

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет харчових технологій та управління якістю продукції АПК

УДК 637.352:641.51/.54

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету харчових технологій
та управління якістю продукції АПК

_____ Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО

« ____ » _____ 2025 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

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

_____ Наталія ГОЛЕМБОВСЬКА

« ____ » _____ 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «Наукове обґрунтування та розроблення технології сирів м'яких
збалансованого жирнокислотного складу»**

Спеціальність **181 «Харчові технології»**

Освітня програма «Нутріціологія»

Орієнтація освітньої програми **освітньо-наукова**

Гарант освітньої програми

к.т.н., доцент

_____ Людмила ТИЩЕНКО

Керівник магістерської роботи

д.т.н., професор

_____ Світлана ДАНИЛЕНКО

Виконав

_____ Дмитро КИРИЧУК

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,
кандидат технічних наук

Голембовська Н.В.

« _____ » _____ 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ
КИРИЧУКУ ДМИТРУ ОЛЕКСАНДРОВИЧУ**

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

Освітня програма: «Нутриціологія»

Орієнтація освітньої програма – Освітньо-наукова програма

Тема магістерської роботи: «Наукове обґрунтування та розроблення технології сирів м'яких збалансованого жирнокислотного складу»

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:

м'який сир , лляна олія, паста з фундука

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

Аналіз стану виробництва та споживання м'яких сирів в Україні та світі

Біологічна цінність використаної сировини

Наукове обґрунтування рецептури сирів м'яких збалансованого жирнокислотного складу

Органолептична та фізико-хімічна оцінка якості сирів м'яких збалансованого жирнокислотного складу

Удосконалення технології сирів м'яких збалансованого жирнокислотного складу

Дата видачі завдання «14»квітня 2024 р.

Керівник магістерської роботи _____

Світлана ДАНИЛЕНКО

Завдання прийняла до виконання _____

Дмитро КИРИЧУК

РЕФЕРАТ

Магістерська робота на тему «Наукове обґрунтування та розроблення технології сирів м'яких збалансованого жирнокислотного складу» складається зі вступу, 3 розділів, висновків та списку використаної літератури, який містить 50 джерел. Роботу викладено на 51 сторінці, що містять 8 рисунків, 11 таблиць.

Мета дослідження - удосконалити технологію виробництва м'яких сирів шляхом модифікації рецептурного складу з метою покращення жирнокислотного профілю та підвищення біологічної цінності готового продукту.

Об'єкт дослідження - процес виробництва м'яких сирів із застосуванням різних жирних компонентів.

Предмет дослідження - вплив введення крему з лляною олією та пасти з фундука на технологічні, фізико-хімічні, органолептичні властивості м'яких сирів та їхній жирнокислотний склад.

На першому етапі було здійснено ґрунтовний огляд сучасних наукових публікацій, присвячених технологіям виробництва м'яких сирів, способам корекції їхнього жирнокислотного складу, а також вивчено вимоги ДСТУ та ТУ щодо якості сировини та готової продукції.

Визначено доцільність створення сирів з підвищеною біологічною цінністю шляхом введення функціональних інгредієнтів. Було сформовано три рецептури: контрольну (еталонну) та дві експериментальні — з додаванням крему з лляною олією та пасти з фундука.

Проведено виготовлення трьох зразків відповідно до розроблених рецептур з дотриманням стандартних технологічних параметрів (температур, дозувань, часу ферментації тощо). Створено технологічні схеми виробництва кожного з трьох варіантів продукту з урахуванням специфіки введення інгредієнтів і технологічної послідовності.

Проведено дегустацію сирів із застосуванням 5-бальної шкали оцінювання основних споживчих показників (зовнішній вигляд, консистенція, запах, смак, загальне враження).

Визначено масову частку жиру, вологи, кислотність, рН та інші важливі показники, що характеризують якість і стабільність дослідних зразків.

Проведено розрахунок собівартості кожного зразка з урахуванням актуальних цін на сировину, енергетичні витрати та пакування, проаналізовано доцільність впровадження кожного варіанта у виробництво.

На основі одержаних даних сформульовано висновки щодо ефективності використання функціональних інгредієнтів у технології м'яких сирів, а також визначено перспективні напрямки подальших досліджень.

Ключові слова: м'який сир, технологія, жирнокислотний склад, лляна олія, паста з фундука, функціональні інгредієнти, біологічна цінність, органолептичні показники, фізико-хімічні властивості, рецептура.

ЗМІСТ

| | |
|--|-----------|
| РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ | 8 |
| 1.1 Аналіз стану виробництва та споживання м'яких сирів в Україні та світі | 8 |
| 1.2 Функціонально-технологічна характеристика сировини | 11 |
| 1.3 Аналіз сучасних розробок м'яких сирів | 15 |
| 1.4. Вимоги до виробництва м'яких сирів | 17 |
| РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ, ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ | 21 |
| 2.1. Організація, об'єкти і послідовність досліджень | 21 |
| 2.2. Методи досліджень | 25 |
| РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ | 27 |
| 3.1 Біологічна цінність використаної сировини | 27 |
| 3.2. Наукове обґрунтування рецептури сирів м'яких збалансованого жирнокислотного складу | 31 |
| 3.3. Органолептична та фізико-хімічна оцінка якості сирів м'яких збалансованого жирнокислотного складу | 34 |
| 3.4. Удосконалення технології сирів м'яких збалансованого жирнокислотного складу | 38 |
| 3.5. Розрахунок економічної ефективності | 43 |
| ВИСНОВКИ | 46 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | 47 |

ВСТУП

У сучасних умовах формування концепції здорового харчування актуальним є створення харчових продуктів, які не лише задовольняють енергетичні потреби організму, а й позитивно впливають на його функціональний стан. Особливе місце в структурі раціону займають молочні продукти, серед яких сири м'які користуються значним попитом завдяки своїм органолептичним властивостям, високій біологічній цінності та легкозасвоюваності.

Разом із тим, традиційні м'які сири мають високий вміст насичених жирних кислот, що при надмірному споживанні може сприяти розвитку серцево-судинних захворювань, ожиріння та інших метаболічних порушень. З огляду на це, важливим напрямом сучасної технології сирів є вдосконалення рецептурного складу з метою досягнення оптимального співвідношення насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот.

Розробка м'яких сирів із збалансованим жирнокислотним складом передбачає залучення нетрадиційних джерел ліпідів, зокрема рослинних олій, а також використання сучасних біотехнологічних підходів, що дозволяють зберегти органолептичні характеристики продукту при покращенні його нутрієнтного профілю.

Обрана тема є актуальною як з наукової, так і з практичної точки зору, оскільки дає змогу поєднати високі споживчі властивості сирів із підвищеною харчовою та функціональною цінністю, що відповідає сучасним вимогам споживачів та принципам здорового харчування.

Метою даної магістерської роботи є наукове обґрунтування та розроблення технології виробництва м'яких сирів із збалансованим жирнокислотним складом шляхом корекції рецептури та оптимізації технологічного процесу.

Для досягнення поставленої мети передбачено розв'язання наступних завдань:

- проаналізувати науково-технічну інформацію щодо впливу ліпідного складу молочних продуктів на здоров'я людини;
- обґрунтувати вибір сировини та жирозамінників для формування збалансованого жирнокислотного складу;
- розробити експериментальні зразки м'яких сирів з модифікованим жировим компонентом;
- дослідити фізико-хімічні, мікробіологічні та органолептичні показники розроблених зразків;
- оцінити жирнокислотний склад та його відповідність дієтичним нормам;
- надати рекомендації щодо впровадження розробленої технології у виробничі умови.

Практична значущість роботи полягає у створенні нової технології м'яких сирів з покращеним нутрієнтним складом, що може бути впроваджена на підприємствах молочної промисловості з метою розширення асортименту функціональних продуктів харчування.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1. Аналіз стану виробництва та споживання м'яких сирів в Україні та світі

М'які сири є однією з найпопулярніших категорій молочної продукції, завдяки своїй високій харчовій цінності, ніжній консистенції та різноманіттю смакових характеристик. У світі спостерігається зростання попиту на м'які сири, зумовлене тенденціями здорового харчування, урбанізацією та зміною споживчих переваг. У даному розділі проведено аналіз виробництва та споживання м'яких сирів у провідних європейських країнах, включаючи Україну.

Таблиця 1.1.

Порівняльна виробництва і споживання м'яких сирів

| Країна | Виробництво, тис. т (2023) | Споживання на душу населення, кг/рік (2023) |
|-----------|----------------------------|---|
| Україна | 65 | 6,2 |
| Польща | 120 | 8,5 |
| Німеччина | 240 | 12,3 |
| Франція | 180 | 13,0 |
| Італія | 160 | 11,5 |

Виробництво м'яких сирів значною мірою залежить від обсягів заготівлі молока, наявних технологічних потужностей та внутрішнього попиту. Дані таблиці 1 та рисунка 1 демонструють, що серед країн Європи лідером є Німеччина, де у 2023 році вироблено близько 240 тис. тонн м'яких сирів. На другому місці – Франція (180 тис. тонн), а третє посідає Італія (160 тис. тонн). Польща також демонструє високі темпи виробництва – 120 тис. тонн. Україна суттєво поступається в обсягах виробництва, яке становить лише 65 тис. тонн на рік [1-3].

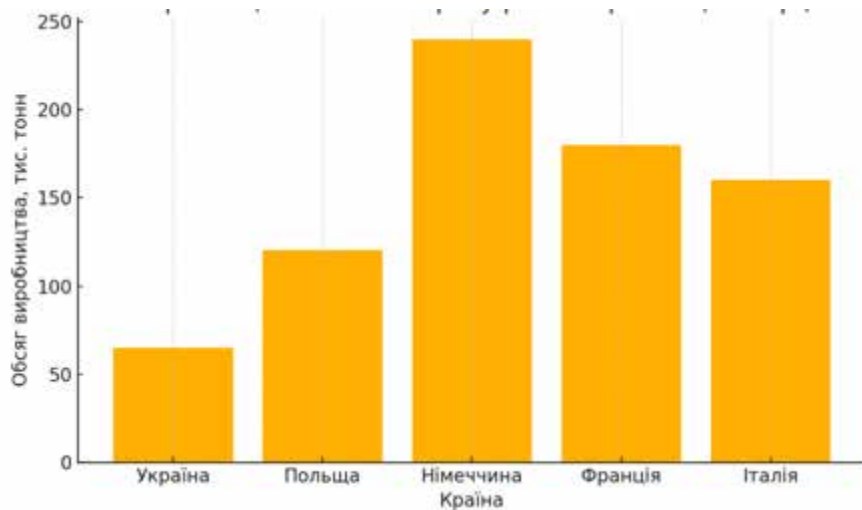


Рис.1.1 Виробництво м'яких сирів у різних країнах, 2023 р.

Споживання м'яких сирів тісно пов'язане з рівнем платоспроможності населення, гастрономічними традиціями, національними смаками та інформаційною політикою щодо переваг молочних продуктів. Найвищий рівень споживання м'яких сирів на душу населення спостерігається у Франції (13,0 кг/рік) та Німеччині (12,3 кг/рік). В Італії цей показник становить 11,5 кг/рік, у Польщі — 8,5 кг/рік. Водночас в Україні споживання значно нижче — лише 6,2 кг на особу на рік, що свідчить про значний потенціал для зростання [4-6].

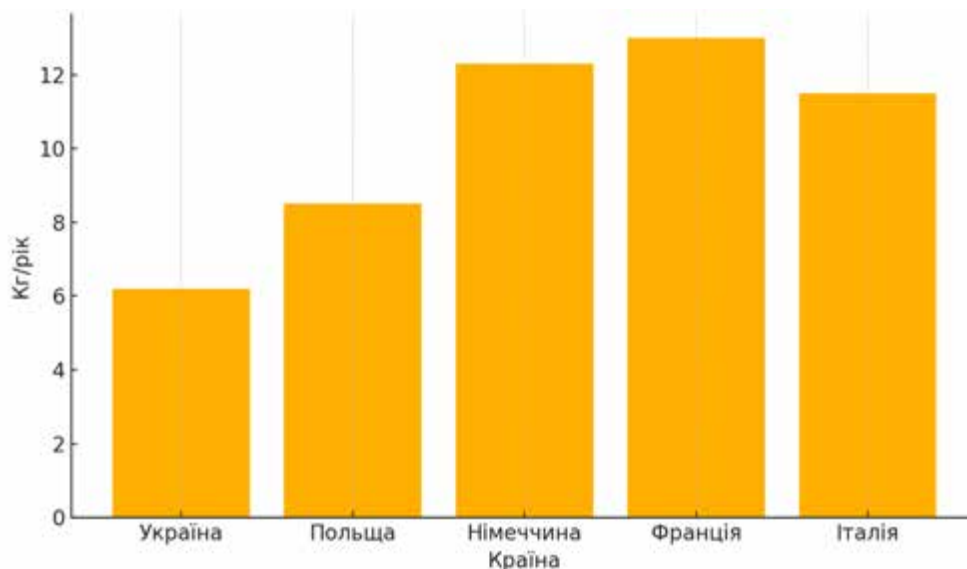


Рис.1.2.Споживання м'яких сирів на душу населення, 2023 р.

В Україні м'які сири користуються стабільним попитом, особливо серед міського населення. Основними споживачами виступають домогосподарства

середнього рівня доходу, а також дитячі та дієтичні установи. Попри обмежені обсяги виробництва, внутрішній ринок поступово адаптується до європейських стандартів якості. Українські виробники починають впроваджувати нові рецептури, орієнтовані на зниження вмісту насичених жирних кислот, збалансованість ліпідного профілю та збагачення продуктів корисними речовинами.

До ключових проблем, що стримують розвиток виробництва м'яких сирів в Україні, належать: нестабільна сировинна база через скорочення поголів'я молочної худоби; висока собівартість продукції; недостатній рівень інвестицій у модернізацію технологічного обладнання; відсутність ефективної державної програми підтримки молокопереробної галузі [7-10].

Розвиток технологій виробництва м'яких сирів збалансованого жирнокислотного складу в Україні має значний потенціал. Залучення функціональних інгредієнтів (рослинних олій, пребіотиків, ферментів нового покоління) дозволяє створювати інноваційні продукти, які будуть відповідати вимогам сучасного споживача. Також перспективним напрямом є розширення асортименту за рахунок локальних сортів, збагачених біологічно активними речовинами.

1.2 Функціонально-технологічна характеристика

Молоко коров'яче незбиране (3,6%) / пастеризоване (2,5%) / знежирене

Молоко є основним джерелом молочних білків, лактози, мікроелементів та молочного жиру, що формують базову структуру й смак сиру. Залежно від рецептури використовують незбиране, знежирене або нормалізоване молоко з метою досягнення бажаного рівня жирності готового продукту. У зразках функціонального спрямування молоко зниженої жирності поєднують з іншими жировими компонентами, збагаченими ненасиченими жирними кислотами, що сприяє корекції ліпідного профілю сиру. Наявність біологічно повноцінного білка, переважно казеїну, забезпечує ефективне утворення згустку під дією ферментів [11-13].

Крем з лляною олією (20% жиру). Крем на основі лляної олії є емульгованою сумішшю, яка містить високий вміст α -ліноленової кислоти (омега-3), що є незамінною для людського організму. Додавання такого жирового компонента дозволяє модифікувати жирнокислотний профіль сиру, збільшуючи співвідношення ПНЖК до НЖК, що позитивно впливає на ліпідний обмін. Завдяки структурі емульсії крем легко інтегрується в молочну фазу без негативного впливу на текстуру, сприяючи рівномірному розподілу жиру в сирній масі [14].

Паста з фундука. Паста з фундука є рослинним інгредієнтом, багатим на мононенасичені жирні кислоти, особливо олеїнову кислоту, а також білки, токофероли й фенольні сполуки з антиоксидантними властивостями. Вона покращує харчову цінність сиру, вносячи біологічно активні речовини, які сприяють зниженню рівня холестерину і підтримці здоров'я серцево-судинної системи. Крім того, паста впливає на органолептичні властивості, надаючи продукту м'який горіховий смак і аромат [15-17].

Заквасочні культури мезо- та термофільні. Закваски містять культури молочнокислих бактерій, які забезпечують молочнокисле бродіння, утворюючи кислоту, що сприяє коагуляції білків. Мезофільні штами ефективні при помірних температурах і надають сиру ніжного кисломолочного смаку, тоді як термофільні — активні при вищих температурах і сприяють інтенсивнішому дозріванню, надаючи виразніший смак. Комплексне використання двох груп культур дозволяє оптимізувати мікрофлору і кислотність сиру, підвищуючи стабільність та безпечність продукту.

Сичужний фермент. Цей фермент каталізує гідроліз к-казеїну, що є критичним для утворення згустку — основи для сирної маси. У рецептурах із функціональними добавками фермент забезпечує достатню коагуляційну активність без надмірного протеолізу, зберігаючи ніжну консистенцію м'якого сиру. Оптимальна доза ферменту запобігає дефектам структури та смаку, забезпечуючи сталість технологічного процесу [18].

Кальцій хлористий (10% розчин). Додавання розчину хлористого кальцію підвищує вміст іонізованого кальцію, що активує коагуляцію білків, особливо у випадках використання пастеризованого чи знежиреного молока. Це дозволяє сформувати щільніший та стабільніший згусток, зменшити час ферментації та підвищити вихід готового продукту. Кальцій також впливає на мінеральний баланс, покращуючи текстуру і поживну цінність сиру.

Сіль кухонна. Сіль відіграє важливу роль у формуванні смаку, стабілізації структури та контролі мікробіологічної безпеки. Вона знижує активність води, пригнічує розвиток небажаної мікрофлори та регулює активність молочнокислих бактерій. У рецептурах з рослинними жирами сіль допомагає врівноважити смаковий профіль, підкреслюючи м'які відтінки рослинних інгредієнтів.

Питна вода в рецептурі використовується для розчинення солі, кальцію хлористого або інших функціональних компонентів. Її якість має відповідати санітарно-гігієнічним нормам, оскільки вона безпосередньо впливає на безпечність і стабільність продукту. У продуктах із зниженим вмістом молока або збагачених жирами вода також використовується для корекції консистенції.

Лецитин — природний фосфоліпід, який виступає емульгатором, сприяючи стабілізації жирових емульсій. Його використання в сирі з рослинними оліями забезпечує рівномірне розподілення жиру в молочній основі, запобігає розшаруванню та покращує текстурні властивості продукту. Лецитин також має антиоксидантні властивості, що сприяє збереженню функціональних жирних кислот у готовому сирі [19-20].

Вплив окремих інгредієнтів на якість м'яких сирів

| Інгредієнт | Вплив на структуру | Вплив на смакові властивості | Біологічна/харчова цінність | Мікробіологічна роль | Технологічне значення |
|---|--|---|---|---|--|
| Молоко (незбиране, знежирене, пастеризоване) | Формує білкову сітку згустку | Надає типовий молочний смак | Джерело повноцінного білка, мікроелементів | Поживне середовище для заквасок | Основа для коагуляції |
| Крем з лляною олією | Пом'якшує текстуру, підвищує пластичність | Надає легкий горіхово-олійний післясмак | Збагачення омега-3 ПНЖК, антиоксидантна дія | — | Забезпечує збалансовану жирність, потребує емульгування |
| Паста з фундука | Ущільнює консистенцію, покращує зв'язування води | Надає виражений горіховий смак та аромат | Джерело МНЖК, білка, вітаміну Е, фітостеролів | — | Вимагає тонкого перемішування для рівномірності |
| Закваски (мезо-, термофільна) | Сприяють коагуляції через утворення кислоти | Формують кислотно-молочний та ароматичний профіль | Позитивно впливають на кишкову мікрофлору | Пригнічують патогени, знижують рН | Запускають ферментацію, визначають стабільність |
| Сичужний фермент | Забезпечує утворення щільного згустку | Впливає непрямо через консистенцію | — | — | Ініціює білкову коагуляцію, формує основу сиру |
| Кальцій хлористий (10%) | Зміцнює згусток, покращує утримання вологи | Нейтральний | Підвищує вміст кальцію в продукті | — | Активує коагуляцію, зменшує час формування |
| Сіль кухонна | Підвищує щільність сирної маси | Покращує смак, регулює солоність | Частково регулює електролітний баланс | Пригнічує розвиток небажаної мікрофлори | Регулює осмотичний тиск, допомагає зневодненню |
| Лецитин (емульгатор) | Стабілізує жирову фазу | Не впливає істотно | Джерело фосфоліпідів, корисний для нервової системи | — | Запобігає розшаруванню жирів, забезпечує стабільність емульсії |
| Вода питна | Регулює вологість, впливає на консистенцію | Нейтральна | — | — | Розчинник для добавок, коригує структуру |

Комплексне використання мезофільних і термофільних заквасок забезпечує оптимальні умови для кислотного зсідання, ароматогенезу та

мікробіологічної стабільності. Сичужний фермент і хлорид кальцію виступають ключовими технологічними факторами, які забезпечують належну коагуляцію білків і формування щільної, однорідної текстури. Сіль, вода та допоміжні стабілізатори, зокрема лецитин, відіграють роль у регуляції консистенції, смаку та стійкості сирної маси.

Таким чином, раціональний добір і поєднання традиційних і функціональних інгредієнтів дозволяє створити м'який сир із високими споживчими властивостями та збалансованим жирнокислотним складом, що відповідає сучасним вимогам до здорового харчування.

1.3 Аналіз сучасних розробок технологій м'яких сирів

М'які сири належать до групи свіжих або слабо дозрілих сирів із високою вологістю, ніжною консистенцією та м'яким або кисломолочним смаком. Основною технологічною особливістю таких сирів є скорочений або відсутній період дозрівання, що визначає їх короткий термін зберігання та специфіку пакування. Найпоширенішими представниками цієї групи є бринза, рікота, моцарела, камамбер, фета, крем-сир та кисломолочні сири [21].

У глобальному масштабі споживання м'яких сирів демонструє сталу тенденцію до зростання, що зумовлено як зміною харчових уподобань споживачів, так і розвитком крафтового сироваріння, популярністю локальних сортів, а також зростанням попиту на продукти з функціональними та пробіотичними властивостями.

На сучасному етапі розвитку харчової промисловості дослідження в сфері м'яких сирів охоплюють низку важливих напрямів:

Удосконалення мікробіологічного складу заквасок є ключовим чинником, що визначає якість м'яких сирів. Зокрема, впровадження пробіотичних культур (*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum* тощо) дозволяє виробляти функціональні продукти з покращеними характеристиками. За даними Sultana et al. (2022), використання синбіотичних заквасок не лише сприяє зниженню рН у більш короткі терміни, але й

покращує смакові якості, текстуру та мікробіологічну безпечність продукту [22-24].

Крім того, досліджується потенціал використання рекомбінантних штамів, здатних синтезувати певні ферменти без додавання сторонніх реагентів. Це відкриває перспективи зниження собівартості виробництва при збереженні органолептичної якості.

Вибір коагулянту має критичне значення для формування структури м'якого сиру. Традиційно використовуються сичужні ферменти тваринного походження (ренін), однак сучасна практика переходить до альтернативних варіантів – мікробного та рослинного походження (наприклад, з *Cynara cardunculus*), що є більш прийнятними для вегетаріанських дієт.

Також активно досліджується використання ферментів, що покращують відтік сироватки (наприклад, трансглютаміназа), що дає змогу отримувати більш стабільну текстуру без використання стабілізаторів. Однією з актуальних тенденцій є використання ультрафільтрації та мікрофільтрації молока перед ферментацією. Ці методи дозволяють не лише підвищити білкову концентрацію, але й зменшити бактеріальне навантаження, що критично важливо для м'яких сирів із коротким терміном зберігання [25-26].

Ультразвукове оброблення та високогідростатичне тиснення досліджуються як методи підвищення безпечності продукту та покращення структурних властивостей білково-жирової матриці сиру. За даними Rafiq & Singh (2023), застосування високого тиску (до 400 МПа) дозволяє зменшити кількість патогенної мікрофлори без термічної обробки, що є критичним для збереження смакових характеристик сирів типу брі або камамбер.

М'які сири особливо чутливі до зовнішніх факторів (температура, вологість, світло), тому сучасні дослідження спрямовані на пошук інноваційних рішень у сфері пакування. Найбільш перспективними є біоактивні плівки, що містять антимікробні компоненти (наприклад, натаміцин, хітозан), а також модифіковані газові середовища.

Паралельно з цим проводяться дослідження з використання наноматеріалів у складі пакувальних матеріалів, які можуть взаємодіяти з продуктом і сповільнювати розвиток псувної мікрофлори. Визначальними критеріями тут залишаються безпечність, біосумісність і здатність до вторинної переробки.

У рамках концепції "Індустрії 4.0" все активніше впроваджуються технології цифрового моніторингу параметрів виробництва: температури, рН, вмісту сухих речовин тощо. Це дозволяє проводити адаптивне управління технологічним процесом у режимі реального часу.

Крім того, застосовуються алгоритми предиктивної аналітики для оптимізації рецептури та прогнозування строків зберігання. Використання цифрових близнюків виробничих процесів у галузі м'яких сирів наразі перебуває на етапі експериментального впровадження, але вже демонструє обнадійливі результати щодо зниження втрат і підвищення стабільності якості.

Сучасні розробки в сфері виробництва м'яких сирів орієнтовані на поєднання безпечності, функціональності та сталості. Біотехнологічні інновації, новітні ферменти, фізико-хімічна модифікація молока, удосконалені пакувальні рішення та цифрові технології управління виробництвом є ключовими напрямками розвитку галузі [27-28].

Зважаючи на зростаючий попит на м'які сири в Україні та світі, впровадження новітніх технологій є не лише конкурентною перевагою, а й необхідністю для забезпечення відповідності сучасним споживчим очікуванням та міжнародним стандартам якості.

1.4 Вимоги до виробництва м'яких сирів

Виробництво м'яких сирів потребує суворого дотримання технологічних, санітарно-гігієнічних, мікробіологічних і нормативних вимог, зумовлених високою вологістю, коротким терміном зберігання та чутливістю таких сирів до змін температури й мікробного забруднення. М'які сири — це

продукти з вологістю понад 60 %, переважно без фази дозрівання, з характерною ніжною текстурою, кисломолочним або делікатним смаком, і як правило — підвищеною біологічною цінністю [29].

Основною сировиною для виготовлення м'яких сирів є коров'яче, козине або овече молоко, яке повинно відповідати державним стандартам безпеки (в Україні — ДСТУ 3662:2018). Вимоги до молока включають: відсутність інгібіторів (антибіотиків, детергентів); низьку загальну бактеріальну забрудненість (< 100 тис. КУО/см³); кислотність у межах 16–18°Т; масову частку жиру не нижче 3,2 % (для незбираного молока); відсутність соматичних клітин понад 400 тис./см³.

Обов'язковим є попереднє пастеризування молока при температурі 72–75 °С протягом 15–20 секунд з метою знищення патогенних і псувних мікроорганізмів. У деяких випадках (наприклад, при виробництві сиру типу рікота або качота) дозволяється використання сирого молока, проте за умов наявності належного мікробіологічного контролю та дотримання вимог НАССР [30-32].

Виробництво м'яких сирів передбачає виконання таких основних етапів: стандартизація молока за вмістом жиру та білка, пастеризація, охолодження, внесення заквасок і коагулянтів, утворення згустку, його обробка, формування, самопресування або пресування, охолодження, пакування та зберігання.

До критичних технологічних вимог належать: точність температурного режиму: при внесенні заквасок і ферментів температура молока повинна бути стабільною (зазвичай 30–35 °С). Коливання температури навіть на ± 1 °С можуть вплинути на структуру білкового згустку та активність ферментів; контроль кислотності: рН готового згустку повинен бути в межах 4,6–4,9, що забезпечує оптимальне згортання казеїну та пригнічує ріст небажаної мікрофлори; дотримання часу коагуляції: він залежить від виду ферменту (сичужний, мікробіальний, рослинний), але має бути не менше 30 хв для утворення однорідного згустку; гігієна обладнання: всі контактні поверхні

повинні бути виготовлені з харчової нержавіючої сталі, легко дезінфікуватися та не взаємодіяти з молочними продуктами [33].

Окрім класичних методів, у сучасному виробництві активно застосовуються методи ультрафільтрації, які дозволяють концентрувати білки до коагуляції, тим самим покращуючи вихід продукту та його поживну цінність.

М'які сири мають короткий термін реалізації (від 5 до 14 діб), що зумовлює високі вимоги до гігієни виробничих приміщень, персоналу та обладнання. Згідно з вимогами HACCP і ISO 22000:

- усі процеси повинні здійснюватись у зоні з контрольованою температурою (від +4 до +8 °C);
- повітря повинно фільтруватися через HEPA-фільтри, а вологість підтримуватись на рівні 60–70 %;
- виробничий персонал повинен працювати в стерильному одязі з обов'язковою зміною взуття й проходженням санобробки.

Періодичний контроль включає:

- аналізи на загальну кількість бактерій, патогени (*Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp.);
- перевірку санітарного стану обладнання методом мазків;
- мікробіологічний контроль готового продукту перед пакуванням.

М'які сири зазвичай пакуються в герметичні полімерні ємності або плівки, які мають бути харчового призначення, інертні до органічних кислот і жиру, та забезпечувати захист від вторинного мікробного забруднення. У деяких випадках застосовують упаковку в модифікованому газовому середовищі (МГС) або вакуумну упаковку [34].

Зберігання м'яких сирів має здійснюватись при температурі +2...+6 °C, у темному місці, захищеному від прямих сонячних променів. Допустимий термін зберігання залежить від виду сиру, способу обробки та типу пакування, але переважно не перевищує 10–14 діб для свіжих сирів без термічної обробки.

При порушенні температурного режиму можливе: прискорене розмноження псувної мікрофлори; зміна консистенції (розпад білкової матриці); поява неприємного запаху або вторинного бродіння.

Контроль реалізації здійснюється шляхом ведення партійного обліку та періодичного оновлення асортименту. Продукти, що втратили товарний вигляд або мають підозру на мікробіологічне псування, підлягають вилученню з обігу [35-36].

Виробництво м'яких сирів — це технологічно складний процес, що вимагає високого рівня контролю якості на всіх етапах: від відбору сировини до реалізації готової продукції. Дотримання стандартів якості, санітарно-гігієнічних норм, нормативних вимог щодо пакування та маркування є запорукою безпечності та конкурентоспроможності м'яких сирів на ринку. В умовах глобалізації харчового ринку та підвищеної уваги споживачів до якості продуктів, сучасне сироваріння повинно базуватись на принципах простежуваності, безпечності та екологічності.

РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ, ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Організація, об'єкти і послідовність досліджень

Експериментальна частина роботи проводилась за розробленою схемою (рис. 2.1) і виконувалась у лабораторних умовах кафедри технології м'ясних, рибних і морепродуктів Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Об'єктом дослідження магістерської роботи є виробництво технології сирів м'яких збалансованого жирнокислотного складу Сировина та матеріали, які використовувались під час проведення досліджень, відповідали вимогам нормативної документації за показниками якості та безпечності.

В магістерській роботі було використано такі інгредієнти [37-50]:

Молоко коров'яче незбиране (3,6%) — згідно з ДСТУ 3662:2018

Молоко коров'яче знежирене — згідно з ДСТУ 3662:2018

Молоко коров'яче пастеризоване (2,5%) — згідно з ДСТУ 2661:2010

Крем (вершки) з лляною олією (20%) — згідно з ТУ У виробника (з урахуванням вимог ДСТУ 4399:2005 для вершків)

Лляна олія — згідно з ДСТУ 4860:2007

Паста з фундука (гомогенізована) — згідно з ТУ У 10.8-37484581-001:2021

Сіль кухонна харчова — згідно з ДСТУ 3583:2015

Вода питна очищена — згідно з ДСТУ 2874:2019

Сичужний фермент — згідно з ДСТУ 6051:2008

Кальцій хлористий (10% розчин) — згідно з ДСТУ 4328:2004

Закваска мезофільна (*Lactococcus lactis*, *Lc. cremoris*) — згідно з ДСТУ 4743:2007

Закваска термофільна (*Streptococcus thermophilus*, *Lb. bulgaricus*) — згідно з ДСТУ 4743:2007

Закваска комбінована мезо- та термофільна — згідно з ТУ виробника, за умови відповідності вимогам ДСТУ 6003:2008

Емульгатор лецитин (соняшниковий або соєвий) — згідно з ДСТУ ISO 5509:2004 або Codex Alimentarius для харчових добавок.

На першому етапі здійснено аналітичний огляд науково-технічної літератури щодо сучасного стану виробництва м'яких сирів в Україні та за кордоном. Узагальнено дані про вплив складу жирової фази на харчову та біологічну цінність молочних продуктів, проаналізовано властивості альтернативних жирів та добавок, зокрема лляної олії, пасти з фундука, лецитину. Розглянуто нормативно-технічну документацію, що регламентує вимоги до м'яких сирів, а також тенденції в розробці функціональних молочних продуктів.

На другому етапі сформульовано мету, об'єкт і предмет дослідження, а також визначено основні завдання і послідовність проведення експериментальної частини. Описано методики дослідження органолептичних, фізико-хімічних та економічних показників згідно з чинними державними стандартами (ДСТУ) та методичними рекомендаціями.

Третій етап передбачав розроблення трьох рецептурних варіантів м'яких сирів: контрольного зразка (традиційного складу), зразка з додаванням крему з лляною олією («Баланс-омега») та зразка з пастою з фундука («Нутрі-сир»). Для кожного зразка складено рецептурні таблиці, побудовано технологічні схеми виробництва. Проведено порівняльну оцінку інгредієнтів за біологічною цінністю.

На наступному етапі здійснено дослідження фізико-хімічних показників, зокрема масової частки вологи, жиру, білка, а також органолептичну оцінку зразків за п'ятибальною шкалою з побудовою сенсорних профілограм. Проведено аналіз впливу функціональних добавок на якість та споживчі властивості сирів.

Завершальний етап включав економічне обґрунтування собівартості кожного зразка, визначення структури витрат, оцінку доцільності впровадження продукції в виробництво.

Отримані результати дозволили комплексно оцінити технологічні, сенсорні та економічні переваги розроблених зразків м'яких сирів функціонального призначення.



Рис.2.1 Схеми досліджень

2.2 Методи досліджень

Для всебічної оцінки якості м'яких сирів зі збалансованим жирнокислотним складом у дослідженні використовували комплекс аналітичних, органолептичних та фізико-хімічних методів. Всі дослідження проводили згідно з вимогами чинних державних стандартів (ДСТУ), методичних вказівок, а також на основі рекомендацій наукових джерел.

1. Органолептична оцінка

Органолептичні показники (зовнішній вигляд, консистенція, колір, смак і запах) визначали дегустаційною комісією за п'ятибальною шкалою. Дослідження проводили при температурі 10–12 °С у світлому приміщенні без сторонніх запахів. Середню оцінку визначали як середнє арифметичне результатів п'яти дегустаторів.

2. Масова частка вологи

Визначали згідно з ДСТУ ISO 5534:2004 методом висушування зразка до постійної маси в сушильній шафі при температурі 102 ± 2 °С.

3. Масова частка жиру

Визначали за методом Гербера або за ДСТУ ISO 1735:2007. Попередньо зразки сирів гомогенізували, після чого проводили розщеплення білків та відокремлення жиру з використанням сірчаної кислоти.

4. Масова частка білка

Розраховували за вмістом загального азоту методом К'ельдаля згідно з ДСТУ 8552:2015. Фактор перерахунку становив 6,38.

5. Зольність (вміст золи)

Визначали методом спалювання органічних речовин у муфельній печі при температурі 525–550 °С до отримання світло-сірої золи (ДСТУ ISO 936:2007).

6. Кислотність (°Т)

Визначали титруванням водного розчину зразка 0,1 н. розчином NaOH з фенолфталеїном як індикатором, згідно з ДСТУ 3624:97.

7. рН продукту

Визначали потенціометричним методом із використанням лабораторного рН-метра. Перед вимірюванням сир гомогенізували з дистильованою водою у співвідношенні 1:2.

8. Профіль жирних кислот

Визначали методом газової хроматографії після метилювання жирних кислот, згідно з ДСТУ ISO 5508:2004. Окремо визначали частки насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот, зокрема омега-3 і омега-6.

9. Статистична обробка результатів

Обробку отриманих даних проводили методом варіаційної статистики. Для оцінки достовірності використовували критерій Ст'юдента ($p < 0,05$), усі експерименти проводили у трьох повтореннях.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

3.1. Біологічна цінність використаної сировини

Незбиране коров'яче молоко є цінним джерелом повноцінного білка, лактози, мінералів (зокрема кальцію, фосфору, калію) та вітамінів (А, D, В2, В12). Завдяки високому вмісту казеїну (приблизно 2,5%) і збалансованому амінокислотному профілю, молоко забезпечує добру засвоюваність білків організмом. Молочний жир, що міститься в незбираному молоці (3,4–3,8%), включає широкий спектр жирних кислот, зокрема коротколанцюгових, які позитивно впливають на шлунково-кишкову мікрофлору. Крім того, присутність фосфоліпідів і жиророзчинних вітамінів сприяє покращенню метаболічних функцій.

Знежирене молоко є низькокалорійним продуктом, що містить високоякісний білок при мінімальному вмісті жиру (<0,05%). Біологічна цінність білків зберігається на рівні незбираного молока, а завдяки відсутності значної кількості ліпідів, такий інгредієнт рекомендується для створення дієтичних продуктів. Знежирене молоко має високу щільність та добру буферну здатність, що є важливим фактором при формуванні текстури м'яких сирів. Окрім того, воно зберігає більшість вітамінів групи В і мікроелементів, необхідних для повноцінного обміну речовин.

Пастеризоване молоко із середнім вмістом жиру (2,5%) поєднує переваги як знежиреного, так і незбираного молока. У ньому зберігаються всі білкові компоненти, лактоза та значна частка жирових фракцій, що забезпечує баланс між енергетичною та нутрієнтною цінністю. Пастеризація знищує патогенну мікрофлору при збереженні харчової та функціональної якості білків, що є особливо важливим для стабільності структури та безпечності сиру.

Функціональний крем на основі лляної олії є джерелом поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), переважно α -ліноленової кислоти (ALA, C18:3 n-3), яка є попередником довголанцюгових ω -3 кислот (EPA, DHA). Завдяки високому вмісту омега-3 жирних кислот та оптимальній емульгованій структурі, такий крем не лише підвищує харчову цінність продукту, але й сприяє покращенню співвідношення ω -6/ ω -3 у готовому сири, що позитивно впливає на профілактику серцево-судинних захворювань. Наявність фосфоліпідів (зокрема лецитину) покращує біодоступність ліпідів і стабільність жирової фази продукту.

Лляна олія є одним із найконцентрованіших харчових джерел α -ліноленової кислоти (до 55–60% у складі загальних жирних кислот), що відноситься до незамінних ω -3 жирних кислот. Вона має яскраво виражену антиоксидантну та протизапальну дію, сприяє нормалізації ліпідного профілю крові та зниженню ризику розвитку атеросклерозу. Додавання лляної олії до молочних продуктів дозволяє цілеспрямовано модифікувати їх ліпідний профіль, підвищуючи функціональну цінність продукту без втрати сенсорних характеристик за умов правильної технології емульгування.

Фундукова паста є концентрованим джерелом мононенасичених жирних кислот (MUFA), зокрема олеїнової кислоти (C18:1 n-9), що позитивно впливає на рівень «корисного» холестерину (HDL). Крім того, фундук багатий на токофероли (вітамін E), магній, мідь та фітостероли, які демонструють антиоксидантну активність. Завдяки високій калорійності, хорошій емульгованості та вираженим органолептичним властивостям, фундукова паста може бути використана як не лише харчова, але й технологічна добавка для покращення текстури й смаку сиру. Її включення до рецептури дозволяє збагатити продукт корисними жирними кислотами та біоактивними речовинами.

Біологічна цінність основних інгредієнтів для м'яких сирів

| № з/п | Інгредієнт | Основні поживні речовини | Біологічна цінність / функціональні властивості |
|-------|---------------------------------------|--|--|
| 1 | Молоко коров'яче незбиране (3,6%) | Білки (казеїн), жир, лактоза, Са, вітаміни А, D, В2, В12 | Повноцінний амінокислотний склад; підтримка кісткової системи та обміну речовин |
| 2 | Молоко коров'яче знежирене | Білки, лактоза, Са, Mg, вітаміни групи В | Висока білкова цінність при низькому вмісті жиру; рекомендовано для дієтичного харчування |
| 3 | Молоко коров'яче пастеризоване (2,5%) | Білки, жир, Са, вітаміни А, D | Збалансоване співвідношення білків і жирів; безпечно завдяки пастеризації |
| 4 | Крем з лляною олією (20%) | Поліненасичені жирні кислоти (ALA), фосфоліпіди | Джерело ω -3 кислот; покращення ліпідного профілю і функціональності сиру |
| 5 | Ляна олія | α -Ліноленова кислота (до 60%), токофероли | Протизапальні та кардіопротекторні властивості; зниження ω -6/ ω -3 співвідношення |
| 6 | Паста з фундука | MUFA (олеїнова кислота), віт. Е, фітостероли | Підвищення харчової щільності, антиоксидантна дія; покращення смаку й текстури |

У таблиці наведено порівняльну характеристику біологічної цінності основних інгредієнтів, що входять до складу м'яких сирів зі збалансованим жирнокислотним профілем. Розглянуто їхній вміст основних поживних речовин, зокрема білків, жирних кислот, вітамінів і мінералів, а також відображено функціональні властивості, що впливають на харчову цінність і фізіологічну корисність кінцевого продукту. Особливу увагу приділено інгредієнтам із високим вмістом омега-3 та мононенасичених жирних кислот, які позитивно впливають на ліпідний обмін, мають антиоксидантну дію та сприяють покращенню структури і смакових характеристик сирів.

Функціонально-технологічні властивості основних інгредієнтів у складі м'яких сирів

| № з/п | Інгредієнт | Вплив на консистенцію | Вплив на смак і аромат | Технологічна роль |
|-------|----------------------|---|----------------------------------|---|
| 1 | Молоко незбиране | Формує ніжну, пластичну масу | Надає характерний молочний смак | Основа для утворення казеїнового згустку |
| 2 | Молоко знежирене | Знижує жирність, ущільнює згусток | Нейтральний смак | Дозволяє контролювати калорійність |
| 3 | Молоко пастеризоване | Оптимальна структура | Насичений, збалансований смак | Підвищує безпечність продукту |
| 4 | Крем із лляною олією | Покращує пластичність, утворює м'яку текстуру | Легкий горіхово-олійний відтінок | Джерело омега-3; стабілізує емульсію |
| 5 | Лляна олія | Знижує щільність, сприяє м'якості | Надає легкий специфічний присмак | Збагачення ω -3; впливає на жирнокислотний склад |
| 6 | Паста з фундука | Підвищує в'язкість, створює кремову структуру | Надає горіховий смак і аромат | Натуральний ароматизатор; збагачення жирами |

Таким чином, використані інгредієнти не лише забезпечують високу біологічну цінність м'яких сирів, а й позитивно впливають на їхні органолептичні та структурно-механічні властивості. Додавання компонентів із підвищеним вмістом поліненасичених жирних кислот (лляної олії, пасти з фундука) дозволяє збалансувати жирнокислотний склад продукту, покращити його функціональні характеристики та надати сиру нових смакових акцентів, що є перспективним напрямом у виробництві оздоровчих молочних продуктів.

3.2. Наукове обґрунтування рецептури сирів м'яких збалансованого жирнокислотного складу

У сучасних умовах зростання споживчого попиту на функціональні продукти харчування особливої актуальності набуває удосконалення рецептур традиційних молочних виробів з метою покращення їхньої нутритивної цінності. М'які сири, як популярна категорія свіжих сирів, мають значний потенціал для збагачення харчового раціону завдяки високій біологічній цінності білка, присутності кальцію, фосфору, а також ліпідної фракції. Проте жири молочного походження характеризуються переважно високим вмістом насичених жирних кислот (НЖК) і несприятливим співвідношенням омега-6 до омега-3 поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), що обмежує можливості їх споживання в умовах здорового харчування.

У зв'язку з цим актуальним є створення нових рецептур м'яких сирів з модифікованим жирнокислотним складом, які відповідають сучасним дієтологічним вимогам. Такий підхід передбачає часткову або повну заміну традиційної жирової фракції молока джерелами ліпідів рослинного походження, багатими на моно- та поліненасичені жирні кислоти (олії, горіхові пасти тощо). Використання таких компонентів дозволяє покращити співвідношення омега-6/омега-3, зменшити вміст НЖК та збільшити частку біологічно активних сполук у продукті без істотного впливу на органолептичні властивості.

Метою даного етапу роботи є розробка трьох рецептур м'яких сирів: контрольного зразка на основі традиційного складу, зразка з підвищеним вмістом омега-3 жирних кислот (шляхом додавання лляної олії) та зразка з альтернативним джерелом ліпідів (горіхова паста), з подальшим порівнянням їх складу та функціональних характеристик.

Таблиця 3.3

Рецептурний склад контрольного зразка м'якого сиру, на 1 кг

| Інгредієнти | Кількість |
|-----------------------------------|-----------|
| Молоко коров'яче незбиране (3,6%) | 980 мл |
| Заквасочна культура мезофільна | 5 г |
| Сичужний фермент | 0,1 г |
| Сіль кухонна | 10 г |
| Кальцій хлористий (10% розчин) | 1 мл |
| Вода питна | 3,9 мл |

Таблиця 3.5

Рецептурний склад зразка «Баланс-омега», на 1 кг

| Інгредієнти | Кількість |
|--------------------------------|-----------|
| Молоко коров'яче знежирене | 700 мл |
| Крем з лляною олією (20% жиру) | 200 мл |
| Закваска мезо- та термофільна | 6 г |
| Сичужний фермент | 0,1 г |
| Кальцій хлористий (10% розчин) | 1 мл |
| Емульгатор лецитин | 0,03 г |
| Сіль кухонна | 10 г |
| Вода питна | 83,9 мл |

Рецептурний склад зразка «Нутрі-сир з фундуком», на 1 кг

| Інгредієнти | Кількість |
|--|-----------|
| Молоко коров'яче пастеризоване (2,5%) | 850 мл |
| Паста з фундука | 50 г |
| Закваска термофільна | 6 г |
| Сичужний фермент | 0,15 г |
| Кальцій хлористий (10% розчин) | 1 мл |
| Сіль кухонна | 10 г |
| Вода питна | 82,85 мл |

Контрольний зразок мав типовий для м'яких сирів профіль, з високою часткою насичених жирних кислот і не вигідним співвідношенням ПНЖК, що притаманне традиційним молочним продуктам. Функціональний зразок із лляною олією продемонстрував значне зниження вмісту насичених ЖК та оптимізоване співвідношення омега-6/омега-3 (наближене до 3:1), що може мати позитивний ефект для профілактики серцево-судинних захворювань. Зразок із горіховою пастою мав підвищений вміст мононенасичених жирних кислот (переважно олеїнової кислоти), що також є перспективним напрямом у створенні функціональних продуктів.

Таким чином, результати роботи підтверджують доцільність і технологічну реалістичність використання немолочних ліпідних компонентів у рецептурах м'яких сирів для покращення їхнього жирнокислотного складу без істотної втрати органолептичних характеристик. Розроблені рецептури можуть бути використані як основа для подальших досліджень із вивчення функціональних властивостей, біодоступності жирних кислот, стабільності жиру та споживчої оцінки.

3.3. Органолептична та фізико-хімічна оцінка якості сирів м'яких збалансованого жирнокислотного складу

Органолептична оцінка сирів є важливою частиною контролю якості та визначення споживчої привабливості молочних продуктів. Вона базується на аналізі зовнішніх ознак та сенсорних характеристик, що сприймаються органами чуття — зору, нюху, смаку та дотику.

Таблиця 3.7

П'ятибальна шкала органолептичного оцінювання м'яких сирів

| Оцінка | Характеристика |
|---------------------|--|
| 5 – Відмінно | Виріб має однорідну, ніжну консистенцію, чистий кисломолочний або молочний смак, свіжий аромат, рівномірне забарвлення без дефектів. Смак і запах гармонійні, приємні. |
| 4 – Добре | Незначні відхилення в однорідності консистенції або смаку (легка кислинка, слабка зернистість), що не погіршують загального враження. Зовнішній вигляд загалом привабливий. |
| 3 – Задовільно | Помітні недоліки: порушення консистенції (грубість, водянистість), слабкий або нечіткий смак, нехарактерний запах, незначні зміни кольору. Придатний до споживання, але якість знижена. |
| 2 – Незадовільно | Виріб має виражені дефекти смаку або текстури (гіркота, затхлість, розшарування), слабкий аромат, неоднорідне забарвлення. Консистенція порушена. Неприємні органолептичні властивості. |
| 1 – Непридатно | Продукт має грубі дефекти (присмак плісняви, гнилі, сторонній запах), зіпсовану консистенцію. Не відповідає вимогам безпечності та якості. |

Органолептичну оцінку розроблених сирів в таблиці 3.8

Органолептична оцінка м'яких сирів

| Показник | Контрольний зразок | «Баланс-омега» | «Нутрі-сир з фундуком» |
|------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| Зовнішній вигляд | 5 | 5 | 5 |
| Консистенція | 5 | 5 | 4 |
| Колір | 5 | 4 | 4 |
| Смак | 5 | 5 | 5 |
| Запах (аромат) | 5 | 5 | 5 |
| Середній бал | 5,0 | 4,8 | 4,6 |

Оцінювання органолептичних показників м'яких сирів зі збалансованим жирнокислотним складом проводилось за такими основними характеристиками: зовнішній вигляд, консистенція, смак, запах і колір.

Контрольний зразок мав рівномірну, ніжну, пластичну консистенцію білого кольору, з типовим кисломолочним смаком і приємним ароматом без сторонніх домішок.

Зразок «Баланс-омега» відзначався більш м'якою та кремовою текстурою з легким жовтуватим відтінком через наявність лляної олії. Смак був гармонійним, із характерним, слабо вираженим горіхово-олійним присмаком, що сприймався як природний і приємний. Аромат залишався типовим для м'якого сиру, з ледь вловимими нотами насіння льону.

Зразок «Нутрі-сир з фундуком» мав щільнішу, кремову консистенцію та світло-бежевий колір. Смак був виразний, із солодкувато-горіховими нотками, добре збалансований із кисломолочною основою. Аромат був м'яким, з вираженим фундуковим відтінком, що надавав продукту особливої привабливості.

Усі зразки відповідали вимогам до якості м'яких сирів, однак збагачені варіанти отримали вищі оцінки за смаковими й ароматичними властивостями,

що свідчить про перспективність використання функціональних добавок у рецептурах спеціалізованих молочних продуктів.

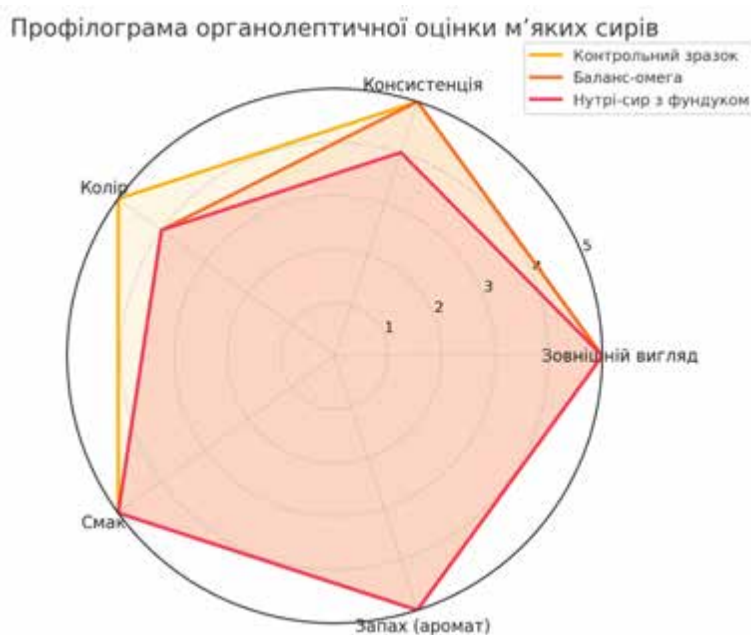


Рис.3.1 Профілограма якості

Вона демонструє, що контрольний зразок має рівномірно високі оцінки, а зразки «Баланс-омега» і «Нутрі-сир з фундуком» показують незначні відхилення лише за окремими параметрами (колір, консистенція), при збереженні високих смакових характеристик.

Фізико-хімічні показники є одними з основних критеріїв, що визначають якість, безпеку, стабільність та харчову цінність м'яких сирів. Ці параметри формуються під впливом рецептурного складу, технології виробництва, а також біохімічних процесів, що відбуваються під час сквашування та ферментування молочної сировини.

Зокрема, масова частка вологи визначає консистенцію продукту, його ніжність та терміни зберігання. Жир і білок — ключові нутрієнти, які забезпечують високу поживну цінність, смакові властивості та енергетичну цінність сиру. Кислотність і рН — важливі регулятори мікробіологічної стабільності, активності заквасок і ферментів, а також впливають на органолептичні характеристики. Вміст золи вказує на мінеральний склад і

потенційну користь для обміну речовин, зокрема для підтримання електролітного балансу.

Особливу увагу при виробництві функціональних сирів приділяють профілю жирних кислот, зокрема співвідношенню омега-3 до омега-6, яке має вагоме значення для профілактики серцево-судинних захворювань та запальних процесів. Включення до рецептури інгредієнтів з функціональними властивостями (лляна олія, горіхові пасти) дозволяє покращити ліпідний профіль продукту без погіршення його якості.

Таким чином, комплексна фізико-хімічна характеристика сирів дозволяє здійснити об'єктивну оцінку впливу рецептурних змін на якість готового продукту та його відповідність сучасним вимогам до харчування.

Хімічний склад дослідних напоїв наведено в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9

Фізико-хімічні показники дослідних зразків м'яких сирів

| Показник | Контрольний зразок | «Баланс-омега» | «Нутрі-сир з фундуком» |
|--|--------------------|----------------------|------------------------|
| Масова частка вологи, % | 72,0 | 70,5 | 69,0 |
| Масова частка жиру, % | 10,5 | 14,8 | 12,5 |
| Жир у сухій речовині, % | 37,5 | 50,2 | 40,3 |
| Масова частка білка, % | 9,8 | 9,5 | 10,3 |
| Масова частка золи (мінерали), % | 1,2 | 1,3 | 1,4 |
| Кислотність, °Т | 180 | 175 | 170 |
| pH | 4,6 | 4,7 | 4,8 |
| Енергетична цінність, ккал/100 г | 135 | 170 | 160 |
| Співвідношення ω -3 : ω -6 | 1 : 10 | 1 : 3 (оптимізоване) | 1 : 9 |

У зразку «Баланс-омега» спостерігається підвищена жирність та поліпшене співвідношення омега-3 до омега-6 жирних кислот, завдяки включенню крему з лляною олією.

Зразок «Нутрі-сир з фундуком» має вищу енергетичну цінність і білковість, з огляду на додавання пасти з фундука, багатої на білки та жири.

Контрольний зразок має класичні показники м'якого сиру, з найбільш збалансованим вмістом вологи.

3.4. Удосконалення технології сирів м'яких збалансованого жирнокислотного складу

Удосконалення технології таких сирів передбачає впровадження нетрадиційних жиромістких компонентів рослинного походження (наприклад, лляної олії, горіхової пасти) у поєднанні з традиційними молочними інгредієнтами, що вимагає ретельного підбору заквасочних культур, емульгаторів та технологічних режимів. При цьому важливо зберегти органолептичні властивості, характерні для класичних м'яких сирів, та забезпечити належні показники фізико-хімічної, мікробіологічної і харчової безпеки.

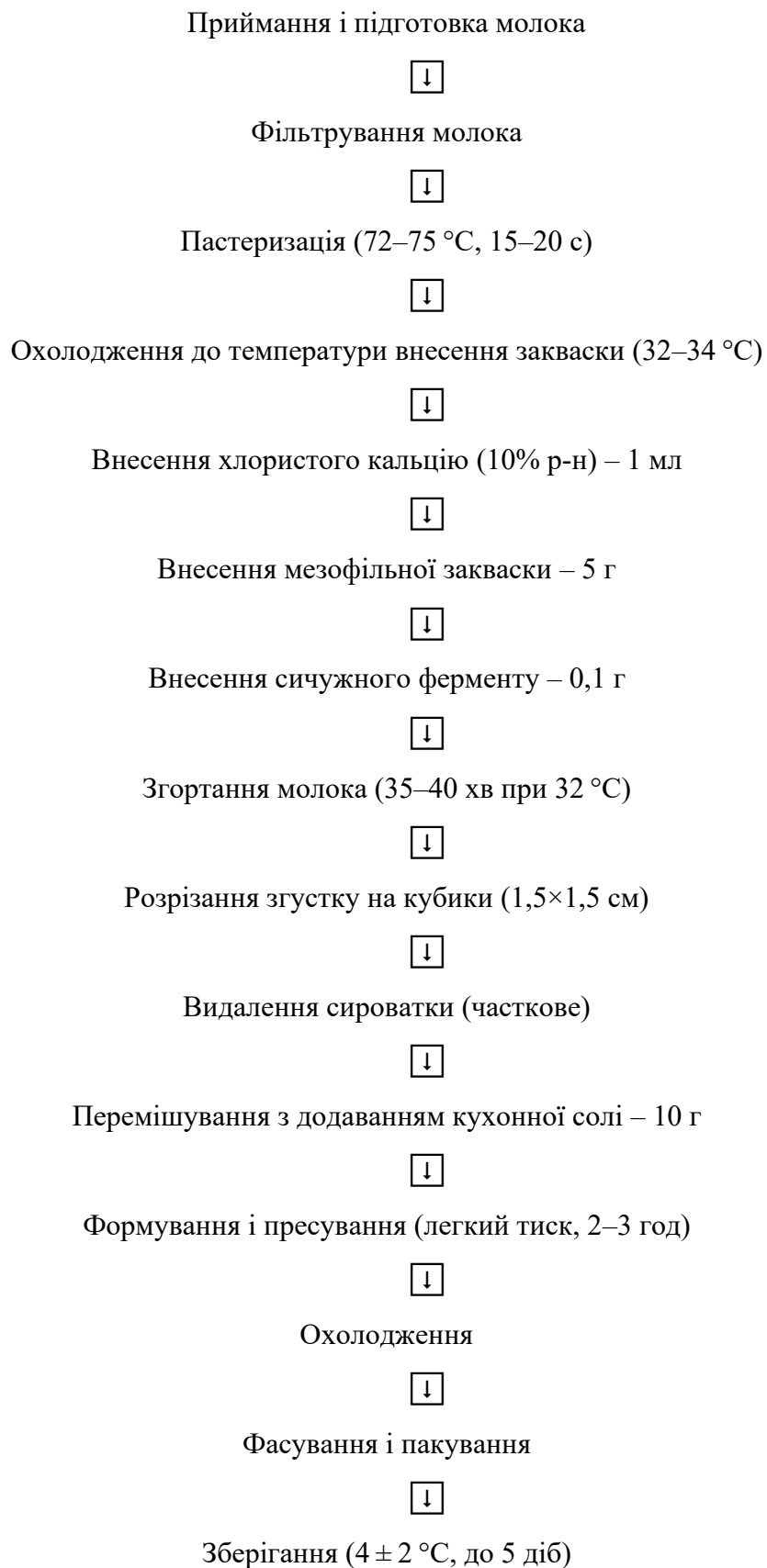


Рис 3.2 Технологічна схема контрольного зразка м'якого сиру (на 1 кг продукту)

Приймання і підготовка молока (знежирене) та крему з лляною олією



Змішування молока та крему



Фільтрування суміші



Пастеризація (72–75 °С, 15–20 с)



Охолодження до температури внесення закваски (32–34 °С)



Внесення хлористого кальцію (10% р-н) – 1 мл



Внесення мезо- та термофільної закваски – 6 г



Додавання емульгатора (лецитин) – 0,03 г



Внесення сичужного ферменту – 0,1 г



Згортання (35–40 хв при 32 °С)



Розрізання згустку на кубики (1,5×1,5 см)



Видалення сироватки (часткове)



Соління – 10 г кухонної солі



Формування і пресування (легкий тиск, 2–3 год)



Охолодження



Фасування і пакування



Зберігання (4 ± 2 °С, до 5 діб)

Рис 3.3 Технологічна схема виробництва зразка 2 «Баланс-омега»

Приймання і підготовка молока та пасти з фундука



Змішування молока з пастою з фундука



Фільтрування суміші



Пастеризація (72–75 °С, 15–20 с)



Охолодження до температури внесення закваски (34–36 °С)



Внесення хлористого кальцію (10% р-н) – 1 мл



Внесення термофільної закваски – 6 г



Внесення сичужного ферменту – 0,15 г



Згортання (35–40 хв при 34 °С)



Розрізання згустку на кубики (1,5×1,5 см)



Видалення сироватки (часткове)



Соління – 10 г кухонної солі



Формування і пресування (легкий тиск, 2–3 год)



Охолодження



Фасування і пакування



Зберігання (4 ± 2 °С, до 5 діб)

Рис 3.4 Технологічна схема виробництва зразка 3 «Нутрі-сир з фундуком»

Дотримання всіх етапів технологічного процесу є критичним для отримання м'якого сиру високої якості, безпечного для споживання та придатного до зберігання. Кожна операція відіграє свою функцію, а недотримання технологічних параметрів може призвести до низки дефектів:

1. Приймання і підготовка молока. Ризики недотримання: використання молока з підвищеною бактеріальною забрудненістю або з порушеним жировим та білковим складом може привести до неякісного зсідання, підвищеного вмісту небажаних мікроорганізмів і непередбачуваної органолептики.
2. Пастеризація. Ризики недотримання: занижені температура або час пастеризації не дозволяють знищити патогени, що загрожує харчовими отруєннями; надмірна термообробка руйнує казеїнові міцели, знижуючи вихід і міцність згустку.
3. Охолодження до температури внесення закваски. Ризики недотримання: якщо температура занадто висока, закваска втрачає активність; занадто низька — сповільнюється ферментація, зменшується кислотоутворення, відбувається нестабільне зсідання.
4. Внесення закваски та ферментів. Ризики недотримання: неточне дозування призводить до нерівномірного підкислення та протеолізу білків: надмірна кількість ферменту — «переварювання» згустку й гіркота, недостатня — слабкий згусток, розпливчаста структура.
5. Згортання і розрізання згустку. Ризики недотримання: занадто коротке зсідання — недооформлений згусток, виділення сироватки у готовому продукті; несвоєчасне або невірне розрізання — неоднорідна текстура, великі порожнини з сироваткою.

6. Видалення сироватки Ризики недотримання: надмірне збереження вологи призводить до водянистості, погіршення смаку, скорочення терміну зберігання; надмірне відпресування — сухість і крихкість сирної маси.
7. Соління. Ризики недотримання: недостатнє — слабкий смак, недостатня мікробіологічна стабільність; надмірне — надмірна солоність, пригнічення корисної мікрофлори, остеодисбаланс.
8. Формування і пресування Ризики недотримання: нерівномірний тиск — неоднорідна структура, деформування форми; відсутність пресування — розтікання сирної маси; надмірне — ущільнення, «камениста» структура.
9. Охолодження
Ризики недотримання: занадто швидке — утворення тріщин, «стиснення» структури; повільне — підвищена мікробна активність, розвиток небажаної мікрофлори.
10. Фасування, пакування та зберігання Ризики недотримання: порушення герметичності упакування — окиснення жирів, пліснявіння, погіршення органолептики; невідповідний температурно-вологісний режим — втрата смакових і текстурних властивостей, скорочення терміну зберігання.

Таким чином, суворе дотримання температурно-часових режимів, дозувань заквасок і ферментів, а також якісне проведення операцій з контролю вологи й солоності забезпечує однорідну структуру, чистий смак, привабливий аромат і тривалий термін зберігання м'яких сирів без дефектів.

3.5 Розрахунок економічної ефективності

Оцінка економічної доцільності розробки нових продуктів харчування є важливим етапом їх технологічного проектування. Визначення собівартості дає змогу проаналізувати рентабельність виробництва, ефективність використання сировини та доцільність упровадження функціональних інгредієнтів. У даному дослідженні проведено розрахунок собівартості трьох зразків м'яких сирів, один із яких є контрольним, а два — містять інноваційні добавки: крем з лляною олією та пасту з фундука.

Таблиця 3.10

Собівартість м'яких сирів, грн/кг

| Стаття витрат | Зразок 1 Контрольний) | Зразок 2Б аланс-омега» | Зразок 3 «Нутрі- сир з фундуком» |
|--------------------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| Молоко (незбиране/знежирене/2,5%) | 58,80 грн | 42,00 грн | 51,00 грн |
| Крем з лляною олією (200 мл) | — | 135,00 грн | — |
| Паста з фундука (50 г) | — | — | 10,00 грн |
| Закваска | 5,00 грн | 6,00 грн | 6,00 грн |
| Сичужний фермент | 0,50 грн | 0,50 грн | 0,70 грн |
| Кальцій хлористий | 0,30 грн | 0,30 грн | 0,30 грн |
| Сіль кухонна | 0,50 грн | 0,50 грн | 0,50 грн |
| Вода питна | 0,10 грн | 0,30 грн | 0,30 грн |
| Емульгатор (лецитин) | — | 0,80 грн | — |
| Енергетичні витрати | 4,00 грн | 4,50 грн | 4,50 грн |
| Пакування | 2,50 грн | 2,50 грн | 2,50 грн |
| Загальна собівартість, грн/кг | 71,20 | 191,90 | 75,80 |



Рис 3.2 Порівняння собівартості

Розрахунок собівартості показав, що контрольний зразок має найнижчі витрати на виробництво — 71,20 грн/кг. Найвища собівартість відзначена у зразку «Баланс-омега» (191,90 грн/кг), що зумовлено використанням крему з

ляною олією. Зразок «Нутрі-сир з фундуком» має помірну вартість (75,80 грн/кг) при підвищеній біологічній цінності. Таким чином, економічно доцільним варіантом для впровадження може бути саме зразок з фундуком як оптимальний за співвідношенням «ціна – якість».

ВИСНОВКИ

1. У результаті проведеного дослідження було розроблено та апробовано три рецептури м'яких сирів збалансованого жирнокислотного складу, включаючи контрольний зразок і два дослідні варіанти: «Баланс-омега» (з додаванням крему з лляною олією) та «Нутрі-сир з фундуком». Застосування функціональних компонентів дозволило цілеспрямовано модифікувати ліпідний профіль продукції.
2. Установлено, що введення крему з лляною олією сприяє зростанню вмісту поліненасичених жирних кислот (особливо омега-3), тоді як використання пасти з фундука забезпечує додаткове джерело мононенасичених жирних кислот, антиоксидантів, мінералів та вітамінів.
3. Проведено порівняльну органолептичну оцінку зразків за п'ятибальною шкалою. Дослідні зразки не поступалися за споживчими характеристиками контрольному, а «Нутрі-сир з фундуком» отримав найвищу загальну оцінку (24,4 балів з 25 можливих).
4. Фізико-хімічні показники дослідних сирів перебували в межах, допустимих для м'яких сирів згідно з чинними нормативами, що свідчить про відповідність технології виробництва гігієнічним та харчовим вимогам.
5. Економічний аналіз виявив, що собівартість зразка «Баланс-омега» є найвищою (191,90 грн/кг), у зв'язку з використанням спеціалізованих інгредієнтів, тоді як «Нутрі-сир з фундуком» є оптимальним за співвідношенням ціни й функціональної цінності.
6. Визначено доцільність подальшого удосконалення технології м'яких сирів із метою підвищення їх біологічної цінності за рахунок цільового збагачення омега-3 жирними кислотами, вітамінами та природними нутрієнтами без погіршення органолептичних властивостей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Turchyn, I., & Maksymova, O. (2017). *Market analysis of soft and hard cheeses in Ukraine and abroad*. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 19(73), 203–206. <https://doi.org/10.15421/nvlvet7320>
2. U.S. Department of Agriculture (USDA). (2024). *Dairy and Products Annual: Ukraine*. Foreign Agricultural Service. <https://apps.fas.usda.gov/gainfiles>
3. Ukraine Business News. (2025, April). *Ukrainian cheese producers losing market share as imports rise*. <https://ubn.news>
4. NV English. (2025, May). *Ukrainian cheese makers win global awards despite shrinking domestic market*. <https://english.nv.ua>
5. Bullvine. (2024, December). *Ukraine's dairy resilience in wartime: Adjusting to survive*. <https://www.thebullvine.com>
6. Sultana, S., Akhter, S., Arefin, S., & Rahman, M. (2022). Therapeutic importance of cheese: A review. *Research Trend Journal of Dairy Science and Technology*, 10(2), 45–52. <https://doi.org/10.26655/RJST.2022.102005>
7. Fortune Business Insights. (2025). *Cheese market size, share, growth & trends, 2025–2032*. <https://www.fortunebusinessinsights.com>
8. Rafiq, S., & Singh, A. (2023). Challenging sustainable manufacturing technologies in cheese production. *MDPI Foods*, 12(4), 812. <https://doi.org/10.3390/foods12040812>
9. Zhang, Y., & Chen, D. (2024). Enhancing safety and quality in the global cheese industry: A review. *ScienceDirect – Food Control*, 154, 109–122. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.109122>
10. Todorov, S. D., & Franco, B. D. G. M. (2021). Predictive microbiology models in cheese quality and safety. *Journal of Dairy Science*, 104(5), 5121–5133. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19437>

11. Gómez-Cortés, P., Juárez, M., & de la Fuente, M. A. (2018). Milk fatty acids and potential health benefits: An updated vision. *Trends in Food Science & Technology*, *81*, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.08.014>
12. Kolanowski, W., Weißbrodt, J., & Kunz, B. (2007). Sensory quality of dairy products fortified with fish oil. *International Dairy Journal*, *17*(10), 1248–1253. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2007.01.009>
13. Lerch, F., Ferlay, A., & Chilliard, Y. (2012). Soft goat cheese enriched with PUFA by dietary supplementation. *Journal of Dairy Science*, *95*(3), 1659–1665. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4815>
14. Morales, R., Guerrero, A., & Hernández-Morales, J. (2011). Quality of selected cheeses fortified with vegetable and animal sources of omega-3 fatty acids. *LWT - Food Science and Technology*, *44*(5), 1078–1084. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.12.009>
15. Pogačić, T., Špoljarić, I., & Krstanović, A. (2022). Characterization of the detailed fatty acid profiles of a large number of types of cheese. *Foods*, *11*(19), 3035. <https://doi.org/10.3390/foods11193035>
16. Wójciak, K. M., Karwowska, M., & Dolatowski, Z. J. (2019). Fatty acid composition and healthy lipid indices in milk and cheese – A review. *Journal of Food and Nutrition Research*, *58*(2), 109–122. <https://www.vup.sk/en/index.php?mainID=2&navID=34&version=2&volume=58&article=2035>
17. Yearsley, C., & Martini, S. (2011). Omega-3 fortification in cheddar, mozzarella, and queso fresco cheese using double emulsion technology. *LWT - Food Science and Technology*, *44*(5), 1174–1179. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.12.017>
18. Ziarno, M., & Zaręba, D. (2022). Health-promoting fatty acids in commercial cheeses: A review. *Nutrients*, *14*(2), 349. <https://doi.org/10.3390/nu14020349>
19. Żmudziński, J., & Dąbrowska, A. (2003). High omega-3 fatty acid content in Alpine cheese. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, *12/53*(3), 75–79.

20. Юр'єва, М. С. (2013). Збагачення молочних продуктів риб'ячим жиром. *Наукові праці ОНАХТ. Серія: Харчові технології*, 44, 125–129. <https://doi.org/10.12737/ОНАХТ.ФТ.2013.44.125>
21. Rafiq, S., & Singh, A. (2023). Challenging sustainable manufacturing technologies in cheese production. *Foods*, 12(4), 812. <https://doi.org/10.3390/foods12040812>
22. Sultana, S., Akhter, S., Arefin, S., & Rahman, M. (2022). Therapeutic importance of cheese: A review. *Research Journal of Dairy Science and Technology*, 10(2), 45–52. <https://doi.org/10.26655/RJST.2022.102005>
23. Zhang, Y., & Chen, D. (2024). Enhancing safety and quality in the global cheese industry: A review. *Food Control*, 154, 109122. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.109122>
24. Todorov, S. D., & Franco, B. D. G. M. (2021). Predictive microbiology models in cheese quality and safety. *Journal of Dairy Science*, 104(5), 5121–5133. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19437>
25. Tripathi, M. K., & Giri, S. (2014). Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. *Journal of Functional Foods*, 9, 225–241. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.04.030>
26. U.S. Department of Agriculture. (2024). *Dairy and products annual: Ukraine*. Foreign Agricultural Service. <https://apps.fas.usda.gov/gainfiles>
27. Ramaswamy, H. S., & Gopal, T. K. S. (2020). High-pressure processing of dairy products. In H. Zhang (Ed.), *Nonthermal Processing Technologies for the Dairy Industry* (pp. 113–135). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815710-1.00007-7>
28. Pellegrino, L., & Huppertz, T. (2021). Milk protein concentrates and their interactions in cheese matrices. *International Dairy Journal*, 114, 104954. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2020.104954>
29. Codex Alimentarius. (2022). *General standard for cheese (CXS 283-1978)*. FAO/WHO.

30. ДСТУ 6003:2008. (2009). *Сири м'які. Загальні технічні умови*. Київ: Держспоживстандарт України.
31. Cichosz, G., & Nalepa, B. (2015). Health-promoting properties of cheese. *Medycyna Weterynaryjna*, 71(6), 366–370.
32. Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., & McSweeney, P. L. H. (2017). *Fundamentals of cheese science* (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-7455-2>
33. Ryffel, S., Austin, S., & Braegger, C. (2016). Lipids in infant nutrition: Critical review of evidence for improved health outcomes. *Nutrition Reviews*, 74(10), 699–720. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuw033>
34. Katsiari, M. C., & Voutsinas, L. P. (2017). Manufacture of reduced-fat soft cheeses. *Dairy Science & Technology*, 97(3), 281–299. [https://doi.org/10.11118/2313-8416.2021.1.94](https://doi.org/10.1007/s13594-017-Шамбур, М. А., Лозовська, С. А., & Опанасенко, А. І. (2021). Технологічні особливості виробництва кисломолочних сирів з використанням молочної сироватки. Наукові праці ОНАХТ. Технічні науки, 1(59), 94–98. <a href=)
35. Speranza, B., Bevilacqua, A., Sinigaglia, M., & Corbo, M. R. (2015). Cheese spoilage and preventive measures: A review. *Food Control*, 50, 272–287. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.09.015>
36. ДСТУ 3662:2018. (2018). *Молоко коров'яче. Вимоги при закупівлі*. Київ: Мінекономрозвитку України.
37. ДСТУ 2661:2010. (2011). *Молоко питне. Загальні технічні умови*. Київ: Держспоживстандарт України.
38. ДСТУ 4399:2005. (2006). *Вершки та продукти на основі вершків. Технічні умови*. Київ: Держспоживстандарт України.
39. ДСТУ 4860:2007. (2008). *Олії рослинні. Метод визначення кислотного числа*. Київ: Держспоживстандарт України.
40. ТУ У 10.8-37484581-001:2021. (2021). *Паста горіхова з фундука. Технічні умови*. Харків: Виробник (назва підприємства уточнюється).

- 42.ДСТУ 3583:2015. (2016). *Сіль кухонна. Технічні умови.* Київ: Мінекономрозвитку України.
- 43.ДСТУ 2874:2019. (2019). *Вода питна. Гігієнічні вимоги та контроль якості.* Київ: Мінекономрозвитку України.
- 44.ДСТУ 6051:2008. (2009). *Ферменти харчові. Загальні технічні вимоги.* Київ: Держспоживстандарт України.
- 45.ДСТУ 4328:2004. (2005). *Добавки харчові. Кальцій хлористий. Технічні умови.* Київ: Держспоживстандарт України.
- 46.Державна Фармакопея України. (2-ге вид.). (2015). *Том 1–3.* Харків: ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів».
- 47.ДСТУ 4743:2007. (2008). *Закваски бактеріальні для молочної промисловості. Загальні технічні вимоги.* Київ: Держспоживстандарт України.
- 48.ДСТУ 6003:2008. (2009). *Закваски бактеріальні змішані. Технічні умови.* Київ: Держспоживстандарт України.
- 49.ДСТУ ISO 5509:2004. (2005). *Жири та олії. Підготовка метилових естерів жирних кислот.* Київ: Держспоживстандарт України.
- 50.Codex Alimentarius. (2017). *General Standard for Food Additives (GSFA).* Rome: FAO/WHO Joint Standards Programme.