± 0,0003	0,0091 ± 0,0004
Клейкість (N)	0,0306 ± 0,0031	0,0490 ± 0,0089	0,0390 ± 0,0059	0,0407 ± 0,0032

Таблиця 3: Вплив додавання цукру на текстурні властивості молочного кефіру (зі стабілізатором)

Параметри	Контрольний кефір	6%	8%	10%
Твердість (N)	0,1482 ± 0,0196	0,2293 ± 0,0336	0,1712 ± 0,0102	0,1566 ± 0,0051
Консистенція (N.s)	1,2526 ± 0,0587	2,2770 ± 0,0666	1,5019 ± 0,0682	1,4688 ± 0,0289
Індекс в'язкості (N.s)	0,0096 ± 0,0004	0,0516 ± 0,0056	0,0177 ± 0,0020	0,0153 ± 0,0010
Клейкість (N)	0,0359 ± 0,0031	0,1036 ± 0,0058	0,0539 ± 0,0024	0,0437 ± 0,0027

Таблиця 4: Вплив різних волокон на текстурні властивості молочного кефіру (без стабілізатор)

Параметри	Контрольний кефір	Соєве волокно	Вівсяна клітковина	Інулін
Твердість (N)	0,2027 ± 0,0047	0,4634 ± 0,0467	0,4134 ± 0,0534	0,3692 ± 0,0593
Консистенція (N.s)	2,0124 ± 0,1665	3,5643 ± 0,1880	3,3456 ± 0,1576	3,0277 ± 0,0955
Індекс в'язкості (N.s)	0,1554 ± 0,0114	0,4946 ± 0,0589	0,3344 ± 0,0156	0,3220 ± 0,0106
Клейкість (N)	0,0803 ± 0,0050	0,2482 ± 0,0148	0,2401 ± 0,0171	0,2308 ± 0,0167

Таблиця 5: Вплив різних волокон на текстурні властивості молочного кефіру
(зі стабілізатором)

Параметри	Контрольний кефір	Соєве волокно	Вівсяна клітковина	Інулін
Твердість (N)	0,2867 ± 0,0266	0,5657 ± 0,0468	0,5891 ± 0,0299	0,6902 ± 0,0681
Консистенція (N.s)	2,8313 ± 0,5368	4,4765 ± 0,5658	5,0537 ± 0,6479	5,9973 ± 0,6358
Індекс в'язкості (N.s)	0,2382 ± 0,0218	0,5257 ± 0,0150	0,4426 ± 0,0191	0,5516 ± 0,0343
Клейкість (N)	0,1185 ± 0,0074	0,5315 ± 0,0299	0,4622 ± 0,0333	0,6859 ± 0,0280

Таблиця 6: Хімічний склад контролю та укріплених підсолоджених молочних кефірів

Параметри	Контрольний кефір	Кефір солодкий кріплений (без стабілізатора)	Кефір солодкий кріплений (зі стабілізатором)
Вологість (%)	88,08 ± 0,09	79,19 ± 0,07	79,18 ± 0,14
Жир (%)	3,06 ± 0,05	3,01 ± 0,02	3,01 ± 0,03
Білок (%)	3,10 ± 0,02	3,11 ± 0,04	3,09 ± 0,03
Вуглеводи (%)	4,93 ± 0,06	13,83 ± 0,09	13,83 ± 0,10
Зола (%)	0,77 ± 0,02	0,87 ± 0,01	0,88 ± 0,01

Таблиця 7: Сенсорна оцінка контролю та укріплених підсолоджених молочних кефірів

Параметри	Контрольний кефір	Кефір без стабілізатора	Кефір зі стабілізатором
Смак	7,44 ± 0,06	7,97 ± 0,11	8,44 ± 0,07
Корпус і текстура	7,78 ± 0,07	7,87 ± 0,06	8,09 ± 0,21
Колір і зовнішній вигляд	8,06 ± 0,15	8,01 ± 0,19	8,09 ± 0,17
Загальна прийнятність	7,65 ± 0,15	8,11 ± 0,21	8,46 ± 0,21

УДК 613.3:637.056:663.911-028.76

Ляшенко І. А., студент магістратури

Тищенко Л. М., к.т.н., доцент

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

ВІТАМІНІЗОВАНІ МОЛОЧНІ НАПОЇ ДЛЯ ОЗДОРОВЧОГО ХАРЧУВАННЯ

Збагачене молоко широко застосовується у всьому світі, щоб допомогти людям отримати необхідні поживні речовини, яких може бракувати в їхньому щоденному раціоні. Його основна перевага перед звичайним молоком полягає в додаванні вітамінів і мінералів, які природно не містяться в молоці у достатній кількості. Збагачене молоко – це коров'яче молоко, до якого додають певні поживні речовини з метою покращення його харчової цінності.

Найчастіше молоко збагачують вітамінами D і A, оскільки їхній дефіцит може призводити до серйозних проблем зі здоров'ям, зокрема до ослаблення кісткової тканини. Однак, залежно від країни, у молоко можуть додавати й інші корисні елементи, такі як залізо, цинк і фолієва кислота. Наприклад, у деяких державах збагачення молока є обов'язковим на законодавчому рівні, оскільки це допомагає знизити ризик дефіциту певних мікроелементів у населення.

Для збагачення найчастіше використовують пальмітат вітаміну A та вітамін D3 – це активні та добре засвоювані форми цих речовин. Завдяки їхній стійкості до високих температур, вони можуть додаватися у молоко ще перед пастеризацією та гомогенізацією. Це важливо, оскільки ці технологічні процеси не лише забезпечують безпечність молока, знищуючи шкідливі мікроорганізми, але й подовжують термін його зберігання.

Розрізняють збагачення (фортифікацію) – процес додавання до продукту поживних речовин, яких спочатку в ньому не було, та збагачення після обробки (енрічмент) – повернення мікроелементів, втрачених під час виробничої обробки. Ці методи стали особливо важливими для запобігання захворюванням, спричиненим дефіцитом вітамінів і мінералів. Наприклад, додавання вітаміну D у молоко значно знизило поширеність рахіту – хвороби, що призводить до ослаблення кісток.

Завдяки широкому впровадженню фортифікації молока та інших продуктів, таких як борошно, розвинені країни майже повністю викоринили захворювання, пов'язані з дефіцитом поживних речовин. Окрім цього, збагачене молоко сприяє загальному покращенню здоров'я, оскільки допомагає компенсувати приховану нестачу мікроелементів, яка може не викликати миттєвих симптомів, але має негативний вплив на організм у довгостроковій перспективі.

Висновок

Збагачене молоко – це важливий харчовий продукт, який допомагає запобігати дефіциту вітамінів і мінералів та покращує загальний рівень здоров'я населення. Завдяки фортифікації вдалося майже повністю викоринити деякі захворювання, спричинені нестачею поживних речовин, у розвинених країнах. У майбутньому збагачення продуктів харчування залишатиметься ефективною стратегією для боротьби з мікроелементними дефіцитами та підтримки здоров'я суспільства.

Література

1. Машкін М.І. Технологія виробництва молока і молочних продуктів. – Київ.: Вища освіта, 2006. – 352 с.
2. Дмитровська, Г.П. Удосконалені традиційні і сучасні технології молочних продуктів / Г.П. Дмитровська // Молокопереробка. – 2006. – № 3. – С. 30- 35. 80. Микроорганизм
3. Машкін М. І., Париш Н. М. Технологія молока і молочних продуктів: Навчальне видання. — К.: Вищаосвіта, 2006. — 351 с.: іл

Міністерство освіти і науки України
Національний університет біоресурсів і природокористування України



СЕРТИФІКАТ

ПІДТВЕРДЖУЄ, ЩО

Ляшенко І.А.

взяв(ла) участь у

**ХІІІ Міжнародній Науково-практичній конференції і 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