

(прізвище та ініціали)

(прізвище та ініціали)

(прізвище та ініціали)

(прізвище та ініціали)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра харчової біотехнології і хімії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Микола КУХТИН
(ім'я, прізвище)
« » 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 181 «Харчові технології»
(шифр і назва спеціальності)

студенту ВОРОБЦЮ ДМИТРУ ІВАНОВИЧУ
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технології сиркового виробу
із спіруліною з проєктуванням цеху сиру
кисломолочного роздільним способом та виробів з нього

Керівник роботи ДАЦИШИН Катерина Євгенівна, к.т.н, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «15» жовтня 2025 року № 4/7-891

2. Термін подання студентом завершеної роботи 15 грудня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи На виробництво надходить незбиране молоко м.ч.ж. 3,9%.

Асортимент:

- 1) Сир кисломолочний нежирний
 - 2) Десертний пастоподібний кисломолочний продукт
 - 3) Пастоподібний продукт з беконом
 - 4) Напій із сироватки ванільний
 - 5) Вершки пастеризовані
- Цех працює у дві зміни.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
Вступ. Науково-дослідна частина.
Техніко-економічне обґрунтування.
Проектно-технологічна частина.
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.
Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (формат А1)
Апаратурно-технологічна схема виробництва з елементами ТХК і МБК.
План підприємства (виробничого цеху) (М1:100).
Графік організації виробничих процесів.
Поперечний розріз цеху.
Аркуші науково-дослідної роботи.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Науково-дослідна частина	к.т.н, доц. Дацишин К.Є.		
Техніко-економічне обґрунтування	к.т.н, доц. Дацишин К.Є.		
Проектно-технологічна частина	к.т.н, доц. Дацишин К.Є.		
Охорона праці			
Безпека в надзвичайних ситуаціях			

7. Дата видачі завдання 10 листопада 2025 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	17.11.2025	
2	Науково-дослідна частина	17.11-25.11.2025	
	Аналітичний огляд літературних джерел	17.11-19.11.2025	
	Мета, об'єкт, предмет та методи дослідження	20.11.2025	
	Результати дослідження	21.11-25.11.2025	
3	Техніко-економічне обґрунтування	26.11-27.11.2025	
4	Проектно-технологічна частина	28.11-7.12.2025	
	Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту	28.11-1.12.2025	
	Вибір та обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва	2.12-4.12.2025	
	Забезпечення технологічного процесу виробництва запроєктованого асортименту	5.12-7.12.2025	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	8.12-10.12.2025	
	Охорона праці	8.12-9.12.2025	
	Безпека в надзвичайних ситуаціях	9.12-10.12.2025	
6	Оформлення анотації, загальних висновків та списку використаних літературних джерел. Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки.	10.12.2025	
7	Оформлення графічної частини	11.12-14.12.2025	
8	Подача роботи для перевірки на плагіат	до 15.12.2025	
9	Отримання відгуку керівника та рецензії на роботу; підготовка та проходження попереднього захисту на кафедрі	15.12-21.12.2025	

Студент

(підпис)

Воробець Д.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Дацишин К.Є.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

У представленій кваліфікаційній роботі проведено дослідження щодо сумісності мікрододорості спіруліни з кисломолочною основою для виготовлення сиркових виробів. На основі серії експериментів обґрунтовано оптимальну кількість рослинного компонента. Розроблено рецептуру сиркової пасти зі спіруліною та досліджено основні показники якості отриманого продукту.

У **вступі** висвітлено актуальність теми, новизну розробленого продукту та мету дослідження, визначено практичну значущість отриманих результатів.

Перший розділ містить аналіз наукових та літературних джерел. У ньому окреслено мету, об'єкт і предмет дослідження, наведено характеристику основних методів, застосованих для отримання результатів, а також подано аналіз отриманих даних.

У **другому розділі** представлено обґрунтування вибору району для розміщення підприємства на основі проведених розрахунків. Також охарактеризовано асортимент продукції, доцільний для цього регіону, та подано можливі канали реалізації готових виробів.

Третій розділ присвячено розрахункам запроєктованого асортименту та опису основних технологічних процесів. Окрім цього, наведено підбір основного виробничого обладнання та розрахунок площ, необхідних для розміщення технологічного устаткування.

У **четвертому розділі** розглянуто питання охорони праці, а також заходи з безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Висновки узагальнюють результати роботи за всіма розділами.

Наприкінці подано список використаних джерел.

Ключові слова: сир кисломолочний, паста сиркова, спіруліна.

ЗМІСТ

	ВСТУП.....	5
1	РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....	8
1.1	Аналітичний огляд літературних джерел.....	8
1.2	Мета, об'єкт, предмет та методи дослідження.....	19
1.3	Результати дослідження.....	24
2	РОЗДІЛ 2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ.....	36
2.1	Характеристика місця розташування підприємства.....	36
2.2	Характеристика сировинної зони.....	38
2.3	Обґрунтування асортименту молочної продукції.....	40
2.4	Характеристика каналів реалізації продукції.....	41
3	РОЗДІЛ 3. ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	45
3.1	Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту.	45
3.2	Вибір та обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва молочних продуктів.....	53
3.3	Забезпечення технологічного процесу виробництва запроєктованого асортименту.....	80
4	РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	91
4.1	Охорона праці.....	91
4.2	Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	92
	ВИСНОВКИ.....	95
	ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	97
	ДОДАТОК А.....	107

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасні тенденції розвитку харчової промисловості характеризуються зростанням попиту на продукти з підвищеною харчовою та біологічною цінністю, а також на функціональні продукти, здатні позитивно впливати на стан здоров'я людини. Особливу увагу споживачі приділяють натуральності, екологічності та безпечності інгредієнтів, що стимулює виробників застосовувати інноваційні компоненти природного походження.

Спіруліна — мікроводорість із високим вмістом білка, незамінних амінокислот, вітамінів, мікроелементів, пігментів та антиоксидантів — привертає значну увагу як ефективний функціональний інгредієнт. Її використання у молочній промисловості дозволяє не лише збільшити поживну цінність продукту, але й надати йому додаткових корисних властивостей, таких як антиоксидантна та імуномодуюча дія [1].

Паста сиркова є популярним продуктом серед різних вікових груп завдяки приємному смаку, високій засвоюваності та легкості споживання. Проте традиційні сиркові вироби мають обмежений функціональний потенціал, що відкриває можливість для їх модернізації та збагачення біоактивними компонентами [2]. Включення спіруліни до складу сиркової пасты дає змогу створити продукт, що поєднує високі споживчі властивості та значну харчову й біологічну цінність, відповідаючи сучасним запитам ринку.

Наукові джерела свідчать про перспективність використання спіруліни в технології молочних продуктів, проте питання її оптимального дозування, впливу на органолептичні показники, стабільність функціональних компонентів і технологічні особливості виготовлення саме сиркових паст залишаються недостатньо вивченими. Це обумовлює необхідність проведення комплексного дослідження, спрямованого на розроблення технології пасты сиркової зі спіруліною та оцінку її якості, безпечності й споживчої привабливості.

Таким чином, вибір теми даної кваліфікаційної роботи є актуальним і науково обґрунтованим, оскільки поєднує потреби ринку, перспективи

використання природних функціональних інгредієнтів та можливість підвищення конкурентоспроможності молочної продукції за рахунок інноваційних рішень.

Метою роботи було розробити технологію пасти сиркової із спіруліною.

Для досягнення поставленої мети необхідно було виконати такі основні завдання:

- здійснити пошук і проаналізувати літературні джерела щодо використання порошку спіруліни як функціонального інгредієнта у молочних продуктах;
- виготовити експериментальні зразки сиркової пасти зі спіруліною;
- провести визначення показників якості отриманого продукту та встановити рекомендований термін його зберігання;
- розробити технологічну схему виготовлення сиркового виробу із спіруліною.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва сиркової пасти зі спіруліною.

Предмет дослідження – білкова основа, порошок спіруліни, а також органолептичні й фізико-хімічні показники розробленого продукту.

Методи дослідження. У роботі застосовано стандартні та загальновідомі фізико-хімічні, органолептичні й математично-статистичні методи дослідження з використанням сучасного програмного забезпечення.

Наукова новизна отриманих результатів. У межах кваліфікаційної роботи вперше запропоновано та розроблено рецептуру сиркової пасти зі спіруліною як джерелом біологічно активних речовин. Для визначення оптимальної кількості рослинного інгредієнта було виготовлено зразки з різним вмістом добавки — 1%, 3% та 5%. Встановлено, що внесення спіруліни у білкову основу забезпечує повне використання її корисних компонентів, запобігаючи їх втратам із сироваткою. Доведено, що під час зберігання мікроводорість позитивно впливає на якісні характеристики продукту, що дозволяє рекомендувати термін зберігання 3 доби без погіршення споживних

властивостей. Оптимальною концентрацією порошку спіруліни визначено 3% від маси білкової основи.

Практичне значення результатів. Розроблена технологія сиркової пасти зі спіруліною може бути впроваджена у промислове виробництво. Використання функціонального інгредієнта сприяє підвищенню харчової цінності продукту, його збагаченню рослинним білком, вітамінами, мінеральними речовинами та антиоксидантами. Доведено, що спіруліна позитивно впливає на показники якості сиркової пасти та сприяє їх стабільності протягом рекомендованого терміну зберігання.

Особистий внесок. Автором здійснено всебічний аналіз літературних джерел за тематикою дослідження, проведено підбір та опрацювання методик, зібрано й узагальнено експериментальні дані, підготовлено основні розділи кваліфікаційної роботи та сформульовано висновки.

Публікації. За матеріалами кваліфікаційної роботи було опубліковано тези доповіді (Додаток А) у матеріалах міжнародної наукової конференції.

Структура роботи. Кваліфікаційна робота містить такі структурні елементи: вступ; основну частину, що включає ключові розрахунки та техніко-економічне обґрунтування; розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; висновки та список використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 107 сторінок і містить 14 таблиць, 9 рисунків та 1 додаток.

Графічна частина роботи включає 6 аркушів формату А1.

РОЗДІЛ 1

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

1.1 Аналітичний огляд літературних джерел

1.1.1 Функціональні молочні продукти, як невід'ємна складова раціону людини

Функціональні молочні продукти є важливою складовою сучасного здорового харчування завдяки своєму багатому складу, який включає в себе не тільки основні харчові компоненти, а й біологічно активні речовини, що здатні позитивно впливати на здоров'я людини [3]. Вони містять різноманітні інгредієнти, зокрема пробіотики, пребіотики, вітаміни та мінерали, що підвищують їхню харчову цінність і забезпечують корисні функції для організму [4]. Молочні продукти традиційно вважаються важливим джерелом кальцію, фосфору, вітамінів групи В, особливо В2 (рибофлавін), В12, а також високоякісних білків. Їх регулярне споживання сприяє нормалізації обміну речовин, зміцненню кісток і зубів, підтримці нормальної роботи серцево-судинної та нервової системи. Однак з появою нових технологій у виробництві молочних продуктів та введенням пробіотичних і пребіотичних культур ці продукти набули нових функціональних властивостей [5].

Молочні продукти, зокрема йогурти, кефіри та інші ферментовані продукти, що містять пробіотичні культури, здатні позитивно впливати на здоров'я людини, зокрема на функцію шлунково-кишкового тракту. Пробіотики — це живі мікроорганізми, які при вживанні в достатніх кількостях здатні позитивно впливати на баланс мікрофлори кишечника. Регулярне споживання пробіотичних молочних продуктів допомагає покращити травлення, знизити ризик розвитку діареї, зменшити симптоми синдрому роздратованого кишечника та сприяти зміцненню імунної системи [6]. Крім того, пробіотики мають антибактеріальну та протизапальну дію, що робить їх

важливим інструментом для підтримки здоров'я кишечника та запобігання розвитку патогенних мікроорганізмів.

Завдяки своїм корисним властивостям, функціональні молочні продукти використовуються в профілактиці різних захворювань, таких як порушення роботи кишечника, метаболічний синдром і серцево-судинні хвороби. Молочні продукти з пробіотиками також можуть знижувати рівень холестерину в крові, нормалізувати рівень глюкози, що є важливим для профілактики діабету 2 типу. Останні дослідження також свідчать про позитивний вплив молочних продуктів на загальний стан здоров'я. Наприклад, дослідження показали, що йогурти з пробіотичними культурами можуть допомогти знизити ризик розвитку метаболічного синдрому, поліпшити мікрофлору кишечника та навіть сприяти зниженню ваги [7].

Завдяки своїм властивостям функціональні молочні продукти сприяють не лише підтримці нормальної мікрофлори кишечника, але й допомагають у лікуванні деяких серйозних захворювань. Наприклад, регулярне споживання пробіотичних молочних продуктів має позитивний вплив на лікування дисбіозу кишечника, а також може покращувати психічний стан, знижуючи рівень стресу та тривожності. Пробіотики також можуть мати антидепресивний ефект, оскільки вони сприяють відновленню балансу корисних бактерій, що безпосередньо пов'язано з функціонуванням нервової системи та психічним здоров'ям [8].

Крім того, молочні продукти стають дедалі більш популярними серед споживачів, котрі мають непереносимість лактози. З появою безлактозних молочних продуктів люди, що страждають на лактозну непереносимість, можуть без обмежень включати ці продукти в свій раціон, що є важливим для забезпечення їхнього нормального харчування без шкоди для здоров'я [9]. Використання таких продуктів дозволяє людям з алергією на молочний білок або лактозу отримувати всі корисні компоненти, які містяться в молочних продуктах, без будь-яких неприємних наслідків. Завдяки постійному розвитку харчової промисловості та новим технологіям виробництва, функціональні

молочні продукти можуть стати основою для створення інноваційних продуктів, які не лише збагачують раціон, але й допомагають підтримувати здоров'я в довгостроковій перспективі. Дослідження в цій сфері показують, що розробка нових функціональних молочних продуктів може призвести до значного покращення здоров'я населення, зокрема через профілактику та лікування різних хронічних захворювань [10].

Сучасні тенденції в харчовій промисловості орієнтовані на створення нових типів молочних продуктів, які можуть мати додаткові функціональні властивості. Наприклад, йогурти, збагачені вітамінами, омега-3 жирними кислотами, антиоксидантами, можуть стати основою для більш здорового харчування. Водночас дослідження показують, що додавання певних біологічно активних компонентів до молочних продуктів може значно підвищити їхні позитивні ефекти для здоров'я людини. Наприклад, антиоксиданти, які можуть бути введені в молочні продукти, допомагають боротися з окислювальним стресом і запобігають розвитку серцево-судинних хвороб і деяких видів раку [11].

Кисломолочний сир є високобілковим, поживним, функціональним продуктом, який відіграє важливу роль у зміцненні кісткової системи, підтримці м'язової маси, нормалізації роботи печінки, шлунково-кишкового тракту та імунітету. Він підходить для всіх вікових груп, має низьку калорійність у нежирних варіантах та особливо корисний у раціоні людей, що займаються спортом або прагнуть здорового харчування.

Сучасні технології дозволяють підсилювати функціональність цього продукту:

пробіотичними культурами (*Lactobacillus*, *Bifidobacterium*)

омега-3 жирними кислотами

рослинними волокнами (інулін, β -глюкани)

вітамінами D, K2 (особливо важливо для кісток)

Такі продукти додатково покращують імунітет, сприяють нормалізації ліпідного профілю та зміцненню кісток.

Найбільш перспективними є молочні продукти, збагачені пребіотиками, які сприяють розвитку корисних бактерій у кишечнику, і пробіотиками, що допомагають нормалізувати функцію травної системи та зміцнюють імунітет. Використання таких продуктів дозволяє не лише покращити загальний стан здоров'я, але й активно впливати на профілактику та лікування численних захворювань. Враховуючи всі ці аспекти, функціональні молочні продукти можуть стати основою майбутнього здорового харчування та активно використовуватися як частина індивідуального лікувального харчування.

1.1.2 Спіруліна як джерело біологічно активних речовин

Спіруліна — це мікроскопічна ниткоподібна ціанобактерія, яка отримала свою назву від спіральної або гвинтової природи своїх ниток. Вона має довгу історію використання як харчовий продукт, і повідомлялося, що її використовували ще за часів цивілізації ацтеків [12]. Спіруліна є

одноклітинною синьо-зеленою водоростю, яка відноситься до роду *Arthrospira* і вирізняється унікальним складом біологічно активних речовин. Завдяки високому вмісту білка, амінокислот, вітамінів, мінералів, поліненасичених жирних кислот, пігментів та



антиоксидантів, спіруліна вважається цінною добавкою до раціону людини [12]. Її хімічний склад визначає численні функціональні властивості, серед яких особливу увагу привертають імуностимулюючі, протизапальні, антиоксидантні, гепатопротекторні та детоксикаційні ефекти.

Основу спіруліни складає білок, який становить близько 60–70 % сухої маси. Він містить усі незамінні амінокислоти, що робить його повноцінним джерелом білка для людини, особливо в умовах вегетаріанської або веганської дієти. Важливою характеристикою білка спіруліни є його висока засвоюваність та біодоступність. До того ж спіруліна містить γ -ліноленову кислоту — одну з найважливіших омега-6 жирних кислот, яка бере участь у регуляції запальних процесів та збереженні мембранної цілісності клітин [13].

Таблиця 1.1 – Склад жирних кислот в порошку спіруліни [13]

Склад	Жирні кислоти (%)
(C14) Міростова кислота	1,6-1,7
(C16) Пальмітинова кислота	18-38
(16:1) Δ 9 Пальмітолейнова кислота	5-7
(18:1) Δ 9 Олеїнова кислота	5-6
(18:2) Δ 9,12 Лінолева кислота	6-15
(18:3) Δ 9,12,15 γ -Ліноленова кислота	4-22
Інші	10-68

Особливо цінною біологічно активною речовиною у складі спіруліни є фікоціанін — водорозчинний пігмент, який не лише забарвлює клітини у характерний синьо-зелений колір, але й має виражені антиоксидантні властивості. Він здатен знешкоджувати вільні радикали, знижувати рівень оксидативного стресу в клітинах, а також виявляє потенційну протиракову дію [14]. Завдяки цьому спіруліна розглядається як натуральний антиоксидант, який може доповнювати терапію хронічних захворювань, пов'язаних із окислювальними ушкодженнями клітин, зокрема серцево-судинних патологій, діабету та деяких онкологічних станів [15].

Також спіруліна містить значні кількості вітамінів, особливо групи В (В1, В2, В3, В6, В12), а також вітамінів Е і К. Особливої уваги заслуговує наявність псевдовітаміну В12, який раніше вважали активним аналогом кобаламіну, однак наразі доведено, що він не повністю засвоюється людським організмом, тож потребує обережної оцінки при використанні спіруліни як джерела цього вітаміну [13, 16]. Крім того, водорість багата на залізо, магній, калій, цинк і

селен, що забезпечує її позитивний вплив на кровотворення, енергетичний обмін, детоксикацію та антиоксидантний захист.

Таблиця 1.2 – Вміст вітамінів у спіруліні [17]

Склад	Кількість (на 100г сухої маси)
Провітамін А	213 мг
Тіамін (В1)	1,92 мг
Рибофлавін (В2)	3,44 мг
Вітамін В6	0,49 мг
Вітамін В12	0,12 мг
Вітамін Е	10,4 мг
Ніацин	11,3 мг
Фолієва кислота	40 мг
Пантотенова кислота	0,94 мг
Інотизол	76 мг

Клінічні дослідження показують, що регулярне споживання спіруліни може сприяти зниженню рівня холестерину та тригліцеридів у крові, стабілізації артеріального тиску, поліпшенню функції печінки та загальному підвищенню імунної реактивності організму [18]. У деяких випадках доведено ефективність спіруліни в зменшенні симптомів алергічного риніту, а також у якості допоміжного засобу при цукровому діабеті 2 типу, оскільки вона сприяє зниженню рівня глюкози в плазмі крові [17].

Завдяки природному походженню, відсутності токсичних речовин і високому вмісту біоактивних сполук, спіруліна активно використовується у виробництві біологічно активних добавок, функціональних продуктів харчування, косметичних засобів та навіть у фармацевтичній промисловості. Її застосування не обмежується лише профілактикою — вона розглядається як перспективна сировина для підтримувального лікування широкого спектра хронічних захворювань, а також як джерело природних пігментів і консервантів [19].

У сучасних умовах активне впровадження спіруліни до рецептур функціональних харчових продуктів, зокрема молочних, є актуальним напрямом розвитку індустрії здорового харчування. Її природне походження, безпечність для здоров'я та численні позитивні ефекти роблять її привабливим компонентом як у профілактичному, так і в лікувально-оздоровчому

харчуванні. Завдяки зростаючому попиту на натуральні інгредієнти з функціональною активністю, спіруліна все частіше інтегрується у формули нових харчових продуктів, зокрема ферментованих молочних напоїв, десертів, сирків та йогуртів, підвищуючи їхню біологічну цінність і оздоровчу дію [11].

Таким чином, спіруліна є цінним джерелом біологічно активних речовин, що має великий потенціал для використання у сучасній харчовій, фармацевтичній та медичній галузях. Її інтеграція до складу функціональних продуктів, зокрема молочних, може значно розширити їх профілактичні властивості, сприяти поліпшенню здоров'я населення та стати ефективним інструментом у формуванні культури здорового способу життя.

1.1.3 Перспективи використання спіруліни у якості збагачувача молочних продуктів

Сучасні тенденції розвитку харчової промисловості свідчать про зростання зацікавленості споживачів у продуктах з підвищеною біологічною цінністю, що забезпечують не лише базове харчування, а й додаткову функціональну дію. У цьому контексті особливу увагу привертає використання спіруліни — мікроводорості *Arthrospira platensis*, яка характеризується високим вмістом білка (до 60–70 %), незамінних амінокислот, вітамінів групи В, заліза, кальцію, магнію, антиоксидантів та пігментів, зокрема фікоціаніну й бета-каротину [20, 21]. Завдяки цьому спіруліна розглядається як перспективний природний збагачувач молочних продуктів, здатний покращити їх харчову й біологічну цінність.

Згідно з результатами сучасних досліджень, одним з найбільш перспективних напрямів є використання спіруліни у виробництві йогуртів і кисломолочних напоїв [22-25]. Додавання її порошку до молочної основи сприяє зростанню чисельності біфідобактерій, підвищенню антиоксидантної активності продукту, а також покращенню його структурних характеристик,

зокрема в'язкості й стабільності [26]. Також спостерігається зменшення рівня пероксидного окиснення жирів, що є ознакою зростання стійкості до окислювальних процесів. Крім того, біологічна активність зразків зі спіруліною, за результатами аналізу поглинання DPPH-радикалів, була значно вищою, ніж у контрольних зразків без добавки [27].

Варто зазначити, що введення спіруліни може впливати на органолептичні властивості продуктів. Через характерний зелено-синій колір і специфічний присмак, надмірна концентрація добавки може викликати зниження споживчої привабливості [28]. У зв'язку з цим дослідники пропонують оптимальне дозування мікроводорості на рівні 0,5–1,0 % до маси продукту, що дозволяє зберегти прийнятні сенсорні характеристики при одночасному збагаченні поживними речовинами [29].

У застосуванні спіруліни до твердих і м'яких сирів, а також сиркових виробів, теж спостерігається позитивна динаміка зростання інтересу. Зокрема, введення міководорості дозволяє підвищити загальний вміст білка, покращити амінокислотний склад продукту, а також виступає у ролі натурального барвника, що додає сирним продуктам нетипового для класичних зразків зеленуватого або бірюзового відтінку [30, 31]. Це може бути використано як маркетинговий інструмент, з огляду на попит споживачів на незвичайні, «еконатхненні» продукти.

Ще один перспективний напрям — розробка десертних молочних продуктів з додаванням спіруліни, зокрема морозива, пудингів, мусів, молочних коктейлів. Через низьку термічну стійкість деяких біоактивних сполук спіруліни, таких як фікоціанін, доцільно вводити її на заключних етапах виробництва — під час охолодження або перед фасуванням [32]. Це дозволяє зберегти максимальну кількість активних речовин та забезпечити функціональність готового продукту.

Крім безпосереднього збагачення вітамінами та мінералами, спіруліна демонструє потенціал як засіб профілактики й підтримки імунітету. Її компоненти стимулюють синтез інтерлейкінів, знижують рівень оксидативного

стресу та мають протизапальні властивості [33, 34]. Таким чином, регулярне вживання продуктів зі спіруліною може сприяти покращенню загального стану здоров'я споживача, особливо у період підвищеного ризику захворювань, як-от восени та взимку.

Слід також зазначити потенціал спіруліни у спортивному та дитячому харчуванні. Відомо, що амінокислотний склад білків цієї мікроводорості близький до ідеального за шкалою WHO, що робить її цінним джерелом протеїну для людей з підвищеними потребами в білках — спортсменів, людей із підвищеним фізичним навантаженням, вагітних жінок, дітей у період активного росту [35]. Додавання спіруліни до молочних коктейлів, десертів або спеціальних спортивних напоїв дозволяє створювати продукти з високою біологічною цінністю та спрямованою дією.

Попри значні переваги, існують певні обмеження щодо використання спіруліни в молочній промисловості. Зокрема, потребує дослідження її стабільність під час технологічної обробки, зокрема пастеризації, ферментації та охолодження. Більшість біоактивних сполук чутливі до температурних і механічних впливів, що може знижувати ефективність збагачення [36, 37]. Крім того, можливе накопичення в спіруліні важких металів або мікроцистинів, у разі її вирощування в несприятливих умовах або на відкритих водоймах, що вимагає контролю якості сировини та її сертифікації [37].

Ще одним важливим аспектом є споживча готовність приймати продукти з новими властивостями. Спіруліна має специфічний запах і смак, який не завжди приймається позитивно, особливо серед консервативних груп населення. Тому розробникам нових продуктів рекомендується використовувати комбінації ароматизаторів, підсолоджувачів та натуральних фруктових добавок для покращення органолептичних характеристик [38].

Таким чином, використання спіруліни як збагачувача молочних продуктів відкриває широкі перспективи для створення інноваційних функціональних харчових продуктів, орієнтованих на різні категорії споживачів — від дітей до літніх людей, від спортсменів до прихильників здорового способу життя. При

дотриманні технологічних вимог, контролю якості сировини та врахуванні органолептичних чинників, спіруліна може стати ефективним компонентом у формуванні нової генерації молочних продуктів із високою доданою вартістю. Подальші наукові дослідження повинні бути спрямовані на оптимізацію процесів її введення, вивчення стабільності функціональних компонентів та оцінку довготривалого впливу таких продуктів на організм людини.

Серед готових комерційних пропозицій за межами України особливо вирізняється органічний козячий сир із додаванням свіжої спіруліни, вироблений іспанською компанією CalQuiteria. Цей м'який артизанальний сир (150 г) поєднує кремову текстуру й делікатний смак із вираженим природним ароматом, а зелено-сині прожилки створюють візуально привабливий ефект. Спіруліна вводить до складу додаткові мінерали, вітаміни та білки, підсилюючи поживну цінність, при цьому зберігаючи легкість і свіжість сирного смаку — продукт виготовлено традиційними методами та доступний для доставки в різні країни Європи [39].

Окрім того, в Україні можна знайти молочний коктейль «Смак Життя» зі спіруліною — порошкову суміш суперфудів: спіруліни, гуарани й кокосового сухого молока. У рецептурі акцент на білковому збагаченні (вміст білка до 18,5 г на 100 г продукту) та антиоксидантному ефекті, а гуарана забезпечує помірну тонізуючу дію, а кокосове молоко — корисні жирні кислоти для підтримки ШКТ і гормонального балансу. При заварюванні коктейль набуває характерного смарагдового відтінку. Простота приготування і рекомендації щодо вживання після фізичної активності роблять цей продукт зручним варіантом для споживачів, які обирають функціональне харчування [40].

Серед українських виробників увагу привертає також вершковий сир «Cream cheese зі спіруліною», представлений на вітчизняній торговій платформі. Продукт виготовляється з натурального коров'ячого молока та містить у складі порошок спіруліни, що додає йому світло-зеленого відтінку й підвищує харчову цінність. Такий сир має ніжну текстуру, м'який смак із ледь вловимими водоростевими нотками та може використовуватися як у

класичному споживанні, так і як інгредієнт для приготування канапок, ролів або десертів. Збагачення білками, вітамінами та мінералами дозволяє розглядати продукт як щоденне джерело додаткових нутрієнтів [41].

Висновок

Аналіз наукових джерел засвідчив, що спіруліна є перспективною біологічно активною добавкою для збагачення сиркових виробів завдяки високому вмісту повноцінного білка, незамінних амінокислот, поліненасичених жирних кислот, вітамінів, мінеральних речовин та антиоксидантів. Дослідження свідчать, що включення спіруліни до молочних продуктів сприяє підвищенню їхньої харчової та біологічної цінності, покращує антиоксидантні властивості та може позитивно впливати на функціональні характеристики готової продукції. Водночас література підкреслює важливість дотримання оптимальних доз внесення, оскільки надмірна кількість спіруліни здатна змінювати органолептичні показники, колір та текстуру сиркових виробів.

Таким чином, спіруліна розглядається як ефективний компонент для створення функціональних сиркових продуктів, що відповідають сучасним тенденціям здорового харчування. Однак потребують подальшого вивчення питання оптимізації рецептур, технологічних параметрів, стабільності біоактивних речовин у процесі зберігання та прийнятності таких виробів для споживачів. Узагальнені дані літератури підтверджують доцільність використання спіруліни у технології сиркових виробів та обґрунтовують актуальність подальших досліджень у цьому напрямі.

1.2 Мета, об'єкт, предмет та методи дослідження



ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ:

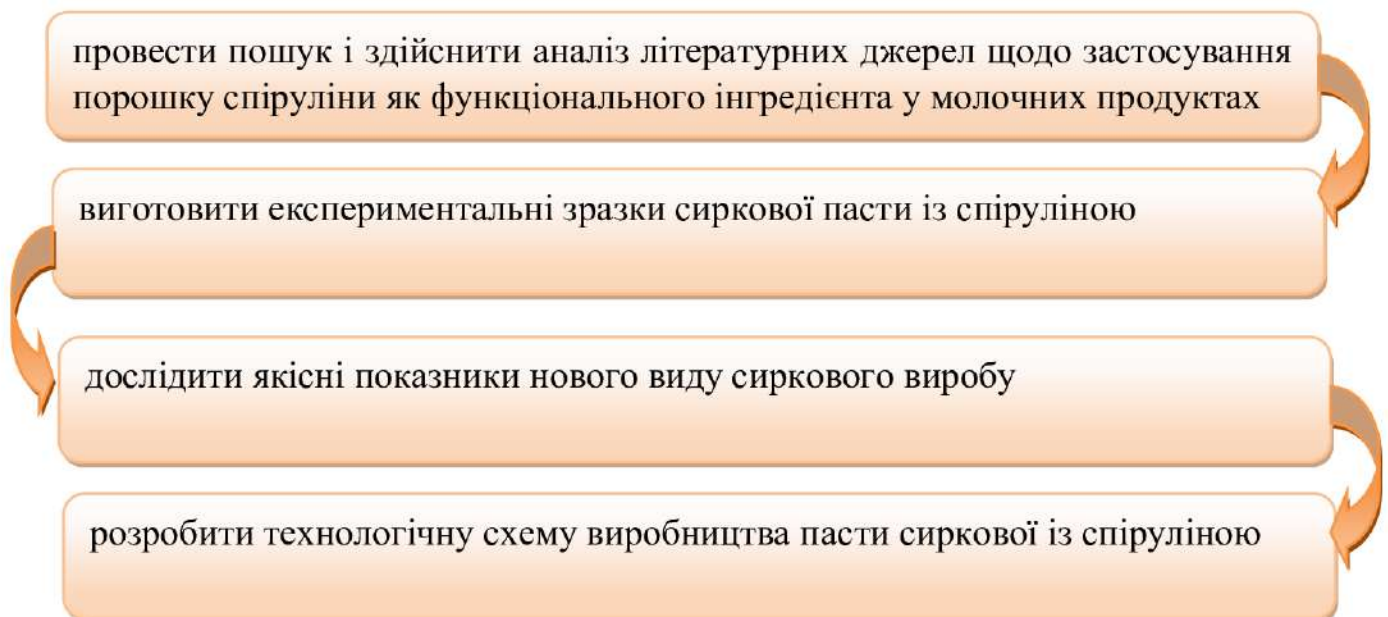




Рисунок 1.1 – Схема етапів дослідження

1.2.1 Методи досліджень

Під час дослідження якісних показників застосовували різні методи, зокрема фізико-хімічні, органолептичні та інструментальні:

☞ *Органолептична оцінка.* Її проводили відповідно до ДСТУ 6658:2005. Описували загальне враження, колір смак і аромат, консистенцію [42, 43, 44].

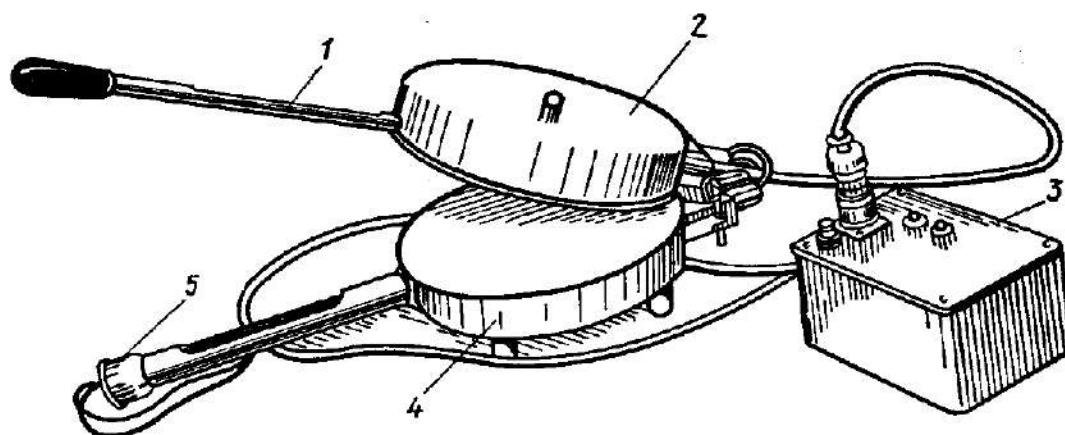
☞ *Активна кислотність.* У підготовлений зразок занурювали електроди лабораторного рН-метра [45].

Титрована кислотність. У фарфорову ступку поміщали 5 г продукту, ретельно перемішували й розтирали. Поступово додавали 50 см³ води, попередньо підігрітої до 35–40 °С. Після внесення трьох крапель фенолфталеїну проводили титрування 0,1 моль/дм³ розчином натрій гідроксиду до появи слабкого рожевого забарвлення, що зберігалось протягом 1 хв. Кислотність у градусах Тернера визначали як добуток об'єму лугу, витраченого на нейтралізацію 5 г продукту, та коефіцієнта 20 [46].



Визначення масової частки води здійснювали на приладі Чижової.

○ *Сир кисломолочний.* Паперові конверти висушували при температурі 150–160 °С протягом 3 хв, після чого охолоджували в ексикаторі. Готували наважку масою 5 г, переносили її в охолоджений конверт і повторно висушували за температури 150–152 °С упродовж 5 хв. Після охолодження конверти зважували та визначали масову частку води за відповідною формулою [46, 47].



Р

Рисунок 1.2 – Прилад Чижової: 1 – рукоятка; 2 – верхня плита; 3 – блок управління; 4 – нижня плита; 5 – електроконтактний термометр

◦ *Спіруліна*. Два конверти попередньо висушували у приладі Чижової при 155-160 °С 3 хв, охолоджували 3 хв у ексікаторі та зважували. У кожен конверт вносили по 5 г порошку мікрододорості (два паралельні визначення з допустимим відхиленням до 0,01 г). Конверти закривали й висушували 5 хв за 155-160 °С. Після охолодження їх знову зважували, і масову частку вологи визначали за різницею мас. Розбіжність між паралельними визначеннями не повинна перевищувати 1 % [48].

☞ *Вологоутримувальна здатність*. Її визначали гравіметричним методом, що полягає в обчисленні кількості вологи, котра виділяється з продукту при легкому пресуванні. Використовували беззольні фільтри діаметром 9–11 мм, попередньо витримані в ексікаторі з хлористим кальцієм. Фільтр розміщували на скляній пластині розміром 11×11×0,5 см. Наважку сиру масою 0,3 г переносили на поліетиленову плівку діаметром 40 мм, зважували на аналітичних вагах і розміщували на фільтрі так, щоб плівка була зверху. Систему накривали скляною пластиною і встановлювали вантаж масою 0,5 кг на 7 хв. Після пресування сир негайно зважували. Різниця маси відповідала кількості вологи, що виділилась; подальший розрахунок проводили за відповідною формулою [49].

1.2.2 Характеристика сировини

- Для приготування досліджуваних взірців було отримано білкову основу із *молока пастеризованого ТМ «Молокія» м.ч.ж. 1,6%*. Для нормалізації за м.ч.ж. використали *молоко знежирене, м.ч.ж. 0,05% ТМ «Злагода»*.
- *Закваска бактеріальна суха, виробник ТОВ «BIBO-AKТИВ»:*



Нормативний документ, яким контролюється:
ТУ У 15.5-3060300036-001:2009

БАКТЕРІАЛЬНИЙ СКЛАД
Lactococcus lactis subsp. lactis
Lactococcus lactis subsp. Cremoris
Lactococcus lactis subsp. lactis
biovar. diacetylactis

- У якості наповнювача було використано *порошок спіруліни* ТОВ «Банка спецій»:



Нормативний документ, яким контролюється:
ТУ У 10.8-3474701915-001:2023

Поживна (харчова) цінність на 100 г:
білки 68 г
жири 5г
вуглеводи 8 г

- *Сіль харчова, ТМ «Хуторок»*



Нормативний документ, яким контролюється:
ТУ У 89.2-34560700-007:2023

Поживна цінність на 100 г продукту:
сіль – 99,7 г.

1.3 Результати досліджень

Запропонована технологія виробництва сиркової пасти з додаванням мікроводорості спіруліни спрямована на розширення асортименту українських функціональних харчових продуктів оздоровчого призначення та підвищення споживання населенням корисних і необхідних нутрієнтів — вітамінів, білків та жирів. Спіруліна вирізняється високим вмістом повноцінного білка, вітамінів, мінеральних речовин і природних антиоксидантів, що зумовлює її цінність як функціонального інгредієнта.

Її регулярне вживання асоціюють із підтриманням імунної системи, сприянням детоксикаційним процесам в організмі, поліпшенням стану шкіри та волосся, а також підвищенням життєвого тону. Окрім того, наукові джерела вказують на потенціал спіруліни у нормалізації рівнів цукру та холестерину в крові, зменшенні проявів алергічного риніту та підтриманні здоров'я серцево-судинної системи.

Високий вміст білка робить спіруліну особливо цінним компонентом для збагачення продуктів, призначених для спортсменів і людей, які потребують підвищеного протеїнового раціону. Саме тому її використання у складі сиркової пасти є доцільним та актуальним з огляду на сучасні тенденції здорового харчування.

1.3.1 Отримання білкової основи для виробництва сиркового виробу

Основою для виробництва дослідних зрізів пасти сиркової із спіруліною було використано сир кисломолочний, отриманий кислотно-сичужним способом у лабораторії технології молока і молочних продуктів ТНТУ імені Івана Пулюя. У даному продукті було визначено основні фізико-хімічні показники:

- вміст жиру — 5,0%;

- титрована кислотність – 150⁰T;
- рН – 4,21;
- масова частка води – 71,45%;
- ВУЗ – 55,03%.

1.3.1 Одержання досліджуваних зразків розроблюваного продукту

Для приготування дослідних зразків використовували порошок спіруліни із м.ч. води 5,8%. Спіруліну вносили у готову білкову основу, щоб попередити втрату корисних речовин із сироваткою. Для отримання пасти сиркової, порошок спіруліни перетирали із білковою основою до отримання однорідної консистенції. Детальний склад мікрододатку подано у попередньому пункті.



Рисунок 1.3 – Зовнішній вигляд спіруліни

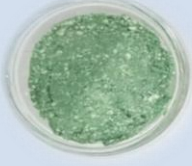
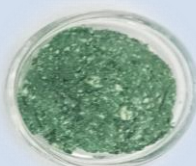
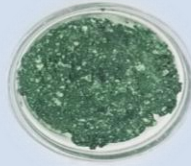
Порошок спіруліни вносили у кількості 1%, 3% та 5% від маси білкової основи. Внесення проводили у кисломолочну основу кімнатної температури, оскільки це забезпечує максимальне збереження поживних, біологічно активних та споживчих властивостей мікрододатку. Також за таких умов порошок краще диспергується, не утворює грудок і забезпечує однорідність суміші.

Таблиця 1.3 – Склад досліджуваних взірців пасти сиркової із спіруліною

Рецептурні компоненти	Контроль	Взірець 1	Взірець 2	Взірець 3
Порошок спіруліни, г	—	10	30	50
Білкова основа, г	1000	1000	1000	1000

Оцінку досліджуваних взірців за органолептичними показниками було проведено за допомогою дегустаційної комісії. Результати наведені у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Органолептична характеристика досліджуваних взірців

Концентрація спіруліни у досліджуваному взірці, %	Контрольний взірець (не містив спіруліни)	1	3	5
Зовнішній вигляд				
Загальне враження	Характерний для сиру кисломолочного, приємний, без сторонніх присмаків	Приємний для споживання, підходить для тих, хто вперше куштує продукти зі спіруліною	Підходить для любителів продуктів із суперфудами; смак і аромат спіруліни вже помітно впливають на загальне сприйняття	Інтенсивний смак і аромат спіруліни можуть відлякати непідготовлених споживачів, але продукт підійде для любителів суперфудів і людей, які цінують користь спіруліни
Колір	Білий або з кремовим відтінком, рівномірний за всією масою	Світло-зелений відтінок, практично нагадує натуральний колір сиркової пасти із легким зеленим відтінком	Більш виразний зелений відтінок, паста виглядає більш насичено та яскраво	Насичений зелений, інтенсивний, характерний для продуктів із високим вмістом спіруліни

Консистенція	Однорідна, розсипчаста	Однорідна, ніжна, з поодинокими білими вкрапленнями, пластична, добре намазується, без грудочок	Однорідна, трохи гущіша, ніж у 1%-го взірця, зручно намазується	Густа, однорідна, трохи більш сухувата, але все ще зручно намазується
Смак та аромат	Характерний кисломолочний. Без сторонніх присмаків і запахів	Характерний кисломолочний		
		Ніжний, молочний аромат сиркової пасти з ледь відчутним запахом спіруліни, який незначно впливає на сприйняття. м'який, вершковий, з легкою рослинною ноткою. Спіруліна додає легку гірчинку, яка майже не відчувається	Молочний аромат залишається домінуючим, але помітно проявляється запах спіруліни, що надає специфічності. Помітна рослинна нота спіруліни, легка гірчинка, яка трохи змінює звичний смак сиркової пасти. Смак залишається збалансованим, але більш характерним для спіруліни	

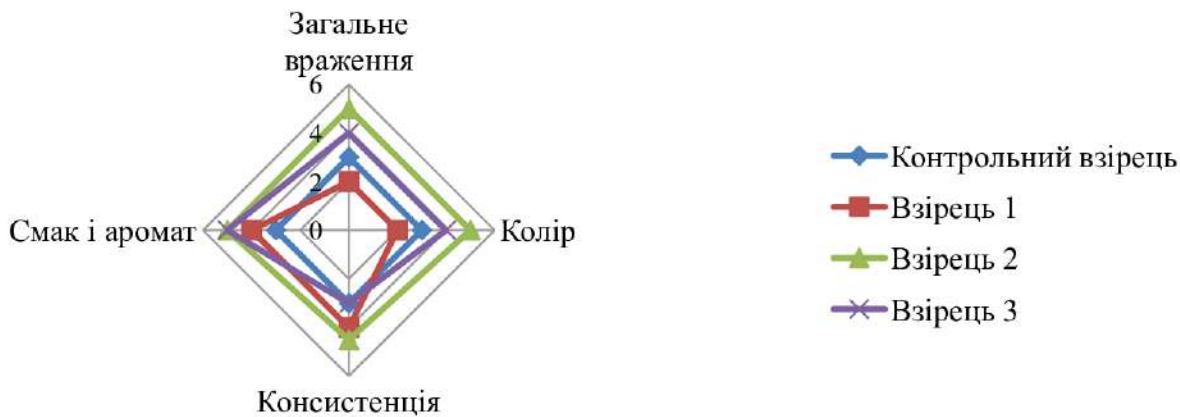


Рисунок 1.4 – Профілограма флейвору досліджуваних взірців пасти сиркової із спіруліною

За результатами проведеної дегустаційної оцінки, найбільш прийнятним для споживачів визначено взірець 2, що містив 3% порошку мікрододорості. Даний варіант вирізнявся хорошими органолептичними показниками та оптимальною кількістю внесеної добавки, що зробить його максимально корисним для споживачів та одночасно і найбільш привабливим з точки зору сенсорного сприйняття.

1.3.3 Дослідження якісних показників нового виду сиркового виробу

Визначення основних фізико-хімічних показників досліджуваних взірців проводили протягом шести діб, що у двічі довше від рекомендованого стандартом. Тривалість дослідження обумовлена строком зберігання сиркових виробів відповідно до діючої нормативної документації. Відповідно до ДСТУ 4503:2005 [43], за температури зберігання від 2 °С до 6 °С термін придатності до споживання нетермізованих сиркових паст становить не більше 3 діб.

Кислотність є одним з ключових показників якості сиркових виробів, оскільки вона визначає їхній смак, консистенцію, мікробіологічну стійкість та технологічні властивості. Для комплексної оцінки кислотності застосовують два основні показники — титровану та активну кислотність, які доповнюють одне одного та характеризують різні аспекти кисло-лужного стану продукту.

Активна кислотність відображає концентрацію вільних іонів Гідрогену (H^+) у продукті та вимірюється за допомогою рН-метра. Значення рН безпосередньо впливає на структуроутворення білків молока, зокрема казеїну, що визначає консистенцію сиркової маси. У сиркових виробках рН зазвичай коливається в межах 4,2–4,8, залежно від способу виробництва, складу та ступеня ферментації. Низький рН сприяє коагуляції білків і формуванню щільної структури, тоді як підвищений рН може свідчити про недостатню кислотність або початок небажаних мікробіологічних процесів.

Титрована кислотність характеризує сумарний вміст органічних кислот, білкових та мінеральних компонентів, здатних реагувати з лугом під час титрування. Вимірюється у градусах Тернера ($^{\circ}\text{T}$) або ммоль/100 г. На відміну від активної кислотності, вона відображає не лише вільні іони Гідрогену, а й потенційну кислотність, яка може вивільнятися під час технологічних процесів. Для сиркових виробів типовими є значення титрованої кислотності в межах 150–220 $^{\circ}\text{T}$, залежно від виду продукту, умов визрівання та способу обробки.

Обидва показники кислотності мають важливе значення для контролю якості сиркових виробів.

Зміна показників кислотності досліджуваних зрізів пасти сиркової із спіруліною представлена на рисунках 1.5 та 1.6.

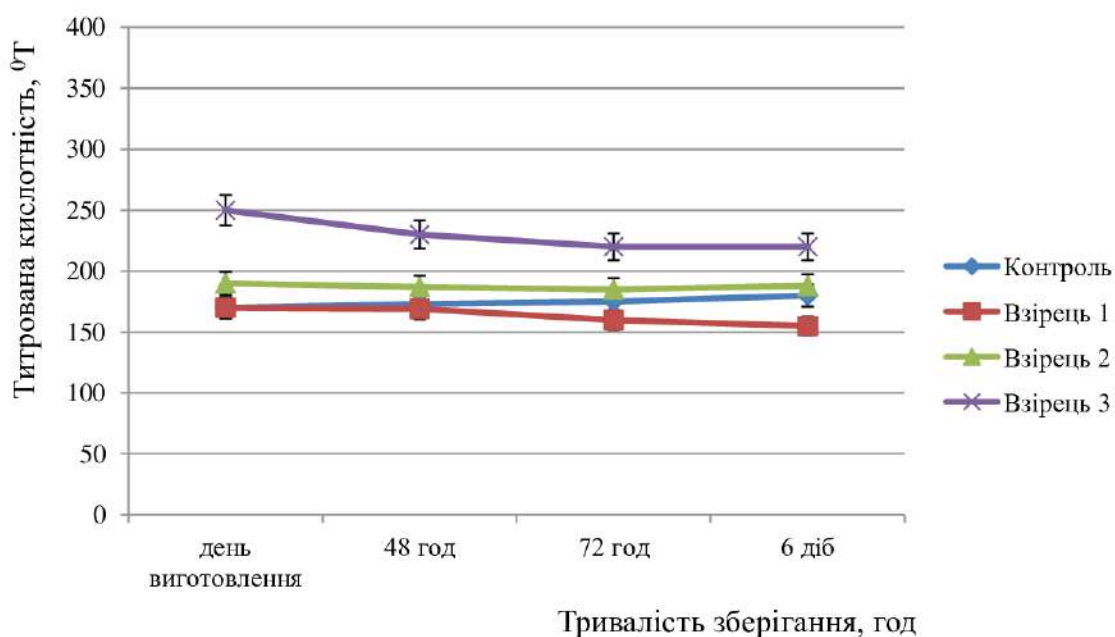


Рисунок 1.5 – динаміка зміни титрованої кислотності пасти сиркової із спіруліною протягом досліджуваного періоду

Як бачимо із результатів проведених досліджень, що представлені на рис. 1.6, титрована кислотність у контрольного зрізця повільно й помірно зростає протягом усього терміну зберігання, але в паст із додаванням спіруліни цього не відбувається. Навпаки, зростання не спостерігається, оскільки спіруліна діє

як природний стабілізатор кислотності і у нашому випадку сприяє незначному зниженню показників титрованої кислотності протягом терміну зберігання.

Активна кислотність контрольного взірця повільно знижується протягом досліджуваного терміну зберігання. У досліджуваних взірців зміни рН менш різкі, ніж у звичайної сиркової пасти, через буферні властивості спіруліни та її лужну реакцію. Чим більша частка спіруліни, тим більш стабільною є активна кислотність продукту протягом зберігання. На основі аналізу результатів проведених досліджень, бачимо, що у взірцях пасти сиркової із спіруліною рН дещо підвищується протягом досліджуваного терміну зберігання. Найвищим було рН досліджуваного взірця, що містив 5% порошку спіруліни у кінці досліджуваного терміну зберігання. У двох інших взірців даний показник знаходився у межах 4,43-4,47 од. рН та 4,45-4,52 од. рН відповідно для 1% та 3% порошку спіруліни.

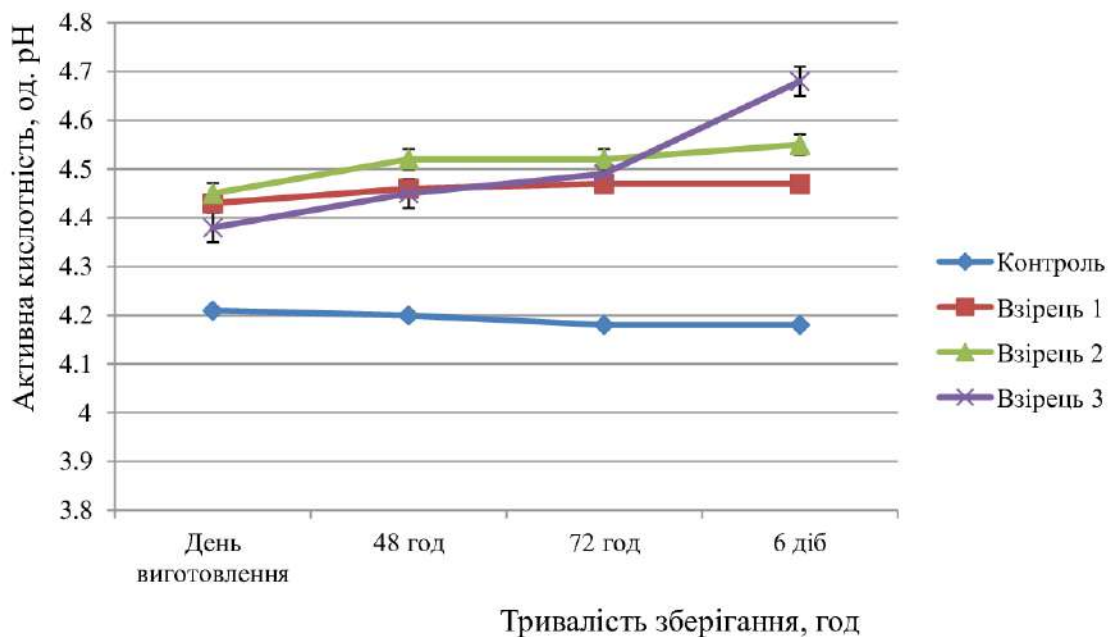


Рисунок 1.6 – динаміка зміни рН пасти сиркової із спіруліною протягом досліджуваного періоду

Загалом проаналізувавши динаміку зміни кислотності досліджуваних взірців, бачимо, що показники практично в усіх знаходяться у межах, котрі

визначає діючий ДСТУ 4503:2005 [43]. Лише у 3 взірця у день виготовлення титрована кислотність є дещо вищою за норму.

Масова частка вологи. Даний показник є одним із ключових у якості сиркових виробів, оскільки визначає їхню консистенцію, харчову цінність, стабільність та термін зберігання. Волога у сиркових продуктах міститься у вільному та зв'язаному стані, що впливає на текстурні характеристики і технологічні властивості продукту.

Рівень вологи безпосередньо пов'язаний зі структурою білкового згустку. Вищий вміст води забезпечує більш м'яку, кремоподібну консистенцію, характерну для пастоподібних та десертних сиркових виробів. Натомість знижена масова частка вологи сприяє формуванню більш щільної, крихкої структури, властивій традиційному кисломолочному сиру. У різних видах сирової продукції значення цього показника може варіювати: для паст сиркових — зазвичай 60–75 %, для класичного сиру — 65–73 %, залежно від технології виготовлення.

Масова частка вологи впливає на здатність продукту до зберігання та його мікробіологічну стійкість. Чим вищий вміст вологи, тим інтенсивніше відбуваються мікробіологічні процеси, що може скорочувати термін придатності. Тому для вологих сиркових виробів важливим є дотримання оптимальних умов зберігання — низької температури та герметичної упаковки. Крім того, рівень вологи впливає на смак, аромат і споживчі властивості, оскільки вода є розчинником для частини ароматичних та смакових компонентів.

Контроль масової частки вологи є важливим етапом технологічного процесу, що дозволяє керувати якістю білкового згустку, виходом готової продукції та її текстурними характеристиками. Процеси пресування, теплової обробки, гомогенізації та внесення додаткових компонентів напряду впливають на вологість сирової маси.

Таким чином, масова частка вологи є комплексним показником, що визначає фізико-хімічні, органолептичні та мікробіологічні властивості

сиркових виробів. Її оптимізація є важливою для забезпечення стабільності, безпечності та високої якості готової продукції. Зміна даного показника протягом терміну зберігання представлена на рисунку 1.7.

За результатами досліджень, бачимо, що із збільшенням частки спіруліни вологість взірців зменшується у день виготовлення. В подальшому даний показник незначно підвищується. Такі випадки є зазначеними у літературних джерелах [50]. Чим більший вміст спіруліни, тим повільніше змінюється м.ч. вологи і тим краще вона стабілізується протягом усього терміну зберігання.

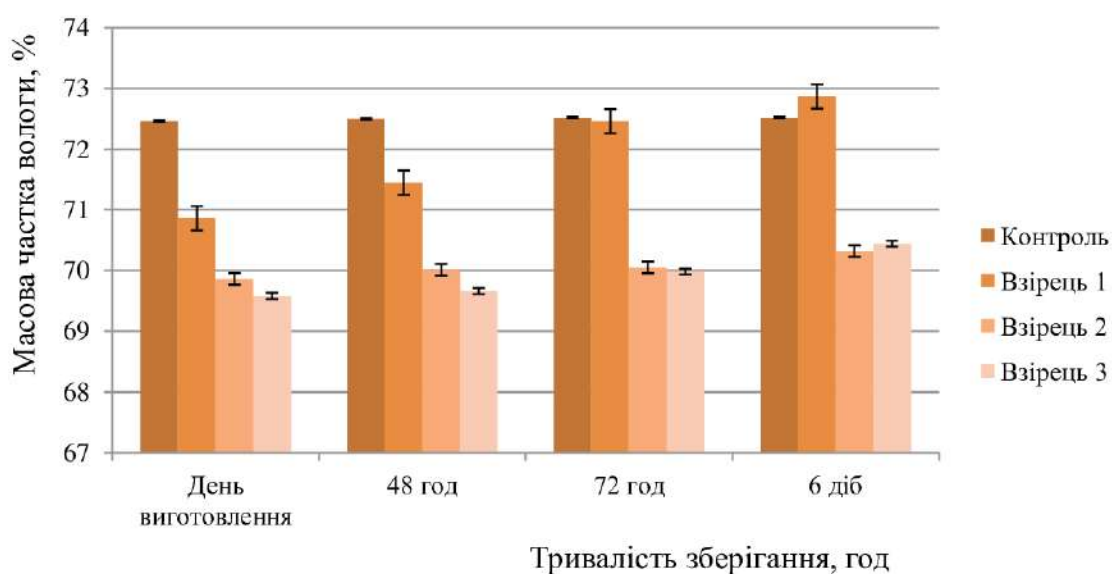


Рисунок 1.7 – динаміка зміни вологості пасти сиркової із спіруліною протягом досліджуваного періоду

Це пов'язано з високою гігроскопічністю спіруліни, вмістом білків та полісахаридів, що здатні утримувати воду.

Вологоутримувальна здатність (ВУЗ) є важливим техно-хімічним показником сиркових виробів, що характеризує здатність білкової матриці утримувати воду у зв'язаному або частково зв'язаному стані під час механічної чи теплової обробки. Цей параметр має суттєвий вплив на консистенцію, соковитість, стабільність структури та вихід готового продукту.

ВУЗ визначає, наскільки ефективно білки молока — насамперед казеїн і сироваткові білки — здатні зв'язувати та утримувати вологу. Добре розвинена

білкова структура забезпечує однорідну, ніжну та пластичну консистенцію сиркової маси, що є особливо важливим для пастоподібних сиркових продуктів, десертів і сиркових паст. Низька вологоутримувальна здатність призводить до відділення вільної води (синерезису), появи зернистості та погіршення органолептичних властивостей.

Показник ВУЗ має важливе значення для виробничої практики, оскільки визначає стабільність структури сиркових виробів під час зберігання, транспортування та фасування. Висока вологоутримувальна здатність забезпечує кращу консистенцію, збільшує вихід готової продукції та сприяє збереженню її смакових характеристик протягом терміну реалізації.

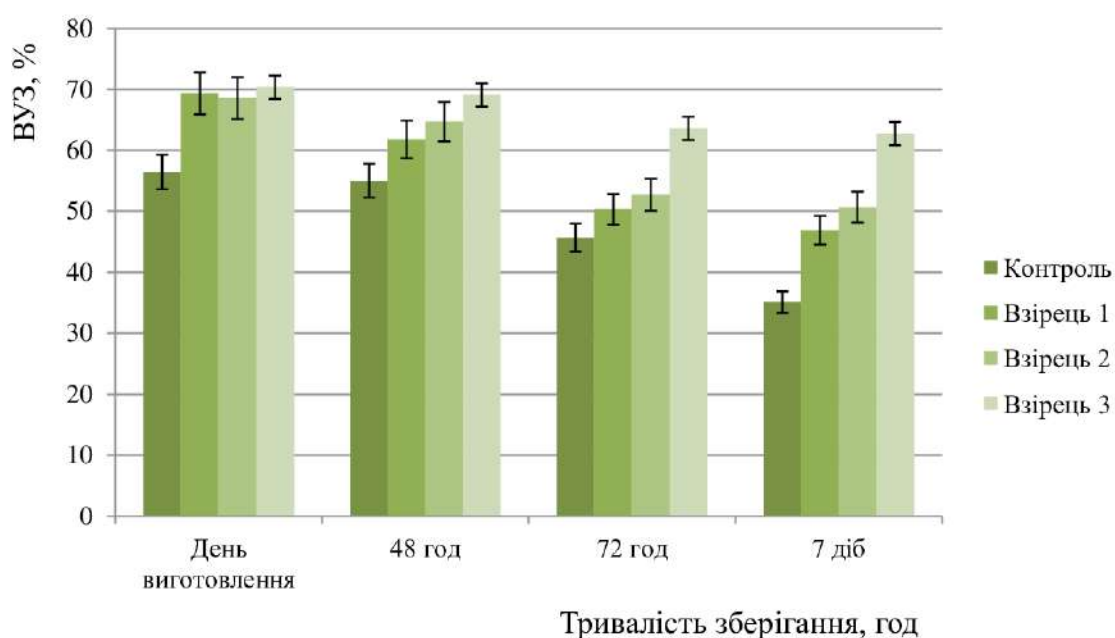


Рисунок 1.8 – динаміка зміни ВУЗ пасти сиркової із спіруліною протягом досліджуваного періоду

Із рисунку 1.8 бачимо, що вологоутримуюча здатність пасти сиркової із спіруліною підвищується прямопропорційно збільшенню кількості внесеної мікрородості. У процесі зберігання ВУЗ незначно зменшується. Однак, цей процес у контрольного взірця проходить швидше (від 56,44% до 35,1), ніж у досліджуваних (69,35-46,89%; 68,55-50,67%; 70,33-62,79% відповідно для 1, 2 та 3 взірців).

Додавання спіруліни сповільнює втрату ВУЗ, оскільки вона має значну гігроскопічність і білково-полісахаридну структуру, здатну фіксувати вологу. Чим більше спіруліни — тим вища і стабільніша вологоутримуюча здатність. Спіруліна діє як природний гідроколоїд, зв'язуючи вологу білками, полісахаридами та мікроструктурними компонентами.

На основі проведених досліджень, бачимо, що оптимальною кількістю спіруліни, котра може бути внесеною до білкової основи є 3%. Даний дослідний взірець має найкращі органолептичні показники та містить кількість мікрородорості, що є рекомендованою для щоденного вживання (3-5 г), тому буде максимально корисним при мінімальній кількості споживання сиркової пасти. Також фізико-хімічні показники даного взірця знаходяться у межах, що регламентовані діючою нормативною документацією.

1.3.4 Технологічна схема виготовлення пасти сиркової із спіруліною

На основі проведених досліджень розроблено технологічну схему виробництва пасти сиркової із спіруліною, котра представлена на рис. 1.10.

Для надання готовому продукту кращих органолептичних характеристик, вносимо у рецептуру розробленого продукту кухонну сіль. Рецептура пасти сиркової представлена у таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – рецептура пасти сиркової із спіруліною

Рецептурний компонент	Кількість, кг
білкова основа, м.ч.ж. 5%	955
порошок спіруліни	30
сіль кухонна	15
всього	1000,0

Отже, підсумовуючи отримані дані, можемо зробити висновок, що у результаті внесення порошку спіруліни у пасту сиркову в якості наповнювача, отримаємо молочний продукт із підвищеною харчовою та біологічною

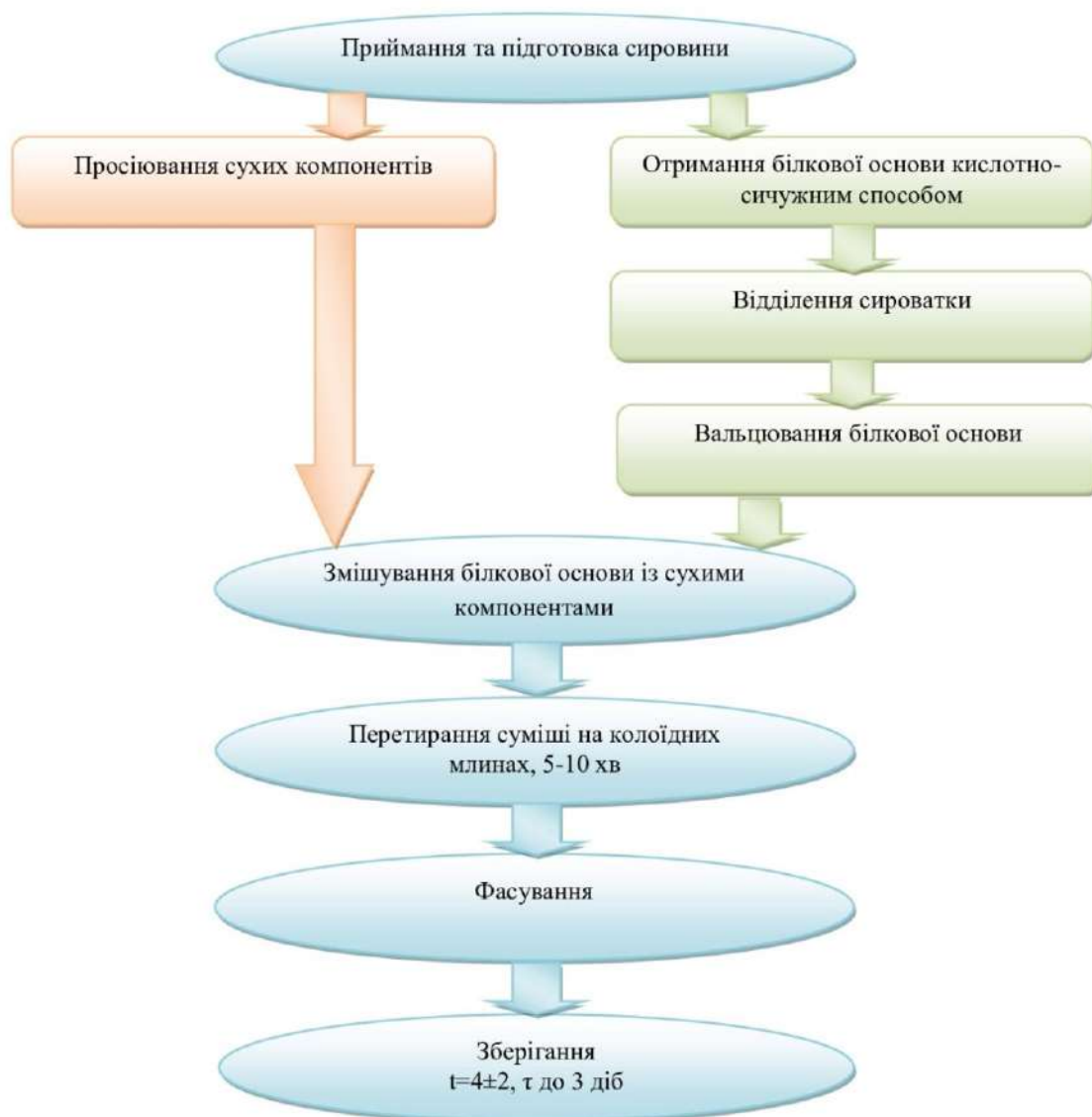


Рисунок 1.9 — Технологічна схема виготовлення пасти сиркової із спіруліною

цінністю. В оптимальній кількості мікроводорість не погіршує споживчих характеристик продукту, зважаючи на її специфічний смак. Внесення порошку даного наповнювача забезпечує збереження фізико-хімічних показників продукту протягом 6 діб, що у двічі довше від рекомендованого стандартом терміну споживання. Розроблена технологія забезпечує стабільність структури, подовження терміну зберігання та формування виражених функціональних характеристик продукту.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

2.1 Характеристика місця розташування підприємства

На першому етапі здійснюється вибір місця для розташування підприємства.

Для цього необхідно визначити кількість потенційних споживачів продукції. Розрахунок чисельності населення проводиться за формулою [51]:

$$\begin{aligned}
 P &= P_{\text{зм.}} * K_{\text{зм.}} \\
 P &= 3752,93 * 600 = 2251758 \text{ кг;} \\
 Ч &= \frac{2251758}{10} = 225175,8 \text{ чол.}
 \end{aligned}$$

де:

- Ч — чисельність населення, тис. осіб;
- P — річна потреба в маслі вершковому функціонального призначення, кг;
- Н — норма споживання даного виду продукції на одну особу, кг/рік.

Виходячи із розрахунків пропонуємо розмістити наше виробництво у місті Кременчук Полтавської області. Населення міста становить приблизно 217–225 тис. осіб (2021–2024) — одне з найбільших міст області.

Далі подано SWOT-аналіз, в якому детально розписані сильні та слабкі сторони підприємства, побудованого у даному місті [52].

SWOT- аналіз для підприємства

Сильні сторони

- **Стабільна молочна база регіону** — Полтавщина є лідером України з виробництва молока, забезпечуючи близько 15 % загальнодержавного обсягу.
- **Розвинена харчова галузь у Кременчуці** — широкий спектр підгалузей: м'ясна, молочна, кондитерська, хлібопекарська, консервна тощо.
- **Інфраструктурна оснащеність та рекреаційні території для виробництва** — на території району виділено понад 160 га для розміщення харчових підприємств, складських комплексів з потенціалом працевлаштування ~7,7 тис осіб.
- **Індустріальний потенціал** — Кременчук є важливим промисловим центром з потужностями машинобудування (63 підприємства) та харчової промисловості

Слабкі сторони

- **Конкуренція з ustalеними підприємствами** — у Полтавській області вже функціонують кілька великих молочних і сирних заводів (Миргородський, Пирятинський і ін.) з налагодженими виробничими лініями і дистрибуцією.
- **Залежність від сировини** — незважаючи на високий потенціал, на АПК України впливають чинники, як-от зниження поголів'я ВРХ, ускладнення логістики, зменшення обсягів виробництва.
- **Ризик інвестиційної нестабільності** — незавершені реформи земельних відносин, складність у фінансуванні аграрних проектів — все це може стримувати розвиток галузі.

Можливості

- **Підвищення переробки сільгосппродукції** — держава стимулює розвиток переробної інфраструктури, що відкриває широкі перспективи для нових молокопереробних підприємств.
- **Зростання попиту на функціональні продукти** — у регіоні є можливість створювати кисломолочні напої та сиркові вироби з підвищеною біологічною цінністю, як альтернатива традиційним продуктам.
- **Інвестпотенціал агросектору** — аналітики оцінюють його на рівні 40–80 млрд дол. США в найближчі 10 років.
- **Логістична перевага** — розташування Кременчука на Дніпрі й наявність розвинутої транспортної мережі (авто-, залізниця, річка) створює кращі можливості для поставок і збуту продукції.

Загрози

- **Посилена конкуренція** з боку вже працюючих виробників молочної продукції області.
- **Коливання ринків та споживання** — масове виробництво молока не завжди гарантує постійний попит на готову кисломолочну продукцію, особливо в умовах економічної нестабільності.
- **Регуляторні ризики та надмірні бар'єри** — складності в отриманні фінансування, експорту, можливі зміни в законодавстві, кліматичні чи геополітичні фактори.
- **Зменшення поголів'я худоби та зниження виробництва сировини** — актуальні тенденції, що впливають на стабільність сировинної бази.

Отже, Кременчук має всі передумови для розміщення підприємства з виробництва кисломолочних продуктів: сильна молочна база, просторова інфраструктура, хороша логістика і підтримка переробної галузі. Проте важливо враховувати конкуренцію, нестабільність сировинного забезпечення та інвестиційного клімату.

2.2 Характеристика сировинної зони

У 2024 році Полтавська область виробила 445,2 тис. тонн молока-сировини, що є найбільшим обсягом серед усіх областей України. Це молоко надійшло на переробку, і понад 90% було отримано саме з промислових господарств.

Більше того, Полтавська область також лідирує за загальною кількістю корів, утримуваних у сільськогосподарських підприємствах, та за рівнем продуктивності промислових корів [54]. У 2024 році середній надій молока на одну корову в сільгосппідприємствах Полтавщини досяг 8,6 тисячі кілограмів, що на 12% більше порівняно з аналогічним періодом минулого року.

Харчова промисловість та переробка сільгосппродукції становить приблизно 33% загального промислового виробництва області, що підкреслює її провідне значення в регіональній економіці.

Вона об'єднує близько 133 підприємства (за деякими даними — до 276 у різні роки), включаючи молокопереробні, м'ясокомбінати, хлібозаводи, цукрові й олійно-жирові заводи тощо.

За обсягом продукції область посідає 8–9 місце в Україні, а на душу населення показники вищі за середньодержавні.

Основні напрями галузі включають:

М'ясна промисловість — понад 6–7 підприємств, серед яких основні центри: Полтава, Кременчук, Лубни, Миргород, Гадяч, Пирятин, Глобино, плюс численні ковбасні цехи.

Молокопереробка — діє близько 10 молокозаводів із загальною потужністю до 1220 тонн на добу, а також сироварні та молочноконсервні комбінати.

Цукрова промисловість — цукрові заводи розташовані в районах бурякового вирощування (Лохвицький, Карлівський, Кобеляцький, та ін.); у 2024 році випущено понад 229 тис. тонн цукру.

Хлібопекарська і борошномельно-круп'яна галузь — присутні у всіх районах; основні центри: Полтава, Кременчук, Миргород, Лубни, Пирятин.

Консервна промисловість — виробляє понад 90 найменувань овочевих, м'ясо-овочевих консервів, соків, маринадів у Полтаві, Миргороді, Шишаках та інших містах.

Олійно-жирова, пивна, спиртова, безалкогольні напої — також представлені виробниками у багатьох містах, включаючи Полтаву і Кременчук.

Обсяг продажу продукції харчової галузі у 2024 році склав близько 50 млрд грн.

Експортний потенціал зріс: за перші 6 місяців 2024 року обсяг експорту харчових продуктів досяг **109,3 млн дол. США**, що на 40% більше, ніж попереднього року.

Харчова промисловість Полтавської області — одна з ключових галузей регіональної економіки. Вона відзначається широкою галузевою структурою, потужним виробничим потенціалом, а також позитивною динамікою розвитку та експорту. Незважаючи на наявність у регіоні двох молочних підприємств, розміщення нашого виробництва буде доцільним, оскільки дана територія характеризується високим показниками отримання молока-сировини, що в повній мірі задовольнить, як існуючі, так і новостворене підприємство, а продукція, яка планується для виробництва користуватиметься попитом, оскільки належить до продуктів щоденного вжитку та є новою на ринку молочних продуктів даного регіону.

2.3 Обґрунтування асортименту молочних продуктів

До асортименту продуктів, що виготовлятимуться у проєктованому цеху заплановано включити ***сир кисломолочний нежирний*** завдяки його високій харчовій цінності та популярності серед споживачів, які дотримуються здорового способу життя або дієтичного харчування. Продукт характеризується низьким вмістом жиру та високим вмістом білка, що робить його універсальною складовою раціону для широкої аудиторії — від дітей до спортсменів. Нежирний сир є базовим та стабільно затребуваним продуктом у сегменті кисломолочних виробів, що забезпечує економічну доцільність його виробництва [55].

Введення ***десертного пастоподібного кисломолочного продукту*** обумовлене зростаючим попитом на функціональні та легкі десерти. Поєднання натуральної кисломолочної основи з м'якою пастоподібною консистенцією і можливістю додавання ароматизаторів, фруктових або ягідних наповнювачів забезпечує привабливість для споживачів, які шукають корисну альтернативу традиційним солодощам. Такий продукт дозволяє розширити лінійку за рахунок більш сучасних і трендових позицій [56, 57].

Включення *пастоподібного продукту з беконом* зумовлене потребою урізноманітнити асортимент солоних паст і намазок, які популярні у сегменті швидких перекусів і готових рішень для бутербродів. Комбінація молочної або сиркової основи з беконом створює продукт із виразним смаком, який задовольняє попит на білкові та поживні намазки. Такий продукт орієнтований на споживачів, які цінують зручність, смакову різноманітність і сучасні гастрономічні рішення [58].

Виробництво *ванільного напою на основі молочної сироватки* обґрунтоване прагненням раціонально використовувати сировину, яка є побічним продуктом виробництва сиру. Сироватка має високу біологічну цінність, легку засвоюваність і низьку калорійність. Додавання ванильного ароматизатора робить продукт приємним на смак та привабливим для широкого кола споживачів, включно з дітьми та людьми, які віддають перевагу легким напоям. Це розширює асортимент у категорії функціональних молочних напоїв [59].

Пастеризовані вершки є традиційним і необхідним компонентом молочної групи. Їх включення до асортименту обумовлене стабільним попитом серед населення та широкою сферою застосування — від домашнього приготування до професійної кулінарії. Пастеризація забезпечує безпечність продукту та подовжує термін його зберігання, що робить вершки зручними для реалізації та транспортування. Продукт доповнює асортимент і створює повноцінну лінійку молочної продукції [56].

2.4 Характеристика каналів реалізації продукції

Основні канали реалізації

1. Супермаркети та продуктові мережі

- У Кременчуці функціонує велика кількість продуктових магазинів і супермаркетів — за даними локатора, тут є понад 70 магазинів продуктів.
- Через супермаркети (наприклад, Маркетопт) можна охопити масовий сегмент споживачів – домогосподарства, сім'ї, купівлі «на щодень». Маркетопт в Кременчуці працює на регулярній основі з широким асортиментом.
- Такий канал особливо підходить для:
 - **Сиру кисломолочного нежирного** — як щоденний продукт, який купують для домашнього вжитку;
 - **Десертного пастоподібного кисломолочного продукту** — десерти добре продаються на полицях молочної або йогуртової групи;
 - **Вершків пастеризованих** — як інгредієнт до кави, випічки, або споживання вдома.
- ***Виклики:** конкуренція з іншими виробниками молочної продукції, необхідність забезпечення холодового ланцюга, витрати на логістику та упаковку.*

2. Магазины спеціалізованої молочної продукції

- У Кременчуці є «магазини молочних продуктів» — окремі торгові точки, які спеціалізуються на молоці, сирах, йогуртах тощо.
- Такий канал добре підходить для більш «нішевих» або преміальних продуктів:
 - **Десертні пастоподібні кисломолочні продукти** можуть мати тут більший попит серед любителів натуральних або гурманських десертів;
 - **Пастоподібний продукт з беконом** — це диверсифікована, незвичайна намазка, яка може зацікавити відвідувачів спеціалізованих магазинів, де покупці шукають нетипові або високоякісні продукти;

- **Сир кисломолочний нежирний або вершки** — також можуть бути присутніми, якщо магазин позиціонує себе як «молочний гастроном» або «фермерський».

3. Онлайн-торгівля

- У сучасних реаліях багато споживачів використовують доставку продуктів або замовлення онлайн через супермаркети або спеціалізовані сервіси.
- Через інтернет можна реалізовувати такі продукти:
 - **Десертний пастоподібний кисломолочний продукт** — зручно для доставки в упаковках;
 - **Сироватковий ванільний напій** — як напій у пляшках або упаковці Тетра-пак;
 - **Вершки** — якщо пакування дозволяє (пляшки, картонні пакети), і при умові збереження холодового ланцюга під час доставки.
- ***Переваги:** зручність для клієнтів, можливість акцій, попередніх замовлень, підписки.*
- ***Виклики:** зберігання температури (молочка часто швидко псується), додаткові логістичні витрати, можливі повернення, складніша упаковка.*

4. HoReCa

- Ресторанний та кафе-сегмент (HoReCa) — це важливий канал для спеціалізованих молочних продуктів:
 - **Вершки пастеризовані** — часто використовуються в кав'ярнях, кондитерських, ресторанах;
 - **Десертні кисломолочні продукти** — як інгредієнт десертів чи самостійні страви;
 - **Пастоподібний продукт з беконом** — може бути використаний як у сніданкових меню (бекон-пасти, намазки), або як елемент бранчів.

- **Переваги:** великі закупівлі, стабільний попит, можливість створення співпраці з бізнесом.
- **Виклики:** вимоги до сертифікації, до обсягів поставок, переговори з HoReCa-партнерами.

5. Кооперативи, фермерські прямі канали

- Можливість реалізації через локальні фермерські кооперативи або точки «свого виробника». Це особливо актуально, якщо виробник молочної продукції — невелика ферма або переробник.
- Для асортименту це дає переваги:
 - **Сир кисломолочний нежирний та десертні пастоподібні продукти** — можна продавати напряму споживачам або на фермерських ринках;
 - **Сироватковий напій** — як локальний «здоровий напій» із сироватки;
 - **Пастоподібний з беконом** — особливо цінний у преміальному сегменті локального виробництва.
- **Виклики:** менші обсяги, потреба в координації, логістика, маркетинг.

Оцінка каналів для обраного асортименту в Кременчуці

- **Масовий сегмент (супермаркети)** — найефективніший для базових позицій: сир, вершки.
- **Нішеві канали (спеціалізовані магазини, HoReCa)** — оптимальні для десертних та спеціальних пастоподібних продуктів.
- **Онлайн-продаж** має великий потенціал, особливо для продуктів, які легко пакувати й транспортувати, за умови збереження якості.
- **Локальні кооперативи / фермерські точки** добре підходять для позиціонування «натурального», «фермерського» або «екологічного» асортименту.

РОЗДІЛ 3

ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

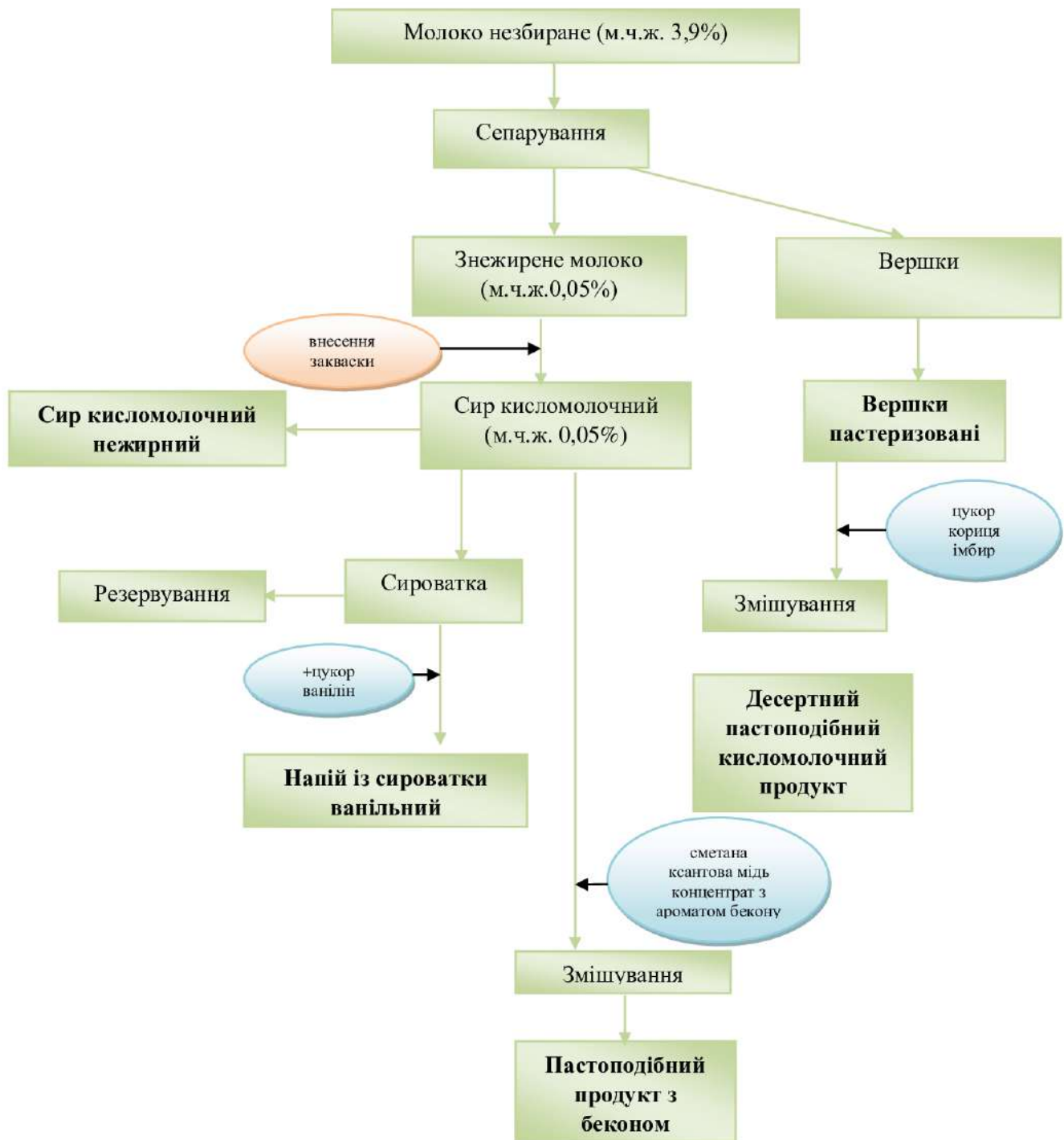
3.1 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту

3.1.1 Таблиця вихідних даних для розрахунку продуктів

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для проведення продуктово-сировинних обчислень [59, 60]

Назва продукту	Масова частка жиру, %	Маса готового продукту, кг	Вид пакування	Норми втрат, кг/т	Нормативні документації
Сир кисломолочний нежирний	0,05	1652,93	Брикет, 250 г	1005,5	ДСТУ 4554:2006
Десертний пастоподібний кисломолочний продукт	-	900	Стакан з полістиролу, 200г	1019,3	ДСТУ 4503:2005
Пастоподібний продукт з беконом	5	1200	Стакан з полістиролу, 200г		
Напій із сироватки ванільний	-	10000	«Тетра-пак», 0,5 л	1007,8	ДСТУ 8549:2015
Вершки пастеризовані	10	13505,5	«Тетра-пак», 0,25 л	1008,4	ДСТУ 8131:2015

3.1.2 Схема напрямків технологічної переробки сировини



Відповідно до завдання роботи, заплановано переробляти у проєктованому цеху тридцять п'ять тон за зміну вхідної сировини жирністю 3,9%.

3.1.3 Обчислення даного продуктового асортименту [50, 60]

Кисломолочний сир знежирений

На першому етапі проведемо визначення масової частки білка у вхідній сировині наступним чином:

$$B_{незб.} = 0,5 \times 3,9 + 1,3 = 3,25\%$$

У сировині знежиреній частка білка буде рівною:

$$B_{зн.м.} = \frac{3,25 \times (100 - 0,05)}{100 - 3,9} = 3,38\%$$

Оскільки виробництво заплановано здійснювати роздільним способом, то обчислимо кількість сировини, котру отримаємо після знежирення:

$$M_{зн.м.} = \frac{35000(10 - 3,9)}{10 - 0,05} \times \frac{100 - 0,4}{100} = 21371,46 \text{ кг}$$

Кількість жирової фракції, що відділиться після сепарування дорівнюватиме:

$$M_{\theta} = (35000 - 21371,46) \times \frac{100 - 0,07}{100} = 13619 \text{ кг}$$

Кількість сиру знежиреного становитиме:

$$x = \frac{1000 \times 21371,46}{6970} = 3066,21 \text{ кг}$$

Маса сироватки, отриманої під час виготовлення сиру:

$$M_{сиров.} = \frac{75 \times 21371,46}{100} = 16028,6 \text{ кг}$$

Десертний пастоподібний кисломолочний продукт

Виготовимо 900 кг десертного пастоподібного кисломолочного продукту.

Таблиця 3.2 – Рецептúra десертного пастоподібного кисломолочного продукту [57]

Рецептурні компоненти	З розрахунку на 1000 кг	З врахованою нормою втрат, кг
Сир к/м (м.ч.ж. 0,05%)	892,0	818,29
Цукор	100,0	91,74
Кориця	5,0	4,59
Імбир	3,0	2,75
Всього	1000	917,37

Маса десертного пастоподібного кисломолочного продукту, враховуючи нормативні втрати, становитиме:

$$m = \frac{900 \times 1019,3}{1000} = 917,37 \text{ кг}$$

Кількість складників буде рівною:

$$m_{\text{сиру}} = \frac{917,37 \times 892}{1000} = 818,29 \text{ кг}$$

$$m_{\text{цукру}} = \frac{917,37 \times 100}{1000} = 91,74 \text{ кг}$$

$$m_{\text{імбиру}} = \frac{917,37 \times 3}{1000} = 2,75 \text{ кг}$$

$$m_{\text{кориці}} = \frac{917,37 \times 5}{1000} = 4,59 \text{ кг}$$

Пастоподібний продукт з беконом

Виготовимо 1200 кг пастоподібного продукту з беконом.

Таблиця 3.3 – Складові компоненти пастоподібного продукту з беконом [58]

Інгредієнти	На 1000 кг	З врахованою нормою втрат, кг
Сир кисломолочний (м.ч.ж. 0,05%)	479,0	585,89
Сметана 10%	500,0	611,58
Концентрат з ароматом бекону	8,0	9,78
Ксантова мідь	4,0	4,89
Сіль	9,0	11,0
Всього	1000	1223,16

Маса пастоподібного продукту з беконом з врахуванням норм втрат становитиме:

$$m = \frac{1200 \times 1019,3}{1000} = 1223,16 \text{ кг}$$

Обчислення складових інгредієнтів:

$$m_{\text{сиру}} = \frac{479 \times 1223,16}{1000} = 585,89 \text{ кг}$$

$$m_{\text{метани}} = \frac{500 \times 1223,16}{1000} = 611,58 \text{ кг}$$

$$m_{\text{концентрату}} = \frac{8 \times 1223,16}{1000} = 9,78 \text{ кг}$$

$$m_{\text{ксантов амдь}} = \frac{4 \times 1223,16}{1000} = 4,89 \text{ кг}$$

$$m_{\text{соли}} = \frac{9 \times 1223,16}{1000} = 11,0 \text{ кг}$$

Сир нежирний

Проводимо обчислення маси сиру знежиреного, що залишився:

$$M = 3066,21 - 818,29 - 585,89 = 1662,03 \text{ кг}$$

Визначимо, яка маса сиру знежиреного направиться на фасування, враховуючи нормативні втрати:

$$M_{\text{сиру}} = \frac{1000 \times 1662,03}{1005,5} = 1652,93 \text{ кг}$$

Вершки пастеризовані

Враховуючи нормативні технологічні витрати, визначимо кількість пастеризованих вершків, яка направиться на фасування:

$$M_{\text{вершків}} = \frac{13619 \times 1000}{1008,4} = 13505,5 \text{ кг}$$

Напій із сироватки ванільний

Виготовимо 10000 кг напою із сироватки ванільного.

Таблиця 3.4 – Складові компоненти ванільного напою на основі сироватки [59]

Інгредієнти	На 1000 кг	З врахованою нормою втрат, кг
Сироватка	950,0	9584,54
Цукор	50,0	504,45
Ванілін	0,001	0,01
Всього	1000	10089

Маса напою з урахуванням нормативних витрат:

$$M_{\text{сиров.}} = \frac{10000 \times 1008,9}{1000} = 10089 \text{ кг}$$

Розрахунок складових компонентів:

$$m = \frac{950 \times 10089}{1000} = 9584,54 \text{ кг}$$

$$m_{\text{цукру}} = \frac{50 \times 10089}{1000} = 504,45 \text{ кг}$$

$$m_{\text{ваніліну}} = \frac{0,001 \times 10089}{1000} = 0,01 \text{ кг}$$

Обчислення маси сироватки, яка направиться на тимчасове резервування

$$M_{\text{сиров.}} = 16028,6 - 9584,54 = 6444,06 \text{ кг}$$

3.1.4 Зведена таблиця розрахунку продуктів

Таблиця 3.5 – Зведена таблиця розрахунку продуктів [51]

№ п/п	Назва продукту	Маса готового продукту, кг	Маса незбираного молока 3,5%	Витрачено на виробництво, кг										Отримано при виробництві, кг		
				Сир кисломолочний (м.ч.ж. 0,05%)	Цукор	Ксантова мідь	Сметана 10%	Кориця	Імбир	Концентрат з ароматом бекону	Сіль	Вершки 10%	Ванілін	Сироватка	Вершки 10%	Сироватка
1	Сир	1621	35000	1662,03												
2	кисломолочний нежирний Десертний пастоподібний кисломолочний продукт	900		818,29	91,74			4,59	2,75							
3	Пастоподібний продукт з беконом	1200		585,89		4,89	611,58			9,78	11,0					
4	Напій із сироватки ванільний	10000			504,45								0,01	9584,54		
5	Вершки пастеризовані	13505,5										13619,0				
	Всього	27226,5	35000	3066,21	596,19	4,89	611,58	4,59	2,75	9,78	11,0	13619,0	0,01	9584,54	13619,0	16028,6

3.2 Вибір та обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва

3.2.1 Вимоги до сировини, використовуваної для виробництва запроєктованого асортименту

Молоко незбиране повинно відповідати встановленим гігієнічним, санітарним і технологічним вимогам для забезпечення його якості та безпечності для споживання та відповідати ДСТУ 3662:2018 [62]. До основних показників, які регламентують його відповідність, належать органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні та санітарно-гігієнічні характеристики [63].

Санітарно-гігієнічні вимоги охоплюють умови отримання, зберігання та транспортування молока. Молоко має надходити з господарств, які не є неблагополучними щодо зоонозних захворювань. Його необхідно охолоджувати до температури не вище 4 °C одразу після доїння для запобігання розвитку мікрофлори. Тара для зберігання та перевезення повинна бути виготовлена з інертних матеріалів, легко піддаватися санітарній обробці та не вступати в хімічну взаємодію з продуктом [64, 65].

Таким чином, вимоги до незбираного молока є багатокомпонентними та спрямовані на забезпечення його високої якості, мікробіологічної безпеки, харчової цінності та відповідності нормативно-правовим актам у галузі харчової безпеки [62].

Органолептичні показники молока повинні відповідати встановленим нормативним вимогам. Консистенція продукту має бути однорідною, без наявності осаду або пластівців, із рідкою структурою. Смакові та ароматичні властивості характеризуються чистим, властивим свіжому молоку смаком та запахом, без домішок сторонніх присмаків і запахів. Колір молока варіюється в межах від білого до світло-кремового відтінку, що відповідає природним властивостям високоякісної сировини [62].

Якість молока визначається за низкою фізико-хімічних та мікробіологічних показників, що є критеріями для його класифікації за гатунками: «Екстра», «Вищий» та «Перший». Допустима кислотність молока для «Екстра» і «Вищого» гатунків становить від 16 до 17 °Т, а для «Першого» — не перевищує 19 °Т. Усі зазначені категорії повинні відповідати першій групі за ступенем чистоти згідно з еталоном [62].

Загальне бактеріальне обсіменіння молока не повинно перевищувати 100 тис./см³ для «Екстра», 300 тис./см³ для «Вищого» та 500 тис./см³ для «Першого» гатунків. Температурний режим зберігання та транспортування також регламентується: для молока «Екстра» допустима температура не вище 6 °С, для «Вищого» — до 8 °С, а для «Першого» — не вище 10 °С [62, 63, 64].

Масова частка сухих речовин у зразках молока має становити не менше 12,2% для найвищого сорту, не менше 11,8% — для «Вищого» і не менше 11,5% — для «Першого» гатунку. Вміст соматичних клітин у молоці не повинен перевищувати 400 тис./см³ для «Екстра» та «Вищого» сортів, а також 600 тис./см³ для «Першого» гатунку [62].

Оцінювання мікробіологічної безпеки та гігієнічної якості молока передбачає дотримання встановлених нормативів щодо вмісту мікроорганізмів і соматичних клітин.

Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів у зразках молока не повинна перевищувати 100 тис. КУО/см³ для продукції «Екстра» гатунку, 300 тис. КУО/см³ — для «Вищого» та 500 тис. КУО/см³ — для «Першого» сорту.

Уміст соматичних клітин також чітко регламентується: для «екстра» і «вищого» гатунків він має бути не вищим за 400 тис./см³, а для «першого» — не більше 500 тис./см³. Наявність патогенних мікроорганізмів, включаючи бактерії роду *Salmonella* у 25 см³ зразка, не допускається незалежно від категорії молока. Також не дозволена наявність *Staphylococcus aureus* у 0,1 см³ продукту та *Listeria monocytogenes* у 25 см³ [62, 63, 64].

Таблиця 3.6 – Показники безпеки в молоці незбираному [62]

Показник безпеки	Гранично допустимий рівень
Токсичні елементи, мг/кг, не більше	
Свинець	0,10
Кадмій	0,03
Миш'як	0,05
Ртуть	0,005
Мідь	1,0
Цинк	5,0
Мікотоксини, мг/кг, не більше	
Афлатоксин В1	0,001
Афлатоксин М1	0,0005
Антибіотики, од/г, не більше	
тетрациклінової групи	0,01
пеніцилін	0,01
стрептоміцин	0,5
Пестициди, мг/кг, не більше	
гексахлоран	0,05
ГХЦГ (гамма-ізомер)	0,01
Нітрати, мг/кг, не більше	10
Гормональні препарати, мг/кг, не більше	
діетилstilbестрол, естрадіол-173	не допускається 0,0002
Радіонукліди, Бк/кг, не більше	
стронцій-90	20
цезій-137	100

Кориця як пряність рослинного походження підлягає регламентуванню відповідно до державних стандартів, які визначають її якісні, фізико-хімічні та органолептичні характеристики. Вимоги ДСТУ 8007:2015 до кориці передбачають дотримання норм щодо зовнішнього вигляду, аромату, смаку, вмісту вологи, наявності ефірної олії, а також допустимих рівнів мікробіологічного забруднення [66].

Сировина, з якої виготовляється кориця, повинна бути висушеною корою відповідного виду рослин роду *Cinnamomum*, переважно *Cinnamomum verum* або *Cinnamomum cassia*. Висушена кора має бути цілою або подрібненою, чистою, без ознак ураження шкідниками, цвіллю чи пліснявою, без сторонніх включень або домішок. Колір кориці повинен бути однорідним, коричневим з червонуватим або жовтуватим відтінком, без потемнінь або плям, що свідчать про псування.

Аромат кориці має бути виразно пряним, солодкуватим, характерним для цієї пряності, без сторонніх або затхлих запахів. Смак — пряний, теплий, трохи

пекучий, але не гіркий і не кислотний. Важливим показником якості є вміст ефірної олії, який повинен бути не меншим за встановлені межі (зазвичай не менше 1 % у перерахунку на суху речовину), оскільки саме ефірна олія визначає ароматичні властивості продукту. Масова частка вологи має бути в межах допустимих норм, не перевищуючи встановленого стандартами значення (зазвичай не більше 12 %), оскільки перевищення цієї межі може призвести до зниження стійкості кориці до зберігання та розвитку мікрофлори.

По мікробіологічних характеристиках допускається наявність загальної кількості мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів у межах, безпечних для здоров'я людини, а патогенні мікроорганізми, зокрема *Salmonella* spp., повинні бути відсутніми в установленому обсязі проби. Також встановлюються гранично допустимі рівні забруднення важкими металами (кадмієм, свинцем, ртуттю) та мікотоксинами, такими як афлатоксини.

Крім того, вимоги ДСТУ регламентують упаковку та маркування кориці. Вона має фасуватися в чисту, герметичну, інертну до ефірних олій тару, що запобігає втраті ароматичних властивостей і не допускає потрапляння сторонніх речовин. Маркування повинно містити повну інформацію про продукт, включно з найменуванням, походженням, датою виробництва, терміном придатності, умовами зберігання та номером партії [66].

Цукор кристалічний, як висококонцентрований вуглеводний продукт, виготовлений переважно з цукрового буряку або цукрової тростини, повинен відповідати вимогам, встановленим чинними державними стандартами щодо якості, безпечності та відповідності технологічним параметрам. Його якісні характеристики визначаються рядом органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників, регламентованих стандартом ДСТУ4623:2023 [67].

За органолептичними властивостями цукор повинен мати однорідну кристалічну структуру, без злежаності, грудкуватості чи сторонніх включень. Колір продукту залежить від категорії цукру: для білого цукру характерна безбарвна або біла кристалічна маса з можливим незначним блиском; допускається ледь помітний відтінок жовтуватого кольору в межах норми. Запах і смак мають бути притаманними даному продукту — солодкими, без сторонніх присмаків і запахів, ознак карамелізації або бродіння [67].

Фізико-хімічні вимоги до цукру включають вміст сахарози, масову частку вологи, редукуючих речовин, золи, а також показники зольності та колірності. Вміст сахарози у високоякісному продукті має становити не менше 99,75 % у перерахунку на суху речовину. Масова частка вологи не повинна перевищувати 0,1 %, що забезпечує кращий термін зберігання та стійкість до мікробіологічного псування. Допустимий рівень редукуючих речовин (у перерахунку на інвертний цукор) суворо обмежений, оскільки їх надлишок свідчить про порушення умов очищення [67].

Показники зольності та прозорості розчину також входять до обов'язкових критеріїв. Масова частка золи (безводного залишку) свідчить про ступінь очищення продукту і не повинна перевищувати встановлених меж, зазвичай не більше 0,02 %. Прозорість водного розчину цукру оцінюється фотометричними методами і повинна відповідати нормативам для кожного типу продукту (наприклад, рафінованого чи білого кристалічного цукру).

Для мікробіологічних показників загальна кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів у 1 г продукту не повинна перевищувати $1,0 \times 10^3$ колонієутворюючих одиниць (КУО).

Для плісневих грибів встановлено граничний рівень на рівні не більше $1,0 \times 10$ КУО в 1 г, а для дріжджів аналогічно – не більше $1,0 \times 10$ КУО в 1 г.

Присутність бактерій групи кишкових паличок (коліформ) у 1 г продукту не допускається. Також суворо заборонено наявність патогенних мікроорганізмів, включаючи бактерії роду *Salmonella*, у 25 г зразка.

З метою гарантування безпечності харчової продукції встановлено допустимі рівні вмісту токсичних елементів у межах, а саме: вміст ртуті не повинен перевищувати 0,01 мг/кг, миш'яку — 1,0 мг/кг, свинцю — 0,5 мг/кг, кадмію — 0,05 мг/кг.

ДСТУ також містить вимоги до умов зберігання та транспортування кристалічного цукру. Продукт повинен зберігатися в сухих, добре провітрюваних складських приміщеннях, за температури не вище 40 °C і відносної вологості повітря не більше 70 %. Упаковка повинна бути герметичною, виготовленою з матеріалів, дозволених для контакту з харчовими продуктами, та забезпечувати захист від вологи, пилу й сторонніх запахів. Транспортування здійснюється відповідно до вимог, які запобігають механічному пошкодженню, злежуванню та втраті товарного вигляду [67].

Харчова сіль, що використовується, підлягає регламентуванню відповідно до вимог державного стандарту ДСТУ 3583, який встановлює критерії її якості, чистоти, безпечності та відповідності фізико-хімічним показникам. Продукт повинен відповідати нормам щодо зовнішнього вигляду, смаку, запаху, гранулометричного складу, вмісту основної речовини — натрій хлориду (NaCl), а також обмеженням щодо наявності домішок, зокрема важких металів та інших токсичних елементів [68].

За органолептичними характеристиками сіль має бути білою або з відтінком, притаманним природному походженню продукту, без сторонніх включень, грудок, плісняви чи слідів гігроскопічних змін. Запах відсутній або нейтральний, смак — характерний солоний, без сторонніх присмаків.

Основним критерієм якості є масова частка натрій хлориду, яка повинна становити не менше 97,0 % у звичайній кам'яній солі та до 99,7 % у сортах вищої очистки. Окрім натрій хлориду, в складі солі можуть природньо або технологічно бути присутніми незначні кількості інших солей — кальцію, магнію, сульфатів, карбонатів, які регламентуються відповідно до допустимих меж. Надлишок таких домішок знижує якість продукту, погіршує його смак та зберігання [68].

Вологість солі є критичним параметром, що впливає на її сипкість, збереження та мікробіологічну стійкість. Масова частка вологи не повинна перевищувати 0,5–1,5 % залежно від категорії продукту. Підвищена вологість сприяє злежуванню та розвитку мікробіологічних змін, особливо при порушенні умов зберігання.

Мікробіологічні вимоги передбачають повну відсутність патогенної мікрофлори у встановленому обсязі проб, зокрема бактерій роду *Salmonella* та *Escherichia coli*. Загальна кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів повинна бути мінімальною, хоча завдяки високій концентрації солей продукт сам по собі є несприятливим середовищем для росту більшості бактерій [68].

Хімічна безпека харчової солі визначається граничним вмістом важких металів — кадмію, свинцю, миш'яку, ртуті — та радіонуклідів, які не повинні перевищувати встановлені санітарно-гігієнічні норми. Контроль за цими показниками є обов'язковим для забезпечення безпечності споживання продукту.

Упаковка солі має відповідати санітарним та технологічним вимогам: сіль фасується в чисту, герметичну, інертну до вологи та хімічно стійку тару, що забезпечує захист від зволоження, забруднення, втрати сипкості. Маркування має містити повну інформацію про продукт, включаючи його тип, вміст NaCl, наявність йоду, дату виготовлення, термін придатності, умови зберігання та дані виробника [68].

Таким чином, державний стандарт на харчову сіль визначає сукупність показників, які забезпечують її якість, безпечність, стабільність та відповідність функціональному призначенню як універсального інгредієнта у харчовій промисловості та повсякденному споживанні.

Вершки є високопоживним молочним продуктом, що утворюється в результаті механічного сепарування незбираного молока. За своєю структурою вершки є тонкодисперсною емульсією типу «жир у воді», з мінімальним містом жиру не менше 9,0% відповідно до чинних стандартів [69].

Органолептично вершки мають бути однорідною, в'язкою, непрозорою рідиною білого кольору з рівномірним кремовим відтінком. При зберіганні допускається утворення незначного жирового шару, який повністю зникає після перемішування. Консистенція — рівномірна, без наявності пластівців коагульованого білка або згорненого жиру. Смак і запах повинні бути типовими для вершків: м'якими, ніжними, з можливим легким присмаком кип'ятіння, без сторонніх домішок або ознак псування [69].

Основною характеристикою є масова частка жиру, яка в залежності від виду вершків становить щонайменше 9,0% і може сягати 20–35% у продукті підвищеної жирності. Цей параметр визначає як енергетичну цінність продукту, так і його смакові якості, густину, в'язкість та стабільність емульсії.

Суміжним параметром є кислотність, що відображає ступінь свіжості продукту та активність мікрофлори. У межах нормативу вона не перевищує допустимих значень, встановлених для кожного типу вершків, і вимірюється в градусах Тернера. Відхилення від нормативних меж може свідчити про порушення технології зберігання або вторинне бактеріальне забруднення [69].

Густина вершків залежить від співвідношення жирової та плазмової фаз і знижується зі збільшенням масової частки жиру. Типові значення густини для вершків із 10–20% жиру коливаються в межах 1010–1025 кг/м³ при температурі 20 °С. У свою чергу, показник в'язкості визначає реологічні властивості продукту та відображає рівень емульгування і стабільності жирової фази.

Також визначають показники зсідання білка при кип'ятінні та стійкість до механічного або термічного впливу. Вони мають бути в межах норми, що гарантує збереження цілісності структури при використанні вершків у кулінарних і технологічних процесах [69].

Пакування має бути герметичним, чистим, без механічних пошкоджень, сухим та правильно закритим.

Транспортування вершків здійснюється виключно спеціалізованим ізотермічним або холодильним транспортом із дотриманням температурного

режиму, визначеного виробником. Залежно від виду термічної обробки, зберігання може здійснюватися при температурі $+2-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ [69].

Ванілін — це ароматична органічна сполука, яка належить до класу фенольних альдегідів. Він є головним компонентом, що відповідає за характерний запах і смак натуральної ванілі. Ванілін повинен відповідати ДСТУ 1009:2005 [70].

Органолептичні властивості ваніліну характеризуються наступними параметрами: це кристалічний порошок білого або світло-жовтого кольору з характерним запахом ванілі. Ванілін досить солодкуватий, що робить його надзвичайно популярним у виробництві кондитерських виробів, напоїв та ароматизованих харчових продуктів.

З фізико-хімічної точки зору ванілін має такі характеристики: температура плавлення становить у межах $80,5-82\text{ }^{\circ}\text{C}$. Його розчинність у воді — співвідношення 1:20 при температурі $80\text{ }^{\circ}\text{C}$, у 95%-му етиловому спирті — 2:1 за умови слабкого нагрівання, а також у сірчаній кислоті — 1:20 при аналогічних умовах. Масова частка чистого ваніліну становить не менше 99,0 %, що свідчить про високий ступінь очищення кінцевого продукту. Вміст зольного залишку не перевищує 0,05 %, що відповідає стандартам харчової та фармацевтичної якості [70].

Сметана — це ферментований молочний продукт, отриманий шляхом сквашування нормалізованих пастеризованих вершків чистими культурами молочнокислих бактерій (переважно мезофільних коків роду *Lactococcus*, іноді з додаванням термофільного стрептокока *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*), внаслідок чого відбувається утворення молочної кислоти, коагуляція білків та формування однорідної густої консистенції [71].

Стандарт ДСТУ 4418:2005 регламентує вимоги до сировини, режимів термічної обробки, складу мікрофлори закваски, параметрів сквашування, а також характеристики якості готового продукту. Зокрема, важливими показниками є консистенція, кислотність, аромат, жирність та мікробіологічна безпечність [71].

Сметана характеризується як продукт однорідної густої консистенції з характерним глянсуватим блиском на поверхні. Допускається деяке відхилення у вигляді недостатньої густоти, поодиноких повітряних пухирців, а також незначна крупинчастість, що не впливає на загальну якість продукту. Смак і запах мають бути чистими, виразно кисломолочними, із притаманним пастеризованому продукту ароматом і присмаком, без сторонніх домішок. Сметана характеризується однорідним білим забарвленням із легким кремовим відтінком, що рівномірно розподіляється по всьому об'єму продукту.

Сметана повинна відповідати встановленим нормативним показникам фізико-хімічного складу. Масова частка жиру варіюється в межах від 15 % до 40 %, що визначає її енергетичну цінність та належність до відповідної групи жирності. Кислотність продукту визначається як титрована, у межах від 60 до 100 °Т, та активна — з показником рН у межах 4,8–4,2, що вказує про достатню ступінь молочнокислого бродіння. Фосфатазна активність у продукті має бути відсутньою, що є індикатором ефективної пастеризації. Температура сметани повинна становити 4 ± 2 °С, що забезпечує стабільність якості та безпечність під час транспортування і зберігання [71].

Мікробіологічні характеристики сметани повинні відповідати встановленим санітарно-гігієнічним вимогам. Кількість життєздатних молочнокислих бактерій у продукті має становити не менше ніж 1×10^5 колонієутворюючих одиниць в 1 г, що забезпечує стабільність мікрофлори та властивий продукту смак. Наявність БГКП (коліформ) у 0,001 г, патогенних мікроорганізмів, у тому числі сальмонел у 25 г, а також *Staphylococcus aureus* в 1,0 г не допускається. Вміст дріжджів і пліснявих грибів не повинен перевищувати 50 колонієутворюючих одиниць в 1 г, що забезпечує мікробіологічну чистоту продукту протягом усього терміну зберігання [71].

Вимоги до молочної сироватки регламентуються ДСТУ 7515:2014 [72]. Дана сировина має бути без сторонніх запахів, присмаків і ознак псування, не містити шкідливих домішок, консервантів, антибіотиків та інгібіторів.

За фізико-хімічними показниками сироватка повинна містити:

- масова частка сухих речовин — у межах, характерних для свіжої сироватки (4–7%);
- кислотність — у нормі для солодкої або кислої сироватки залежно від виду продукту;
- активна кислотність (pH) — стабільна, без різких коливань.
- чистота та прозорість — без пластівців білка, згустків або осаду.

Мікробіологічні показники включають: низьке бактеріальне обсіменіння, відповідність санітарним вимогам; відсутність патогенних мікроорганізмів (*Salmonella*, *Listeria*, *E.coli*); контроль дріжджів та плісень, щоб запобігти бродінню.

Органолептичні властивості:

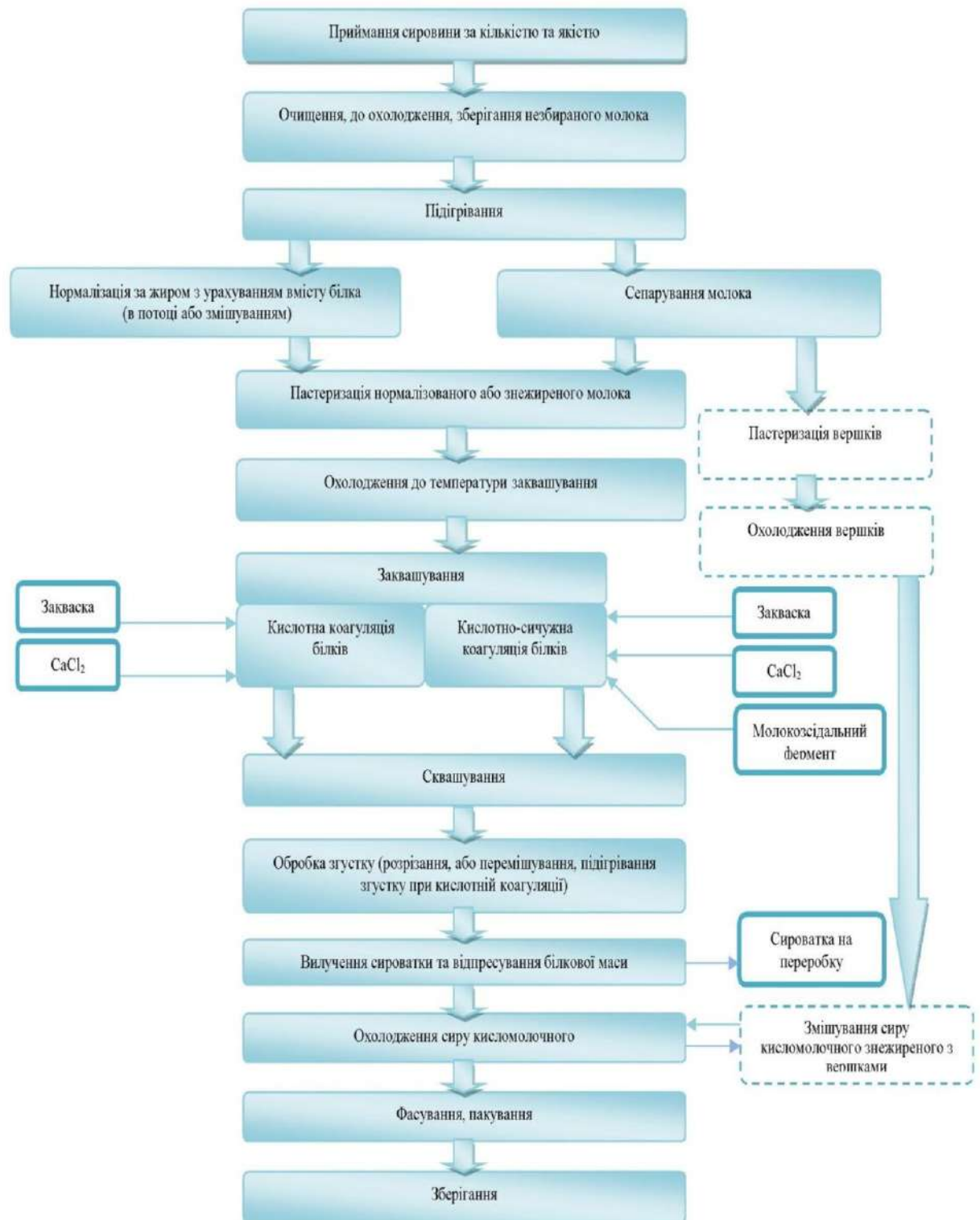
- колір — світло-жовтий, однорідний.
- консистенція — рідка, без згустків.
- смак — чистий, злегка солодкуватий або кислуватий (залежно від виду).

Для виробництва напоїв на основі молочної сироватки заборонено використання розведеної водою сироватки, а також не допускається потемніння, піна або надмірна в'язкість.

3.2.2 Опис загальних операцій виробництва запроєктованого асортименту

Кисломолочний сир – це продукт, який отримують шляхом сквашування молока з використанням спеціальних заквасок. Для його виготовлення часто застосовують роздільний спосіб, що має низку переваг. Зокрема, він дозволяє зменшити втрати жиру, полегшує відокремлення сироватки від згустку, дає

змогу регулювати кислотність і жирність шляхом додавання охолоджених вершків. Крім того, цей метод позитивно впливає на мікробіологічні властивості сиру, сприяє автоматизації виробничого процесу, знижує витрати і підвищує продуктивність праці [61].



Процес виготовлення починається з приймання та перевірки сировини – молока. Його якість оцінюють, сортують, зважують, очищають і, при необхідності, охолоджують до температури від 2 до 6 градусів [61, 63].

Для очищення використовують фільтри та спеціальні сепаратори. Потім молоко тимчасово зберігається, зазвичай до 24 годин.

Наступний етап – пастеризація, яку проводять при температурі 78 ± 2 °C протягом 20–30 секунд. Це важливо для коагуляції сироваткових білків, що в свою чергу підвищує вихід готового сиру. Якщо температура буде занадто низькою, згусток вийде недостатньо щільним, а білки залишаться в сироватці, що знизить об'єм продукту. Якщо ж температура буде надто високою, підвищується вологість і кислотність, тому що білки руйнуються, а казеїн починає вбирати більше води [61, 63]. Після пастеризації у молоко додають закваску, і суміш сквашується протягом 6–10 годин при оптимальній температурі. Коли згусток готовий, він повинен мати рН на рівні 4,5–4,7 та кислотність 75–90°Т. Далі сироватку відокремлюють за допомогою дренажної системи – цей процес дуже важливий для отримання якісного продукту.

Після цього до сиру додають інші компоненти залежно від рецептури, охолоджують його до 4 ± 2 °C, фасують і відправляють на зберігання у спеціальні камери до моменту реалізації [61, 63].

Сиркові вироби – це молочні продукти, що виготовлені на основі сиру к/м. Вони належать до щоденного раціону та можуть бути із різною масовою часткою жиру або ж знежирені. Технологічний процес їх виробництва включає операції, що представлені далі [61]. На основі молочної сироватки виготовляють широкий асортимент неферментованих та ферментованих напоїв. Технологія виробництва напоїв суттєво відрізняється залежно від виду попередньої обробки сироватки: використання натуральної сироватки без обробки; видалення сироваткових білків (освітлення сироватки) та знежирення; гідроліз азотистих та вуглеводневих компонентів; концентрація сухих речовин; біологічна обробка [73].



3.2.3 Опис технології виробництва молочних продуктів запроєктованого асортименту

Первинне транспортування сировини, що надходить на виробництво, здійснюється за допомогою відцентрового насоса, інтегрованого в установку для приймання молока (поз. 1-1). У межах цієї установки також здійснюється очищення незбираного молока та його облік. Після цього сировина скеровується до пластинчастого охолоджувача (поз. 1-2), а далі — до резервуара (поз. 1-3), призначеного для проміжного зберігання при температурі від -2 до $+8$ °C.

З проміжного бака молоко подається через насос (поз. 1-4) до пластинчастої пастеризаційно-охолоджувальної установки (поз. 2-3), де відбувається його підігрів до температури, необхідної для подальшого розділення. Останній етап включає процес сепарації на сепараторі-вершковіддільнику (поз. 2-5), який проводять при температурному режимі 35 – 40 °C.

Вершки м.ч.ж 10%, отримані після процесу розділення, направляють до пластинчастого теплообмінника (поз. 2-6), де їх підігрівають до температури

75–80 °C з метою підготовки до процесу гомогенізації. Гомогенізація проводиться в апараті (поз. 2-8), після чого вершки скеровуються до трубчастого теплообмінника (поз. 2-7) для пастеризації при температурі 88–90 °C. Після пастеризації продукт знову охолоджують у ППОУ (поз. 2-6) до температури, придатної для проміжного зберігання, та переміщують до резервуару (поз. 2-9). Подальше фасування здійснюється на автоматичній пакувальній лінії (поз. 3-3) у пакети типу «Тетра Пак» об'ємом 0,25 літра при температурі 8–10 °C.

Знежирене молоко, що утворюється в результаті розділення, повторно подається до теплообмінника (ППОУ) (поз. 2-3) для пастеризації та наступного охолодження до температури, оптимальної для заквашування, яка становить 23–32 °C. Після охолодження молоко надходить у горизонтальні сировиготовлювачі (поз. 2-11), де до нього додається закваска прямого внесення.

Після внесення закваски суміш витримується при стабільній температурі протягом 6–10 годин до утворення щільного згустку.

Після завершення процесу сквашування отримана суміш, що складається із сирного згустку та сироватки, потребує розділення на компоненти. Для первинного відокремлення сироватки сквашену масу подають у дренажну систему (поз. 2-13). Завершальне відділення сироватки від сирного згустку здійснюється на дренажній установці (поз. 2-14), яка функціонує у синхронному режимі з дренажною системою.

Сироватка, що утворюється в результаті розділення, спрямовується до охолоджувача (поз. 2-15), де її температурний режим знижується до 6–8 °C, після чого її подають у резервуар (поз. 2-20) для тимчасового зберігання.

Після повного відділення сироватки сирне зерно піддається охолодженню (поз. 2-16) до температури 8–15 °C, що є оптимальним діапазоном для збереження органолептичних і фізико-хімічних характеристик кисломолочного сиру. Частина сирного згустку за допомогою насоса для перекачування сирного

зерна (поз. 2-19) подається до пакувального автомата (поз. 3-2), де здійснюється його фасування у брикети по 250 г.

Сирний згусток, що використовується для виготовлення запроєктованого асортименту продуктів, подається до вальцювального пристрою (поз. 2-17), у якому відбувається його механічне подрібнення. У результаті цієї операції формується сирна маса з однорідною консистенцією.

На наступному етапі здійснюється рецептурне змішування згустку з необхідними інгредієнтами. Цей процес реалізується у змішувачі (поз. 2-18), де компоненти ретельно перемішуються до досягнення однорідного стану. Залежно від виду кінцевого продукту застосовуються різні складові:

- Для десертного пастоподібного продукту у змішувач додають сирне зерно, цукор, корицю та імбир.
- Для пастоподібного продукту з беконом до охолодженого сирного згустку додають ксантанову камедь, 10% сметану, ароматизований концентрат з ароматом бекону та кухонну сіль.

Усі інгредієнти рівномірно перемішуються до утворення однорідної маси з рівномірним розподілом добавок. Після змішування сформовану масу фасують (поз. 3-1) у споживчу тару — полістиролові стакани об'ємом 200 г. Розфасовану продукцію спрямовують до холодильної камери, де її охолоджують до температури 8 °C з метою стабілізації показників якості.

Напій із сироватки ванільний

Охолоджену сироватку частково відбирають із ємності та транспортують до теплообмінника (поз. 2-21), де її температурний режим підвищується до 35–40 °C — оптимального для проведення процесу освітлення. Освітлення сироватки здійснюється на сепараторі-освітлювачі (поз. 2-23), в якому з неї виділяється білкова фракція. Для її акумуляції використовується окрема ємність (поз. 2-22).

Очищена сироватка далі скеровується на термічну обробку, що включає пастеризацію при температурі 76–78 °C, після чого вона охолоджується до 2–

4 °С. Отриманий продукт надходить до резервуара (поз. 2-24), де до нього додають цукор та ванілін. Суміш інтенсивно перемішують до повного розчинення сипучих компонентів.

Фасування отриманого продукту здійснюється в автоматичному режимі на пакувальному обладнанні (поз. 3-3) у пакети типу «Tetra Pak» об'ємом 0,5 літра. Завершальним етапом є охолодження готової продукції у холодильній камері до температури, відповідної умовам зберігання.

Нормативні характеристики молочних продуктів запроєктованого асортименту

Кисломолочний сир є продуктом, що належить до групи ферментованих молочних виробів, який виготовляється шляхом молочнокислого бродіння пастеризованого молока з подальшим виділенням сироватки та формуванням сирного згустку.

Виробництво кисломолочного сиру регламентується вимогами національного стандарту України ДСТУ 4554:2006, який визначає технологічні параметри, мікробіологічну безпеку, органолептичні та фізико-хімічні характеристики продукту [42].

Органолептично кисломолочний сир характеризується типовим кисломолочним смаком і ароматом, що є результатом життєдіяльності специфічних бактеріальних культур. Консистенція продукту м'яка, розсипчаста, іноді з мастким відтінком, а колір — білий з кремовим відтінком, що є характерною ознакою даного виду сиру [42].

Сир кисломолочний залежно від ступеня жирності характеризується варіативними фізико-хімічними значеннями. Вміст жиру становить відповідно: для жирного сиру — 18 %, напівжирного — 9 %, знежиреного — 0,05 %. Вміст білка не повинен бути нижчим за 14 % у жирному та напівжирному сирі, 16 % — у сирі з вмістом жиру 5 %, і досягати не менше ніж 18 %. Масова частка

сухих речовин коливається в межах 20–35 % залежно від типу продукту, тоді як вологість сиру може бути від 65 до 80 %. Титрована кислотність визначається в межах 170–270 °Т, залежно від виду: для жирного сиру — 220–225 °Т, для інших — у межах 170–270 °Т. Фосфатазна активність у продукті відсутня, що підтверджує ефективність термічної обробки. Температура продукту не повинна перевищувати 4 ± 2 °С [42].

Мікробіологічні значення регламентуються встановленими нормативами, що забезпечують його безпеку та відповідність санітарно-гігієнічним вимогам. Життєздатні молочнокислі бактерії у продукті повинні становити не менше ніж 1×10^6 КУО в 1 г. Наявність БГКП (коліформ) у 0,001 г продукту із зберіганням до 72 годин не допускається. Уміст пліснявих грибів не повинен перевищувати 50 КУО в 1 г, а дріжджів — 100 КУО в 1 г. У продукті масою 25 г не повинні виявлятися патогенні мікроорганізми, а саме *Salmonella*. Крім того, у 0,01 г сиру не дозволяється присутність *Staphylococcus aureus* [42].

Молочна сироватка є побічним продуктом, що виробляється під час виготовлення кисломолочного сиру. Вона містить цінні харчові компоненти, такі як білки, лактоза, мінеральні речовини та вітаміни, що робить її важливою сировиною для подальшої переробки в харчовій, комбікормовій та фармацевтичній промисловостях.

Напій із сироватки ванільний за показниками якості повинен відповідати ДСТУ 8549:2015 [74].

Стандарт визначає вимоги до органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних характеристик напою. Органолептичні властивості мають відповідати встановленим характеристикам. Смак і запах повинні бути чистими, типовими для молочної сироватки, з відтінками від кислуватого до слабо солонуватого та з присмаком внесеного наповнювача. Консистенція має виглядати як однорідна рідина, дозволяється наявність незначного осаду білка. Колір продукту може бути зеленуватим, що є характерною ознакою сироватки [72].

Фізико-хімічні значення молочної сироватки повинні відповідати встановленим нормативам. Вміст сухих речовин має становити не менше 5,6 %, тоді як вміст лактози — не менше 4,0 %. Густина продукту визначається в межах 1030 кг/м³. Титрована кислотність повинна становити від 50 до 80 °Т. Температура зберігання не повинна перевищувати 8 °С.

Мікробіологічні характеристики повинні відповідати санітарно-гігієнічним вимогам. Загальна кількість бактерій у 1 г продукту не повинна перевищувати 50 000. Вміст БГКП в 1 г допускається не більше, ніж 10. Наявність *Salmonella*, у продукті не допускається.

3.2.4 Організація технохімічного і мікробіологічного контролю виробництва запроєктованого асортименту

Технохімічний контроль сиру кисломолочного є важливим етапом у забезпеченні якості та безпеки цього продукту, що здійснюється на всіх стадіях технологічного процесу — від приймання сировини до випуску готового продукту. Основною метою технохімічного контролю є визначення відповідності фізико-хімічних, органолептичних та мікробіологічних показників встановленим нормативам ДСТУ 4554:2006 «Сир кисломолочний. Технічні умови».

На першому етапі здійснюється контроль незбираного молока, яке є основою для виготовлення даного продукту. Визначають вміст жиру, білка, сухої речовини, кислотність, густину, температуру, наявність сторонніх домішок та органолептичні показники. Визначають кислотність, яка є ключовим показником придатності молока до сквашування, оскільки високі значення титрованої кислотності можуть свідчити про розвиток небажаної мікрофлори [75, 76].

Після внесення закваски здійснюється контроль за процесом зсідання білків та формування згустку. Відхилення від оптимальних показників

кислотності може призвести до утворення нерівномірної структури, надмірної крихкості або надто рідкої консистенції [76].

На стадії сепарування та відділення сироватки також проводиться аналіз вмісту сухих речовин, що залишаються в сирній масі, а також рівень рН.

Готовий кисломолочний сир піддається остаточному технохімічному аналізу. Визначають вміст вологи, жиру, білка, зольність та титровану кислотність. Особливе місце у технохімічному контролі займає оцінка органолептичних показників: консистенції, кольору, смаку та запаху [42, 76].

Сир повинен мати однорідну, ніжну консистенцію без згустків, грудочок або сироваткових кишень. Колір має бути білим або з легким кремовим відтінком, смак і запах — чистими, з вираженим кисломолочним характером, без сторонніх присмаків і запахів.

Технохімічний контроль дозволяє своєчасно виявляти відхилення в технологічному процесі та приймати коригувальні заходи з метою забезпечення стабільної якості сиру кисломолочного відповідно до вимог [75, 76].

Мікробіологічний контроль виготовлення сиру є критично важливим елементом загальної системи контролю якості та безпечності молочних продуктів. Він спрямований на виявлення, кількісну та якісну оцінку мікроорганізмів, які беруть участь у формуванні властивостей продукту [64, 65].

На початковому етапі при прийманні сировини проводиться мікробіологічна оцінка молока-сировини. Визначається загальна кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (ЗКММ), кількість соматичних клітин, а також наявність умовно патогенної та патогенної мікрофлори. Особливу увагу приділяють виявленню бактерій роду *Escherichia*, *Salmonella*, *Listeria*, *Staphylococcus aureus* тощо. Підвищений рівень мікробної контамінації молока є свідченням недотримання санітарно-гігієнічних вимог під час доїння, зберігання та транспортування сировини, і такий продукт підлягає обов'язковій термічній обробці або вилученню з виробництва [64, 65].

Після пастеризації молока проводиться перевірка ефективності теплової обробки шляхом визначення залишкової кількості мікроорганізмів. У правильно пастеризованому молоці патогенна та умовно патогенна мікрофлора повинна бути відсутня, тоді як загальна мікробна забрудненість знижується щонайменше у 100–1000 разів. У разі недостатнього нагрівання або нерівномірного температурного режиму можливе збереження термостійких бактерій, що здатні розмножуватись у подальшому та викликати псування продукту [64, 65].

На стадії заквашування здійснюється мікробіологічна оцінка активності та чистоти заквасочних культур. Закваски повинні містити життєздатні, активні штами молочнокислих бактерій, які мають бути чистими за культурою, мати високу кислототворювальну здатність та бути відсутніми від сторонньої мікрофлори. Наявність бактеріофагів у заквасці є серйозною загрозою для процесу, оскільки призводить до лізису клітин і припинення ферментації. Тому закваски додатково перевіряються на фагостійкість [64, 65].

Після утворення згустку та на етапі видалення сироватки можливе вторинне мікробіологічне забруднення, особливо при порушенні санітарних норм та режимів очищення обладнання. Тому на цих етапах здійснюється контроль санітарного стану технологічного обладнання, тари, поверхонь та рук персоналу методом змивів. Оцінюється загальна бактеріальна забрудненість, а також наявність спороутворювальних мікроорганізмів, дріжджів та плісень, які можуть потрапити до продукту і спричинити бродіння або гниття в процесі зберігання [64, 65].

На завершальному етапі — у готовому продукті — проводиться комплексна мікробіологічна оцінка відповідно до вимог. Визначають загальне бактеріальне число, кількість молочнокислих бактерій (що повинні становити основну мікрофлору продукту), а також проводиться контроль на відсутність патогенних мікроорганізмів. У готовому сирі кисломолочному *Salmonella* не повинна бути присутня в 25 г продукту, *Listeria monocytogenes* — в 25 г,

Escherichia coli — не повинна перевищувати рівень 10^2 КУО/г, *Staphylococcus aureus* — не більше 10^2 КУО/г [64, 65].

Особливо важливою частиною мікробіологічного контролю є періодичне тестування навколишнього середовища виробничих приміщень, що включає повітря, обладнання, одяг персоналу. Це дозволяє виявляти джерела можливого контамінаційного тиску на продукт.

Таким чином, мікробіологічний контроль у процесі виробництва сиру кисломолочного є багатостадійним, інтегрованим процесом, який забезпечує мікробіологічну безпеку продукту, стабільність процесу ферментації та органолептичну якість готового продукту. Його систематичне та науково обґрунтоване проведення є запорукою дотримання вимог санітарного законодавства, а також підвищення конкурентоспроможності продукту на ринку [64, 65].

Таблиця 3.7 – Технохімічний контроль виробництва десертного пастоподібного кисломолочного продукту [75, 76]

Об'єкт	Контрольований показник	Періодичність контролю	Вибір проб	Методи контролю
Приймання молока	Запах, смак, колір, консистенція	Щоденно	Із кожної транспортної місткості	Органолептичний
	Температура, °C	Щоденно	У кожному відсіку цистерни ; у 2 - 3 флягах кожної партії, у сумнівних випадках - у всіх флягах	Логометр, термометр, ДСТУ 6066:2008
	Кислотність, °T	Щоденно	Із кожного відсіку цистерни середній зразок для аналізу, виділений 3 об'єднаної проби	Титриметричний
	pH	Щоденно		pH-метр
	Густина, кг/м ³	Щоденно		Ареометричний, ДСТУ 6082:2009
	Визначення чистоти за еталоном	Щоденно	Те саме	Фільтрування молока на порівняння з еталоном, ДСТУ 6083:2009
	Масова частка жиру, %	Щоденно кожна партія	Те саме	Кислотний метод Гербера
	Масова частка білка, %	Не рідше 1разу на декаду	Те саме	Метод формольного титрування
	Масова частка вологи, %	Щоденно кожна партія	Те саме	ДСТУ 8552:2015
	Термостійкість	Щоденно	Із кожного відсіку цистерни або фляги	Алкогільна проба, ДСТУ 5073:2008

	Масова частка сухих речовин, %	Щоденно кожна партія	Те саме	ДСТУ 8552:2015
	Вміст соматичних клітин	Не рідше 1 разу на декаду	Те саме	ДСТУ 7357:2013
	Редуктазна проба	Щоденно кожна партія	Те саме	ДСТУ 7357:2013
	Інгібуючі речовини	Щоденно кожна партія	Те саме	ДСТУ 7380:2013
Охолодження молока	Маса, кг Температура охолодження, °C	Щоденно	У кожній партії	Ваги з НГЗ 500кг Логометр, термометр, ДСТУ 6066:2008
Резервування молока	Кислотність молока, °T	Те саме	Те саме	Титриметричний
Очищення молока	Тривалість витримки, год Температура, °C			Годинник
Цукор-пісок	Маса, кг Смак, колір, сипкість			Логометр, термометр, ДСТУ 6066:2008 Ваги Органолептично
Імбир	Маса, кг Смак, колір, сипкість	Те саме	Те саме	Ваги Органолептично
Кориця	Маса, кг Смак, колір, сипкість			Ваги Органолептично
Нагрівання молока	Температура, °C	Те саме	Те саме	Термоперетворювач
Сепарування	Температура, °C	Те саме	У кожній партії	Термоперетворювач
Знежирене молоко	Масова частка жиру, % Кислотність, °T Густина, кг/м ³ Маса, кг Органолептичні показники	Те саме	Те саме	Кислотний метод Гербера ДСТУ 6082:2009 Ваги Органолептично

Вершки при сепаруванні молока	Масова частка жиру, %	Те саме	Те саме	Кислотний метод Гербера
Пастеризація вершків	Температура, °C Тривалість, с	Те саме	Те саме	Термоперетворювач Годинник
Охолодження вершків	Температура, °C	Те саме	Те саме	Термоперетворювач
Зберігання вершків	Температура доохолодження, °C. Тривалість, год	Те саме	У кожній партії	Термоперетворювач Годинник
Пастеризація знежиреного молока	Температура, °C. Тривалість витримки, с	Те саме	Те саме	Логометр, термометр, ДСТУ 6066:2008
Молоко після пастеризації	Ефективність пастеризації	Те саме	Те саме	Наявність фосфатази чи пероксидази, ДСТУ 7380:2013
Охолодження знежиреного молока	Температура, °C Тривалість витримки, с	Те саме	Те саме	Термоперетворювач Годинник
Проміжне зберігання	Температура, °C Тривалість, год Кислотність, °T	Щоденно	Те саме	Логометр, термометр, ДСТУ 6066:2008 Годинник Титриметричний
Закваска	Кислотність, °T Маса, кг	Те саме	Те саме	Титриметричний Ваги
Заквашування нормалізованого молока	Температура, °C. Маса закваски, кг	Те саме	Те саме	Термометр, ДСТУ 6066:2008 Ваги
Сквашування нормалізованого молока	Температура, °C. Тривалість, год Кислотність згустку, °T Кислотність сироватки, °T Якість згустку	Те саме	У кожній партії	Логометр, термометр, ДСТУ 6066:2008 Годинник Титриметричний
Заквашене нормалізоване молоко	Масова частка жиру, %	Щоденно	Те саме	Візуально Кислотний метод Гербера
Охолодження сироватки	Температура, °C.	Те саме	Те саме	Логометр, термометр, ДСТУ 6066:2008

Зберігання сироватки	Температура доохолодження, °C.	Те саме	Те саме	Логометр, термометр, ДСТУ 6066:2008 Годинник
Сироватка під час зберігання	Масова частка жиру, % Кислотність, °T Густина, кг/м ³	Щоденно	Те саме	Кислотний метод Гербера Титрометричний Ареометричний, ДСТУ 6082:2009
Перемішування згустку	Тривалість, хв	Те саме	Те саме	Годинник
Підігрівання згустку	Температура, °C.	Те саме	Те саме	Термоперетво-рювач
Охолодження згустку	Температура, °C.	Те саме	Те саме	Логометр, термометр, ДСТУ 6066:2008
Сир нежирний	Кислотність, °T М.ч.ж, % М.ч.в-ги, % Органолептична оцінка	Те саме	Те саме	Титрометричний Кислотний метод Гербера ДСТУ 8552:2015 Органолептичний
Охолодження сиру	Температура, °C.	Те саме	Те саме	Термоперетво-рювач
Перемішування сиру нежирного з цукром, корицею та імбирем	Маса компонентів, кг	Те саме	Те саме	Ваги
Дохолодження продукту	Температура, °C.	Те саме	Те саме	Термоперетво-рювач
Фасування готового продукту	Маса, кг	Те саме	Те саме	Ваги
Готовий продукт	Температура, °C. Кислотність, °T М.ч.ж, % М.ч.в-ги, % Органолептична оцінка Ефективність пастеризації	Те саме	Те саме	Логометр, термометр, ДСТУ 6066:2008 Титрометричний Кислотний метод Гербера ДСТУ 8552:2015 Органолептичний Наявність фосфатази чи пероксидази, ДСТУ 7380:2013

Таблиця 3.8 – Мікробіологічний контроль сиру кисломолочного

Досліджувані технологічні процеси і матеріали	Досліджувані об'єкти	Назва аналізу	Періодичність контролю	Розведення
Сировина, що поступає на завод	Молоко незбиране	Редуктазна проба	1 раз в декаду	I, II, III
	Молоко до пастеризації	КУО-МАФАН	“—”	I, II, III, IV, V
	Молоко після пастеризації	Колофірмні бактерії	1 раз на декаду	I, II, III
	Суміш у сировиготовлювачі	Коліформні бактерії	1 раз на місяць	II, III, IV
Допоміжні матеріали	Готовий продукт	КУО-МАФАН	1 раз на 5 днів	
	Пакувальні матеріали	Коліформні бактерії	2-4 рази на рік	
Санітарно-гігієнічний стан виробництва	Труби, резервуари	КУО-МАФАН	Не рідше одного разу у декаду	
	Обладнання, посуд, інвентар	Коліформні бактерії	1 раз в квартал	
	Повітря	Загальна кількість колоній	“—”	
	Вода	КУО-МАФАН	1 раз в квартал (при використанні міського водопроводу) і 1 раз в місяць при наявності власного джерела водопостачання або використанні води із запасного резервуару	300 мл
	Руки працюючих	Коліформні бактерії Йод-крохмальна проба	3 рук працюючих 1 раз в декаду 1 раз в тиждень	

3.3 Забезпечення технологічного процесу виробництва запроектованого асортименту

3.3.1 Підбір технологічного обладнання

Приймальне відділення

Початковим етапом технологічного процесу на даному підприємстві є приймальне відділення сировини, де здійснюється приймання, первинна оцінка, попередня обробка та тимчасове зберігання молока.

Згідно з вимогами чинної нормативної документації, молоко має бути вивантажене з транспортної цистерни протягом чотирьох годин з моменту прибуття. У зазначений проміжок часу сировина перекачується через відцентровий насос до приймальної установки, де здійснюється її кількісний облік, а також механічне очищення від можливих домішок [77].

Розраховуємо продуктивність роботи приймальної установки:

$$P_{\text{розрах.}} = \frac{M}{T_{\text{пр}}} = \frac{35000}{4} = 8750 \text{ кг/год}$$

Отже, відповідно до каталогу, обираємо механізм типу: УПМ – 10А(Ц) продуктивністю 10000 л/год.

Оскільки ведучим обладнанням у даному відділенні є приймальна установка, тоді усі наступні апарати будуть працювати синхронно.

Розраховуємо фактичний час її роботи:

$$T_{\phi} = \frac{M}{P_{\phi}} = \frac{35000}{10000} = 3 \text{ год } 30 \text{ хв}$$

Охолодження сировини здійснюється за допомогою пластинчастого теплообмінного апарата типу: ОО1-У-110 інтенсивністю 10000 л/год.

Для ефективного приймання молока відповідно до гатунку передбачається проектування двох окремих технологічних ліній [78, 79].

Відповідно до завдання, цех працює у дві зміни, тому необхідно встановити дві ємкості для молока марки: В2-ОХР-50 місткістю 50 тон.

Апаратно – виробничий цех

Для проведення пастеризації та наступного охолодження молока у безперервному потоці, необхідно здійснити підбір ППОУ, яка виконує ключову технологічну функцію у даному цеху [78, 79].

Теплообмінник має працювати 5 – 5,5 годин, тому розраховуємо потужність установки:

$$P_{\text{розрах.}} = \frac{M}{T_{\text{еф.}}} = \frac{35000}{5} = 7000 \text{ л/год}$$

За каталогом встановлюємо ППОУ типу: ОПУ – 10 потужністю 10000 л/год.

Тривалість роботи ПОУ становитиме:

$$T = \frac{35000}{10000} = 3,30 \text{ год} = 3 \text{ год } 18 \text{ хв}$$

Для реалізації процесу розділення цільного молока на знежирене та вершки необхідно підібрати сепаратор-вершковіддільник марки: HAUSMAXCREAM 10T. Для забезпечення синхронної роботи обираємо вершковіддільник такої ж потужності як і пластинчастий пастеризатор 10000 л/год.

Отримані вершки у кількості 13619,0 кг подаємо до пластинчастої установки типу: ОПЛ-10 продуктивністю 10000 л/год, для підігрівання їх до процесу гомогенізації.

Для проведення процесу гомогенізації, який забезпечує рівномірний розподіл жирових кульок у продукті, встановлюємо установку марки: К5-ОГА-10 потужністю 10000 л/год.

Після процесу гомогенізації вершки піддаються пастеризації в умовах безперервного потоку за допомогою трубчастого теплообмінника марки: Т1-ОУТ, продуктивність якого становить 10000 л/год. Для подальшого накопичення охолодженого продукту передбачено встановлення резервуара типу «Pasilak» об'ємом 15000 л.

Процес заквашування та сквашування молока знежиреного відбувається у горизонтальних сировиготовлювачах типу: DONI®OVatCCH ємністю 15000 кг.

Для того, щоб сквасити та заквасити таку кількість молока, необхідно розрахувати кількість сирю виготовлювачів [80]:

$$N = \frac{21371,46}{15000 \times 0,75} = 1,89 = 2 \text{ шт}$$

Тривалість технологічного циклу становить від 7 до 10 годин, протягом яких відбувається утворення білкового згустку з досягненням необхідного рівня кислотності.

Відокремлення сироватки від білкового згустку здійснюється за допомогою дренажної системи типу: DONI®Drainer продуктивністю – 15000 кг/год.

Час роботи установки становитиме:

$$T = \frac{19094,81}{15000} = 1,27 = 1 \text{ год } 16 \text{ хв}$$

Для остаточного відокремлення сироватки від сирного зерна передбачається використання дренажного автомата марки: DONI Drainer Belt, який працюватиме синхронно з дренажною системою.

Перед подачею на тимчасове зберігання отриману сироватку охолоджують. Ця операція виконується за допомогою пластинчастого теплообмінника типу ОПУ-15 із продуктивністю 15 000 кг/год.

Для тимчасового зберігання отриману сироватку направляють до резервуарів марки: LTR, кожен з яких має об'єм 20 тонн. Передбачено встановлення двох таких ємностей.

Зневоднений сирний згусток подається до охолоджувача марки ОСТ-1, інтенсивністю 780 кг/год.

Розраховуємо фактичний час роботи автомата [80]:

- для сирю кисломолочного знежиреного:

$$T = \frac{1662,03}{780} = 2,13 = 2 \text{ год } 8 \text{ хв}$$

- для десертного пастоподібного продукту:

$$T = \frac{818,29}{780} = 1,04 = 1 \text{ год } 2 \text{ хв}$$

- для пастоподібного продукту з беконом:

$$T = \frac{585,89}{780} = 0,75 = 45 \text{ хв}$$

Для подальшого транспортування сирного згустку до наступних установок передбачається встановлення насоса типу П8-ОНТ-8 з продуктивністю 1000 кг/год.

Для отримання однорідної сирної маси без грудок, із м'якою та пластичною консистенцією, необхідно здійснити операцію протирання. Для цього підбираємо вальцювальну машину марки: Е8-ОПУ з інтенсивністю роботи 2000 кг/год.

Хоча вона має вдвічі більшу продуктивність, як змішувач, її можна використовувати з меншою подачею, щоб отримати приблизно 1 000 кг/год — задавши відповідні параметри подачі.

Тому розраховуємо час роботи установки [80]:

- для десертного пастоподібного продукту:

$$T = \frac{917,37}{1000} = 0,92 = 55 \text{ хв}$$

- для пастоподібного продукту з беконом:

$$T = \frac{1223,16}{1000} = 1,22 = 1 \text{ год } 13 \text{ хв}$$

Змішування рецептурних компонентів та досягнення заданої консистенції готового продукту здійснюється за допомогою установки марки: СТ-1, яка має продуктивність 970 кг/год.

Розраховуємо час роботи змішувача:

- для десертного пастоподібного продукту:

$$T = \frac{917,37}{970} = 0,94 = 56 \text{ хв}$$

- для пастоподібного продукту з беконом:

$$T = \frac{1223,16}{970} = 1,26 = 1 \text{ год } 15 \text{ хв}$$

Для теплового оброблення сироватки підбираємо ППОУ типу: УПМ -5,0 продуктивністю 5000 л/год.

Визначаємо час роботи:

$$T = \frac{9584,54}{5000} = 1,91 = 1 \text{ год } 55 \text{ хв}$$

У синхронному режимі з пастеризаційно-охолоджувальною установкою функціонуватиме сепаратор для освітлення сироватки. Для реалізації цієї технологічної операції використовується сепаратор марки: MSD із продуктивністю 5000 кг/год.

Охолоджену сироватку перед етапом фасування подають до накопичувального резервуара марки «Pasilak» загальною місткістю 15 тонн.

Фасувальне відділення

Для фасування продукту у брикети об'ємом 0,25 кг встановлюємо автомат типу: АРМ із продуктивністю 40–80 брикетів за хвилину.

Фактичний час фасування [80]:

- для сиру кисломолочного нежирного

$$T = \frac{1652,33}{50 \times 60 \times 0,25} = 2,20 = 2 \text{ год } 12 \text{ хв}$$

Для фасування продукту в упаковки типу «TetraPak» об'ємом 0,5 л та 0,25 л підбираємо фасувальний автомат моделі: TetraPakTR/G7 з продуктивністю 6500 упаковок на годину. З метою підвищення загальної швидкості фасування передбачається встановлення двох одиниць цього обладнання.

Фактичний час роботи одного автомата становитиме:

- для напою із сироватки ванільного [80]:

$$10089 / 2 = 5044,5 \text{ кг}$$

$$T = \frac{5044,5}{6500 \times 0,5} = 1,55 = 1 \text{ год } 33 \text{ хв}$$

- для вершків пастеризованих:

$$13505,5 / 2 = 6752,75 \text{ кг}$$

$$T = \frac{6752,75}{6500 \times 0,25} = 4,15 = 4 \text{ год } 9 \text{ хв}$$

Фасування продукту в пластикові стакани об'ємом 200 г здійснюється за допомогою фасувального автомата марки «Пастпак 2Р2», який забезпечує продуктивність до 120 стаканів за хвилину.

Фактичний час фасування:

- для десертного пастоподібного продукту:

$$T = \frac{917,37}{120 \times 60 \times 0,2} = 0,94 = 56 \text{ хв}$$

- для пастоподібного продукту з беконом:

$$T = \frac{1223,16}{120 \times 60 \times 0,2} = 1,26 = 1 \text{ год } 15 \text{ хв}$$

Таблиця 3.9 – Зведена таблиця розрахунку обладнання [51]

Назва установки	Тип, марка	Продуктивність л/год	Кількість	Габаритні розміри, мм			Площа, яка займає, м ²	Загальна площа, м ²
				довжина	ширина	висота		
Приймальне відділення								
Установка приймання молока	УПМ-10А(Ц)	10000	2	1820	800	1810	1,46	2,92
Охолоджувач	ОО1-У-110	10000	2	3100	2500	2000	7,75	15,5
Резервуар для зберігання молока	В2-ОХР-50	50000	2	4965	3450	8960	17,3	34,6
Всього							53,02	
Апаратно-виробниче відділення								
Пастеризаційна установка	ОПУ – 10	10000	1	4100	700	3650	2,87	2,87
Сепаратор	HAUSMAX CREAM 10T	10000	1	1500	1830	1940	2,74	2,74
Гомогенізатор	К5 – ОГА - 10	10000	1	1800	1500	1900	2,7	2,7
Пастеризаційна установка	ОПЛ-10	10000	1	4400	4000	2500	17,6	17,6
Трубчастий пастеризатор	Т1-ОУТ	10000	1	1500	1250	2300	1,87	1,87
Сиро- виготовлювач	DONI®OV at CCH	18000	2	12150	2800	2700	34,02	68,04
Дренажна система	DONI® Drainer	15000	1	2200	655	960	1,44	1,44
Дренажна установка	DONI dreiner belt	15000	1	2350	800	1050	1,9	1,9
ПОУ	ОПУ	15000	1	4250	800	3710	3,4	3,4
Охолоджувач	ОСТ-1	780	2	2190	1010	1540	2,2	4,4
Насос	П8-ОНТ-8	1000	2	625	590	340	0,36	0,72
Змішувач	СТ-1	970	2	2190	1010	1540	2,2	4,4
Вальцівка	Е8-ОПУ	2000	1	1914	996	1095	1,9	1,9
ППОУ	УПМ-5,0	5000	1	2200	1100	1700	2,42	2,42
Сепаратор	MSD	5000	1	1350	950	1690	1,46	1,46

Резервуар	Pasilak	15000	3	2500	2500	4000	6,25	18,75
Резервуар	LTR	20000	2	2800	2800	4850	7,84	15,68
Всього							152,29	

Фасувальне відділення

Фасувальний апарат у брикети	АРМ	40-80 брик/хв	1	2900	2490	1540	7,22	7,22
Фасувальний апарат у пакети «Тетра Пак» по 0,5л.	TetraPak TR/G7	6500 п/год	2	6500	1500	3425	9,75	19,5
Фасувальний автомат у стаканчики по 0,55 л	Пастпак 2Р2	120 уп./хв	2	3000	1480	1980	4,44	4,44
Всього							50,66	

3.3.2 Розрахунок площ виробничих і допоміжних приміщень

Перед здійсненням розрахунку площ основних виробничих приміщень необхідно попередньо врахувати габаритні розміри технологічного обладнання, яке передбачається до встановлення, а також об'єм і масу готової продукції, що зберігатиметься або транспортуватиметься в межах цих приміщень [80].

Процес приймання молока, що надходить на переробне підприємство, розпочинається на приймально-миючій ділянці. Для визначення необхідної площі цієї зони насамперед розраховують кількість автотранспортних засобів ($N_{\text{маш}}$), які щодобово прибувають із сировиною [80].

$$N_{\text{маш}} = \frac{M_{\text{год}}}{M_{\text{ц}}},$$

У чисельнику зазначається інтенсивність роботи приймального обладнання $M_{\text{год}}$, що характеризує його потужність у кг/год, а у знаменнику вказується об'єм однієї автомолцистерни $M_{\text{ц}}$, кг.

Тоді кількість машин становитиме [80]:

$$N_{\text{маш}} = \frac{10000}{6000} = 1,66 \approx 2 \text{ машини.}$$

Після цього розраховуємо тривалість технологічного циклу ($T_{\text{заг}}$), який охоплює як процес приймання сировини, так і виконання санітарної обробки транспортного засобу.

Загальний час, необхідний для здійснення операції приймання сировини ($T_{\text{заг}}$), розраховується як сума тривалостей окремих етапів обслуговування кожної автомолцистерни [80].

Отже,

$$T_{\text{заг}} = 2 \times (40 + 5 + 14) = 118 \text{ хв}$$

На наступному етапі визначають необхідну кількість постів (Π). Розрахунок здійснюється з урахуванням загального часу обслуговування одного транспортного засобу та інтенсивності надходження сировини.

$$\Pi = \frac{118}{60} = 1,97 = 2 \text{ поста}$$

Завершальним кроком є розрахунок загальної площі приймально-миючої ділянки:

$$F_{\text{пр}} = 72 \times 2 = 144 \text{ м}^2$$

Подальші розрахунки площ основних виробничих ділянок здійснюються за формулою:

$$F = K \times \Sigma F_{\text{обл}}$$

де, $\Sigma F_{\text{обл}}$ - площа, що необхідна для розміщення основного технологічного обладнання, м^2 ;

K – коефіцієнт запасу площі, який враховує потребу у вільному просторі для обслуговування, переміщення персоналу та дотримання санітарно-гігієнічних норм.

Відділення для приймання молока:

З огляду на значні габаритні розміри резервуарів, призначених для зберігання молока, зокрема їх площу основи та висоту, доцільним є розміщення даних ємностей поза межами виробничих приміщень — на відкритому майданчику.

$K=3$, отже,

$$F = 3 \times 18,42 = 55,26 \text{ м}^2$$

Розрахунок апаратного-виробничого цеху:

У даному відділенні під час розрахунку площі (ППОУ) коефіцієнт запасу не враховується, оскільки передбачається щільне розміщення обладнання з мінімальними вимогами до додаткового простору. Натомість для даного відділення застосовується - 3, що обумовлено необхідністю забезпечення вільного доступу до обладнання для його експлуатації, обслуговування та дотримання санітарно-гігієнічних вимог [80].

$$F = 3 \times 124,13 = 372,39 + 2,87 + 17,6 + 1,87 + 3,4 + 2,42 = 400,55 \text{ м}^2$$

Дільниця для фасування:

Розрахунок площі дільниці для фасування - здійснюється з урахуванням таких чинників: габаритів фасувального обладнання, кількості технологічних ліній, особливостей транспортних потоків (руху тари, сировини та готової продукції). К дорівнює трьом, отже:

$$F = 3 \times 50,66 = 151,98 \text{ м}^2$$

Розрахунок площі камери для тимчасового зберігання продукції :

Площа камери (F , м^2) визначається з урахуванням таких основних показників:

- об'єму продукції, що підлягає зберіганню;
- тривалості її перебування в камері;
- допустимого навантаження на 1 м^2 площі;
- коефіцієнта ефективного використання площі зберігання [80].

$$F = \frac{M_{np} \times T_{зб}}{q \times K}$$

де, M_{np} — маса кожного виду продукції, кг;

$T_{зб}$ — тривалість зберігання, діб (для кисломолочного сиру, сиркових виробів та пастеризованої сироватки $T_{зб} = 0,5$;

q — допустиме навантаження на 1 м² площі (залежить від типу фасування: 590 кг/м² у брикети по 250 г; у стакани з полістиролу по 200 г – 427 кг/м²; у пакети «Тетра-пак» по 0,5 л та по 0,25 л- 490 кг/м²);

$K=0,7$ — коефіцієнт ефективного використання площі (0,7 — для сирів і сиркових виробів при використанні електронавантажувачів; 0,5 — для сироватки).

Тому:

$$F = \frac{1621 \times 0,5}{590 \times 0,7} + \frac{900 \times 0,5}{427 \times 0,7} + \frac{1200 \times 0,5}{427 \times 0,7} + \frac{10000 \times 0,5}{490 \times 0,5} + \frac{13505,5 \times 0,5}{490 \times 0,5} =$$

$$= 1,96 + 1,5 + 2,0 + 20,4 + 27,56 = 53,42 \text{ м}^2$$

Під час формування планувального рішення цеху першочергово здійснюється розміщення основних і допоміжних технологічних дільниць згідно з порядком виробничого процесу. Після цього проектується інші функціональні приміщення, зокрема: склад допоміжних матеріалів, тарний склад, приміщення для зберігання мийних засобів, зона СІП-мийки, бойлерна, вентиляційна камера, станція заряджання електронавантажувачів, а також побутові приміщення для персоналу. Такий підхід забезпечує раціональне використання простору, оптимізацію внутрішньоцехових потоків і дотримання санітарно-гігієнічних вимог.

Розрахунок виробничих площ наведено у таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – Зведена таблиця розрахунку площ

Найменування приміщення	Площа		
	Розрахункова, м ²	Компоновочна	
		Будівельні квадрати	м ²
Приймально-миюче відділення	144	4	144
Приймальне відділення	55,26	1,5	54
Апаратно-виробниче відділення	400,55	11,5	414
Фасувальне відділення	151,98	4,5	162
Камера зберігання готової продукції	53,42	1,5	54
Приймальна лабораторія	-	0,5	18
Хімічна лабораторія	-	0,5	18
Бактеріологічна лабораторія	-	0,5	18
CIP мийка	-	1	36
Склад зберігання миючих засобів	-	0,5	18
Кабінети	-	0,5	18
Бойлерна	-	1	36
Ремонтна майстерня	-	1,5	54
Тарні склади	-	2,5	90
Матеріальний склад	-	1	36
Зарядна кімната для електронавантажувачів	-	0,5	18
Експедиції	-	1	36
Побутові приміщення	-	1	36
Кімнати особистої гігієни	-	0,5	18
Коридор	-	0,5	18
Всього	-	32	1296

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Оцінка травмонебезпеки виробничого процесу

Оцінка травмонебезпеки виробничого процесу є невід'ємною частиною системи охорони праці на підприємствах. Вона дозволяє виявити потенційні небезпеки, запобігти нещасним випадкам та забезпечити безпечні умови праці для всіх працівників. Аналіз травмонебезпеки необхідно проводити на будь-якому етапі виробничої діяльності — від проєктування технологічного процесу до експлуатації обладнання та контролю готової продукції.

Першим етапом оцінки є ідентифікація небезпечних факторів виробництва. До них відносяться механічні (різальні, обертові, тискові механізми), фізичні (шум, вібрація, підвищена температура), хімічні (пари, гази, токсичні речовини), біологічні та психофізіологічні фактори. Для кожного конкретного процесу визначаються ті чинники, які можуть спричинити травму або професійне захворювання.

Наступним кроком є оцінка ризику. Для цього застосовують кількісні та якісні методи: експертні оцінки, аналіз статистики нещасних випадків, розрахунки ймовірності травм, а також моделювання аварійних ситуацій. Особливу увагу приділяють діям, що виконуються вручну, а також роботі з небезпечними матеріалами та обладнанням. Високий ризик вимагає невідкладного вжиття заходів щодо його зниження.

За результатами оцінки розробляють комплекс заходів безпеки. Вони можуть бути технічними (встановлення захисних огорожень, аварійних зупинок, сигналізації), організаційними (розробка інструкцій, графіків роботи, навчання персоналу) та медико-профілактичними (регулярні медичні огляди, контроль стану здоров'я працівників). Важливо, щоб ці заходи не лише знижували ризик травматизму, а й забезпечували ефективність виробничого процесу.

Ключовим аспектом є навчання працівників. Кожен співробітник повинен бути ознайомлений із потенційними небезпеками, правилами безпечного користування обладнанням та алгоритмом дій у разі аварійної ситуації. Регулярні інструктажі та практичні тренування дозволяють формувати у працівників навички безпечної поведінки та підвищують загальний рівень безпеки на підприємстві.

Оцінка травмонебезпеки також передбачає регулярний контроль та аналіз ефективності впроваджених заходів. Моніторинг включає спостереження за виконанням інструкцій, аналіз нещасних випадків і майже випадкових інцидентів, а також оновлення процедур безпеки у відповідності до змін виробничого процесу або появи нового обладнання. Такий підхід дозволяє постійно вдосконалювати систему охорони праці та зменшувати ризик травмування.

Таким чином, оцінка травмонебезпеки є комплексною діяльністю, яка поєднує аналіз виробничих факторів, розрахунок ризику, впровадження профілактичних заходів та навчання персоналу. Без системного підходу неможливо забезпечити безпечні умови праці та знизити кількість виробничих травм. Охорона праці — це не лише дотримання формальних вимог, а й реальна турбота про здоров'я і життя людей, які створюють продукцію і розвивають підприємство.

4.2 Заходи щодо забезпечення безпеки при проведенні дослідних робіт

Дослідні роботи є невід'ємною складовою навчального процесу та наукової діяльності. Вони дозволяють отримати практичні навички, перевірити теоретичні знання та робити власні наукові висновки. Однак будь-які експерименти, особливо лабораторні або пов'язані з хімічними, біологічними та фізичними процесами, можуть бути небезпечними для здоров'я людини. Тому питання безпеки при проведенні дослідних робіт є пріоритетним.

Перший і найважливіший етап безпечної роботи — підготовка. Перед початком експерименту необхідно ознайомитися з інструкцією з техніки безпеки та правилами поводження з лабораторним обладнанням і реактивами. Також важливо перевірити стан обладнання, переконатися у відсутності видимих пошкоджень та забезпечити наявність необхідних засобів захисту.

Індивідуальні засоби захисту є обов'язковими для кожного дослідника. Лабораторний халат, захисні окуляри, рукавички та, у деяких випадках, респіратори чи спеціальні маски, допомагають запобігти опікам, хімічним ураженням або травмам.

Всі засоби захисту мають бути чистими та справними.

Під час проведення досліду слід суворо дотримуватися встановлених процедур. Наприклад, хімічні речовини не можна змішувати без точного рецепту або дозволу керівника. Реактиви потрібно зберігати у маркованих ємностях та утилізувати відповідно до правил. Не менш важливо підтримувати чистоту робочого місця: розлиті речовини або розкидані інструменти можуть стати причиною нещасного випадку.

Крім того, особливу увагу слід приділяти поведінці у лабораторії. Не можна їсти, пити або торкатися обличчя під час роботи. Всі дії мають бути обдуманими та обережними, а експеримент — контролюватися керівником або більш досвідченим науковцем. У разі виникнення аварійної ситуації, наприклад розливу токсичної речовини або поломки обладнання, потрібно негайно повідомити відповідальну особу та скористатися наявними засобами для нейтралізації небезпеки.

Після завершення досліду слід провести прибирання робочого місця, вимкнути обладнання, зняти засоби індивідуального захисту та ретельно вимити руки.

Важливо також зафіксувати результати експерименту та повідомити керівника про будь-які проблеми, які виникли під час роботи.

Дотримання цих заходів безпеки не лише зберігає здоров'я дослідників, але й забезпечує правильність та надійність результатів дослідження. У

науковій діяльності безпека є так само важливою, як і точність вимірювань чи методологічна правильність. Правильна організація роботи, відповідальна поведінка та використання засобів захисту — це основа успіху будь-якого дослідного процесу.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі проведений огляд літературних джерел, що підтвердив актуальність та доцільність розроблення технології виготовлення сиркової пасти зі спіруліною в умовах зростання попиту на функціональні харчові продукти. Спіруліна, як джерело повноцінного білка, вітамінів, мінералів і біологічно активних речовин, є перспективною натуральною добавкою для збагачення молочних виробів і поліпшення їх харчової цінності.

У ході роботи було визначено оптимальні параметри введення спіруліни, досліджено вплив її концентрації на органолептичні, фізико-хімічні показники сиркової пасти. Встановлено, що за правильно підібраних умов виробництва добавка не лише не погіршує структуру та смак продукту, а й сприяє формуванню характерних функціональних властивостей, підвищенню вмісту біологічно цінних компонентів і стабілізації якості під час зберігання.

У процесі виконання експериментальної частини роботи підібрано оптимальну кількість мікродорості, 3%, котра забезпечить хороші органолептичні та фізико-хімічні показники готового виробу.

Встановлено, що показники кислотності та масової частки вологи залишаються у межах, що регламентуються нормативними документами, протягом 6 діб, що є у двічі довшим за термін зберігання рекомендований стандартом.

Експериментальні дані показують, що внесення спіруліни до сиркової пасти уповільнює втрату вологи під час зберігання. Це пояснюється тим, що мікродорість вирізняється високою гігроскопічністю та білково-полісахаридною структурою, яка здатна утримувати воду. Зі збільшенням кількості спіруліни вологоутримуюча здатність продукту зростає та стає стабільнішою.

Отже, розроблена технологія виготовлення сиркової пасти зі спіруліною є науково обґрунтованою та практично значущою. Вона може бути рекомендована для впровадження у виробництво як перспективний напрям

розширення асортименту молочних продуктів оздоровчого призначення та задоволення потреб споживачів у продуктах підвищеної харчової цінності.

За результатами проведеного техніко-економічного обґрунтування встановлено, що розміщення виробництва в м. Кременчук є доцільним. Це зумовлено вигідним географічним розташуванням поблизу м. Полтава, наявністю розвиненої сировинної бази з високою часткою молочного тваринництва, достатньою транспортною та виробничою інфраструктурою, а також містким локальним ринком збуту.

Запропонований асортимент (знежирений кисломолочний сир, десертний пастоподібний кисломолочний продукт, пастоподібний продукт із беконом, ванільний напій на основі молочної сироватки, пастеризовані вершки) відповідає сучасним ринковим тенденціям і принципам функціонального харчування.

Проведений SWOT-аналіз підтвердив високу інвестиційну привабливість проєкту, наявність значних конкурентних переваг і потенціалу подальшого розвитку за умови належного управління ризиками та забезпечення інвестиційної підтримки.

У проєктно-технологічній частині обґрунтовано користь й актуальність виробництва сиру кисломолочного та сиркових виробів, а також доцільність раціонального використання вторинної сировини, що отримана при виготовленні основних продуктів. У даній частині проведено сировинно-продуктові розрахунки, підбір технологічного устаткування для забезпечення виробництва продуктів асортиментного ряду та розраховані площі приміщень, що потрібні для розміщення основного та допоміжного обладнання. Окремо висвітлено етапи техніко-хімічного та мікробіологічного контролів, що здійснюються на усіх операціях технологічного процесу отримання сиру кисломолочного роздільним способом.

У кваліфікаційній роботі також представлений розділ з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. José T.L. et al. *Food Research International*. 2020. Vol. 137. P. 109356. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109356>.
2. Mohan G, Sailekha P. Curd: A Nutraceutical Treasure with Time-Honored and Scientifically Supported Health Benefits. *IRJAY*. 2023. Vol. 6, №11. P. 58-60. <https://doi.org/10.47223/IRJAY.2023.61112>.
3. Pyo Y., Kwon K.H., Jung Y.J. Probiotic Functions in Fermented Foods: Anti-Viral, Immunomodulatory, and Anti-Cancer Benefits. *Foods*. 2024. Vol. 13, №15. P. 2386. doi: 10.3390/foods13152386.
4. Івашина Л.Л., Бишовець Л.Г., Оліферчук О.Г. Ринок молочної продукції в Україні: її асортимент та якість. *Інновації та технології у сфері послуг і харчування*. 2024. Т. 4, №14. С. 16-24. doi: 10.32782/2708-4949.4(14).2024.3.
5. Probiotics and Prebiotics in Functional Dairy Products / Shahid M. et al. In: *Gut Microbiota and Holistic Health: The Role of Prebiotics and Probiotics*. 2025. doi: 10.47278/book.HH/2025.286.
6. Md. Ali A. et al. Functional dairy products as a source of bioactive peptides and probiotics: current trends and future prospective. *Journal of Food Science and Technology*. 2021. Vol. 59, №4. P. 1263–1279. doi: 10.1007/s13197-021-05091-8.
7. Uhegwu Ch.Ch., Anumudu Ch. K.. Probiotic Potential of Traditional and Emerging Microbial Strains in Functional Foods: From Characterization to Applications and Health Benefits. *Microorganisms*. 2025. Vol. 13. P. 2521. doi: 10.3390/microorganisms13112521.
8. Rau S. et al. Prebiotics and Probiotics for Gastrointestinal Disorders. *Nutrients*. 2024. Vol. 16, №6. P. 778. doi: 10.3390/nu16060778.
9. Przerwa F. et al. Probiotics in the treatment of gastrointestinal diseases. *Herba Polonica*. 2021. Vol. 67, №2. P. 1804–1812. doi: 10.2478/hepo-2021-0012.
10. J. dos Santos Ferreira et al. Innovations and perspectives in the development of functional dairy products. *Revista Observatorio De La Economia Latinoamericana*. 2025. Vol. 23, №10. P. 11857. doi: 10.55905/oelv23n10-092.

11. Vinderola G., Ouwehand A., Salminen S., von Wright A. (eds.). *Lactic Acid Bacteria: Microbiological and Functional Aspects*. CRC Press, 2019. doi: 10.1201/9780429057465.
12. Karkos P.D. et al. Spirulina in clinical practice: evidence-based human applications. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2011. P. 531053. doi: 10.1093/ecam/nen058.
13. Koru E. Earth Food Spirulina (Arthrospira): Production and Quality Standards. In: *Food Additive*. Ronore Enterprises Inc., 2012. doi: 10.5772/31848.
14. Paramanya A. et al. Enhancing the quality and antioxidant capacity of phycocyanin extracted from *Spirulina platensis* PCC 7345: A quality-by-design approach. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2024. Vol. 27, № 1. P. 219–225. doi: [10.1016/j.arabjc.2024.105653](https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2024.105653)
15. Khan Z., Bhadouria P., Bisen P. Nutritional and therapeutic potential of Spirulina. *Current Pharmaceutical Biotechnology*. 2005. Vol. 6, № 5. P. 373–379. doi: 10.2174/138920105774370607.
16. Watanabe F. Vitamin B12 sources and bioavailability. *Experimental Biology and Medicine*. 2007. Vol. 232, №10. P. 1266–1274. doi: 10.3181/0703-MR-67.
17. Parikh P., Mani U., Iyer U. Role of Spirulina in the control of glycemia and lipidemia in type 2 diabetes mellitus. *Journal of Medicinal Food*. 2001. Vol. 4, №4. P. 193–199. doi: 10.1089/10966200152744463.
18. Mazokopakis E.E. et al. The hepatoprotective and hypolipidemic effects of Spirulina supplementation in humans: A review. *Annals of Gastroenterology*. 2014. Vol. 27, №4. P. 387–394.
19. Bamnya A. A Review on Culture, Production and Use of Spirulina as Food for Humans and Feeds for Domestic Animals and Fish Padavi. *International Journal of Scientific Research in Engineering and Management*. 2024. Vol. 08, №06. P. 1–5. doi: 10.55041/IJSREM35647.
20. Vlasenko I. et al. Innovative approaches to the development of a new sour milk product. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2021. Vol. 15. P. 970–981. doi: 10.5219/1688.

21. Spínola M.P., Mendes A.R., Prates J.A.M. Chemical Composition, Bioactivities, and Applications of *Spirulina* (*Limnospira platensis*) in Food, Feed, and Medicine. *Foods*. 2024. Vol. 13, №22. P. 3656. doi: 10.3390/foods13223656.
22. Dinçoğlu A. H., Akça S. S., Çalışkan Z. Effect of *Spirulina platensis* on probiotic, nutritional, and quality properties of yogurt. *International Food Research Journal*. 2024. doi: 10.47836/ifrj.31.1.14.
23. Офіленко Н.О. Аналіз показників якості функціонального йогурту використанням біомаси спіруліни. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі*. 2025. № 1. P. 53–58. doi: 10.37734/2518-7171-2025-1-9.
24. Siclari D., Panuccio M. R., Sidari R. Encapsulation of Fresh *Spirulina* Biomass in Alginate Spheres for Yogurt Fortification. *Microorganisms*. 2025. Vol. 13, №7. P. 1641. doi: 10.3390/microorganisms13071641.
25. Patel P. et al. Development of a carotenoid enriched probiotic yogurt from fresh biomass of *Spirulina* and its characterization. *Journal of Food Science and Technology*. Vol. 56, №8. P. 3721–3731. doi: 10.1007/s13197-019-03844-0.
26. Nourmohammadi N., Soleimanian-Zad S., Shekarchizadeh H. Effect of *Spirulina* (*Arthrospira platensis*) microencapsulated in alginate and whey protein concentrate addition on physicochemical and organoleptic properties of functional stirred yogurt. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2020. Vol. 100, №14. P. 5260–5268. doi: 10.1002/jsfa.10576.
27. Abbas H. et al. Enhancing *Bifidobacterium* and lactic acid bacteria activity, and improving oxidative stability in functional algal concentrated yoghurt with *Spirulina platensis* powder. *Scientific Horizons*. 2024. Vol. 27, № 6. P. 98–110. doi: 10.48077/scihor6.2024.98.
28. Barkallah M. et al. Effect of *Spirulina platensis* fortification on physicochemical, textural, antioxidant and sensory properties of yogurt during fermentation and storage. *LWT – Food Science and Technology*. 2017. Vol. 84. P. 323–330. doi: 10.1016/j.lwt.2017.05.071.

29. Terpou A. et al. Influence of incorporated *Arthrospira (Spirulina) platensis* on the growth of microflora and physicochemical properties of feta-type cheese as functional food. *Proceedings*. 2021. Vol. 70. P. 97. doi: 10.3390/foods_2020-07659.
30. Bosnea L. et al. Incorporation of *Spirulina platensis* on traditional Greek soft cheese with respect to its nutritional and sensory perspectives. *Proceedings*. 2021. Vol. 70, № 1. P. 99. doi: 10.3390/foods_2020-07600.
31. Calella P. et al. Antioxidant, immunomodulatory, and anti-inflammatory effects of Spirulina in disease conditions: a systematic review. *International Journal of Food Science and Nutrition*. 2022. Vol. 73, №8. P. 1047–1056. doi: 10.1080/09637486.2022.2137785.
32. Karimi S. et al. Effects of *Spirulina (Arthrospira) platensis* supplementation on inflammation, physical and mental quality of life, and anthropometric measures in patients with relapsing-remitting multiple sclerosis (RRMS): a triple-blinded, randomized, placebo-controlled trial. *Nutrition Journal*. 2025. Vol. 24. P. 132. doi: 10.1186/s12937-025-01200-x.
33. Mousavi S. et al. Spirulina supplementation and its effects on inflammation and oxidative stress: A systematic review and meta-analysis on randomized clinical trials. *Journal of Functional Foods*. 2025. Vol. 131. doi: 10.1016/j.jff.2025.106945.
34. Tavakoli Z. et al. *Spirulina maxima* as a valuable ingredient: Determination of broad fatty acid and amino acid profiles and nutritional quality and anti-amylase capacity. *Applied Food Research*. 2025. Vol. 5, №1. doi: 10.1016/j.afres.2025.100741.
35. Colla L.M. et al. Thermal and photo-stability of the antioxidant potential of *Spirulina platensis* powder. *Brazilian Journal of Biology*. 2017. Vol. 77, № 2. P. 332–339. doi: 10.1590/1519-6984.14315.
36. Navikaitė-Šnipaitienė V. et al. Antioxidant capacity and thermal stability of *Arthrospira platensis* extract encapsulated in starch sodium octenyl succinate with freeze-, spray-, and nanospray-drying. *Molecules*. 2025. Vol. 30, № 6. P. 1303. doi: 10.3390/molecules30061303.

37. Sochacka M. et al. *Spirulina* and *Chlorella* dietary supplements — are they a source solely of valuable nutrients? *International Journal of Molecular Sciences*. 2025. Vol. 26, № 21. P. 10468. doi: 10.3390/ijms262110468.
38. Shahid A. et al. Sensory chemistry of *Spirulina*: Unveiling trends and innovations in aromatic volatile organic compound biosynthesis in off-flavors and odor mitigation strategies. *Trends in Food Science & Technology*. 2025. Vol. 156. P. 104886. doi: 10.1016/j.tifs.2025.104886.
39. Form01 Organic Cheese with Fresh *Spirulina*. Blauver. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://blauver.com/en/shop/form01-organic-cheese-with-fresh-spirulina-19>.
40. Молочний коктейль *Spirulina*. SuperJizha. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://sz.lviv.ua/superfudy/super-jizha/molochnyj-koktejl-spirulina/>.
41. Сир вершковий Cream. Favor-Ama. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://favor-ama.prom.ua/ua/p2642294147-sir-vershkovij-cream.html>.
42. ДСТУ 4554:2006. Сир кисломолочний. Технічні умови [чинний від 01.01.2007]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2006.
43. ДСТУ 4503:2005. Вироби сиркові. Загальні технічні умови. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 13 с.
44. ДСТУ ISO 6658:2005. Дослідження сенсорне. Методологія. Загальні настанови (ISO 6658:1985, IDT). Введ. 01.01.2006. К.: Держспоживстандарт України, 2005. 26 с.
45. ДСТУ 8550:2015. Молоко та молочні продукти. Вимірювання рН потенціометричним методом [Текст]. Чинний від 2017-01-01. Київ: УкрНДНЦ, 2017. III, 7 с.: табл. (Національний стандарт України).
46. Грек О.В. та ін. Практикум з технології молока та молочних продуктів: навч. Посібник. К.: НУХТ, 2015. 431 с.
47. ДСТУ 8552:2015 Молоко та молочні продукти. Методи визначення вологи та сухої речовини. Чинний від 2017-01-01. Київ : УкрНДНЦ, 2016. III, 13 с.

48. Назарко І.С., Покотило О.С. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Харчова хімія» для студентів всіх форм навчання спеціальності 181 «Харчові технології» Ч.1. Тернопіль: ТНТУ, 2020. 64 с.
49. Ющенко Н.М., Миколів І.М., Кузьмик У.Г. Використання несмаженого зерна гречки в рецептурах кисломолочних продуктів. *Вісник харківського національного університету сільського господарства імені Петра Василенка. наукове видання*. Харків, 2015. Випуск 166. С. 69-74.
50. Golmakani M. T., Soleimanian-Zad S., Alavi N. et al. Effect of *Spirulina* (*Arthrospira platensis*) powder on probiotic bacteriologically acidified feta-type cheese. *Journal of Applied Phycology*. 2019. Vol. 31. P. 1085–1094. doi: 10.1007/s10811-018-1611-2.
51. Крупа О.М., Кухтин М.Д. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи для здобуття освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 181 «Харчові технології» усіх форм здобуття освіти. Тернопіль: ТНТУ, 2024. 73 с.
52. List of cities in Ukraine by population. Population-Hub. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://population-hub.com/ua/ua/list-of-cities-in-ukraine-by-population.html>
53. SWOT-аналіз із прикладами. *eSputnik*: веб-сайт. URL: <https://esputnik.com/uk/blog/swot-analiz-iz-prikladami>.
54. Інфографіка. Українські молочні ферми: у яких областях найпродуктивніші корови. *Liga.net*: веб-сайт. URL: <https://biz.liga.net/ua/all/infographic-of-the-day/infografica/ukrainski-molochni-fermy-u-iakukh-oblastiakh-naiproduktivnishi-korovy>.
55. Кострицька О.О., Романчук І.О. Дослідження біологічної цінності сиру кисломолочного. *Вісник аграрної науки*. 2008. 51–54с.
56. Машкін М. І., Париш Н.М. Технологія виробництва молока і молочних продуктів: підруч.; М-во аграрної політики України. Київ : Вища школа, 2006. 351 с.

57. Пат. UA 56244 U, Україна. Десертний пастоподібний кисломолочний продукт з прянощами / Ющенко Н.М., Петренко О.О., Насретдінова К.Х.; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій – № u201006770; заявл. 01.06.2010; опубл. 10.01.2011, Бюл. № 1.
58. Пат. UA 62606 U, Україна. Пастоподібний кисломолочний продукт / Касьянова Н.О., Петренко О.О., Скорченко Т.А.; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій – № u2003043385; заявл. 15.04.2003; опубл. 15.12.2003, Бюл. № 12.
59. Поліщук Г.Є., Грек О.В., Скорченко Т.А. та ін. Технологічні розрахунки у молочній промисловості: навч. посіб. Київ : НУХТ, 2013. 394 с.
60. Дацишин К. Є., Крупа О. М., Сторож Л. А. Метод. вказівки до виконання практичних робіт із дисципліни «Технологія молока і молочних продуктів. Частина 1» для здобувачів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» денної та заочної форм навчання спеціальності 181 «Харчові технології» ТНТУ, 2022. 86 с.
61. Грек О.В., Скорченко Т.А. Технологія сиру кисломолочного та сиркових виробів: навч. посіб. Київ: НУХТ, 2009. 235 с.
62. ДСТУ 3662:2018 Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови [чинний від 27.06.2018]. Вид. оф. Київ: Держспоживстандарт України, 2018.
63. Романенко Л.П., Романенко І.Л. *Молоко і молочні продукти: технологія та контроль якості*. Київ: Кондор, 2010. 350 с.
64. Кухтин М.Д., Кравченко Х.Ю. Лабораторний практикум з мікробіології молока і молочних продуктів: навчальний посібник. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2023. 157 с.
65. Кухтин М.Д., Горюк Ю. Мікробіологія молочних продуктів вироблених з молока коров'ячого сирого: монографія. Кам'янець-Подільський: ЗВО ПДУ, 2023. 150 с.
66. ДСТУ 8007:2015. Кориця. Технічні умови [чинний від 01.07.2016]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2015.

67. ДСТУ 4623:2023. Цукор кристалічний. Технічні умови [чинний від 01.11.2023]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2023.
68. ДСТУ 3583:2015 Сіль кухонна. Загальні технічні умови. З поправкою. [Чинний від 2015-07-01]. Вид. офіц. Київ, 2015. 10 с.
69. ДСТУ 8131:2015. Вершки-сировина. Технічні умови. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ: Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості», 2017. 14 с.
70. ДСТУ 1009:2005. Ванілін. Технічні умови [чинний від 01.07.2006]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2005.
71. ДСТУ 4414:2005. Сметана. Технічні умови [чинний від 01.01.2006]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2005.
72. ДСТУ 7515:2014. Сироватка молочна. Технічні умови [чинний від 01.07.2015]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2014.
73. Грек О. В., Поліщук Г. Є., Онопрійчук О. О. Технологія продуктів зі знежиреного молока, молочної сироватки і маслянки: навч. посібник Нац. ун-т харч. технол. Київ: НУХТ, 2010. 258 с.
74. ДСТУ 8549:2015. Напої із сироватки. Загальні технічні умови. [чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2015.
75. Грильова Д.В., Якуба О.Р., Обозна М.В. Технохімічний контроль виробництва. С.: СНАУ, 2015. 14 с.
76. Ромоданова В.О., Костенко Т.П. Лабораторний практикум з технохімічного контролю підприємств молочної промисловості: навчальний посібник. Київ: НУХТ, 2003. 168 с.
77. Відомчі норми технологічного проектування. Підприємств по переробці молока: ВНТП–АПК-24.06. [Введ. в дію 01.02.2006]. К.: Міністерство аграрної політики України, 2006. 105 с.
78. Ніконенко В.М. Обладнання та технологія молочного виробництва / Ніконенко В.М. Київ: Урожай, 1995. 292 с.
79. Єресько Г. О., Шинкарик М. М., Ворощук В. Я. Технологічне обладнання

молочних виробництв, Київ: Фірма «Інкос», 2007. 344 с.

80. Крупа О. Проектування підприємств молочної промисловості: навч. посіб. / уклад. О. Крупа. Київ: Видавничий дім «Кондор», 2025. 198 с.

81. Основи охорони праці та безпеки життєдіяльності: навч. посіб. / МОН України, Уманський держ. пед. ун-т імені Павла Тичини; уклад. Н. В. Баличева. Умань: Візаві, 2023. 273 с.

82. Желібо Є.П., Заверуха Н.М., Запарний В.В. Безпека життєдіяльності: навч. посіб. / за ред. Є.П. Желібо. 6-е вид. Київ: Каравела, 2008. 344 с.

83. Техноекологія та цивільна безпека. Частина «Цивільна безпека»: навч. посіб. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. 156 с.

84. Масікевич Ю.Г., Райко В.Ф., Шестопапов О.В. Основи професійної безпеки та здоров'я: підручник. Чернівці: Місто, 2023. 288 с.

85. Гаврилюк В.С. Безпека проведення лабораторних та дослідницьких робіт. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2017.

86. ДСТУ ISO 45001:2018. Системи управління охороною праці. Вимоги з керівництвом щодо використання. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019.

ДОДАТОК А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА
 ПУЛЮЯ
 (Україна)
 УНІВЕРСИТЕТ МАУНТ-СЕНТ-ВІНСЕНТ
 (Канада)
 КАУНАСЬКИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 (Литва)
 УНІВЕРСИТЕТ АГРАРНИХ НАУК
 ТА ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ В КЛЮЙ-НАПОКА
 (Румунія)
 ІНСТИТУТ ПРОДОВОЛЬЧИХ РЕСУРСІВ НААН УКРАЇНИ
 (Україна)
 ПАП «АГРОПРОДСЕРВІС»
 (Україна)
 ПРАТ «ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ МОЛОКОЗАВОД»
 (Україна)

VIII Міжнародна науково-технічна конференція **Стан і перспективи харчової науки та** **промисловості**

присвячена 30-річчю заснування
кафедри харчової біотехнології і хімії
ТНТУ імені Івана Пулюя

Тези доповідей

25 – 26 вересня 2025 р.

Тернопіль

УДК 637.1

К. Є. Дацишин, канд. техн. наук, доцент; Д. І. Воробець, студент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВИКОРИСТАННЯ СПІРУЛІНИ У ТЕХНОЛОГІЇ СІРКОВИХ ВИРОБІВ

K. Ye. Datsyshyn, Ph.D., Assoc. Prof.; D. I. Vorobets, student

USAGE OF SPIRULINA IN CURD ARTICLES PRODUCTION TECHNOLOGY

У сучасних умовах розвитку харчової промисловості зростає інтерес до використання нетрадиційних джерел біологічно активних речовин у технологіях функціональних продуктів. Спіруліна (*Spirulina platensis*) — мікрододорість із високим вмістом білка, вітамінів, мінералів та антиоксидантів — є перспективною добавкою для збагачення молочних продуктів, зокрема сиркових виробів. Спіруліна містить до 60–70% легкозасвоюваного білка, широкий спектр незамінних амінокислот, вітаміни (B1, B2, B12, E), β -каротин, залізо, кальцій, магній, цинк, а також фікоціанін — потужний антиоксидант [1]. Збагачення сиркових мас спіруліною дозволяє підвищити їх поживну цінність, зробити їх більш збалансованими для людей з особливими дієтичними потребами (вегетаріанці, спортсмени, літні люди тощо). Інноваційна розробка сиркових виробів зі спіруліною відповідає попиту на продукти, які не лише втамовують голод, а й виконують профілактичну та оздоровчу функцію. Це відкриває перспективи для просування таких продуктів як «суперфуди» на ринку здорового харчування. Завдяки характерному зеленувато-блакитному кольору, спіруліна може слугувати натуральним барвником, замінюючи синтетичні добавки. Це важливо для споживачів, орієнтованих на органічні продукти. Водночас, візуальна привабливість виробів з яскравим відтінком може бути використана як маркетинговий інструмент для молодіжної аудиторії.

Метою роботи було оцінити вплив додавання спіруліни на фізико-хімічні та органолептичні властивості сиркових виробів, а також обґрунтувати доцільність її використання у технологічному процесі.

У дослідженні використовували спіруліну у порошкоподібній формі у різних концентраціях при виготовленні паст сиркової. Кисломолочну основу отримували традиційним способом. У дослідних збірках аналізували такі показники: кислотність, масову частку вологи, вологоутримуючу здатність, органолептичні властивості, стабільність при зберіганні.

Продукти з меншим вмістом спіруліни зберігали привабливі органолептичні характеристики (колір, смак, консистенція), в той час як вищі концентрації змінювали забарвлення та смаковий профіль. Отримані сиркові вироби можна класифікувати як функціональні продукти, рекомендовані для раціону людей з підвищеною потребою у білку, спортсменів, вегетаріанців та осіб похилого віку.

Спіруліна є ефективним функціональним інгредієнтом для збагачення сиркових виробів. Перспективним є подальше дослідження стабільності біоактивних компонентів спіруліни під час зберігання готових продуктів. Спіруліна має великий потенціал для застосування в технології сиркових виробів як функціональний інгредієнт, джерело білка, антиоксидантів та мікроелементів.

Література

1. Celekli A., Alajil Alslibi Z., Bozkurt H. Use of Spirulina in Probiotic Fermented Milk Products. International Journal of Advances in Science Engineering and Technology, 2018. Vol. 6, Iss. 3. p. 42-46.