

**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГИЖИЦЬКОГО**

Факультет харчових технологій та біотехнологій

Кафедра технології молока і молочних продуктів

До захисту допущено

Завідувач кафедри

Орися ЦІСАРИК

(підпис)

(ім'я та прізвище)

« ____ » _____ 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня магістра**

зі спеціальності 181 Харчові технології

(шифр та найменування спеціальності)

освітньо-професійної програми Технології зберігання,
консервування та переробки молока

**на тему: «РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ КИСЛОМОЛОЧНОГО
СИРУ, ЗБАГАЧЕНОГО ПОРОШКОМ ЯЄЧНОЇ ШКАРАЛУПИ»**

Виконавець:

здобувач вищої освіти

Денисенко Роман Миколайович

(прізвище, ім'я та по батькові)

Науковий керівник:

Мусій Любов Ярославівна

(прізвище, ім'я та по батькові)

Рецензент:

Галух Богдан Іванович

(прізвище, ім'я та по батькові)

Львів – 2024

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З.ГЖИЦЬКОГО

Факультет Харчових технологій та біотехнологій
Кафедра Технології молока і молочних продуктів
Освітній ступінь Магістр
Спеціальність 181 Харчові технології
Освітньо-професійна програма Технології зберігання, консервування та переробки молока

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Орися ЦІСАРИК

(підпис)

(ім'я та прізвище)

«_____» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу здобувача вищої освіти

Денисенка Романа Миколайовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «**РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ КИСЛОМОЛОЧНОГО
СИРУ, ЗБАГАЧЕНОГО ПОРОШКОМ ЯЄЧНОЇ ШКАРАЛУПИ**»

Керівник роботи: Мусій Любов Ярославівна, кандидат технічних наук, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ректора закладу вищої освіти від
«_____» _____ 20____ року №_____

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи

Технологічна інструкція та ДСТУ 4554:2006 Сир кисломолочний. Технічні умови, розроблені рецептури на виробництво кисломолочного сиру, дегустаційні листки оцінки зразків сиру кисломолочного.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) анотація, вступ, огляду літературних джерел, матеріали і методи досліджень, результати власних досліджень та їх обговорення, економічна та соціальна ефективність від впровадження розробки, висновки та рекомендацій виробництву, список використаних літературних джерел.

5. Перелік графічного матеріалу таблиці, рисунки. Представлення результатів кваліфікаційної роботи у вигляді мультимедійної презентації.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1,2,3	Мусій Л.Я., доцент		
4			

7.Дата видачі завдання 12 березня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	до 28.04.2024	Виконано
2	Огляд літературних джерел	до 01.06.2024	Виконано
3	Матеріали і методи досліджень	до 30.06.2024	Виконано
4	Результати власних досліджень та їх обговорення	до 30.09.2024	Виконано
5	Економічна та соціальна ефективність від впровадження розробки	до 24.10.2024	Виконано
6	Висновки і рекомендації виробництву	до 23.11.2024	Виконано

Здобувач _____ **Роман ДЕНИСЕНКО**
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник роботи _____ **Любов МУСІЙ**
(підпис) (ім'я та прізвище)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	5
ABSTRACT	6
ВСТУП	7
1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	9
1.1. Розвиток функціонального та спеціалізованого харчування	9
1.2. Наукові принципи збагачення харчових продуктів мікронутрієнтами	14
1.3. Способи збагачення харчових продуктів кальцієм	17
1.4. Харчова та біологічна цінність кисломолочного сиру	22
1.5. Способи виробництва кисломолочного сиру	31
1.6. Властивості яєчної шкаралупи	40
1.7. Висновки і постановка завдання	42
2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	44
2.1. Матеріали для досліджень	44
2.2. Методи досліджень	47
3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	53
3.1. Розроблення технологічної схеми виробництва кисломолочного сиру	53
3.2. Дослідження фізико-хімічних показників та виходу кисломолочного сиру	57
3.3. Дослідження органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників кисломолочного сиру із порошком яєчної шкаралупи	61
4. ЕКОНОМІЧНА ТА СОЦІАЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗРОБКИ	68
ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	74
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	75

АНОТАЦІЯ

Метою роботи була розробка технології кисломолочного сиру, збагаченого порошком із яєчної шкаралупи.

Розроблена рецептура виробництва кисломолочного сиру функціонального призначення з врахуванням органолептичних, фізико-хімічних показників та термінів зберігання готового продукту.

Встановлено, що для його виробництва доцільно використовувати кисломолочний сир, отриманий кислотним способом, оскільки продукт мав консистенцію та вміст води, що відповідали ДСТУ 4554:2006 Сир кисломолочний. Технічні умови. Скважування суміші при виробництві кисломолочного сиру необхідно проводити при температурі 40 °С, а відварювання при температурі 65 °С. За цих режимів сквашування тривалість буде мінімальною, а вихід готового продукту максимальним.

Експериментальним шляхом встановлена оптимальна доза внесення порошку яєчної шкаралупи в кисломолочний сир з масовою часткою жиру 5 % – 0,5%. Внесення порошку з яєчної шкаралупи дозволяє знизити кислотність кисломолочного сиру, збільшити термін зберігання готового продукту та розширити асортимент функціональної молочної продукції.

Ключові слова: КИСЛОМОЛОЧНИЙ СИР, ЯЄЧНА ШКАРАЛУПА, ХАРЧУВАННЯ, ТЕХНОЛОГІЯ, РЕЦЕПТУРА, ЯКІСТЬ, ПОКАЗНИКИ, ПРОДУКТ.

ABSTRACT

The aim of the work was to develop a technology for sour milk cheese enriched with eggshell powder.

For the first time, a recipe for the production of functional sour milk cheese was developed, taking into account the organoleptic, physicochemical parameters and shelf life of the finished product.

It was established that for its production it is advisable to use sour milk cheese obtained by the acidic method, since the product had a consistency and moisture content that met DSTU 4554:2006 Sour milk cheese. Technical conditions. Fermentation of the mixture in the production of sour milk cheese must be carried out at a temperature of 40 °C, and boiling at a temperature of 65 °C. Under these regimes, the duration of fermentation will be minimal, and the yield of the finished product will be maximum.

The optimal dose of eggshell powder for adding to sour milk cheese with a mass fraction of fat of 5% - 0.5% has been experimentally established. The addition of eggshell powder allows reducing the acidity of sour milk cheese, increasing the shelf life of the finished product, and expanding the range of functional dairy products.

Keywords: SOUR MILK CHEESE, EGG SHELL, NUTRITION, TECHNOLOGY, RECIPE, QUALITY, INDICATORS, PRODUCT.

ВСТУП

Відповідно до концепції здорового харчування однією з пріоритетних цілей державної політики є збереження та зміцнення здоров'я населення, та профілактика низки захворювань, пов'язаних з незбалансованим харчуванням. Напрямок так званого здорового харчування дозволяє забезпечувати споживачів повноцінним та збалансованим харчуванням. Водночас, у Стратегії розвитку харчової та переробної промисловості до 2030 року, наголошено на необхідності впровадження нових технологій у галузі харчової та переробної промисловості. Нові технології здатні суттєво розширити асортимент продуктів харчування із заданими якісними характеристиками, надати продуктам додаткові лікувально-профілактичні, геродієтичні та інші властивості [1].

Формула їжі XXI ст. – це постійне використання в харчуванні натуральних харчових продуктів з покращеними споживчими властивостями (функціональних харчових продуктів, збагачених есенціальними харчовими речовинами та мікронутрієнтами). У зв'язку з цим актуальним завданням в молочній галузі є вдосконалення технологій виробництва та рецептури високоякісних молочних продуктів та, зокрема, кисломолочного сиру [2].

Кисломолочний сир – це один з найцінніших і корисних продуктів, які відомі людині з давніх-давен.

Кисломолочний сир – це білковий кисломолочний продукт, який виготовляється сквашуванням пастеризованого нормалізованого незбираного або знежиреного молока (допускається змішування з маслянкою) з подальшим видаленням зі згустку частини сироватки та відпресовуванням білкової маси

Сьогодні серед споживачів кисломолочний сир набуває все більшої популярності завдяки своїм гарним органолептичним показникам. Крім цього, молочний продукт має високу харчову цінність, яка обумовлюється підвищеним вмістом важливих для життєдіяльності організму амінокислот, особливо метіоніну, лізину. Також на побудову тканин та кісткоутворення

позитивно позначається великий вміст у сирі та сиркових продуктах мінеральних речовин [3].

Включення сиркових продуктів до раціону харчування дозволяє заповнити дефіцит білка, що спостерігається у значної частини населення. У зв'язку з цим питання підвищення якості та безпеки сиркових продуктів, що багато в чому визначають їх конкурентоспроможність, набувають великого значення.

Нині у світовій практиці великий інтерес до переробки яєчної шкаралупи. Введення в харчові продукти яєчної шкаралупи визначається її високою терапевтичною активністю. Вона незамінна при лікуванні таких захворювань, як атеросклероз, цукровий діабет, хвороби шлунку, печінки та підшлункової залози [4].

Метою нашої роботи була розробка технології кисломолочного сиру, збагаченого порошком із яєчної шкаралупи.

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1. Розвиток функціонального та спеціалізованого харчування

У численних публікаціях наголошується на ролі харчування у формуванні здоров'я людини. Досягнення в галузі біохімії та біотехнології дозволяють вченим здійснювати розробки продуктів харчування на основі сировини тваринного та рослинного походження як для різних вікових груп та категорій населення, так і для мешканців різних регіонів нашої країни, в т.ч. та з несприятливою екологією. Раціональне харчування в сучасних умовах є одним із шляхів коригування дефіциту тих чи інших нутрієнтів, сприяє підвищенню імунітету та активізації життєдіяльності організму, підвищує опірність до впливу негативних факторів навколишнього середовища [5].

Важливим результатом епідеміологічних досліджень фактичного харчування та здоров'я окремих популяцій людей у різних регіонах світу є відкриття невідомих раніше факторів впливу їжі, що призводять до підвищення якості життя, зміцнення здоров'я та зниження ризику розвитку багатьох захворювань.

Формула їжі ХХІ століття – це постійне використання в раціоні поряд з традиційними натуральними харчовими продуктами, продуктів із генетично модифікованих джерел (з покращеними споживчими властивостями та підвищеною харчовою цінністю), продуктів із заданими властивостями (так званих, функціональних харчових продуктів – збагачених есенціальними харчовими речовинами та мікронутрієнтами) та біологічно активних добавок до їжі (концентратів мікронутрієнтів та інших мінорних нехарчових біологічно активних речовин)» [2].

Класичну теорію збалансованого харчування можна вважати оптимальним, якщо воно забезпечує споживання необхідної кількості поживних речовин у відповідних співвідношеннях. Людський організм відчуває дефіцит у деяких харчових речовинах, частина з яких є незамінними,

тобто такими, що організм не синтезує, а повинен отримувати з продуктами харчування. До них відносять макронутрієнти, поліненасичені жирні кислоти, вітаміни, харчові волокна, мікронутрієнти, амінокислоти, моно- та дисахариди та ін. Проблему дефіциту може вирішити збалансований оптимальний раціон харчування [6].

Згідно з концепцією збалансованого харчування, для нормальної та здорової життєдіяльності людини – їй необхідно надходження в організм з їжею адекватної кількості основних поживних речовин, а також дотримання певного балансу між основними факторами харчування, до яких відносять жири, білки, вуглеводи та інші компоненти харчування.

Напрямок, що з'явився в Японії в 80-х роках минулого століття, отримав назву «функціональне харчування» і ґрунтується і розвиває поняття «раціонального харчування» [7].

Для нормального функціонування організму людини потрібен харчовий раціон, який містить основні поживні речовини у пропорціях та співвідношеннях, необхідних для забезпечення організму енергією та поповнення енергетичних потреб. Так, у їжі мають бути збалансовані амінокислоти, жирні кислоти, вуглеводи, мінеральні речовини, вітаміни. Ця теорія розвивається та розробляються рекомендовані норми споживання харчових та біологічно активних речовин, і навіть нормативні документи у сфері функціонального харчування.

У Європейських країнах початок активного розвитку напряму створення функціональних продуктів відноситься до середини 90-х років минулого сторіччя. Розвиток напряму набув стрімкого обороту, внаслідок чого було прийнято «Наукову концепцію функціональних харчових продуктів у Європі». У ній були описані та роз'яснені основні позиції та поняття «функціонального харчування». Зокрема перспективи розвитку та технологічні аспекти. Унікальності цього напряму приділено особливу увагу у зв'язку з перспективою оздоровлення населення безмедикаментозним способом шляхом виведення ринку нових категорій, які мають, крім харчової

цінності, здатністю оздоровлювати організм, цим знижувати ризики виникнення деяких захворювань [8].

Функціональний харчовий продукт – це спеціальний харчовий продукт, призначений для систематичного вживання у складі харчових раціонів усіма віковими групами здорового населення, що володіє науково обґрунтованими та підтвердженими властивостями, знижує ризик розвитку захворювань, пов'язаних з харчуванням, запобігає дефіциту або поповнює наявний в організмі людини дефіцит поживних речовин, що зберігає та покращує здоров'я за рахунок наявності у його складі функціональних харчових інгредієнтів [9].

Збагачений харчовий продукт – функціональний харчовий продукт, що отримується додаванням одного або кількох функціональних харчових інгредієнтів до традиційних харчових продуктів у кількості, що забезпечує запобігання або заповнення дефіциту поживних речовин і (або) власної мікрофлори, що є в організмі людини».

Збагачена харчова продукція – харчова продукція, до якої додано одну або більше харчові та (або) біологічно активні речовини та (або) пробіотичні мікроорганізми, що не присутні в ній спочатку, або присутні в недостатній кількості або втрачені в процесі виробництва (виготовлення)». Для збагаченої продукції обов'язковою вимогою є вміст біологічно активного або іншого збагачуючого агента у кількості не менше 5% від рівня добової потреби організму [10].

У «Європейській Науковій Концепції Функціональних Продуктів Харчування» («Scientific Concepts of Functional Food in Europe») зазначено, що функціональним продуктом може називатися тільки такий продукт харчування, при вживанні якого позитивно впливає на функцію організму або організм в цілому. Це позитивний вплив, згідно з науковою концепцією має бути доведено. Відповідно до цього положення розроблено технології отримання різних харчових продуктів спрямованої дії. Найпоширенішими з них є продукти на молочній основі: ферментовані, кисломолочні та інші.

Окремі фракції молока мають високу біодоступність, у зв'язку з чим їх використовують як збагачувальні інгредієнти функціональної спрямованості. Сьогодні розроблені продукти харчування на основі молока, в які в якості збагачувальних речовин внесені різні функціональні харчові інгредієнти. При цьому важливо забезпечити не лише необхідний рівень якості, а й безпеку цих продуктів.

Продукти функціонального спрямування умовно можна поділити на 4 групи: 1 – продукти на основі зернових (до яких належать продукти хлібобулочної та кондитерської галузей); 2 – безалкогольні напої; 3 – молочні продукти; 4 – продукти масложирової галузі [11].

Практично всі функціональні продукти містять у своєму складі значну кількість речовин та інгредієнтів функціональної спрямованості. Наприклад, у частині функціональних молочних продуктів можна виділити ряд функціональних інгредієнтів, компонентів і добавок, які застосовують при створенні функціональних продуктів на основі молока. До них можна віднести: консерванти, полівітамінні премікси, вітаміни, харчові волокна, пребіотики, барвники, соєві компоненти, харчові ароматизатори, підсолоджувачі, антиокислювачі та різні харчові добавки, що дозволяють регулювати консистенцію продукту (загусники, стабілізатори структури тощо) [12].

Найбільш популярний та затребуваний кластер функціональної продукції в нашій країні – це кисломолочні продукти. За рахунок високого вмісту живих молочнокислих мікроорганізмів кисломолочні продукти мають безумовний функціональний потенціал. При використанні певних заквасок досягається можливість наділити продукт пробіотичними властивостями. Крім того, основна маса молочнокислих бактерій, що використовуються як заквашувальна мікрофлора, є мешканцями організму людини і, при регулярному прийомі в їжу, можуть оздоровлювати шлунково-кишковий тракт.

Регулярний прийом кисломолочних продуктів, що містять корисні живі мікроорганізми, збільшує стійкість організму до інфекцій. Це свідчить про важливість діяльності мікрофлори у підтримці нормального імунітету організму. Кисломолочні продукти також сприяють зменшенню алергічних реакцій. Кисломолочні продукти, що містять пробіотичні культури (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium* spp. (*B. adolescentis*, *B. animalis* subsp. *lactis*, *B. bifidum*, *B. breve*, і *B. longum*)) використовуються при виробництві кисломолочних продуктів разом з іншими молочнокислими бактеріями, наприклад, пропіоновокислими. Сьогодні болгарську паличку і термофільний молочнокислий стрептокок відносять до транзитних пробіотичних мікроорганізмів, які надають благотворну фізіологічну дію [13].

Одна із захисних функцій постійних пробіотичних культур полягає у підтримці здорового балансу або еубіозу, в кишковій флорі коли є достатня кількість пробіотичних мікроорганізмів – перша лінія захисту від патогенних мікроорганізмів.

Кисломолочні продукти є також продуктами, що наділені лікувально-профілактичними властивостями та сприяють поліпшенню здоров'я населення. При цьому в продукті відбуваються незворотні біохімічні процеси, пов'язані, перш за все, зі зброджуванням лактози, відповідно, утворюється згусток і змінюється консистенція продуктів [14].

Живі мікроорганізми заквашувальної культури йогурту (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* і *Streptococcus thermophilus*) сприяють засвоєнню лактози у осіб з порушеннями всмоктування лактози у разі споживання харчових продуктів, що містять живі 10 колонієутворюючих одиниць в 1 г або 1 см таких продуктів.

Ряд авторів проводить комплекс досліджень, присвячений різним аспектам збагачення молочної продукції. Теоретичні та експериментальні дослідження, проведені ними, дозволили сформулювати науково обґрунтовані

критерії створення нового покоління функціональних молочних та молоковмісних продуктів, які успішно реалізуються.

1.2. Наукові принципи збагачення харчових продуктів мікронутрієнтами

Збагачення харчових продуктів відсутні мікроелементами – це серйозне втручання в структуру харчування людини. Необхідність такого втручання продиктована об'єктивними змінами способу життя, набору та харчової цінності продуктів харчування, тому здійснювати його можна тільки з урахуванням науково обґрунтованих та перевірених практикою принципів.

Найбільш широке значення має термін «збагачення» (enrichment). Під ним мається на увазі додавання до продуктів харчування будь-яких есенціальних нутрієнтів – вітамінів, макро- та мікроелементів, харчових волокон, поліненасичених жирних кислот, фосфоліпідів та інших біологічно активних речовин природного походження, безвідносно до їх кількості, набору та мети такого втручання [15].

Інший, близький до нього термін «нутрифікація» (nutrification) наголошує на меті такого додавання: збільшення харчової цінності продукту харчування. Більш вузький зміст має термін «відновлення» (restoration), що означає додавання до продуктів харчування есенціальних нутрієнтів для поповнення їх втрат у процесі виробництва, зберігання та використання.

Через зниження енерговитрат і зменшення загальної кількості споживаної їжі населенням виникла необхідність перейти від старого принципу поповнення втрат до додаткового збагачення продуктів відсутніми есенціальними речовинами до рівня, що перевищує природний продукт. Для позначення цього процесу там прийнято використовувати термін «фортифікація», чи «посилення» (fortification) [16].

Крім перерахованих термінів слід згадати поняття «стандартизація» (standartization). Воно означає додавання есенціальних нутрієнтів для

вирівнювання, приведення до єдиного, стандартного рівня їх вмісту в різних видах або партіях однотипної продукції.

Розглянуті терміни відносяться до введення есенціальних харчових речовин до складу продукту харчування, що збагачується. На відміну від них термін «саплементация» (supplementation), що також широко використовується в зарубіжній літературі, означає додатковий прийом мікронутрієнтів у формі фармацевтичних препаратів (таблетки, капсули, сиропи тощо) для заповнення їх недостатнього надходження з їжею або досягнення додаткового позитивного ефекту [17].

Для того, щоб отримати максимальний ефект від збагачення харчових продуктів, ВООЗ було запропоновано такі критерії:

- очевидна потреба у харчовій речовині однієї чи більше груп населення;
- харчові продукти, обрані як носій харчових речовин, мають бути доступні представникам відповідних груп ризику;
- кількість харчової речовини, що додається до харчового продукту, повинна бути достатньою для задоволення потреби в ньому при звичайному прийомі цього продукту в групі ризику;
- кількість харчової речовини, що додається, не повинна надавати токсичної або іншої шкідливої дії при споживанні збагаченого продукту у великій кількості;
- харчова речовина має бути біологічно доступною і стабільною в продукті, що служить її носієм;
- вибраний продукт не повинен помітно перешкоджати утилізації харчової речовини;
- додавання харчової речовини не повинно негативно позначатися на смаку, збереження, кольору, консистенції та приготуванні харчового продукту;
- збагачення певного харчового продукту має бути технічно здійсненним;

- Витрати на збагачення не повинні вести до значного підвищення вартості збагаченого харчового продукту;
- необхідність розробки методів контролю визначення рівня збагачення [16].

На підставі перерахованих вище критеріїв основними принципами збагачення харчових продуктів є такі [18].

1. Для збагачення харчових продуктів слід використовувати ті мікронутрієнти, дефіцит яких реально існує, досить поширений і небезпечний для здоров'я.

2. Збагачувати вітамінами та мінеральними речовинами слід, перш за все, продукти масового споживання, доступні для всіх груп дитячого та дорослого населення та регулярно використовуються у повсякденному харчуванні.

3. Збагачення харчових продуктів мікронутрієнтами не повинно погіршувати споживчі властивості цих продуктів: зменшувати вміст і засвоюваність інших харчових речовин, що входять до їх складу, істотно змінювати смак, аромат, свіжість продуктів, скорочувати термін їх зберігання.

4. При збагаченні харчових продуктів вітамінами і мінеральними речовинами необхідно враховувати можливість хімічної взаємодії збагачувальних добавок між собою, з компонентами продукту, що збагачується, і вибирати такі поєднання, форми, способи і стадії внесення, які забезпечують максимальну їх збереження в процесі виробництва та зберігання.

5. Регламентований (гарантований виробником) вміст вітамінів та мінеральних речовин у збагаченому продукті харчування повинен бути достатнім для задоволення за рахунок даного продукту від 30 до 50 % середньої добової потреби у цих мікронутрієнтах при звичайному рівні споживання збагаченого продукту.

6. Кількість вітамінів і мінеральних речовин, що додатково вносяться в продукти, повинна бути розрахована з урахуванням їх можливого природного

вмісту у вихідному продукті або сировині, що використовується для його виготовлення, а також втрат у процесі виробництва та зберігання з тим, щоб забезпечити вміст цих вітамінів і мінеральних речовин лише на рівні не нижче регламентованого протягом усього терміну придатності збагаченого продукту.

7. Регламентований вміст вітамінів і мінеральних речовин в продуктах, що збагачуються, повинен бути зазначений на індивідуальній упаковці цього продукту і строго контролюватись як виробником, так і органами державного нагляду.

8. Ефективність збагачених продуктів повинна бути переконливо підтверджена апробацією на репрезентативних групах людей, що демонструє не тільки їхню повну безпеку, прийнятні смакові якості, але й гарну засвоюваність, здатність суттєво покращувати забезпеченість організму вітамінами та мінеральними речовинами, які введені до складу збагачених. із цими речовинами показники здоров'я.

1.3. Способи збагачення харчових продуктів кальцієм

Недостатня забезпеченість організму іонами кальцію є фактором ризику низки хронічних патологій, включаючи порушення метаболізму кісток, функціонування м'язів, ендотелію, імунної та серцево-судинної систем. Компенсація дефіциту кальцію може здійснюватися за рахунок використання спеціальних препаратів кальцію, зміни складу споживаної дієти, включення до раціонів функціональних продуктів, збагачених біодоступним кальцієм [19].

Засвоєння кальцію в організмі людини залежить від субстанції, дози кальцію, режиму прийому, рН шлункового соку та сумісного прийому з іншими препаратами.

У харчовій промисловості застосовують неорганічні (1-е покоління) та органічні (2-е покоління) препарати кальцію. Переважна більшість препаратів кальцію 1-го покоління представлені карбонатом кальцію, який нерозчинний

у воді та вимагає певного діапазону кислотності середовища (рН) для засвоєння. Органічні препарати кальцію краще розчиняються у воді, суттєво менше залежать від рН шлункового соку та характеризуються кращою засвоюваністю. До органічних солей кальцію, що застосовуються у харчовій промисловості, відносять лактат кальцію, цитрат кальцію та глюконат кальцію.

Лактат кальцію, кальциноль, кальцій молочнокислий, кальцієва сіль молочної кислоти (E327) – це харчова добавка із групи антиоксидантів, яку використовують у харчовій, фармацевтичній промисловості. Отримують лактат кальцію шляхом обробки молочної кислоти гідроксидом або карбонатом.

Лактат кальцію розчиняється у гарячій воді, погано розчиняється в ефірі, етанолі, холодній воді [20].

У харчовій промисловості лактат використовують для збагачення фруктових соків, напоїв на їх основі, кондитерських виробів. підсилювача дії антиоксидантів, емульгуючої солі, вологоутримуючої речовини. Кальцій вигідно відрізняється від інших кальцієвих добавок тим, що в ньому кальцію міститься більше, ніж в інших органічних сполуках.

Глюконат кальцію (E578) використовують у харчовій промисловості для збагачення в основному хлібобулочних та плодоовочевих продуктів. Крім того E578 використовують як пекарський порошок або добавки для поліпшення смакових і споживчих характеристик хлібобулочних виробів. Крім того, глюконат кальцію застосовують як ущільнювач рослинних матеріалів, виготовлення консервованих овочів чи фруктів. Глюконат кальцію може мати позитивний вплив при гіпокальціємії, остеопорозі, під час вагітності, а також у період лактації. Сприятливий вплив глюконат кальцію на зростаючий дитячий організм [21].

Цитрат кальцію (E333) є винятковою за своєю ефективністю та безпекою формою кальцію. По-перше, цитрат кальцію повністю розчиняється у воді. По-друге, кальцій з цитрату засвоюється незалежно від їди або кислотності

шлункового соку. Хімічні властивості цитрату кальцію роблять його препаратом першого вибору у пацієнтів зі зниженою кислотністю шлункового соку, а також у літніх хворих та пацієнтів, які вживають антациди. По-третє, цитрат-аніон сам собою має власне фізіологічне значення, будучи основним субстратом центрального енергетичного циклу кожної клітини – циклу Кребса. По-четверте, цитрат-аніон сприяє зниженню ризику утворення каменів у нирках і, більше, сприяє розчиненню ниркових каменів [22].

Похідна лимонної кислоти є штучно видобутою речовиною, яка повсюдно використовується як харчова добавка, а також як компонент медичних препаратів, біологічно активних добавок і мінеральних комплексів, оскільки, крім цінних кулінарних властивостей, цитрат кальцію має здатність до поповнення природних запасів кальцію в людському організмі [20].

Добавка слабо розчиняється у воді, утворюючи кристалогідрати, і взагалі не розчиняється у спиртах. При температурі від 135 °C до 185 °C кристалогідрат починає втрачати воду. Цитрат кальцію цінується виробниками як потужний антиоксидант, що уповільнює процеси гниття, окислення, прогіркання та псування товарів, а також перешкоджає їх потемнінню. Також його застосовують як регулятор кислотності, здатний встановлювати та підтримувати певний рівень pH; як стабілізатор, який формує та зберігає потрібну текстуру продукту; як консервант для продовження терміну зберігання та придатності їжі [21].

Як закріплювач кольору, консерванту, стабілізатора та антиоксиданту, харчову добавку E333 можна виявити в складах таких продуктів: згущене молоко; плавлені сирки; сухі вершки; варення, джеми, пудинги, желе; хліб та випічка; рослинні олії (крім оливкової), тваринні жири; безалкогольні напої, соки, компоти. За допомогою цитрату кальцію можна не лише виготовляти харчові продукти, а й пом'якшувати питну воду: речовина здатна нейтралізувати іони різних небажаних металів. Деякі приправи, спеції, жувальні гумки можуть містити E333 як компонент, що сприяє збагаченню кальцієм продукту [20].

Молоко, в яке було додано цитрат кальцію, набуває великої термостійкості під час пастеризації та стерилізації. Цитрат кальцію – єдина добавка з усіх харчових цитратів, дозволена для використання у продуктах для підгодовування дітей віком до року [23].

Запаси кальцію в організмі потрібно постійно заповнювати, оскільки в процесі життєдіяльності він має властивість вимиватися. Саме цитрат кальцію, на відміну від карбонату, хлориду або глюконату, є найбезпечнішим для цієї мети препаратом. Він краще засвоюється шлунком, незалежно від рівня кислотності у ньому. Карбонат кальцію сприяє зниженню кислотності, тому його ще рекомендують приймати від печії. Цитрат кальцію таких обмежень немає. Крім того, речовина перешкоджає вимиванню кальцію через нирки і не провокує в них утворення каменів [23].

З метою нормалізації мінерального складу м'ясопродуктів, зокрема консервів і паштетів, за вмістом кальцію можна використовувати органічну сировину кальцію: м'ясо механічного обвалювання, отримане при сепаруванні або пресуванні яловичих або свинячих кісток і м'ясо механічного обвалювання птиці. Встановлено, що додавання цієї сировини у кількості до 20 % дозволяє забезпечити фізіологічно оптимальне співвідношення в м'ясопродуктах кальцію та фосфору, а також підвищити вміст магнію, заліза, цинку та міді у 2-3 рази [24].

Крім того, в м'ясопереробній промисловості застосовують білково-мінеральну добавку, одержувану з ніг курчат-бройлерів, кальцинований наповнювач, отриманий методом структурування молочного розчину альгінату натрію лактатом кальцію, яєчну шкаралупу. Розроблені добавки рекомендується для лікувально-профілактичних консервів у кількості від 5 % до 25 % до маси сировини. Джерелом кальцію можна розглядати також рослинну сировину, наприклад, нут (рис. 3.10). Зернобобова культура нут служить джерелом не тільки кальцію, а також селену та калію. У технології ковбасних виробів рекомендується використовувати пророщене через 3 доби

та подрібнене зерно нуту на куттері. Оптимальний рівень заміни м'ясної сировини на пророщене зерно становить від 10 до 15% [25].

Наукові дослідження останніх років показали, що найбільш фізіологічними кальцієвими препаратами є високорозчинний молочний кальцій (вміст кальцію 55%), нанокальцій (вміст кальцію 64%) та фосфат кальцію (вміст кальцію 64%).

Нанокальцій або амінокислотний хелат кальцію відноситься до нового покоління біокальцієвих препаратів. Завдяки своїй біологічній активності продукт розчиняється в шлунково-кишковому тракті практично на 100 %, при цьому не утворюючи осад. В органах шлунково-кишкового тракту нанокальцієвий продукт є у формі амінокисотно-кальцієвих молекул, тому він мало схильний до іонізації, не протидіє цинку і залозу, а для його засвоєння не потрібно вітамін D₃. Такий кальцій засвоюється через слизову оболонку кишечника практично повністю, що дозволяє уникнути утворення каменів і максимально заповнити нестачу амінокислот в організмі. Коефіцієнт його засвоєння втричі вищий, ніж в інших кальцієвих препаратах. Продукт добре розчиняється у воді та безпечний у застосуванні [26].

Фосфат кальцію (E341) – унікальна добавка, яка використовується як консервант, що має властивості антиоксиданту, розпушувач, емульгатор, стабілізатор, регулятор кислотності, фіксатор та ущільнювач у харчовій промисловості. Фосфат кальцію – це синтетична неорганічна речовина. Готова добавка має вигляд аморфного білого порошку, яка активно розчиняється в різних кислотах, чого не можна сказати про просту воду [20].

Фосфокальцій застосовують при виробництві сухого молока, вершків, молока, що згущує, різних фруктових і овочевих консервів. Найбільш популярне його застосування при виготовленні хлібобулочних виробів, спеціальних напоїв для спортсменів, фаршів, сухого чаю, сніданків, різних напівфабрикатів та біологічно активних добавок [20].

1.4. Харчова та біологічна цінність кисломолочного сиру

Кисломолочний сир – це концентрат молочного білка (казеїну) та деяких інших складових частин молока. Функція білка в нашому житті дуже значуща: це той самий матеріал, з якого будуються всі клітини організму, ферменти та імунні тіла. Завдяки цьому організм набуває стійкості та імунітету до захворювань [27].

Сир виробляють шляхом сквашування пастеризованого незбираного або знежиреного молока та видалення з отриманого згустку частини сироватки.

Сир із не пастеризованого молока можна використовувати тільки для вироблення виробів, що піддаються обов'язкової термічної обробки (вареники, сирники та ін), а також для виробництва плавлених сирів.

До складу кисломолочного сиру входить 14-17% білків, до 18% жиру, 2,4-2,8% молочного цукру. Він багатий на кальцій, фосфор, залізо, магній – речовини, необхідні для росту і правильного розвитку молодого організму. Сир та вироби з нього дуже поживні, оскільки містять багато білків та жиру. Білки сиру частково пов'язані із солями фосфору та кальцію. Це сприяє кращому їх перетравленню в шлунку та кишечнику. Тому кисломолочний сир добре засвоюється організмом [28].

У кисломолочному сирі міститься від 9 до 18% білка, до 18% молочного жиру, багато мінеральних речовин та вітамінів. Висока харчова цінність та дієтичні властивості ставлять сир до продуктів харчування, необхідних для будь-якого віку.

У нежирному сирі білка значно більше (до 18%), ніж у м'ясі, рибі та інших продуктах. Кількість засвоюваного кальцію у сирі становить 126 мг. Співвідношення кальцію та фосфору у сирі найбільш сприятливе для засвоєння цих речовин. З підвищенням масової частки жиру сиру в ньому збільшується вміст (β -каротину, вітамінів B₁ та B₂). Масова частка жиру кисломолочного сиру на вміст вітаміну C не впливає і становить 0,5 мг на 100 г продукту [29].

Поряд із білками для нормальної життєдіяльності організму необхідні й мінеральні речовини, найважливіші з яких сполуки кальцію та фосфору, що містяться у сирі у великій кількості.

Основними профілактичними заходами щодо запобігання нестачі кальцію можна віднести регулярне споживання продуктів, багатих на кальцій, до яких належать молочні продукти [30].

Кисломолочний сир і сиркові продукти є найбільш підходящою основою для поповнення тваринної білкової основи раціону харчування, що наділена функціональними властивостями.

Сир містить найбільшу кількість легкозасвоюваних білків порівняно з іншими молочними продуктами. Білки, своєю чергою, розпадаються різні амінокислоти, такі як триптофан, холін, метіонін. Завдяки легкій засвоюваності сир рекомендований дітям молодшого віку та літнім людям з порушеннями травлення.

Крім високого вмісту амінокислот і кальцію, сир містить різні вітаміни. Це вітаміни групи В, і вітаміни А, Е, Р, а також він багатий на солі заліза, натрію, магнію, міді та ін. Кисломолочний сир і сиркові продукти необхідні організму для нормальної роботи всіх внутрішніх органів, особливо кісткової тканини. Вони позитивно впливають на роботу серця та судин, утворення червоних кров'яних тілець та психологічний стан людини. Склад сиру включає 14-17% білків, до 18% жиру, 2,4-2,8% молочного цукру [31].

Сир багатий кальцієм, залізом, фосфором, магнієм – речовинами, які необхідні для зростання і правильного розвитку молодого організму.

Сир і сиркові продукти мають високу харчову цінність, містять у своєму складі високий вміст білків та жиру. Білки - високомолекулярні речовини, що складаються з сотень амінокислотних залишків і скручені в ланцюжки. Ферменти, що містяться у сирі, належать до білків. Ферменти сприяють прискоренню біохімічних реакцій у людини. У цьому кожен фермент виконує певну функцію. Білки – важливі здоров'я людського організму речовини. Недолік такої речовини, як білок, може призвести до таких захворювань як:

анемія, недокрів'я, хвороби внутрішніх органів, печінки, підшлункової залози, різні запалення шкіри, швидка стомлюваність, зниження ваги, зниження опірності до інфекцій. Білки сиру частково пов'язані з солями фосфору та кальцію, а це у свою чергу впливає на краще їхнє перетравлення у шлунку та кишечнику [32].

Сир та сирні продукти належать до категорії тих продуктів, які добре засвоюються організмом. Сир це ідеально збалансований продукт, у ньому міститься багато мікроелементів. У сирі є амінокислоти. Людський організм не може зробити деякі види амінокислот і вони можуть вступити в організм надходити тільки з їжею (триптофан, лізин, метіонін). Це незамінні амінокислоти, що відповідають за обмеження засвоєння їжі, їх нестача може призвести до обмеження засвоєння людським організмом інших амінокислот. Основним постачальником саме цих амінокислот і є сир.

Для накопичення та синтезування жиру людському організму важливо отримувати з продуктами харчування легкозасвоюваний молочний жир. Жири бувають протоплазмичними та резервними. Протоплазмичні це жири, що входять до складу клітин, а резервні це жири, які накопичуються організмом. У молочних продуктах, зокрема сирі, знаходиться метіонін, це одна з незамінних амінокислот, що мають ліпотропну дію. Метіонін сприяє меншому накопиченню жиру у печінці. Також метіонін входить до складу фосфатидів. Фосфатиди – це речовини, що у обміні жирів. Сир містить незначну кількість галактози та молочного цукру, які є вуглеводами та сприяє придбанню енергії [32].

Мінеральні речовини, які у людський організм із їжею, дуже значні його життєдіяльності. Сир містить у своєму складі кальцій, магній, залізо, фосфор і деякі інші мінеральні речовини. Кальцій – це структурний будівельний елемент, дуже важливий підтримки скелета людини. Кальцій у поєднанні з фторидами та фосфатами становить 98 % кісткової тканини та зубів. Про нестачу кальцію в організмі можуть говорити такі захворювання як остеопороз, рахіт, остеомаліяція. Це захворювання пов'язані з порушеннями

функцій опорно-рухового апарату. Також кальцій впливає на нервову систему та скорочення м'язів у ферментному обміні. Для виробництва кісткової тканини кальцію слід поєднатися з фосфором. Фосфор є найважливішим елементом для підтримки кісткової системи. Фосфор бере участь у будові кісткової тканини та перешкоджає її руйнуванню. У сирі, порівняно з молоком, великий вміст заліза. Вміст заліза впливає рівень гемоглобіну у крові чи кількість червоних кров'яних тілець. Людина, яка не отримує з їжею достатньої кількості заліза, страждає таким захворюванням як анемія. Анемія одна з найнебезпечніших хвороб для організму, що росте [33].

Більший вміст в сирі та сиркових продуктах важливих мінеральних речовин, значного вмісту білка та молочного жиру робить сир дуже корисним і рекомендованим до дитячого харчування, харчування вагітних і матерів-годувальниць.

Вітаміни – це органічні речовини, які б регуляції обміну речовин у людському організмі. Вітаміни надходять до організму з їжею, вони не виробляються внутрішніми органами людини. Авітаміноз - це захворювання, що настають при нестачі будь-якої групи вітамінів. При авітаміноз порушується робота всіх органів людського організму. Сир та сирні продукти славляться високим вмістом вітамінів груп А, В, С, D та багатьох інших [32].

Вітамін А. Це найважливіший вітамін, що впливає розвиток зору, росту, стан шкіри та слизових оболонок. Нестача вітаміну А в організмі призводить до такого захворювання як: «куряча сліпота» – це ослаблення чіткості зору у сутінковий час доби [34].

Вітамін С дуже важливий для здоров'я людини. Нестача вітаміну С в організмі призводить до такого захворювання як цинга, це така хвороба, коли розхитуються і випадають зуби, запалюються слизові оболонки, набрякають суглоби, спостерігається схуднення і загальна слабкість і можливий летальний кінець.

Вітаміни групи В славляться своїм високим вмістом у сирі. Наприклад, вітамін В1 бере участь в обміні вуглеводів, але його вміст у сирі не дуже

великий. Вітамін В2 сприяє нормалізації обміну білків та вуглеводів, також є найважливішим вітаміном для правильного зростання організму та загоєння ран. Вітамін В12 найважливіший вітамін, що бере участь у процесі кровотворення. При нестачі вітаміну В12 розвивається таке захворювання як недокрів'я.

Вітамін РР або нікотинова кислота, вітамін, що бере участь у складі ферментів, що виробляють окислювальні процеси в організмі.

Амінокислота триптофан, що знаходиться в сирі, нашим організмом синтезується в нікотинову кислоту, а її недолік може призвести до загальної слабкості, швидкої стомлюваності, безсоння та запалення шкірних покривів (пелагрі).

Вітамін D, це вітамін, що не міститься в сирі, але він може вироблятися людським організмом під дією сонячних променів з провітамінів, що містяться в сирі.

Сир є концентратом молочного білка і деяких інших складових частин молока. Споживання такого продукту, як сир, дуже важливе для повноцінного харчування людини. При неповноцінному харчуванні порушуються обмін речовин, функціональна здатність травної, серцево-судинної, нервової та інших систем [35].

Необхідність створення функціональних продуктів харчування була викликана безліччю проблем, серед яких: стресові навантаження, демографічні проблеми населення, збільшення кількості осіб з різними захворюваннями, а також погіршення здоров'я дітей.

Основним завданням, що стоїть перед харчовою промисловістю, є розробка рецептур нових функціональних продуктів із традиційних видів сировини. Сьогодні функціональні продукти харчування створюють на основі традиційних технологій, використовуючи методи, що забезпечують підвищення вмісту корисних інгредієнтів до рівня фізіологічних норм їх споживання (10-50% від добової потреби), при цьому спираються на основні принципи [18]:

- приналежність до традиційного раціону харчування (продукти регулярного попиту, масового споживання, доступні всім верствам населення);
- можливість гармонійного введення в харчовий продукт функціонального інгредієнта з метою перетворити звичайний продукт на продукт функціонального призначення, і навіть можливість рівноцінної заміни традиційної харчової добавки не аліментарної природи;
- збереження корисних властивостей введеного інгредієнта у складі продукту протягом всього терміну придатності. Нині вченими ведуться роботи, створені задля створення білкових добавок, сприяють збільшенню виходу сирних продуктів.

Молочні продукти є одними з найдоступніших і щодня споживаних у нашій країні, таким чином, збагачення молочних продуктів кальцієм допомогло б знизити рівень дефіциту його в країні [36].

Найбільш простий спосіб збагачення молочних продуктів кальцієм, зокрема кисломолочного сиру, це додавання в молочний продукт яєчної шкаралупи, що є повноцінним аналогом природного походження.

За останні кілька років асортимент кисломолочного сиру та сирних продуктів значно збільшився. Також спостерігається зростання підприємств із виробництва молочних продуктів.

Кисломолочні продукти мають велике значення в харчуванні людини завдяки своїм дієтичним та лікувальним властивостям, легкої засвоюваності та приємному смаку [37].

Кисломолочний сир – це білковий кисломолочний продукт, що має високу харчову цінність і лікувально-дієтичними властивостями.

Його виготовляють шляхом сквашування пастеризованого незбираного або знежиреного молока та видалення з отриманого згустку частини сироватки.

Сир із не пастеризованого молока також можна використовувати для виробництва, але тільки тих виробів, які піддаються обов'язковій термічній обробці (вареники, сирники), або для виробництва плавлених сирів.

До складу сиру може входити 14-17 % білків, до 18 % жиру, 2,4-2,8 % молочного цукру. Він багатий кальцієм, залізом, фосфором, магнієм – мікроелементами, необхідні зростання і розвитку молодого організму. Сир і сирні продукти дуже поживні завдяки високому вмісту білків і жиру. Білки сиру частково пов'язані з солями фосфору та кальцію, що сприяє кращому їх перетравленню у шлунку та кишечнику. Завдяки чому сир дуже добре засвоюється організмом [32].

Залежно від молочної сировини сир поділяють на групи:

- з натурального молока;
- з нормалізованого молока;
- з відновленого молока;
- з рекомбінованого молока;
- з їх сумішей.

Залежно від масової частки жиру сир поділяють на:

- нежирний
- класичний (9 %);
- жирний (18 %).

Харчова та енергетична цінність кисломолочного сиру представлена у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Харчова та енергетична цінність кисломолочного сиру

Кисломолочний сир	Вміст основних харчових речовин у 100 г продукту, г				Енергетична цінність, ккал
	Вода	Білки	Жири	Вуглеводи	
18 %	63,2	14,0	18	2,8	232
9 %	70,3	16,7	9	2,0	159
Нежирний	77,2	18,0	2	1,8	88

Метіонін і холін, що містяться в складових частинах сиру, сприяють попередженню атеросклерозу. У раціоні харчування сир дуже важливий для

дітей, вагітних жінок і матерів-годувальниць, тому що солі кальцію і фосфору, що знаходяться в ньому, витрачаються на утворення кісткової тканини і крові [38].

Кисломолочний сир корисний при захворюваннях серця та нирок, що супроводжуються набряками, кальцій сприяє виведенню рідини із організму.

У таблиці 1.2 представлено амінокислотний склад сиру.

Таблиця 1.2

Амінокислотний склад сиру

Незамінні амінокислоти, мг на 100 г продукту	18 %	9 %	Нежирний
Валін	838	980	990
Ізолейцин	690	828	1000
Лейцин	1282	1538	1850
Лізин	1008	1210	1450
Метіонін	384	461	480
Треонін	649	191	800
Триптофан	212	724	180
Фенілаланін	762	914	930

Дуже корисним для здоров'я є ацидофільно-дріжджовий сир, який збагачується дріжджами та чистою культурою ацидофільної палички. Мінеральні речовини у кисломолочному сирі беруть участь у кісткоутворенні. Сир містить вітаміни, їх кількість у сирі представлена у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3

Вміст вітамінів у сирі

Кисломолочний сир	B ₁	B ₂	PP	C
18 %	0,05	0,30	0,3	0,5
9 %	0,04	0,27	0,4	0,5
Нежирний	0,04	0,25	0,45	0,5

У таблиці 1.4 представлено вміст макро та мікроелементів у кисломолочному сирі.

Таблиця 1.4

Вміст макро та мікроелементів у кисломолочному сирі

Показники	Нежирний	9 %	18 %
Макроелементи, мг на 100 г			
Калій	117	114	112
Кальцій	120	135	150
Магній	24	23	23
Натрій	44	42	41
Фосфор	189	201	216
Хлор	115	134	152
Мікроелементи, мг на 100 г			
Железо	300	385	461
Кобальт	2	1	1
Марганець	8	8	8
Медь	60	67	74
Олово	7,7	7,7	7,7
Селен	32	32	32
Хром	364	379	394

Спираючись на дані таблиці 1.4 можна дійти висновку, що кисломолочний сир багатий на мікро і макроелементи, які є важливими для здоров'я людини. Також слід звернути увагу на те, що в жирному сирі вміст мікроелементів вищий, ніж у нежирному, а в нежирному сирі, навпаки, вищий вміст деяких макроелементів, наприклад калію, магнію, натрію.

1.5. Способи виробництва кисломолочного сиру

Технологія виробництва сиру ґрунтується на сквашуванні молока закваскою, отриманні згустку та його подальшої обробки. Згусток одержують при кислотній та кислотно-сичужній коагуляції білків молока. Виходячи з цього, існують два основні способи виробництва сиру [39]:

- кислотний;
- кислотно-сичужний.

Виробництво сиру кислотно-сичужним способом. При цьому способі вироблення сиру згусток утворюється за допомогою сичужного ферменту і молочнокислого бродіння.

Для виробництва сиру використовують лише доброякісну сировину. Нормалізоване молоко очищають від механічних домішок та направляють на пастеризацію. Пастеризоване молоко охолоджується до температури заквашування і прямує до спеціальних ванн для вироблення сиру .

Для заквашування молока застосовують закваску, приготовлену на чистих культурах мезофільного молочнокислого стрептококу. Після додавання закваски молоко ретельно перемішують. Після витримки заквашеного молока вносять сичужний фермент. Заквашене молоко витримують до досягнення кислотності 32–35 °Т. Далі вносять розчин хлористого кальцію, щоб відновити здатність пастеризованого молока утворювати під дією сичужного ферменту щільний, добре відокремлює сироватку згусток. У перемішане молоко додають розчин сичужного ферменту, потім ретельно перемішують і залишають для утворення згустку [40].

При правильному веденні технологічного процесу із застосуванням закваски на мезофільних культурах швидкість сквашування молока становить 6-8 год, при прискореному методі 4-4,5 год.

При виробництві сиру з отриманого згустку видаляють вологу (сироватку разом із розчиненими у ній сухими речовинами – лактозою, сироватковими білками, мінеральними солями та інших.). Щоб прискорити

виділення сироватки згусток розрізають на невеликі частини, це сприяє збільшенню його поверхні та відкриттю безлічі капілярів та пор, а також скорочення шляху проходження сироватки на поверхню. З порушеного згустку інтенсивно виділяється сироватка, кубики ущільнюються і в них наростає кислотність [39].

Сироватку, що відокремилася за час витримки, випускають через штуцер або видаляють із ванни сифоном. Наприкінці процесу самопресування мішки зі згустком рівномірно розкладають на перфороване дно візка кілька рядів, опускають ними плиту і пресують сир до готовності.

Мішки в прес-візку в ході пресування перекладають і струшують для прискорення виділення сироватки (нижні мішки переміщують вгору, а верхні - вниз). Пресування рекомендується проводити в приміщеннях з температурою повітря не вище 8 °С, щоб уникнути наростання кислотності. Для цього прес-візки перевозять із виробничого цеху до спеціальних охолоджувальних камер. Закінчення пресування визначають за вмістом води у сирі. Процес видалення сироватки зі згустку триває щонайменше три години. Щоб запобігти наростанню у сирі кислотності, після закінчення пресування його охолоджують до 6–8 °С. Для цієї мети використовують охолоджувачі. На невеликих підприємствах після пресування сир перемішують у холодильні камери. Готовий сир розфасовують у велику та дрібну тару [41].

Але технологія вироблення сиру кислотно-сичужним способом не ідеальна і має низку серйозних недоліків. Головним недоліком є те, що весь процес вироблення сиру має велику тривалість і займає не менше 11 год. Операції з видалення сироватки зі згустку вимагають великої витрати ручної праці та займають багато часу, а це позначається на зниженні продуктивності праці. Також із сироваткою зі згустку йде значна кількість жиру. Нежирний сир, як правило, виробляють кислотним способом [40].

Виробництво нежирного сиру поширене як на великих підприємствах, а й у дрібних підприємствах. Виробництво нежирного кисломолочного сиру здійснюється на тому ж обладнанні, на якому виготовляють жирний сир

кисотно-сичужним способом. Вимоги до знежиреного молока: сировина, призначена для виробництва сиру, має бути доброякісною, свіжою та мати кислотність не вище 21 °Т [3].

Молоко пастеризують та охолоджують до температури заквашування. Після ретельного вимішування в сировину вносять закваску і залишають у спокої для утворення згустку. Щоб прискорити відділення сироватки, згусток розрізають у вертикальному та горизонтальному напрямку ножами на кубики з розміром по ребру 20 мм і залишають у спокої на 10–15 хв [41].

При підвищенні температури процес синерезису прискорюється, це сприяє більш сильному стягуванню білкового згустку та більш інтенсивному виділенню сироватки. Тому розрізаний згусток нагрівають до 36-38 °С.

При виробництві сиру у двостінних ваннах у міжстінковий простір подають гарячу воду. Згусток обережно перемішується для більш рівномірного нагрівання всієї маси. При виробництві в одностінних ваннах до згустку додають гарячу сироватку з температурою 60-65 °С [41].

Підігрівання за підвищеної кислотності згустку, краще проводити кип'яченою гарячою водою. Гарячу сироватку або воду слід приливати у ванну поступово та рівномірно при помішуванні, це допоможе уникнути перегрівання згустку. Утворенню сухої та грубої консистенції сиру сприяє перегрівання згустку. Недостатнє підігрівання згустку сприяє уповільненню відділення сироватки, це може викликати наростання кислотності та негативно позначається на якості продукту. Нагрівання припиняють після досягнення необхідної температури, потім для кращого зневоднення згусток залишають у спокої на 10-15 хв. Далі видаляється частина сироватки і згусток розливають у мішки. Кислотність перед розливом повинна дорівнювати 80-85 Т.

Пресування і самопресування відбувається таким же чином, як при виготовленні жирного сиру кисотно-сичужним способом. Нежирний сир фасують у велику тару, оскільки в основному використовується як сировина у виробництві плавлених сирів [42]. Існує роздільний метод виробництва сиру.

При роздільному способі виробництва кисломолочного сиру молоко нагрівають у пластинковому апараті до температури 40-45 °C і сепарують до отримання вершків з масовою часткою жиру не менше 50-55 %. Вершки проходять пастеризацію в пластинковій пастеризаційно-охолоджувальній установці при температурі 90 °C, охолоджуються до температури 2-4 °C і прямують на тимчасове зберігання [43].

Знежирене молоко також пастеризується при температурі 78-80 °C з витримкою 20 с, охолоджується до температури 30-34 °C і направляється в резервуар для сквашування, який має спеціальну мішалку. До резервуару також подаються закваска, фермент і хлорид кальцію, далі суміш ретельно перемішують і залишають у спокої для сквашування до кислотності згустку 90-100 °T.

Отриманий згусток знову перемішують і насосом подають у пластинчастий теплообмінник, де він спочатку нагрівається до температури 60-62 °C, а потім охолоджується до температури 28-32 °C, після чого згусток краще розділяється на сироватку і білкову частину.

Згусток, з теплообмінника, подається в сепаратор-сировиготовлювач під тиском, де поділяється на сир і сироватку. Зневоднення сепаруванням при виробництві нежирного сиру проводять до масової частки вологи в згустку 75-76%, а при виробництві жирного сиру до масової частки вологи 78-79% [43].

Отриману сирну масу охолоджують на пластинковому охолоджувачі до температури 8 °C, розтирають на вальцях до отримання однорідної консистенції. Охолоджений сир відправляють у місильну машину, куди подаються пастеризовані охолоджені вершки і суміш перемішується. Готовий сир розфасовують на автоматах та відправляють у камеру для зберігання.

Головною перевагою лінії є повна механізація технологічного процесу, що здійснюється безперервно та в закритому потоці. Також перевагою є виключення всіх ручних операцій з вироблення сиру (за винятком миття обладнання), завдяки тому, що найбільш трудомісткий процес – відділення сироватки зі згустку – відбувається безперервно, за допомогою сепаратора. Це

призводить до покращення санітарно-гігієнічних умов виробництва, зниження собівартості, підвищення продуктивності праці та підвищення якості готового продукту [43].

Сир виготовлений із застосуванням ультрафільтрації. Такий сир відрізняється від традиційної кремовою консистенцією і структурою. Однак його смакові якості набагато кращі і виразніші, не дивлячись на однаковий вміст жиру. Сир, виготовлений ультрафільтрованим способом, можна використовувати як вихідну сировину для виробництва сирних мас, плавлених сирів і сирних сирків [44].

В даний час використовують два способи виробництва ультрафільтрованого сиру. Перший спосіб - це ультрафільтрація молока з метою його концентрації з подальшим сквашування. У згустку, що отримується, вміст сухих речовин 18-20%.

Другий спосіб – це ультрафільтрація сквашеного згустку.

Кислотність згустку перед обробкою дуже впливає на якість отриманого сиру.

За допомогою баро-мембранних методів виробництва можна проводити маніпуляції з вихідною сировиною, намагаючись досягти її стандартизації вмісту білка, що сприяє полегшенню ведення технологічних процесів.

Сир, що отримується з використанням баро-мембранних технологій, широко застосовується у різних галузях харчової промисловості. Найчастіше його використовують як вихідну сировину для виробництва сирного морозива, кремів, сирних паст, а також як начинки для різних кондитерських виробів, вироблення аерованих виробів – суфле, сирного зефіру, повітряних сирів [45].

Ферментоване підігріте молоко в багатоступінчастій установці ультрафільтрації направляється методом поперечного потоку через мембрани. При такій фільтрації продукт з дуже великою швидкістю переміщається у поперечному напрямку через напівпроникну мембрану, а за мембраною створюється протитиск.

За рахунок чого запобігається блокування пор компонентами молока, наприклад, міцелами казеїну або крапельками жиру, коли сироватка проштовхується через мембрану. У каналах модулів молоко концентрується до сухої речовини, що становить від 21 до 30%. Сир, який утворюється при цьому, перекачують у баки для продуктів, змішують із добавками, охолоджують та розфасовують [45].

Порівняно з полімерними мембранами керамічні модулі ультрафільтрації виділяються великою стійкістю до високих температур і коливань показника рН, а також піддаються стерилізації та мають у багато разів більший термін служби.

Головна перевага ультрафільтраційних установок – постійний вміст сухих речовин у сирі незалежно від кількості вихідного вмісту білка в молоці.

Переваги виробництва кисломолочного сиру із застосуванням ультрафільтрації [46]:

- підвищення поживних властивостей за рахунок збереження сироваткових білків;
- збільшення виходу сиру, (на 1 кг сиру з вмістом сухих речовин близько 18-20% витрачається 3-3,5 л молока);
- можливість використовувати як сировину сухе молоко без втрат та погіршення якості продукту;
- виробництво сиру з підвищеною харчовою цінністю, гарантованим складом, регульованим вмістом жиру та збільшеним виходом для харчування дітей раннього віку, хворих та ослаблених людей, спортсменів, а також масового споживання.

Сир, отриманий з знежиреного молока методом ультрафільтрації, набирає все більшої полярності, через низьку калорійність. У разі отримання знежиреного сиру ультрафільтрацією фактор отримання несмачного продукту практично зникає [46]. Зернений сир із вершками – відноситься до розсипчастих молочних продуктів. Такий сир виготовляється з сирного зерна з подальшим додаванням до нього вершків та кухонної солі. Цілком

виключається додавання стабілізаторів консистенції. Зернений сир – це білковий кисломолочний продукт. Він представляє якусь сирну масу, але сирні зерна у цій масі чітко помітні і вкриті вершками. Зернений сир, за хімічним складом та смаковими властивостями дуже близький до звичайного сиру.

При виробництві зернистого сиру велике значення має вміст сухих речовин у знежиреному молоці. Цей показник впливає структуру зерна, вихід готового продукту і швидкість сквашування. Молоко, підготовлене для виробництва, піддається сепарації при температурі 34–40 °C для одержання вершків з масовою часткою жиру 13–20 %, знежиреного молока з масовою часткою жиру 0,05 % та сухих знежирених речовин не менше 8,5 %. Вершки пастеризуються при температурі (92±2) °C з витримкою 15-20 с, потім їх гомогенізують при температурі 26-30 °C і тиску 10-15 МПа, далі охолоджують до температури 5-8 °C і витримують 10-12 год. Знежирене молоко пастеризується при температурі (72±2) °C з витримкою 15–20 с [43].

Заквашування молока проводять при температурі (30±2) °C при швидкому способі сквашування та при температурі (21±2) °C при тривалому. Застосовується закваска, приготовлена на культурах мезофільних молочнокислих стрептококів. Закваску додають у молоко в кількості 50-80 кг на 1000 кг молока при швидкому способі сквашування і в кількості 10-30 кг на 1000 кг при тривалому способі. Після внесення закваски в молоко додають 30-40% розчин хлористого кальцію з розрахунку 400 г безводної солі на 1000 кг молока та розчин сичужного порошку, або пепсину, або ферментного препарату ВНІМС із розрахунку 0,5–1 г на 1000 кг молока (активність 100000 одиниць). Перемішування молока здійснюють протягом 30-40 хв з інтервалом 10-15 хв. Сквашування молока закінчується через 5-7 годин при швидкому способі сквашування і через 10-12 годин при тривалому з моменту внесення закваски. Наприкінці сквашування кислотність сироватки має бути 46–48 °T за умови масової частки сухих речовин у молоці 8,5–9,5 % та 49–55 °T при масовій частці сухих речовин понад 9,5 %, рН згустку наприкінці сквашування 4,6-4,9 [42].

Переваги швидкого способу сквашування згустку:

- швидкий технологічний цикл;
- процес сквашування знаходиться весь час під контролем;
- зменшується забруднення продукту сторонньою мікрофлорою.

Недоліком цього методу сквашування є те, що більша кількість закваски потрібна для виробництва і готовий продукт виходить з не дуже вираженим ароматом. Незалежно від способу сквашування температура сквашування молока протягом усього сквашування повинна залишатися незмінною. Навіть незначне зниження температури сквашування здатне організувати значну затримку процесу та посприяти отриманню в'ялого, не пружного згустку. Обробка згустку проводиться після закінчення сквашування.

При виробництві зернистого сиру це ключова технологічна операція, оскільки вона впливає на перехід сухих речовин молока в зерно. Зерно вийде грубим та гумовим, якщо кислотність згустку при розрізанні дуже низька. Якщо ж кислотність згустку при розрізанні висока, то частинки згустку виходять ламкими, а зерно буде неоднорідним з високим вмістом пилу білкового в сироватці, а також борошнистої консистенції готового продукту. Таке зерно при відварюванні розвалюється, а при змішуванні з вершками втрачає форму і перетворюється із зерна на сирну масу [47].

Отриманий потік розрізається дротяними ножами на кубики розміром по ребру 8,10 або 12,14 см. Для виділення сироватки розрізаний потік залишається у спокої на 20–30 хв. На наступному етапі у ванну вноситься вода, температурою $(45 \pm 2)^\circ\text{C}$, вода вноситься з зниження кислотності сироватки до $36\text{--}40^\circ\text{T}$. Маса води повинна становити 10-15% від маси вмісту у ванні. Потім зерно акуратно перемішують і починають повільно підігрівати, вводячи гарячу воду в міжстінний простір. Підігрівати зерно, особливо у першій стадії до температури $(38 \pm 2)^\circ\text{C}$ потрібно рівномірно. Температуру вмісту у ванній слід підвищувати на 1 градус кожні 10 хвилин. При цьому потрібно перемішувати зерно лише для того, щоб утримати його у зваженому стані [42].

Подальше підігрівання вмісту ванни до 48-55 ° С потрібно вести швидше, щоб температура підвищувалася на 1 градус за кожні 2 хвилини. Після того, як температура у ванні підвищилася до необхідної, зерно вимішують протягом 30-60 хв для його ущільнення. Періодично перевіряють придатність зерна. Готове зерно, попередньо охолоджене у водопровідній воді, при легкому стисканні в руці повинно зберігати свою форму. Після відварювання сироватку з ванни видаляють і приступають до промивання і одночасно охолодження зерна. Зерно промивають водою у дві стадії: I – воду з температурою (16 ± 2) °С додають у кількості 40–50 % від початкової маси молока, що заквашується, перемішують протягом 15–20 хв і воду видаляють; II – воду з температурою трохи більше 8 °З додають у кількості 30–40 %, перемішують 15–20 хв і видаляють. Далі зерно слід обсушити. Для цього його зсувають до стінок ванни так, щоб усередині утворився жолоб для вільного стікання сироватки, і залишають на 1-2 години. Під час обсушування ванну потрібно закривати [42].

Масова частка вологи у готовому зерні має бути не більше 80%. Тривалість обсушування залежить від консистенції та розмірів зерна та від товщина шару. Зерно м'яке і з великою кількістю пилу обсихає повільніше, ніж зерно грубіше і однорідне структурою. У охолоджені вершки вносять сіль і після цього додають до знежиреного зерна. Змішування зерна з вершками та сіллю проводиться у змішувачі. При ручному пакуванні у велику тару застосовують вершки 20% жирності, при пакуванні у дрібну тару на автоматах – 13-15% жирності. У добре змішаному продукті зерна мають бути рівномірно вкриті шаром в'язких вершків. Зберігають зернений сир при температурі 0–6 °С не більше 36 годин, у тому числі на підприємстві-виробнику не більше 24 годин.

1.6. Властивості яєчної шкаралупи

Яйце приносить величезну користь не тільки людині, а й іншим живим організмам. Таким чином, яєчна шкаралупа широко використовується в народній медицині, косметології, садівництві та інших сферах життя. Найголовніше, цей продукт є обов'язковим для всіх [48].

Секрет, який зробив його таким важливим, полягає в його унікальному хімічному складі. Яєчна шкаралупа містить 1,6-2% води, 3,3% азоту та 95,1% неорганічних речовин. Основними компонентами неорганічних речовин є карбонат кальцію (92,8%), бікарбонат магнію (1,5%), фосфати кальцію та магнію (0,8%) [49].

Додавання подрібненої яєчної шкаралупи запобігає ламкості волосся і нігтів, кровоточивість ясен, запори, нудоту, безсоння та астму. Терапія яєчною шкаралупою дуже корисна, особливо для вагітних жінок, дітей до 6 років, а також підлітків та молодих людей. Яєчна терапія двічі в рік корисна для профілактики захворювань хребта, карієсу та остеопорозу у дорослих.

Сьогодні у світовій практиці проявляється інтерес до переробки яєчної шкаралупи. Введення в їжу яєчної шкаралупи обумовлюється її високою терапевтичною активністю. Вона незамінна при лікуванні таких захворювань, як атеросклероз, цукровий діабет, хвороби шлунку, печінки та підшлункової залози, а крім того, вона є загальнозміцнювальним засобом [50].

Шкаралупа заповнює дефіцит заліза у лікуванні анемії; при вивихах чи переломах також корисна шкаралупа яєць, оскільки вона прискорює загоєння та відновлення організму; яєчну оболонку потрібно вживати при бронхіальній астмі та гастриті; шкаралупа зменшує можливості появи каменів у нирках.

Яєчна шкаралупа виготовлена з карбонату кальцію – речовини, необхідної для здоров'я наших кісток. Але кожна оболонка насправді складається із трьох окремих шарів. Перший твердий і майже повністю (95-97%) складається з кристалів карбонату кальцію. Зовні є плівка (кутикула) з численними порами (їх близько 17000), що забезпечує газообмін між

внутрішньою частиною яйцеклітини та навколишнім середовищем. Вона захищена зовнішнім шаром, який називається епідермісом [50].

Два останні шари яєчної шкаралупи називаються внутрішньою та зовнішньою оболонками. Обидві мембрани складаються з білків і є міцними та гнучкими. Одним з білків, що входять до складу цих шарів, є кератин, що міститься, наприклад, у рогах носорога та волоссі людини.

Одна яєчна шкаралупа середнього розміру може забезпечити вдвічі більше кальцію, ніж рекомендована добова норма для дорослої людини. І цей мінерал необхідний не тільки для росту та розвитку кісток, він також допомагає регулювати роботу серця та м'язів, регулює рівень магнію, фосфору та калію у крові [51].

Враховуючи дефіцит кальцію у нашому раціоні, яєчна шкаралупа є дешевим та доступним джерелом. Одна оболонка містить близько 900 мг елементарного кальцію (кальцію, який може засвоюватись нашим організмом) у формі карбонату кальцію. Шкаралупа містить інші мікроелементи, серед яких: бор, магній, марганець, мідь, залізо, молібден, сірка, цинк.

Користь кальцію з яєчної шкаралупи привернула увагу вчених з остеопорозу. Їхні висновки доводять, що разом зі стронцієм і фтором він позитивно впливає на метаболізм кісток і стимулює зростання хрящів [51].

Клінічні випробування за участю жінок у постменопаузі також показують, що харчова добавка з порошком яєчної шкаралупи може зменшити біль, пов'язаний з остеопорозом, та збільшити рухливість пацієнтки. Ті ж дослідження пов'язують це із зупинкою дегенерації кісток та в деяких випадках збільшенням щільності кісток.

Дослідники з Массачусетського університету експериментують з використанням яєчної шкаралупи як природне джерело карбонату кальцію для трансплантатів кісток. Інноваційний процес вимагає додавання до гідрогелевої суміші дрібно подрібненої шкаралупи курячих яєць. Це дозволяє зробити каркас, у якому нова кістка може сформуватися із кісткових клітин. Оболонки гідрогелю можуть прискорити загоєння після кісткової пластики [51].

У медицині корисний як порошкоподібний вапняковий шар шкаралупи. Дослідники довели ефективність використання мембран у альтернативній терапії захворювань сполучної тканини. Йдеться про такі захворювання, як артрит, вовчак, подагра та біль у спині. Ці стани зазвичай лікуються знеболюючими або протизапальними препаратами, які мають обмежену ефективність та можуть створювати ризики для серцевих та шлунково-кишкових проблем. Навпаки, мембрана яєчної шкаралупи знімає біль та дискомфорт, пов'язані з порушеннями сполучної тканини, без побічних ефектів [52].

У народній медицині яєчну шкаралупу використовують для підвищення і зміцнення імунітету дорослих та дітей. Перевага цього препарату в тому, що він містить кальцій та мінерали, необхідні для стимуляції утворення лімфоцитів (імунних клітин) у кістковому мозку.

Знаючи всі ці корисні властивості яєчної шкаралупи, деякі подрібнюють її на порошок, який використовують як натуральну харчову добавку. Ретельно очищена та належним чином підготовлена, вона досить їстівна. Однак ця практика також пов'язана з ризиком – яйця можуть бути заражені *Salmonella enteritidis*, які, якщо їх проковтнути, можуть спричинити інфекцію [52].

Тому чисті шкаралупи потрібно випікати за 350 градусів протягом 8 хвилин, а після охолодження подрібнити на порошок. Як добавка кальцію можна щодня додавати по чайній ложці порошку в соки, коктейлі і т.д. Результат – підвищується щільність кісток, покращується стан шкіри, зубів та волосся.

1.7. Висновки і постановка завдання

Результати огляду літературних джерел про можливість збагачення харчових продуктів, зокрема молочних, показали доцільність розробки рецептур кисломолочного сиру функціонального призначення.

Включення кисломолочного сиру функціонального призначення до раціону харчування дозволяє заповнити дефіцит білка у значної частини населення. У зв'язку з цим питання підвищення якості та безпеки сиркових продуктів визначають їх конкурентоспроможність.

Тому метою нашої роботи було розроблення технології кисломолочного сиру із використанням в якості добавки – яєчної шкаралупи.

Для досягнення вказаної мети необхідно виконати такі завдання:

1. Провести аналіз споживання молочних продуктів в Україні.
2. Встановити оптимальні технологічні параметри виробництва кисломолочного сиру.
3. Встановити оптимальну дозу внесення порошку з яєчної шкаралупи у кисломолочний сир.
4. Виготовити кисломолочний сир функціонального призначення з різною дозою внесення порошку яєчної шкаралупи. Вивчити вплив порошку з яєчної шкаралупи на показники якості та безпеки кисломолочного сиру.
5. Проаналізувати зміни показників титрованої та активної кислотності у процесі зберігання зразків кисломолочного сиру функціонального призначення.
6. Розрахувати економічну ефективність виробництва кисломолочного сиру функціонального призначення з використанням яєчної шкаралупи.

2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Матеріали для досліджень

Експериментальні дослідження виконували у лабораторії кафедри технології молока і молочних продуктів Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.

Кисломолочний сир виготовляли відповідно до вимог ДСТУ 4554:2006 Сир кисломолочний. Технічні умови [53].

Експериментальні дослідження розроблення технології кисломолочного сиру здійснювали у 2 етапи. На 1 етапі виготовляли кисломолочний сир кислотним і кислотно-сичужним способами. На 2 етапі у кисломолочний сир вносили подрібнену яєчну шкаралупу.

Для розробки функціонального кисломолочного сиру розробляли продукт з масовою часткою жиру 5%. Першим кроком став вибір оптимальних режимів його виробництва.

У своїх дослідженнях ми відпрацьовували такі технологічні чинники: спосіб виробництва кисломолочного сиру, температуру сквашування та відварювання.

Кисломолочний сир виготовляли кислотним і кислотно-сичужним способом.

Для досліджень обрали мезофільно-термофільную закваску прямого внесення ХМТ-3 фірми Хр. Хансен Україна. Закваска для сиру ХМТ-3 – це мезофільно-термофільна культура, яка забезпечує газо- та ароматоутворення, ідеально підходить для приготування домашнього сиру.

За органолептичними характеристиками згідно з ДСТУ 4554:2006 Сир кисломолочний. Технічні умови, кисломолочний сир має відповідати вимогам таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Органолептичні показники кисломолочного сиру

Назва показника	Характеристика
Консистенція і зовнішній вигляд	М'яка, мажуча або розсипчаста з наявністю або без відчутних частинок молочного білка
Смак та запах	Чисті, кисломолочні, без сторонніх присмаків та запахів. Для продукту з відновленого молока із присмаком сухого молока
Колір	Білий або з кремовим відтінком, рівномірний по всій масі

За фізико-хімічними показниками згідно з ДСТУ 4554:2006 Сир кисломолочний. Технічні умови, кисломолочний сир має відповідати вимогам таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Фізико-хімічні показники кисломолочного сиру

Назва показника	Норма
Масова частка жиру, %	Понад 2 до 18
Масова частка білка, %, не менше ніж	14
Масова частка води, %	Від 65 до 80
Кислотність титрована, °Т, в межах	Від 170 до 250

За мікробіологічними показниками згідно з ДСТУ 4554:2006 Сир кисломолочний. Технічні умови, кисломолочний сир має відповідати вимогам таблиці 2.3.

Мікробіологічні показники кисломолочного сиру

Назва показника	Норма
Кількість молочнокислих бактерій, КУО, в 1 г продукту, не менше	10^6
Бактерії групи кишкової палички, коліформи	Не дозволено
Кількість пліснявих грибів, КУО, в 1 г продукту, не більше	50
Кількість дріжджів, КУО, в 1 г продукту, не більше	100
Патогенні мікроорганізми, зокрема <i>Salmonella</i> , в 25 г продукту	Не дозволено
<i>Staphylococcus aureus</i> , в 0,01 г продукту	Не дозволено

Для збагачення кисломолочного сиру використовували порошок яєчної шкаралупи, який попередньо отримували в умовах лабораторії кафедри технології молока і молочних продуктів ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького.

Для отримання порошку з яєчної шкаралупи брали куряче яйце з білою шкаралупою, відварювали, очищали шкаралупу. Шкаралупу обробляли кип'ятінням, висушували у сушильній шафі, потім із неї готували порошок (рис 2.1).



Рис. 2.1. Порошок яєчної шкаралупи

Порошок із яєчної шкаралупи отримували за наступною схемою (рис. 3.10).

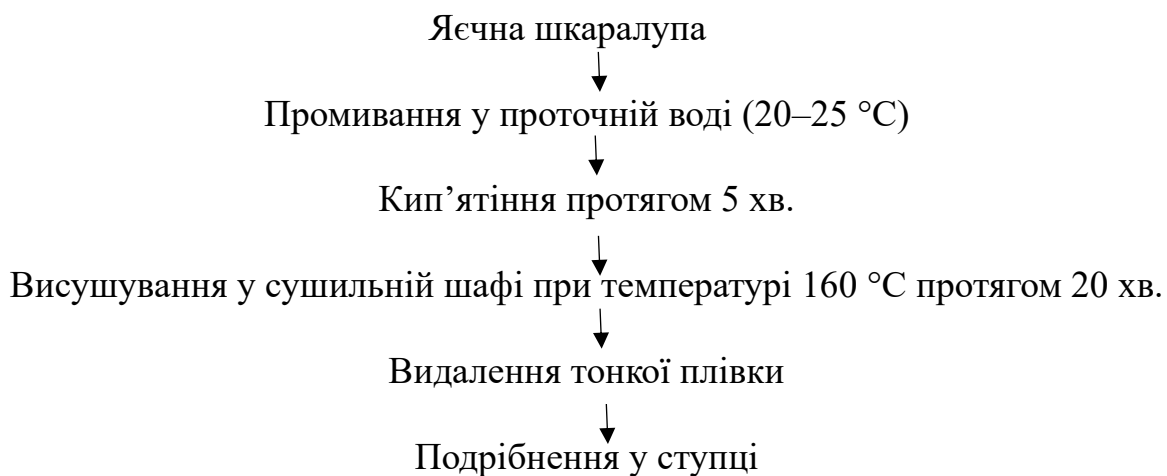


Рис. 2.1. Схема отримання порошку з яєчної шкаралупи

2.2. Методи досліджень

Відбір та підготовка проб до аналізу – згідно ДСТУ ISO 707:2002 та нормативними документами, що діють на території держави, яка затвердила стандарт.

Визначення зовнішнього вигляду та кольору здійснюють візуально, консистенції, смаку та запаху проводять органолептично і характеризують відповідно до вимог таблиці 2.1.

Визначення масової частки жиру – згідно ДСТУ ISO 11870:2007 та нормативними документами, що діють на території держав, які затвердили стандарт [54].

Визначення масової частки білка – за нормативними документами, які діють на території держав [55].

Визначення кислотності – згідно ДСТУ 8550:2015 та нормативними документами, що діють на території держав, які затвердили стандарт [56].

Визначення масової частки вологи – згідно ДСТУ 8574:2015 та нормативними документами, що діють на території держав, які ухвалили стандарт.

Визначення мікробіологічних показників:

- бактерій групи кишкових паличок – згідно ДСТУ 7089:2009 та за нормативними документами, що діють на території держав, які прийняли стандарт [57];
- дріжджів, плісняв – згідно ДСТУ 7089:2009 та за нормативними документами, що діють на території держав, які прийняли стандарт [57];
- *Staphylococcus aureus* – згідно ГОСТ 30347-97 та нормативними документами, що діють на території держав, які прийняли стандарт;
- бактерій роду *Salmonella* – згідно ДСТУ IDF 93A:2003 та за нормативними документами, що діють на території держав, які затвердили стандарт [58];
- молочнокислих мікроорганізмів – згідно ДСТУ IDF 100B:2003 та за нормативними документами, що діють на території держав, які затвердили стандарт [59].

Відбір проб готового продукту та підготовка до аналізів

Перед відбором зразків кисломолочного сиру для мікробіологічного дослідження, верхній шар продукту ретельно зачищають. Зразок витягують стерильним щупом на відстані 3-5 см від краю, спрямовуючи щуп до протилежному боці (похило) і опускаючи на 3/4 його довжини. Зі щупа стерильним шпателем відбирають близько 20 г сиру, поміщають їх у стерильний посуд, шийку якої закривають стерильною кришкою (пробкою), обмотують папером і обв'язують [60].

Якщо продукт вже у розфасованому вигляді, то від партії беруть два зразки оригінальної упаковки; із великої упаковки зразки відбирають із двох-трьох місць від партії.

Мікробіологічне дослідження препарату проводять або відразу ж, або не пізніше 4 годин з моменту взяття проби. До початку дослідження зразки зберігають в умовах, що забезпечують температуру продуктів не вище 6 °С, не допускаючи підмороження.

З кожної розкритої контрольної одиниці упаковки відбирають щупом, опускаючи його на дно, дві проби: одну з центру, іншу – на відстані 3-5 см від бічної стінки тари – і за допомогою шпателя переносять усю взятую кількість у чисту суху банку.

Потім перемішують вміст і виділяють середній зразок вагою 100-200 г. Від сиру у дрібній розфасовці відбір проб проводиться аналогічно до відбору проб питного молока. Від виробів вагою 50 і 100 г для дослідження як середня проба беруть по два зразки; від виробів вагою 250 г – по одному. Від виробів вагою понад 250 г із різних місць відбирають частину продукту вагою близько 100 г.

Відібрані проби розтирають у ступці до отримання однорідної консистенції.

Визначення титрованої кислотності [61]. У кисломолочному сирі рівень кислотності виявляють наступним чином: у фарфорову ступку місткістю 150-200 см³ зважують 5 г продукту. Його ретельно перемішують і розтирають товкачем, додаючи невеликими порціями 50 см³ дистильованої води, нагрітої до температури 35-40 °С, і три краплі розчину фенолфталеїну, потім титрують 0,1 н розчином гідроксиду натрію до появи слабо-рожевого забарвлення, що не зникає. Кислотність (К, °Т) дорівнює об'єму 0,1 н розчину гідроксиду натрію, витраченого на нейтралізацію 5 г продукту, помноженого на 20. Розбіжність між двома паралельними визначеннями має бути не більше 2 °Т.

Визначення масової частки жиру [61]. Кількість жиру у сирі визначається з використанням вершкових чи молочних жиромірів.

Визначення масової частки жиру у вершковому жиромірі:

1. Жиромір врівноважують на технічних терезах, і відважують 5 г сиру.
2. Далі знімають жиромір з ваг, наливають у нього 5 см³ води, 10 см³ сірчаної кислоти (густиною 1,81-1,82 г/см³) та 1 см³ ізоамілового спирту.

3. Жиромір закривають гумовою пробкою, перемішують вміст і ставлять у водяну баню при температурі води 66 ± 1 °С, періодично струшують до повного розчинення білка.

4. Наступні операції виконуються так само, як при визначенні вмісту жиру в молоці.

5. Потім слід зробити відлік за шкалою вмісту жиру. Вміст жиру у сирі жиромір показує у відсотках. Розбіжність має не перевищувати 0,5 % між паралельними визначеннями.

Визначення масової частки жиру у молочному жиромірі:

1. У жиромір відважують 2 г сиру. Доливають 9 см³ води, 10 см³ сірчаної кислоти (густина 1,81-1,82 г/см³) та 1 см³ ізоамілового спирту.

2. Потім закривають гумовою пробкою; перемішують, ставлять на водяну баню при температурі води 66 ± 1 °С, періодично струшують до розчинення білка.

3. Наступні операції такі самі, як і при визначенні вмісту жиру в молоці.

4. Для отримання вмісту жиру у сирі у відсотках, результат відліку жироміру слід помножити на 5,5.

Визначення вмісту вологи [61]. Вміст вологи у сирі можна визначити арбітражним методом.

1. Бюкси попередньо висушують у сушильній шафі 25-35 хв при температурі 105 °С. Далі охолоджують в ексикаторі, витримуючи 25-35 хв.

2. Охолоджений бюкс зважують, записують масу і поміщають у нього 4-5 г сиру.

3. Бюкс з сиром висушують у сушильній шафі протягом 50-60 хв при температурі 105 °С.

4. Далі виймають бюкс із сушильної шафи, охолоджують і зважують. Ці операції повторюють до становлення постійної маси (різниця в масі не повинна бути більше 0,001 г між двома послідовними зважуваннями [34,35]).

Визначення вмісту вологи у сирі здійснюють за допомогою приладу Чижової прискореним методом. Такий спосіб визначення вологи у сирі

широко поширений на підприємствах з виробництва молочних продуктів, завдяки своїй простоті та швидкості виконання.

При використанні даного методу тонкий шар сиру, поміщений у паперовий пакет, висушується між нагрітими плитами приладу Чижової.

Прилади, що використовуються при визначенні масової частки вологи за допомогою Чижового приладу: прилад Чижовий з плитами прямокутної або круглої форми з вмонтованими в них електронагрівальними елементами і термометром (дозволяє регулювати температуру нагрівання), ваги лабораторні важільні 4-го класу точності, пергамент, ексикатор.

Для підготовки до аналізу слід приготувати двошарові пакети з аркушів газетного паперу розміром 150х150 мм. Пакети накладаються один на одного, згинаються по діагоналі, загинаються по кутах та краях приблизно на 14 мм і пригладжуються в приладі для пакування країв.

Щоб запобігти втраті жиру, кожен пакет вкладають у пергамент, складають по діагоналі, не загинаючи країв. Перед вживанням пакети слід висушити в приладі близько 3 хв., після чого їх охолоджують і зберігають в ексикаторі. Висушений пакет слід зважити, відважити в нього навішування сиру масою 5 г, продукт слід розподіляти рівномірно по всій площі пакета.

Пакет із сиром запечатують і поміщають між плитами нагрітого до 151–153 °С приладу Чижової (одночасно в приладі можна висушити два пакети).

З метою запобігання розриву пакетів на початку сушіння піднімають верхню плиту приладу і в такому стані витримують до припинення рясного виділення парів (близько 20-40 с). Далі плиту відтікають і продовжують висушувати вміст протягом 5 хв.

Пакети з висушеними пробами охолоджують в ексикаторі протягом 3-5 хв і зважують з точністю до 0,01г. Масову частку вологи в сирі (у %) обчислюють за такою формулою (2.1).

$$B = \frac{T_1 - T_2}{5} \times 100 \quad 2.1$$

де T_1 – маса пакета з наважкою до висушування, г;
 T_2 – маса пакета з наважкою після висушування, г;
 5 – наважка сиру, г.

На рисунку 2.2 представлено схему досліджень.



Рис. 2.1. Структурна схема досліджень

3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Розроблення технологічної схеми виробництва кисломолочного сиру

Експериментальні дослідження розроблення технології кисломолочного сиру здійснювали у 2 етапи. На 1 етапі виготовляли кисломолочний сир кислотним і кислотно-сичужним способами. На 2 етапі у кисломолочний сир вносили подрібнену яєчну шкаралупу.

Для розробки функціонального кисломолочного сиру розробляли продукт з масовою часткою жиру 5%. Першим кроком став вибір оптимальних режимів його виробництва.

У своїх дослідженнях ми відпрацьовували такі технологічні чинники: спосіб виробництва кисломолочного сиру, температуру сквашування та відварювання.

Кисломолочний сир виготовляли кислотним і кислотно-сичужним способом.

Для досліджень обрали мезофільно-термофільну закваску прямого внесення ХМТ-3 фірми Хр. Хансен Україна. Закваска для сиру ХМТ-3 – це мезофільно-термофільна культура, яка забезпечує газо- та ароматоутворення, ідеально підходить для приготування домашнього сиру. Вона характеризується дуже високою кислотоутворювальною здатністю і надзвичайно швидкою ферментацією. Ця культура дозволяє виробляти сир пришвидшеним методом за 6–9 годин. Завдяки високому газоутворенню сприяє формуванню якісного згустку та ефективному відділенню сироватки. Закваска також ідеальна для виготовлення сирних продуктів завдяки інтенсивному кислотоутворенню. Оптимальна температура ферментації – 30–35 °С. До складу закваски входить:

Lactococcus lactis subsp. *cremoris* – вершковий лактокок, один з базових штамів, надає приємного вершкового смаку;

Lactococcus lactis subsp. *lactis* – молочний лактокок, за допомогою штаму відбувається процес молочнокислого бродіння;

Leuconostoc mesenteroides ssp. *cremoris* – зброджує (перетворює) вуглеводи з утворенням невеликої кількості молочної кислоти, а також інших речовин – діацетилу, вуглекислого газу, оцтової кислоти, етилового спирту, маніту (належить до спиртів), декстрану (полісахарид);

Lactococcus lactis subsp. *diacetylactis* – бактерія, що утворює CO₂;

Streptococcus thermophilus – термофільний стрептокок (молочнокисла бактерія, швидко підвищує рівень кислотності молока, має високу зв'язуючу (адгезивну) функцію, що уповільнює процес розшаровування).

Для зсідання білків при виробництві кисломолочного сиру кислотнo-сичужним способом, окрім заквашувальних препаратів, було використано ферментний препарат мікробного походження СНУ-MAX (Chr. Hansen, Данія) у кількості 10 г на 1 тонну нормалізованої суміші та хлористий кальцій з розрахунку 400 г безводної солі на 1000 кг суміші.

CHY-MAX — це рекомбінантний хімозин, отриманий методом ферментації з використанням *Aspergillus niger* var. *Awamori*. Він не містить ензимів, здатних розщеплювати крохмаль, і забезпечує високу специфічність дії на κ -казеїн, що сприяє утворенню якісного згустку. Препарат відповідає стандартам Всесвітньої організації охорони здоров'я та FCC щодо чистоти ензимів.

CHY-MAX представляє друге покоління ферментаційних препаратів (FPC) і пропонує виробникам сирів численні переваги:

- мінімальна вартість використання;
- зниження необхідного дозування;
- підвищення економічної ефективності;
- покращення смаку та текстури;
- зменшення гіркоти;
- легше оброблення продукту;
- ефективніше управління технологічним процесом.

У своїх дослідженнях ми використовували симбіотичну закваску, до якої входять мікроорганізми з різними оптимумами розвитку. Температуру сквашування обирали в залежності від складу закваски. Так, для розвитку мезофільних бактерій рекомендується температура 25-30 °С, для термофільних – 40-45 °С.

У зв'язку з цим для досліджень ми обрали такі температурні режими ферментації суміші : 30, 35 та 40 °С.

Зміну титрованої кислотності у заквашеній суміші визначали протягом 5 год, через кожну годину. Результати досліджень наростання титрованої кислотності залежно від температури сквашування наведено на рис. 3.1-3.3.

Проводячи аналіз зміни титрованої кислотності нормалізованої суміші, необхідно відзначити, що при кислотному способі досліджуваний показник через 4 год був у межах 61-80 °Т, а при кисло-сичужному способі – від 50 до 66 °Т. Відмінності за цим показником були достовірні і склали 5–14 °Т ($P < 0,01$) з отриманих у ході досліджень даних видно, що незалежно від методу сквашування молока при температурі 40 °С, кислотність наростає швидше, ніж за інших температур сквашування, оскільки така температура є найбільш сприятливою для розвитку мікроорганізмів заквашувальних культур, що входять до складу закваски. Тривалість сквашування при цьому 4 год.

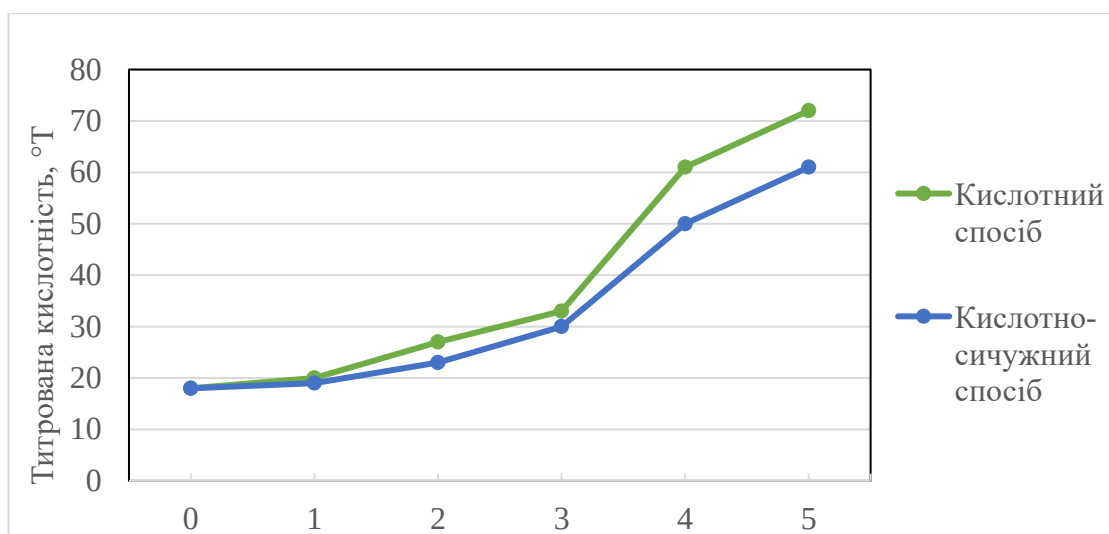


Рис. 3.1. Наростання титрованої кислотності при температурі сквашування 30 °С

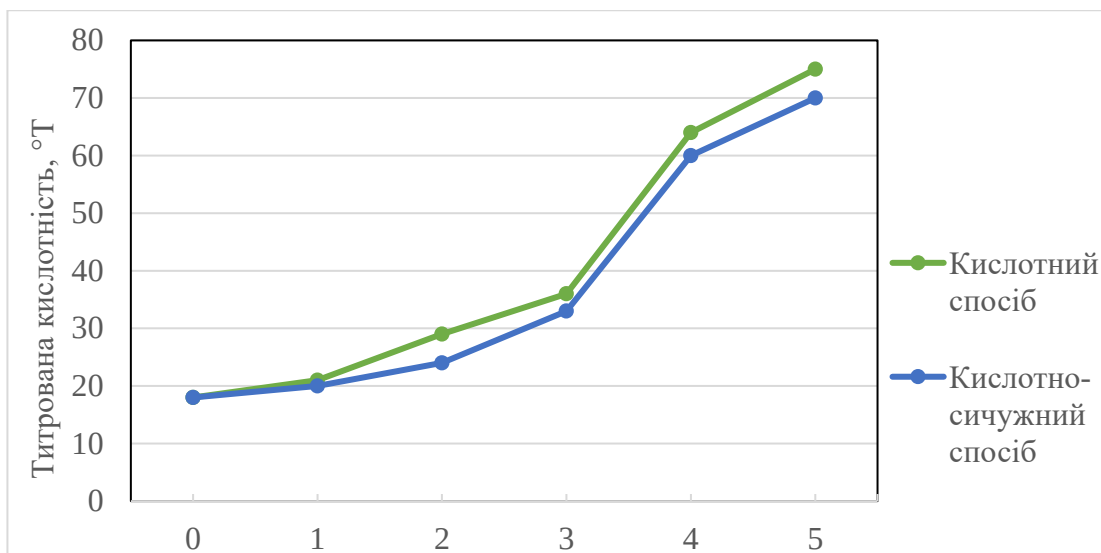


Рис. 3.2. Наростання титрованої кислотності при температурі сквашування 35 °C

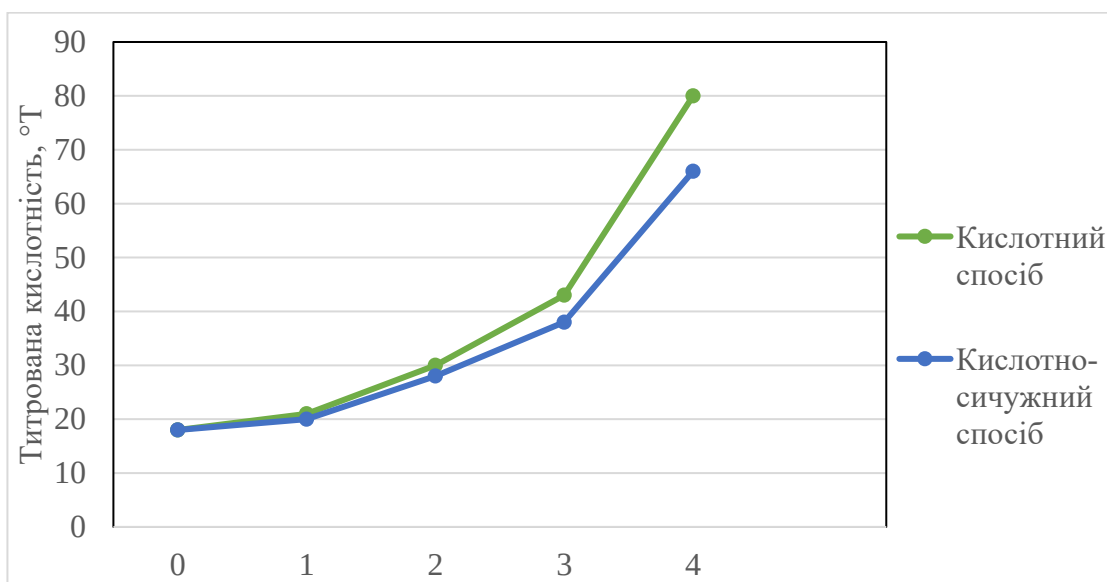


Рис. 3.3. Наростання титрованої кислотності при температурі сквашування 40 °C

Таким чином, можна зробити висновок, що найбільш ефективна температура сквашування при виробництві кисломолочного сиру – 40 °C.

3.2. Дослідження фізико-хімічних показників та виходу кисломолочного сиру

Наступний чинник, який ми досліджували під час виробництва сиру – вплив температури відварювання згустку та методу сквашування на вихід сиру. Отримані дані представлено на рис. 3.4-3.6.

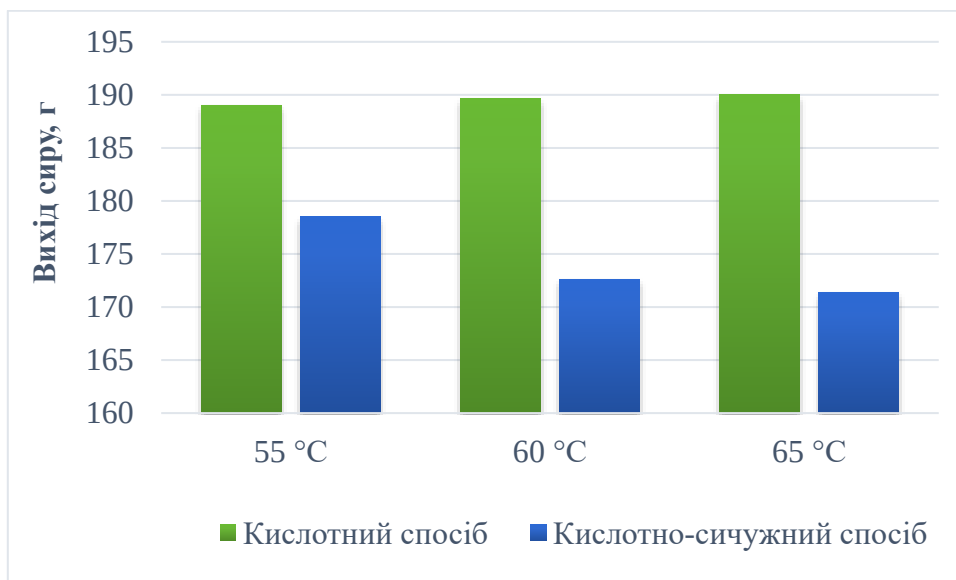


Рис. 3.4. Вихід кисломолочного сиру при температурі сквашування 30 °C

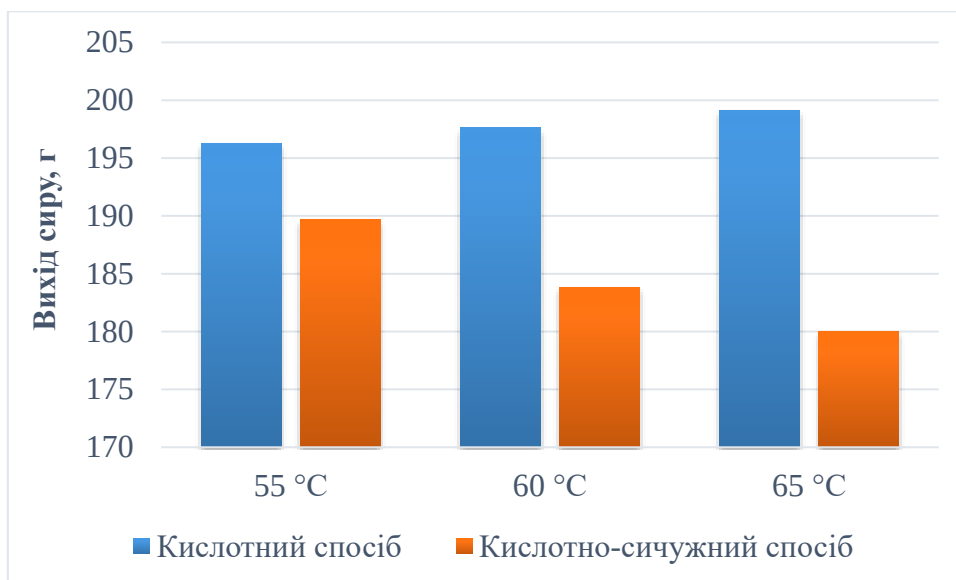


Рис. 3.5. Вихід кисломолочного сиру при температурі сквашування 35 °C

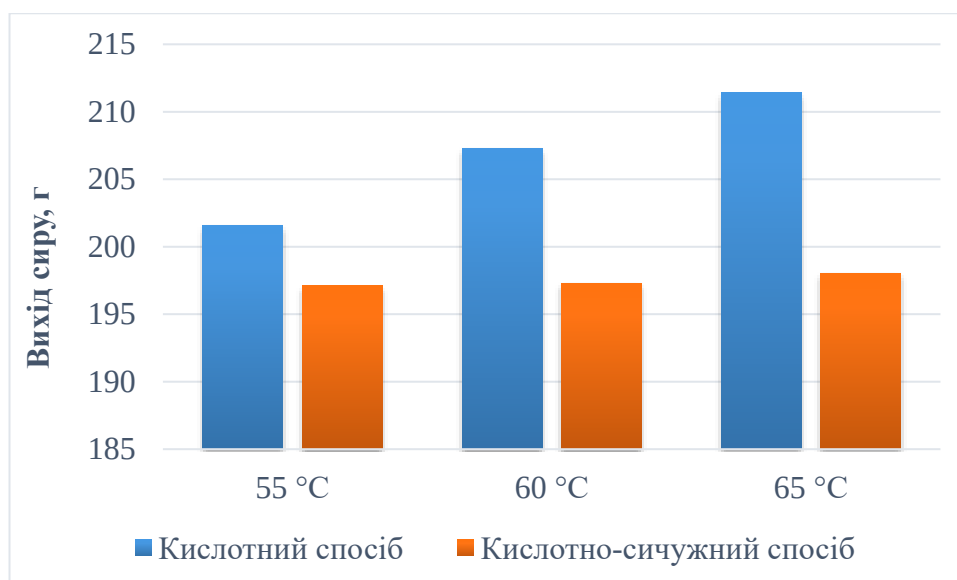


Рис. 3.6. Вихід кисломолочного сиру при температурі сквашування 40 °C

Отримані дані дозволяють зробити висновок про вплив способу, температури сквашування і відварювання сиру на вихід сиру. Так, максимальний вихід сиру відзначений при кислотному методі сквашування. Залежно від температур сквашування та відварювання він варіював від 189,6 до 211,4 г. При кислоотно-сичужному способі вихід був у межах 178,5–198,6 г. Відмінності становили 5,8–6,05 %.

Таким чином, оптимальна температура відварювання згустку при виробництві кисломолочного сиру 65 °C незалежно від способу виробництва та температури сквашування. Однак якщо розглядати вплив досліджуваних параметрів на витрату сировини, можна дійти висновку, що при кислотному способі сквашування вихід продукту вищий, ніж при кислоотно-сичужному.

Дослідження підтверджують, що оптимальна температура сквашування 40 °C. Витрата сировини складає 5,036 кг на 1 кг сиру. Ці значення ми й братимемо до уваги при розрахунку економічної ефективності виробництва сиру функціонального призначення.

Нами доведено, що, використовуючи оптимальні режими виробництва сиру, можна збільшити його вихід на 18,4 %, знизити витрати сировини на кілограм продукту та його собівартість.

Після отримання сиру в умовах лабораторії нами було визначено його фізико-хімічні показники. Так, вміст жиру в дослідних зразках становив 5,01 %, масова частка білка у всіх зразках – 16,72 %. Дані цих досліджень наведено на рис. 3.7-3.9.

З отриманих даних видно, що в кисломолочному сирі, виготовленому кислотнo-сичужним способом, вміст води було лише на рівні 67-69 %, що на 9,0-10,0 % меншим, ніж при кислотному.

Враховуючи вимоги ДСТУ 4554:2006 Сир кисломолочний. Технічні умови та проаналізувавши аналіз отриманих даних, необхідно вибрати оптимальні режими, при яких час сквашування буде мінімальним з добре утвореним згустком і потрібною кислотністю, швидкість відділення сироватки – найбільшою, а вихід сиру – максимальним.

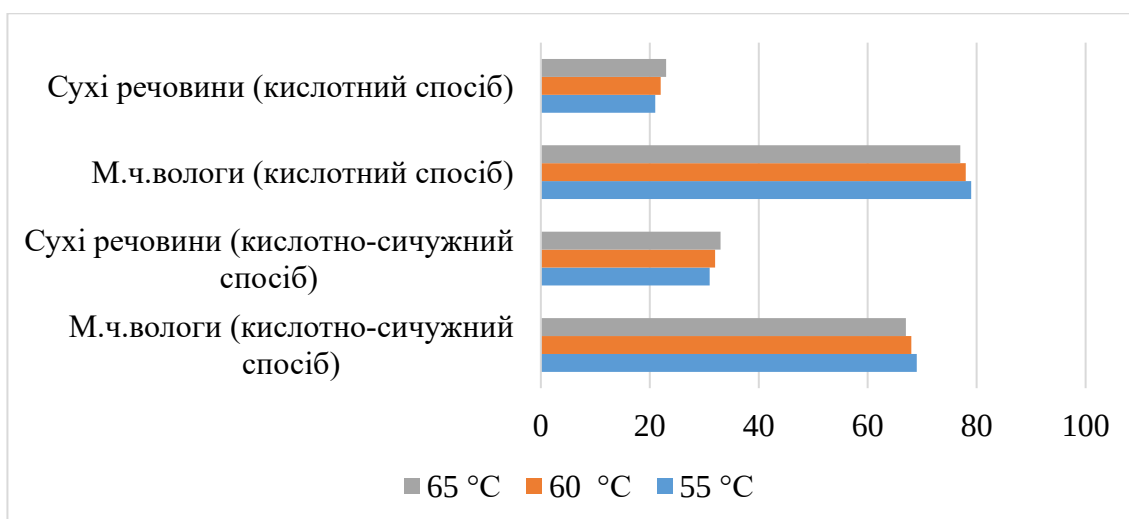


Рис. 3.7. Показники готового продукту при температурі сквашування 30 °C

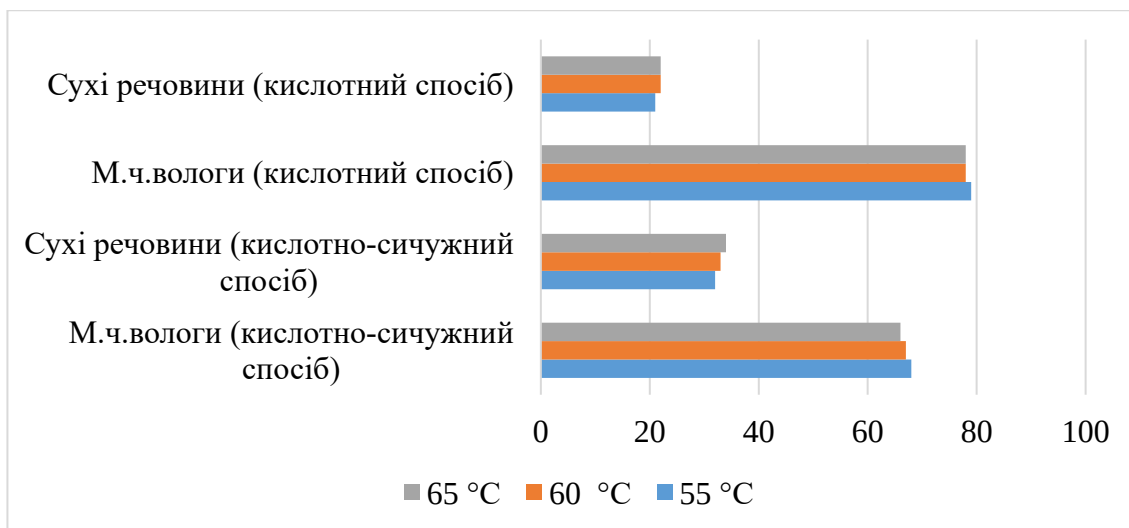


Рис. 3.8. Показники готового продукту при температурі сквашування 35 °C

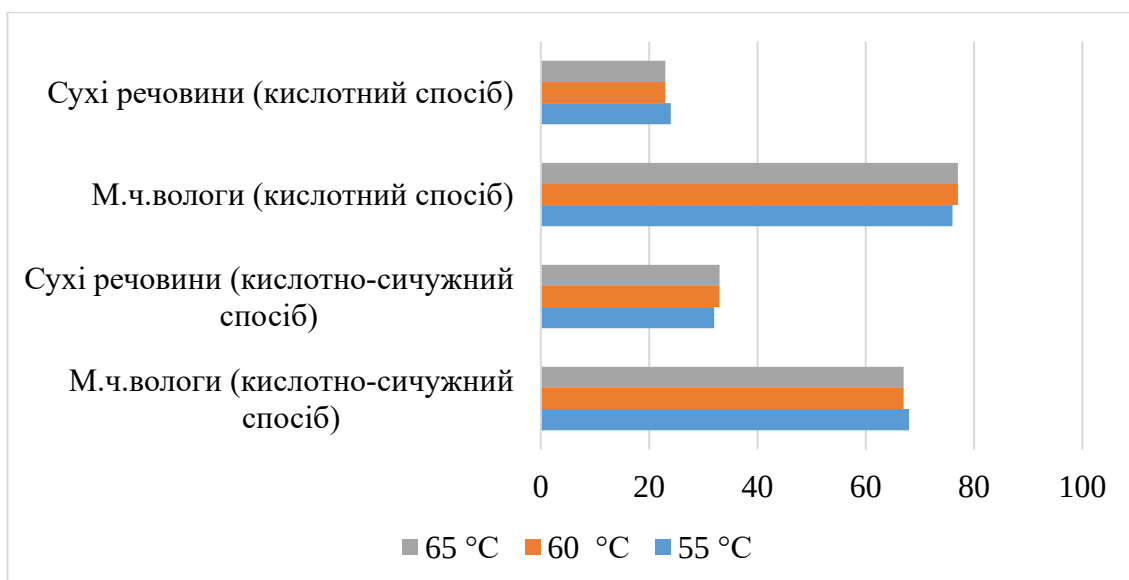


Рис. 3.9. Показники готового продукту при температурі сквашування 40 °C

Оскільки при використанні кисотно-сичужного способу кисломолочний сир виходить практично сухий, то для виробництва функціонального призначення сиру доцільно використовувати кислотний спосіб. При цьому сквашування необхідно проводити за температури 40 °C, а відварювання згустку при температурі 65 °C.

3.3. Дослідження органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників кисломолочного сиру із порошком яєчної шкаралупи

Для експериментальних досліджень було сформовано 4 зразки кисломолочного сиру: контрольний зразок – без подрібненої яєчної шкаралупи; зразок №1 – внесення яєчної шкаралупи у кількості 0,25%; зразок №2 – 0,50%; зразок №3 – 1%.

Аналіз органолептичних показників досліджуваних зразків свідчить, що за такими показниками, як колір та запах, відмінностей не виявлено. Однак було відзначено низку відмінностей за іншими показниками. Так, у дослідному зразку № 3 з додаванням 1% порошку яєчної шкаралупи спостерігалася його відчутна присутність. Консистенція зразків кисломолочного сиру з додаванням порошку була злегка м'яка, мажуча, що пов'язано з ретельним перемішуванням продукту.

Таблиця 3.1

Органолептичні показники зразків кисломолочного сиру

Показник	Дослідні зразки			
	Контроль	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3
Зовнішній вигляд і консистенція	Однорідна, м'яка та мазка	Однорідна, м'яка та мазка	Однорідна, м'яка та мазка	Однорідна, м'яка та мазка
Смак і запах	Характерний кисломолочний	Характерний кисломолочний	Характерний кисломолочний	Характерний кисломолочний з відчутним присмаком

				ячної шкаралупи
Колір	Білий за всією масою	Білий за всією масою	Білий за всією масою	Білий за всією масою

Таким чином, позитивний результат досягається при внесенні в кисломолочний сир порошку ячної шкаралупи до 0,5 %, при цьому у продукті не відчувалася відчутна присутність добавки.

Максимальну кількість балів 15 мав контроль із 15 можливих (табл. 3.2). З дослідних зразків найбільшу кількість балів отримали зразки №1 і №2 – 15,0, що пов'язано з досить приємними смаковими якостями. Найменшу кількість балів отримав зразок № 3 при додаванні подрібненої ячної шкаралупи 1% – 11 балів. Отже, внесення більшої кількості подрібненої ячної шкаралупи негативно впливало на органолептичні показники, зокрема смак кисломолочного сиру.

Таблиця 3.2

Результати дегустаційної оцінки зразків кисломолочного сиру

Зразки	Консистенція	Зовнішній вигляд	Смак і запах	Колір	Сума балів
Максимальна кількість балів	5	3	5	2	15
Контроль	5	3	5	2	15
Зразок № 1	5	3	5	2	15
Зразок № 2	5	3	4	2	14
Зразок № 3	4	3	2	2	11

В умовах лабораторії кафедри нами були проведені дослідження основних фізико-хімічних показників контрольного та дослідних зразків кисломолочного сиру, які представлені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

**Фізико-хімічні показники сиру функціонального призначення
з м.ч.ж. 5%**

Показники	Дослідні зразки			
	Контрольний	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3
Об'єм внесеної шкаралупи, г	—	0,25	0,50	1,00
Масова частка жиру, %	5,01±0,01	5,01±0,01	5,01±0,01	5,01±0,01
Масова частка білка, %	16,72±0,59	16,72±0,59	16,72±0,59	16,72±0,59
Масова частка вологи, %	74,75±0,59	74,23±0,58	73,89±0,56	73,42±0,51
Титрована кислотність, °Т	190,17±0,94	165,92±1,56	143,42±0,9	124,00±0,86
Вміст кальцію, мг	119,75±0,94	347,40±4,76	569,83±5,1	1020,2±5,70

Внесення порошку, приготованого з яєчної шкаралупи, не вплинуло на вміст жиру, білка і вологи.

Однак необхідно відзначити зміни таких показників, як кислотність та вміст кальцію. Так, кислотність контрольного зразка була на рівні 190 °Т, а у зразках сиру з додаванням яєчної шкаралупи титрована кислотність була меншою. Кислотність сиру з додаванням 0,25 % порошку яєчної шкаралупи була на 24,0 °Т меншою ($P<0,001$), при додаванні 0,5 % порошку кислотність знизилася на 46,75 °Т ($P<0,001$), а при внесенні 1 % - 66,17 °Т ($P<0,001$).

Таким чином, внесення порошку яєчної шкаралупи позитивно впливає на показник титрованої кислотності кисломолочного сиру функціонального призначення.

Порівняно з контролем у дослідних зразках кисломолочного сиру значно зростає кількість кальцію. Так, у контрольному зразку сиру вміст кальцію 119,75 мг, а в дослідних збільшилося на 227,65 мг ($P < 0,001$) у зразку 2, у зразку 3 – на 450,08 мг ($P < 0,001$) та при внесенні добавки 1 г вміст кальцію зріс на 900,42 мг ($P < 0,001$).

Таким чином, відновленню запасу важливого для організму елементу сприяє джерело кальцію природного походження – яєчна шкаралупа, яка позитивно впливає на всіх етапах життєвого циклу організму людини. Сир функціонального призначення дозволить повною мірою забезпечити потребу організму в кальцію, що є особливо актуальним для дітей та підлітків.

Беручи до уваги органолептичні та фізико-хімічні показники зразків кисломолочного сиру, збагаченого порошком з яєчної шкаралупи, можна зробити висновок, що оптимальною дозою внесення порошку яєчної шкаралупи є 0,5%.

З метою визначення мікробіологічної та токсикологічної безпеки кисломолочного сиру були проведені дослідження відповідно до наказу №118 від 29.03.2019 р. Міністерства аграрної політики та продовольства України «Про затвердження вимог до безпечності та якості молока і молочних продуктів». У ході досліджень визначали стандартні показники: рівень мікробіологічної безпеки (БГКП, *Salmonella*, *S. aureus*) та кількість молочнокислих бактерій (табл. 3.4.).

Згідно з отриманими даними, за мікробіологічною безпекою готові продукти повністю відповідали вимогам. Кількість молочнокислих бактерій у зразку кисломолочного сиру з яєчною шкаралупою була нижчою, що корелює з титрованою кислотністю продукту.

Мікробіологічні показники кисломолочного сиру

Найменування показника	Характеристика	
	Кисломолочний сир, збагачений білком, з додаванням яєчної шкаралупи	Контроль
Кількість молочнокислих мікроорганізмів, КУО, не менше	$1,6 \times 10^7$	$1,9 \times 10^7$
Патогенні мікроорганізми, <i>Salmonella</i> в 25 г	Відсутні	Відсутні
БГКП, г продукту	Відсутні	Відсутні
<i>Staphylococcus aureus</i> в 1 см, не більше	Відсутні	Відсутні
Плісняві гриби	15	13
Дріжджі	10	8

Сир відносяться до продуктів, що швидко псуються. Для будь-якого харчового продукту поряд з іншими показниками термін зберігання впливає на споживчий попит.

У готовому продукті відразу після закінчення сквашування залишається велика кількість живих клітин молочнокислих бактерій. Охолодження, що застосовується, уповільнює розвиток мікроорганізмів, але не пригнічує їх життєдіяльність, тому при зберіганні кислотність зростає.

У зв'язку з цим були відібрані 4 зразки сиру для визначення впливу яєчної шкаралупи на наростання титрованої кислотності під час зберігання

продукту. Визначення показника проводили в лабораторії кафедри технології молока і молочних продуктів протягом 7 діб. Результати досліджень представлені на рис. 3.10.

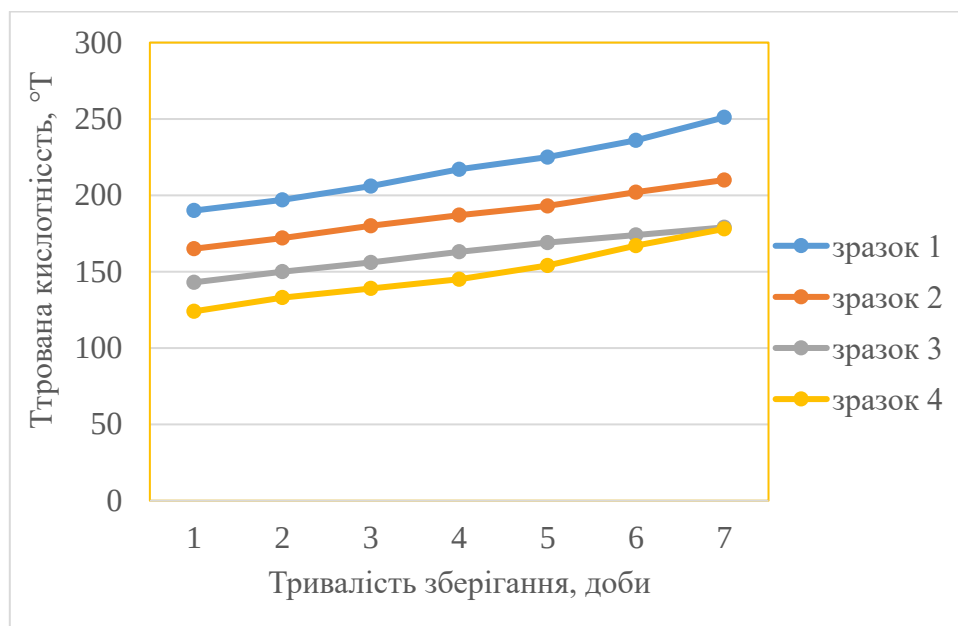


Рис. 3.10. Динаміка зміни титрованої кислотності кисломолочного сиру при зберіганні

Аналізуючи отримані дані, під час зберігання відбувалося наростання титрованої кислотності у всіх зразках кисломолочного сиру. Протягом 7 діб максимальний показник кислотності спостерігався у контрольному зразку № 1 без внесення порошку з яєчної шкаралупи – кислотність була в межах від 190 до 237 °Т. Внесення добавки позитивно вплинуло на показник титрованої кислотності, і чим більша доза внесення порошку, виготовленого з яєчної шкаралупи тим нижче досліджуваний показник. Так, при внесенні 1 г порошку була відзначена найменша кислотність – в межах від 124 до 178 °Т на 7-му добу зберігання сиру.

Однак необхідно зазначити, що показник титрованої кислотності у зразках з додаванням порошку протягом терміну зберігання відповідав вимогам ДСТУ 4554:2006 Сир кисломолочний. Технічні умови. Контрольний зразок на кінець дослідження перевищував норму (251 °Т) на 1 °Т.

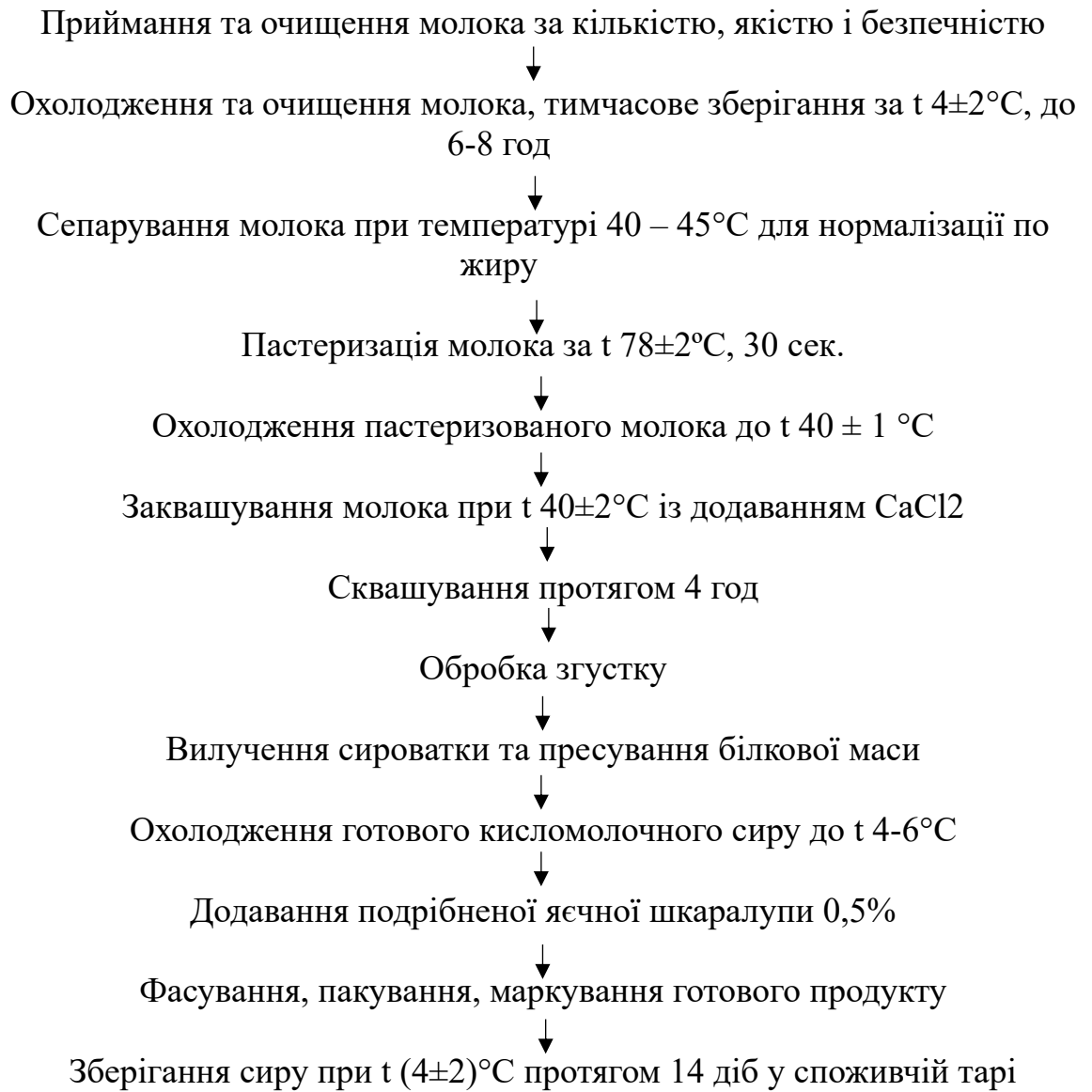


Рис. 3.11. Технологічна схема виробництва сиру кисломолочного з додаванням яєчної шкаралупи

Завершальним етапом аналізу та оцінки результатів дослідження є розрахунок економічної ефективності.

4. ЕКОНОМІЧНА ТА СОЦІАЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗРОБКИ

Молочна промисловість – галузь харчової промисловості, що об'єднує підприємства із виробництва з молока різних молочних продуктів. До складу промисловості входять підприємства з виробництва масла, кисломолочної продукції, молочних консервів, сухого молока, сиру, морозива, казеїну та іншої молочної продукції.

Молочна промисловість є однією з галузей харчової промисловості. Основною сировиною, що використовується для виробництва продукції галузі, є незбиране молоко, тому стан галузі багато в чому залежить від стану сільськогосподарського виробництва. Україна має значні потужності з виробництва молочної продукції [62].

За роки реформ багато переробних галузей харчової промисловості занепали, що було пов'язано з руйнуванням господарських зв'язків між постачальниками сировини та виробниками, дисбалансом цін на сировину та кінцеву продукцію, відсутність налагодженої системи збуту. У цих умовах сільськогосподарські підприємства були змушені самотійно реалізовувати свою продукцію споживачам та будувати власні переробні цехи, створювати свої, часто примітивні, сервісні служби.

Нині ці проблеми вирішуються, що дозволяє дещо стабілізувати виробництво. Перспектива розвитку молочного ринку сьогодні залежить від багатьох економічних та політичних факторів. Проте вже намітилася основна тенденція щодо вкладення коштів у виробництво сиру [62].

Упродовж останніх двох років цей сегмент переробки став інвестиційно-привабливим. Крім того, на ринку з'являються принципово нові технології, наприклад молочні коктейлі з соком, коли змішується продукти, що потенційно не змішуються. Це складний процес, але цей напрямок стає популярним, і він має свій сегмент, який поступово зростає. Як би не розвивався молочний ринок, він, як і раніше, потребує державного контролю в частині виконання

технічного регламенту виробництва та вдосконалення законодавчої нормативної бази.

Український ринок молочної продукції постійно зростає, конкуренція у ньому посилюється. Це зумовлено як поступовим зростанням добробуту більшості населення країни, і постійним нарощуванням обсягів виробництва гравцями ринку. Ринок молочної продукції досить добре вивчений, проте не вся інформація є відкритою. Більшість інформації, що публікується, містить дані лише про найбільших гравців ринку, тоді як у багатьох випадках необхідно мати факти, що ілюструють повну картину. Молочна промисловість – галузь харчової промисловості, що об'єднує підприємства із вироблення різних молочних продуктів. Протягом останніх років в Україні спостерігалось зниження обсягів виробництва молока [63].

При проектуванні технологічних процесів виробництва виникають проблеми розрахунку доцільності застосування тієї чи іншої технології. Від правильного вибору технології виробництва залежить подальша економічна ефективність проекту. Тому сьогодні під час проектування технологічного процесу виробництва особливу увагу приділяється розрахунку його економічної ефективності. У зв'язку з цим гостро постає проблема вибору тієї чи іншої методики розрахунку. Ми проаналізували кілька методик розрахунку економічної ефективності впровадження нової технології виготовлення. Для оцінки економічної ефективності впровадження технології виготовлення кисломолочного сиру функціонального призначення в умовах малих підприємств молочного профілю підходить методика оцінки ефективності інноваційних процесів.

Ефективність виробництва складається з ефективності всіх діючих процесів, у той час як ефективність підприємства характеризується виробництвом товару з найменшими витратами. Вона виявляється у його здатності виробляти максимальний обсяг продукції необхідної якості з мінімальними витратами та продавати цю продукцію з мінімальними

витратами. Економічна ефективність підприємства залежить від того, наскільки його продукція відповідає вимогам ринку та запитам споживачів.

Для того щоб вирахувати ефективність виробництва того чи іншого продукту, підраховуються всі витрати: на закупівлю та обслуговування обладнання, на ремонт будівель, сировину та матеріали, енергоресурси, витрати на тару та пакувальні матеріали, а також на основну заробітну плату. Після цього обчислюється собівартість товару у кошторис до витрат за його виробництво.

В Україні кисломолочний сир і сиркові продукти реалізуються переважно на роздрібному ринку.

Кисломолочний сир – відносно не дорогий продукт з різноманітним асортиментом, тому в кризові періоди деяка частина споживачів дорожчих категорій молочних виробів, борошняних десертів та кондитерських виробів переходить на купівлю дешевшого сиру, глазурованих сирків та сирної маси. Після подолання кризових явищ в Україні продажі кисломолочного сиру і сиркових продуктів поступово знижуються.

Зростання роздрібних продажів кисломолочного сиру та сиркових виробів багато в чому буде зумовлене популяризацією здорового способу життя серед населення країни. Крім того, іншими драйверами зростання продажів кисломолочного сиру та сиркових продуктів у роздрібному секторі є різноманітність продуктової лінійки та різноманітні маркетингові акції виробників продукції [64].

Аналіз ринку кисломолочного сиру і сиркових продуктів в Україні включає дані, необхідні для формування думки про поточну кон'юнктуру ринку, а також про оцінку перспектив його розвитку:

- економічна ситуація в Україні;
- ціноутворення кисломолочного сиру та сиркових продуктів;
- виробничі аспекти кисломолочного сиру та сиркових продуктів;
- попит та пропозиція на сир та сиркові продукти споживачами;
- експорт та імпорт кисломолочного сиру та сиркових продуктів;

– фінансові показники рейтингів продуктивності [62].

Отже, створення нових продуктів, зокрема кисломолочного сиру функціонального вважатимуться рентабельним, аналітиками прогнозується підвищення попиту на цю молочну продукцію.

Основні покупці сиркової продукції – споживачі роздрібних магазинів та заклади громадського харчування (їдальні, кафе). Основні споживачі – вагітні жінки, діти, спортсмени, люди похилого віку, люди, які дотримуються правильного здорового харчування.

Реалізація готового кисломолочного сиру здійснюється через такі канали збуту:

- оптові дистриб'ютори, які займаються постачанням до магазинів;
- роздрібні мережі супермаркетів та магазинів;
- переробні підприємства, які використовують продукт як сировину для десертів;
- сектор HoReCa (кафе, їдальні, ресторани).

Найбільш вигідним варіантом виробництва кисломолочного сиру функціонального призначення буде впровадження рецептури даного продукту в підприємства, що вже функціонують (кафе, ресторани). Таким чином можна уникнути витрат на приміщення, обладнання та інші витрати [63].

Але слід прорахувати собівартість, а також ринкову вартість розробленого кисломолочного сиру функціонального призначення і порівняти з таким самим, але не функціональним продуктом.

Зробимо порівняння за двома показниками: собівартість компонентів рецептури та витрати на електрику.

Собівартість компонентів двох рецептур відрізнятиметься за рахунок вартості компонента – порошку яєчної шкаралупи.

Таблиця 4.1

Калькуляція собівартості кисломолочного сиру, грн.

Найменування витрат	Сума за 1 кг кисломолочного сиру традиційного	Сума за 1 кг кисломолочного сиру функціонального призначення
Молоко	144	144
Закваска	50	50
Порошок яєчної шкаралупи	-	16,0
Заробітна плата основного персоналу	0,28	0,28
Нарахування на з/плату основного персоналу	0,09	0,09
Комунальні послуги (Електроенергія, водоспоживання)	1,22	1,22
Пакувальний матеріал	2,55	2,55
Амортизація обладнання	0,14	0,14
Транспортні витрати	0,10	0,10
Заробітну плату з нарахуваннями адм. госп. персоналу	0,50	0,50
Нарахування на з/плату адм. госп. персоналу	0,15	0,15
Витратний матеріал (миючі, дез.засоби)	0,15	0,15
Собівартість	200,0	216,0
ПДВ 10%	20	22
Собівартість із ПДВ	220,0	238,0

У таблиці 4.2 показано вартість реалізації за 1 кг сиру. За таку ціну товар реалізується виробником оптовому покупцю, що значно менше роздрібної ціни, оскільки у разі витрати виробника на дистрибуцію продукції мінімальні.

Таблиця 4.2

Показники собівартості та відпускної ціни кисломолочного сиру

Найменування витрат	Кисломолочний сир традиційний	Кисломолочний сир функціонального призначення
Повна собівартість 1 кг/грн.	220,0	238,0
Відпускна ціна виробника за 300 г/грн.	66	71,4

Розроблена технологія виробництва кисломолочного сиру з яєчною шкаралупою дає незначне підвищення собівартості.

Виробництво кисломолочного сиру функціонального призначення на малих підприємствах молочного профілю рентабельне і може вважатися ефективним.

ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Для кисломолочного сиру функціонального призначення доцільно використовувати сир, отриманий кислотним способом. Сквашування суміші необхідно проводити при температурі 40 °С, а відварювання при температурі 65 °С. За цих оптимальних режимів тривалість сквашування буде мінімальним, а вихід готового продукту максимальний.

2. За такими показниками, як колір та запах, відмінностей у ході проведення аналізу не виявлено. Однак було відзначено низку відмінностей за іншими показниками. Так, у зразку з додаванням 1% порошку яєчної шкаралупи спостерігалось його відчутну присутність. Також консистенція зразків сиру з додаванням порошку була злегка м'яка, мажуча, що пов'язано з ретельним перемішуванням продукту.

3. Внесення яєчної шкаралупи позитивно вплинуло на показник титрованої кислотності. Показник титрованої кислотності у зразках з додаванням порошку протягом терміну зберігання відповідав вимогам ДСТУ 4554:2006 Сир кисломолочний. Технічні умови. Контрольний зразок на кінець дослідження перевищував норму (251 °Т) на 1 °Т.

4. Експериментальним шляхом встановлена оптимальна доза внесення яєчного порошку шкаралупи в кисломолочний сир з масовою часткою жиру 5% – 0,5%.

5. Виробництво кисломолочного сиру функціонального призначення на малих підприємствах молочного профілю рентабельне і може вважатися ефективним.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для кисломолочного сиру функціонального призначення доцільно використовувати сир, отриманий кислотним способом. Сквашування суміші необхідно проводити при температурі 40 °С, а відварювання при температурі 65 °С. Оптимальна доза внесення яєчного порошку шкаралупи в кисломолочний сир з масовою часткою жиру 5% – 0,5%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Інноваційні технології харчової продукції функціонального призначення: монографія. Частина 1 / О. І. Черевко (розділи 1-4), М. І. Пересічний (розділи 1-4), С. М. Пересічна (розділи 1-4), К.В. Свідло (розділи 1-4), І.М. Грищенко (розділи 1-4), І.С. Тюрікова (розділи 3, 4), А.В. Антоненко (розділ 4), І.А. Магалецька (розділи 1, 3, 4), К.В. Паломарек (розділ 4), А.Б. Собко (розділи 3, 4), М.І. Сушич (розділ 4), О.О. Довга (розділ 3), О.С. Ліфіренко (розділ 3, 4) / За ред. О. І. Черевка, М.І. Пересічного – 4-те вид., переробл. та допов. Х.: Харківський. держ. унів. харчув. і торгівлі, 2017. 940 с.
2. <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/c88e4aa1-6c5e-4d9d-a592-61fe47d47cca/content>
3. Самілик М. М. Удосконалення технології м'якого кисломолочного сиру підвищенням біологічної цінності. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія : Харчові технології*. 2017. Т. 19, № 80. С. 33-37.
4. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D1%94%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%88%D0%BA%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%83%D0%BF%D0%B0
5. Павлоцька Л. Ф., Дуденко Н. В., Євлаш В. В. Фізіологія харчування: Підручник. Х.: ХДУХТ, Світ книг, 2017. 316 с.
6. Методичні рекомендації до практичних занять з дисципліни «Основи раціонального харчування» / Укладачі: Брич В.В., Миронюк І.С. Ужгород, 2018. 96 с.
7. Загальна теорія здоров'я та здоров'язбереження : колективна монографія / за заг. ред. проф. Ю. Д. Бойчука. Харків: Вид. Рожко С. Г., 2017. 488 с.

8. Ватченко О. Б., Ватченко Б. С., Черевко О. Л. Інноваційний розвиток підприємства : навч. посібник. Дніпро : Акцент ПП, 2017. 404 с.
9. <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/62556802-98de-46be-9b60-e3260cdef2f0/content>
10. https://studbook.com.ua/book_tovarovnavstvo-harchovih-produktiv-funkcionalnogo-priznachennya.-navchalnij-posibnik-chastina-1_806/29_3.2.-osnovn-termni-funkcionalnih-produktiv
11. Вимоги до безпечності та якості молока та молочних продуктів: поетапні перехідні періоди відтерміновано. *Журнал «Молоко і ферма»*. 2022 р.
12. Берник І. М., Новгородська Н. В., Соломон А. М., Овсієнко С. М., Бондар М. М. Інноваційні технології харчових виробництв: монографія. Вінниця: Видавець ФОП Кушнір Ю. В., 2022. 300 с.
13. <https://symbiter.ua/uk/articles-ua/267-molochnokisli-streptokoki-ta-jikh-korisni-vlastivosti.html>
14. <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/10340/1/%D0%9A%D1%83%D0%BC%D0%BF%D0%B0%D0%BD.pdf>
15. Головка Т.М., Погожих М. І., Головка М. П., Применко В. Г., Геліх А. О. Наукове обґрунтування технологій дієтичних добавок та харчових продуктів, збагачених на есенціальні мінеральні речовини : монографія. Х. ДБТУ, 2023. 297 с.
16. Дуденко Н. В., Павлоцька Л. Ф., Коваленко В. О. Наукові основи технології та системного використання харчових продуктів оздоровчої дії для різних верств населення: Монографія / Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі. Харків: ХДУХТ, 2015. 273 с.
17. Влащенко Н. М. В58 Інноваційні технології у ресторанному, готельному господарстві та туризмі : навч. посібник. Харків. нац. ун-т міськ. госпва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 373 с.

- 18.Ощипок І. М., Онишко Л. Я. Збагачення харчової сировини інгредієнтами для створення продуктів здорового харчування. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки*. 2019. Вип. 22. С. 44-51.
- 19.<https://ua-reporter.com/uk/news/deficyt-kalciyu-ta-sposoby-zapobigannya-yogo-vynyknennya>
- 20.Харчові добавки: тексти лекцій для студентів спеціальності 181 «Харчові технології» / Уклад.: Гуменюк О.Л. Чернігів: ЧНТУ, 2019. 177 с.
- 21.https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BB%D1%8E%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D1%82_%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%86%D1%96%D1%8E
- 22.<https://shop.hlr.ua/ua/kalciy-limonnokislyy-3-zameshchennyu-pishch-218770.html>
- 23.Крамаренко О. С. Біохімія молока і молочних продуктів : курс лекцій. Миколаїв: МНАУ, 2017. 96 с.
- 24.<https://newfood.ua/2023/12/26/naykrashchi-dzherela-kaltsiiu-top-10-produktiv-dlia-pidtrymky-kistkovoï-systemy/>
- 25.Баль-Прилипко Л., Ніколаєнко М., Устименко І., Журенко Д., Леонова Б. Обґрунтування використання нетрадиційної рослинної сировини в технології варених ковбасних виробів геродієтичного призначення. *Здоров'я людини і нації*. 2024. № 1. С. 39-53.
- 26.<https://fitomarket.com.ua/ua/fitoblog/helatnie-formi-mineralov-hto-jeto-i-est-li-u-nih-preimushhestva>
- 27.Тютюкова Д. О., Гринченко Н. Г., Пивоваров П. П., Гринченко О. О, Рябець О. Ю., Плотнікова Р. В. Наукові основи виробництва напівфабрикатів з сиру кисломолочного для ресторанної індустрії : монографія. Х. : ФОП Іванченко, 2018. 110 с.

- 28.Цісарик О. Й., Гачак Ю. Р., Турчин І. М., Сливка Н. Б. Технологія молока і молочних продуктів: Лабораторний практикум Львів, 2016. 130 с.
- 29.Технологія молочної галузі. Методичні вказівки до проведення лабораторних занять для студентів денної форми навчання напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія». Частина 2 «Технологічні розрахунки молока – сировини і готової продукції». Видання перероблене і доповнене. Вінниця: ВЦ ВНАУ, 2017. 58 с.
- 30.<https://belok.ua/blog/ua/zdorovi-produkty-bogati-kalcziy/?srsltid=AfmBOopQaZBqeypUSxyv3l3jlTSNCKmNkyMSqsfyIIaInCUPypI1nMs>
- 31.Тютюкова Д. О., Гринченко Н. Г., Пивоваров П. П., Гринченко О. О. Аналіз технологій продукції з сиру кисломолочного як передумова інноваційного задуму нової продукції. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. 2017. Вип. 1. С. 103-117.
- 32.Головко М. П., Власенко І.Г., Головко Т. М., Семко Т. В. Технологія молока та молочних продуктів з елементам НАССР: навчальний посібник. Х.: Світ Книг, 2021. 304 с.
- 33.https://zaxid.net/shist_simtomiv_yaki_mozhut_svidchiti_pro_defitsit_zaliza_n1595231
- 34.<https://cnobldses.gov.ua/vitaminy-dzherelo-zdorov-ia/>
- 35.Актуальні питання харчової хімії: стислий конспект лекцій для студентів спеціальності 102 «Хімія» денної форми навчання / уклад. Ю. В. Менафова. Краматорськ : ДДМА, 2019. 64 с.
- 36.<https://znaimo.gov.ua/rol-moloka-v-kharchuvanni-ta-polipshenni-zdorov-ia-liudstva>
- 37.Методичні рекомендації до практикуму з дисципліни «Основи харчових технологій» для студентів напряму підготовки 6.010103 «Технологічна освіта». Кривий Ріг : КДПУ. 2016. 43 с.

- 38.Конспект лекцій з курсу «Спеціальні технології харчової продукції» для студентів напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» спеціальності 7.05170112 «Технології харчування» денної та заочної форм навчання /Укл. А.Д.Салавеліс. Одеса: ОНАХТ, 2013. 117 с.
- 39.Грек О. В., Скорченко Т. А. Технологія сиру кисломолочного та сиркових виробів: навчальний посібник. Київ. 2009. 235 с.
- 40.Соломон А. М., Бондар М. М. Закваски і їх види у сирі виробництві. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького. Серія «Харчові технології»*. Львів, 2016. Т. 18. № 2 (68). с.157-160.
- 41.https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php/326908/mod_resource/content/1/%D0%A2%D0%95%D0%9C%D0%90%2011.%20%D0%A2%D0%95%D0%A5%D0%9D%D0%9E%D0%9B%D0%9E%D0%93%D0%86%D0%AF%20%D0%A1%D0%98%D0%A0%D0%A3%20%D0%9A%D0%98%D0%A1%D0%9B%D0%9E%D0%9C%D0%9E%D0%9B%D0%9E%D0%A7%D0%9D%D0%9E%D0%93%D0%9E.pdf
- 42.Назаренко Ю. В., Ткаченко Н. А. Технологія сиру кисломолочного дитячого харчування : монографія. Сум. нац. аграр. ун-т. Суми : ВВП "Мрія-1", 2016. 188 с.
- 43.<http://www.tsatu.edu.ua/ophv/wp-content/uploads/sites/13/lekcija-11.-tehnolohichne-obladnannja-dlja-vyrobnyctva-syru-ta-vershkovoho-masla-1.pdf>
- 44.Євенко Г. А., Куник О. М., Юрова Т. А. Застосування принципів насср при виробництві сирів типу фета методом ультрафільтрації. *Вісник ХНТУ :Технологія легкої та харчової промисловості*. 2023. № 2 (85). С.112–120.
- 45.Черевко О. І., Поперечний А. М. Процеси і апарати харчових виробництв: підручник. 2-е видання, доп. та випр. Х.: Світ Книг, 2014. 495 с.

- 46.Даниленко В. О., Дейниченко Г. В., Гузенко В. В. Використання процесів ультрафільтрації в технологіях молочних продуктів. Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання: Матеріали ІХ Всеукраїнської студентської науково-технічної конференції.
- 47.Цісарик О. Й., Михайлицька О. Р., Сливка Н. Б., Турчин І. М. Сироробство: словник-довідник Львів, 2014. 224 с.
- 48.<https://useti.org.ua/zdorov-ya/nove-doslidzhennya-dovelo-korist-yayets-dlya-organizmu/>
- 49.https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D1%94%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%88%D0%BA%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%83%D0%BF%D0%B0
- 50.<https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/5796/1/%D0%9C%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D1%86%D1%8F%20%D0%9A.%D0%92..pdf>
- 51.<https://shuba.life/articles/3096-yayechna-shkaralupa-chomu-ne-varto-yiyi-vikidati-ta-chim-vona-korisna>
- 52.<https://glavred.net/health/yaichnaya-shkorlupa-riski-i-preimushchestva-pri-ee-upotreblenii-10258115.html>
- 53.ДСТУ 4554:2006 Сир кисломолочний. Технічні умови.
- 54.ДСТУ ISO 488:2007 Молоко. Визначання масової частки жиру. Жироміри Гербера (ISO 488:1983, IDT).
- 55.ДСТУ 7057:2009 Молоко коров'яче сире. Визначення густини, масової частки жиру, білка, сухої речовини та лактози ультразвуковим методом.
- 56.ДСТУ 8550:2015 Молоко та молочні продукти. Вимірювання рН потенціометричним методом.
- 57.ДСТУ 7089:2009 Молоко і молочні продукти. Методика підрахування кількості мезофільних анаеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, дріжджів і плісневих грибів за допомогою пластин.
- 58.ДСТУ IDF 93A:2003 Молоко і молочні продукти. Визначення Salmonella.

59. ДСТУ IDF 100B:2003 «Молоко і молочні продукти. Визначення кількості мікроорганізмів. Метод підрахунку колоній за температури 30°C».
60. ДСТУ 7999:2015 Продукти харчові. Методи визначання молочнокислих бактерій.
61. Цісарик О. Й., Гачак Ю. Р., Михайлицька О. Р., Турчин І. М. Дослідження харчових продуктів. Навчальний посібник. Львів, 2019. 227 с.
62. Бондаренко В. Розвиток ефективного виробництва молока та його промислової переробки в Україні. *Економіка АПК*. 2018. № 5. С. 61–64.
63. Белінська Н., Лесько О. Економічна ефективність діяльності молокопереробних трансформацій в Україні: монографія. Вінниця: ВНТУ, 2012. 280 с.
64. Тивончук С. В., Тивончук О. Я., Павлоцька Т. П. Розвиток ринку виробництва молока в Україні в контексті євроінтеграційних процесів. *Економіка АПК*. 2017. № 4. С. 25–31.