

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)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Дослідження білкового складу маслянки
з проєктуванням цеху виробництва масла вершкового

Виконав студентка VI курсу, групи МХмз-61
спеціальності 181 «Харчові технології»

(шифр і назва спеціальності)

Керівник

Нормоконтроль

Завідувач кафедри

Рецензент

Клим Л.В.

(прізвище та ініціали)

Сторож Л.А.

(прізвище та ініціали)

Кухтин М.Д.

(прізвище та ініціали)

Кухтин М.Д.

(прізвище та ініціали)

Ткачук Р.А.

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2025

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

Кухтин М.Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю

181 «Харчові технології»

(шифр і назва спеціальності)

студентці

Клим Лілії Володимирівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи

Дослідження білкового складу маслянки

з проєктуванням цеху виробництва масла вершкового

Керівник роботи

Сторож Людмила Анатоліївна, к.т.н.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 15 » жовтня 2025 року № 4/7-890

2. Термін подання студенткою завершеної роботи 15 грудня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи:

1) Масло солодковершкове екстра, м.ч.ж. 81,5 %;

2) Масло вершкове пектинове, м.ч.ж. 72,1 %;

3) Масло вершкове імунне, м.ч.ж. 69,5 %;

4) Напій з маслянки кавовий, м.ч.ж. 0,4 %;

5) Напій з маслянки «Дієтичний», м.ч.ж. 0,4 %.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. Науково-дослідна частина.

Техніко-економічне обґрунтування. Проєктно-технологічна частина.

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Схема напрямів технологічної переробки сировини

Апаратурно-технологічна схема виробництва із елементами ТХК і МБК

План виробничого цеху (М1:100)

Графік організації виробничих процесів

Розріз виробничого цеху (М1:50)

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. Сторож Л.А.		
Техніко-економічне обґрунтування	к.т.н., доц. Сторож Л.А.		
Проектно-технологічна частина	к.т.н., доц. Сторож Л.А.		
Охорона праці	к.т.н., зав. кафедри МТ Окіпний І.Б.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Проректор з АГРБ Теслюк В.М.		

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	

Студентка

(підпис)

Клим Лілія Володимирівна

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Сторож Людмила Анатоліївна

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі виконано проектування цеху по виробництву масла вершкового, здійснено дослідження складу і коагуляційних властивостей білків маслянки.

Робота містить розрахунково-пояснювальну записку, а також аркуші графічної частини.

У першому розділі «Науково-дослідна частина» кваліфікаційної роботи зроблено огляд літератури, сформульовано мету, зазначено об'єкт та предмет, а також наведені використані методи дослідження. Подано результати проведених досліджень білків маслянки.

Другий розділ «Техніко-економічне обґрунтування» містить інформацію про можливе місце розміщення проєктованого маслоцеху, обґрунтування вибору асортименту, опис потенційних каналів збуту готової продукції.

Проектно-технологічна частина, що подана у третьому розділі, містить розрахунки продуктів обраного асортименту, описання технологічних процесів їх виробництва, включає розрахунок необхідного технологічного обладнання та виробничих площ основного та допоміжного призначення.

У четвертому розділі розкрито питання охорони праці, а також безпеки у надзвичайних ситуаціях. Зазначено важливість створення оптимальних умов мікроклімату на робочих місцях, розглянуто алгоритм оцінювання функціонування підприємств харчової галузі при виникненні надзвичайних ситуацій.

Ключові слова: масло вершкове, маслянка, білки маслянки.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
Розділ 1. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	7
1.1 Аналітичний огляд літературних джерел	7
1.2 Мета, об'єкт, предмет та методи дослідження	15
1.3 Результати дослідження	19
Розділ 2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ	27
2.1 Характеристика місця розташування	27
2.2 Характеристика сировинної зони	28
2.3 Обґрунтування асортименту молочних продуктів	29
2.4 Характеристика каналів реалізації готових продуктів	30
Розділ 3. ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	31
3.1 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту	31
3.2 Вибір й обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва	40
3.3 Забезпечення технологічного процесу виробництва запроєктованого асортименту	55
Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	65
4.1 Охорона праці	65
4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях	70
ВИСНОВКИ	77
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	78
ДОДАТКИ	84

ВСТУП

Актуальність теми.

Молочна промисловість нині є одним із провідних секторів харчової індустрії, який генерує окрім харчових продуктів значну кількість побічних продуктів – сироватку, маслянку, жирові фракції. Традиційно маслянку сприймали як відходи після виробництва масла, проте численні дослідження останніх десятиліть свідчать, що вона є цінною вторинною сировиною, багатою на високоякісні білки, фосфоліпіди та різноманітні біологічно активні сполуки [34, 36].

Маслянка утворюється під час збивання вершків, коли руйнується структура жирових кульок і відділяється жирова фаза (вершки) від водної (плазми). При цьому у водній фазі зберігаються залишкові білки молока: насамперед казеїни, сироваткові білки та білки мембрани жирових кульок молока (БМЖК) [33]. Ці білки мають значну харчову, технологічну й біологічну цінність, що робить маслянку перспективним джерелом для виготовлення білкових концентратів, ізолятів і функціональних інгредієнтів [2, 4, 21].

Актуальність теми зумовлена зростаючим інтересом до раціонального використання побічних продуктів молочної промисловості. Використання маслянки як джерела білків дозволяє не лише зменшити екологічне навантаження на виробництво, але й підвищити економічну ефективність завдяки створенню нових продуктів з високою доданою вартістю [7].

Мета і завдання дослідження.

Метою дослідження є вивчення складу білків маслянки та особливостей кислотної коагуляції.

Для досягнення зазначеної мети було поставлено наступні **завдання**:

- 1) отримати основні групи білків маслянки;
- 2) проаналізувати фракційний склад казеїнів маслянки та сироваткових білків електрофорезом;
- 3) дослідити коагуляційні властивості свіжих соків щодо казеїнових білків маслянки.

Об'єкт дослідження – маслянка як вторинна сировина, отримана при виробництві вершкового масла.

Предмет дослідження – білки маслянки, коагуляція казеїну.

Методи досліджень: у роботі було застосовано загальноприйняті методи визначення фізико-хімічних показників; електрофоретичні методи дослідження білків; математично-статистичні методи обробки одержаних результатів.

Наукова новизна одержаних результатів. Встановлено диференційований характер коагуляційної дії фруктових соків залежно від їх активної кислотності, що дозволяє цілеспрямовано регулювати структуру молочних систем на основі маслянки.

Практичне значення одержаних результатів. Запропоновані підходи до керування консистенцією продуктів на основі маслянки шляхом підбору виду соку, його дозування та умов внесення, що має практичне значення для розроблення функціональних молочних продуктів.

Апробація результатів роботи. Участь в VIII Міжнародній науково-технічній конференції «Стан і перспективи харчової науки і промисловості» (Тернопіль, 25-26 вересня 2025 року).

Публікації. За результатами, що були одержані у ході досліджень, опубліковані одні тези конференції, котрі подані у додатку А.

Структура кваліфікаційної роботи. Робота містить вступ, чотири розділи основної частини, висновки, перелік посилань. Зміст роботи подано на 92 сторінках. **Робота** включає 16 таблиць, 7 рисунків, 58 найменувань переліку посилань.

1 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

1.1 Аналітичний огляд літературних джерел

1.1.1 Загальна характеристика білкового складу маслянки

Маслянка є рідкою фракцією, що утворюється під час виробництва масла із вершків. Її ще називають плазмою вершків, котру отримують на стадіях збивання або сепарування.

Залежно від способу виробництва розрізняють:

- солодковершкову маслянку (отримують в процесі виготовлення солодковершкового масла);
- кисловершкову маслянку (після виробництва масла з ферментованих вершків);
- суху маслянку (порошкоподібну, отриману шляхом сушіння).

Типовий хімічний склад свіжої маслянки: білки – 3-4 %, жири – 0,5-1,5 %, лактоза – 4-5 %, зола – 0,7 % [25].

Основна відмінність маслянки від звичайного молока – високий вміст білків мембран жирових кульок (БМЖК), фосфоліпідів і глікопротеїнів. Ці компоненти формуються під час руйнування жирових кульок у процесі збивання вершків. Саме БМЖК-компоненти надають маслянці унікальних емульгувальних, піноутворювальних і стабілізуючих властивостей [28, 53].

Казеїни маслянки

Серед усіх білків маслянки казеїни складають 77-81 %, а сироваткові становлять близько 20 % [49]. Дослідження Нокканен та ін. [38] показали, що α - та β -казеїни у маслянці представлені переважно у розчиненому стані, тоді як κ -казеїн частіше утворює комплекси з білками мембран жирових кульок. Така їх асоціація впливає на емульгувальні властивості білкової фракції маслянки – білки діють як природні стабілізатори систем «жир-вода».

Казеїни маслянки ж у свою чергу можна розділити на кілька підгруп із наступним відсотковим розподілом: α -казеїн – 50-55 %, β -казеїн – 30-35 %, κ -казеїн – 5 %. Між собою ці підгрупи відрізняються за вмістом залишків ортофосфатної кислоти на одну молекулу казеїну [24, 36]. Казеїни у розчинах утворюють міцелярні структури, які зв'язують кальцій, магній, солі їх, деяку частину жиру [41]. Через таку міцелярну будову для казеїнової фракції білків характерне зниження засвоюваності та повільне вивільнення із цих структур білкових молекул у травному тракту (6-8 годин) у порівнянні із сироватковими білками [48].

Сироваткові білки маслянки

Сироваткові білки (β -лактоглобулін, α -лактальбумін, сироватковий альбумін, протеозопептони та імуноглобуліни) у маслянці присутні переважно в розчиненій формі, їм притаманна молекулярно-дисперсна структура (на відміну від казеїнів, які перебувають у вигляді міцел). Така їх особливість визначає зовсім інші фізичні та хімічні властивості; вони здатні ефективніше насичувати. Серед них найважливішими у функціональному значенні для більшості харчових застосувань є β -лактоглобулін та α -лактальбумін [29].

Сироваткові білки вирізняються своєю термолабільністю [22]. Причому термічна обробка суттєво впливає на їх функціональні і біологічні властивості, а також на розміри утворених при коагуляції агрегатів. Приблизно при температурах 67,5-78°C β -лактоглобулін починає розгортатися, а при вищих температурах 78-82,5°C відбувається агрегація. В свою чергу денатурований β -лактоглобулін може агрегувати з іншими молекулами [37], зокрема α -лактальбуміном, β -казеїном через гідрофобні взаємодії; з κ -казеїном може утворювати ковалентні комплекси через дисульфідні зв'язки. α -Лактальбумін не має вільної тіолової групи та менше зазнає агрегації, спричиненої денатурацією.

У ході термообробки вершків частина цих білків може адсорбуватися на поверхні жирових кульок і переходити до фракції білків мембран жирових кульок. Corredig і Dalgleish [31] встановили, що нагрівання вище 70 °C сприяє утворенню комплексів β -лактоглобуліну з БМЖК, що змінює емульсійні властивості

маслянки. Svanborg із співавторами [51] показали, що концентрат сироваткових білків (КСБ) отриманий із маслянки показав дещо меншу піноутворювальну здатність у порівнянні із КСБ зі знежиреного молока. На їх думку це може бути пов'язано із вищим вмістом жиру.

Якщо порівнювати казеїни і сироваткові білки, то потрібно врахувати, що сироваткові не несуть особливого харчового навантаження [24]. Вони завдяки своєму амінокислотному складу, а також високій розчинності мають значний потенціал для отримання біоактивних пептидів. Conway та ін. [30] продемонстрували, що при гідролізі білкової фракції маслянки під дією протеаз утворюються пептиди з антиоксидантною та ангіотензинперетворювальною (АПЕ-інгібуючою) активністю. Це підтверджено і в роботах Magouz та співавторів, де ферментований білок маслянки проявляв антигіпертензивні властивості.

Білки мембран жирових кульок

Білки ЖКМ є специфічними білками, які не зустрічаються в інших фазах молока. Самі ж мембрани жирових кульок товщиною 10-20 нм діють завдяки цим білкам як емульгатори, захищають глобулу від коалесценції, а також небажаного ферментативного розпаду [35]. У складі мембран такі білки становлять 25-70 % від їх маси, хоча в той же час від загального білка молока вони становлять лише 1-4 % [50]. Разом з тим білки жирових кульок виконують важливі біологічні функції. Попри це необхідно відзначити, що ця група білків є дуже різноманітною. Так, у коров'ячому молоці було виявлено близько 120 різних білків МЖК. Серед них є білки, що відповідають за клітинну сигналізацію (23 %), за здійснення мембранного транспорту білків (23 %), за транспорт або метаболізм ліпідів (11 %), метаболізм білків (7 %), функцію загального транспорту (9%) важливі імунні функції (4 %) [44]. Є також білки, котрі слабо зв'язані із мембраною жирових кульок. До них відносяться ферменти, імуноглобуліни. Усі зазначені групи білків відіграють важливі функції у клітинах ссавців, у даному випадку корів. Але щодо їх функцій в організмі людини (після перетравлювання і, як наслідок, певних

структурних, конфірмаційних змін) виникають запитання, оскільки вони переважно невідомі і потребують вивчення.

1.1.2 Функціональні властивості білків маслянки

Білки маслянки мають широкий спектр функціональних характеристик, що визначають їхню придатність до використання у різних харчових системах [23, 27].

Емульгувальні властивості

Завдяки наявності амфіфільних білків МЖК маслянка є природним емульгатором [43]. Вона може стабілізувати жирові емульсії без додавання синтетичних стабілізаторів. Дослідження Ye [45] показали, що білкові концентрати маслянки забезпечують стабільність емульсій, співмірну або навіть вищу, ніж у казеїнатів чи соєвих ізолятів. Це пов'язано з тим, що властиві для МЖК білки є амфіфільними молекулами, які проявляють властивості поверхнево-активних сполук [47]. Гідрофобна частина таких молекул здатна зв'язувати воду, а гідрофобна жирова, що веде до створення емульсій, модель якої розглянуто в роботі [54].

Піноутворювальна здатність і зв'язування води

Сироваткові білки маслянки володіють відмінною піноутворювальною активністю, завдяки чому їх доцільно використовувати при виробництві кондитерських виробів (безе, зефір, збиті начинки), хлібобулочних виробів на заквасці, а також різних напоїв, зокрема, коктейлів, капу чино, лате. Основні функції білків в утворенні піни полягають у зменшенні міжфазного натягу на границі «повітря – рідина», що полегшує включення повітря у рідку фракцію і стабілізує отриману піну завдяки тому, що довкола бульбашок повітря формується білкова плівка [27]. Разом з тим піноутворювальна здатність маслянки нижча, ніж знежиреного молока, оскільки присутні у ній фосфоліпіди проявляють протипінні властивості внаслідок сполучення з білками [55].

Казеїнові залишки та білки МЖК також проявляють високу здатність зв'язувати воду, покращуючи текстуру і в'язкість продуктів. Така здатність, пов'язана із зв'язуванням води допомагає зменшити відокремлення сироватки і запобігти синерезису; внесення у рецептуру харчових продуктів сухої маслянки може сприяти покращенню їх текстури, консистенції, зволоженості [58]. Це обумовлює можливість використання маслянки як корисного стабілізатора.

Біоактивні властивості

Пептиди, отримані з білків маслянки, характеризуються антиоксидантною активністю, а також інгібуванням ферментів АПЕ і DPP-IV, що свідчить про потенціал їх застосування у функціональних продуктах, спрямованих на профілактику серцево-судинних і метаболічних захворювань [42].

Антиоксидантною властивістю володіють сироваткові білки. Вона базується на присутності залишків цистеїну і глутамінової кислоти, які є складовими глутатіону, що виступає потужним антиоксидантом [30]. Саме він здатний захищати від оксидативного стресу та надлишку активних форм кисню. Також вільні радикали може поглинати тирозин. Важкі метали здатний зв'язувати α -лактальбумін, що захищає організм від радикалів. Також встановлено, що білок бутирофілін, який входить до складу МЖУ, може бути відповідальним за підвищення антиоксидантних властивостей маслянки.

Антиоксидантні властивості казеїнів зумовлені наявністю залишків ортофосфатної кислоти. Ці залишки можуть зв'язуватися із негемовим залізом (продуцентом активних форм кисню).

Протиракові властивості. Деякі білки МЖК здатні знизити ризик розвитку раку різних видів в організмі людини. Це було підтверджено щодо раку молочної залози при дослідженнях *in vitro* білків, що зв'язують жирні кислоти (FABP).

Також у МЖК є білок, який виступає інгібітором ферменту глюкуронідази. Цей білок також допомагає запобігти виникненню раку.

Зниження рівня холестерину. Сироваткові білки маслянки та пептиди, отримані з них, задні позитивно впливати на зменшення концентрації тригліцеридів, а також загального холестерину у сироватці крові. Це позитивно позначається на зміні ліпідного профілю плазми. Такий ефект може бути спричинений такою сироватковою фракцією, як лактостатин.

1.1.3 Способи отримання та дослідження білків маслянки

Виділення білків з маслянки є складним у зв'язку із наявністю у ній залишків жиру, вмісту лактози та порівняно високої концентрації поверхнево активних фосфоліпідів. Зважаючи на це, для ізолювання з маслянки білкових компонентів застосовують комбінацію фізичних, мембранних та хімічних методів.

Мембранні методи є найбільш ефективними та сучасними в технології білкових продуктів. До них відноситься ультрафільтрація, мікрофільтрація та діалізація [33]. Мембранні методи привабливі тим, що розділяючи їх за молекулярною масою, вони дозволяють зберегти їхню нативну структуру.

Серед мембранних методів для маслянки може бути використаний варіант двохступеневої ультрафільтрації. При цьому використовують мембрани з порами 10 і 100 кДа. Цим забезпечується отримання концентрату білків МЖК, багатого на бутирофілін, глікопротеїни, ксантинооксидази.

Проведення мікрофільтрації у поєднанні з подальшою ультрафільтрацією веде до отримання концентрату БЖК, що може містити понад 85 % мембранних компонентів і володіє високою емульгувальною здатністю .

Переваги мембранних методів:

- збереження природних властивостей білків;
- відсутність використання хімічних реагентів;
- можливість масштабування на промисловому рівні.

Разом з тим, до недоліків відносять високу вартість мембран, схильність до забруднення і необхідність попереднього знежирення маслянки.

Осадження та ізоелектричне фракціонування

Іншим підходом є осадження білків при зміні рН. Казеїнові білки осаджуються поблизу ізоелектричної точки, що дозволяє відділити їх від розчинних за цих умов сироваткових білків [22, 40].

Отримання білкових концентратів відбувається в такій послідовності:

- попереднє знежирення маслянки;
- регулювання рН (доведення до значення ізоелектричної точки);
- центрифугування;
- діафільтрація.

Така послідовність операцій дає змогу отримати дві окремі фракції: казеїнову та сироваткову, які у подальшому піддають сушінню до білкових концентратів.

Іонообмінна хроматографія та протеомні підходи

Для високоточного аналізу складу білків застосовують методи іонообмінної хроматографії протеоміку. За допомогою них вдалося ідентифікувати понад 180 білків маслянки, включно з включно з α -, β -, κ -казеїнами, β -лактоглобуліном, α -лактальбуміном, лактопероксидазою, бутирофіліном, PAS 6/7. Це підтверджує, що маслянка містить білки як казеїнової, так і сироваткової природи, а також мембранні глікопротеїни з потенційною біоактивністю.

1.1.4 Потенційні шляхи використання маслянки

Сучасна молочна індустрія активно впроваджує технології переробки маслянки для отримання високоякісних білкових продуктів. Застосування таких технологій має як економічний, так і екологічний ефект, оскільки зменшує кількість відходів виробництва та створює нові функціональні інгредієнти з доданою вартістю. Приклади таких продуктів подані у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристика білкових продуктів з маслянки [27, 53]

Тип концентрату	Основний метод отримання	Основні білкові компоненти	Сфера застосування
Концентрат протеїнів маслянки	Ультрафільтрація + сушіння	β -лактоглобулін, α -лактальбумін, залишкові казеїни	Напої, спортивне харчування
МЖК-ізолят	Мікрофільтрація + центрифугування	бутирофілін, PAS 6/7, глікопротеїни	Дитяче харчування, нутрицевтика
Гідролізат білків маслянки	Ферментативний гідроліз	пептиди ACE-інгібуючої активності	Функціональні продукти, фармацевтика
Казеїновий осад маслянки	Ізоелектричне осадження	α - і β -казеїни	Текстуровані харчові системи

Білки маслянки розглядають як перспективну сировину для біоінженерії та нутрицевтики. Завдяки наявності мембранних глікопротеїнів і фосфоліпідів, ці білки виявляють низку біологічних ефектів:

- нейропротекторний ефект – компоненти МЖК позитивно впливають на розвиток нервової системи.
- антиоксидантна дія – гідролізати білків маслянки нейтралізують вільні радикали.
- антимікробна активність – білки мембрани жирових кульок проявляють бактеріостатичну дію проти *Listeria monocytogenes*.
- гіпохолестеринемічна дія – регулярне споживання білкових ізолятів маслянки сприяє зниженню рівня загального холестерину.

Такі властивості обґрунтовують можливість використання білків маслянки як біоактивних нутрієнтів у харчових добавках, лікувально-профілактичних продуктах та функціональних напоях.

Висновки з огляду

Маслянка, що утворюється як побічний продукт під час виробництва масла, є цінним джерелом білків: казеїнів, сироваткових білків і білків мембрани жирових кульок. Завдяки застосуванню мембранних, ферментативних і хроматографічних методів стало можливим отримання концентратів та ізолятів із високим ступенем очищення.

Сьогодні білки маслянки знаходять широке застосування у:

- дитячому харчуванні (концентрати БМЖК),
- спортивних і дієтичних продуктах ,
- функціональних напоях
- фармацевтичних формах як джерело біоактивних пептидів.

Таким чином, раціональне використання маслянки перетворює її з побічного продукту на перспективну молочну сировину для створення інноваційних білкових інгредієнтів, що поєднують харчову, біологічну та технологічну цінність.

1.2 Мета, об'єкт, предмет та методи дослідження

1.2.1 Мета, об'єкт, предмет дослідження

Метою дослідження було вивчення складу білків маслянки та особливостей кислотної коагуляції.

Об'єкт дослідження – маслянка як вторинна сировина, отримана при виробництві вершкового масла.

Предметом дослідження є білки маслянки, коагуляція казеїну.

1.2.2 Методи дослідження

Визначення активної кислотності

Активну кислотність здійснювали потенціометричним методом із використанням рН-метра рН-150 МИ, принцип роботи якого передбачає вимірювання електрорушійної сили між скляним індикаторним та допоміжним електродами, що залежить від активності іонів H^+ у досліджуваних розчинах.

Перед початком вимірювання прилад калібрували за стандартними буферними розчинами з відомими рН відповідно до інструкції виробника. Електрод промивали дистильованою водою, обережно осушували фільтрувальним папером. Підготовлений до вимірювання електрод занурювали у досліджуваний розчин, слідкуючи, щоб його чутливий елемент був повністю покритий рідиною. Після стабілізації показників на дисплеї і фіксували значення рН, яке відповідає активній кислотності зразка. Вимірювання повторювали для достовірності отриманих результатів.

Визначення титрованої кислотності

Титровану кислотність рідких зразків визначали методом нейтралізуючого титрування, який передбачає кількісне встановлення сумарного вмісту кислот, що здатні реагувати з лугом. Даний показник є важливим критерієм для молочних продуктів і відображає ступінь накопичення органічних кислот. Для проведення аналізу досліджуваний зразок попередньо доводили до температури (20 ± 2) °C та ретельно перемішували до отримання однорідної консистенції. Відміряний об'єм зразка (10 см^3) вносили у конічну колбу, додавали до нього дистильовану воду (20 см^3) для полегшення візуального спостереження за перебігом реакції. Як індикатор використовували спиртовий 1%-й розчин фенолфталеїну (3 краплі). Титрування проводили розчином гідроксиду натрію (0,1 Н) до появи стійкого блідо-рожевого забарвлення, яке спостерігається впродовж не менше 30 секунд. Об'єм лугу, витрачений на нейтралізацію кислот, фіксували та використовували для розрахунку титрованої кислотності. Результати виражали у градусах Тернера (°T), що дозволяє кількісно охарактеризувати загальну кислотність досліджуваного зразка.

Ізоелектричне осадження білків

Осадження казеїнових білків з маслянки проходить при нейтралізації їх молекул. У роботі використано розчин хлоридної кислоти концентрацією 1 Н. Доведення рН до значення 4,6 контролювали, використовуючи рН-метр електронний рН-150 МИ.

Електрофоретичне дослідження білків маслянки

Електрофорез за наявності сечовини

Сечовина як денатуруючий фактор застосовується для руйнування міжмолекулярних зв'язків у білках і це дозволяє їх розділяти переважно за зарядом, а не за формою [46].

Розділення під час проведення вертикального електрофорезу відбувалося у пластинках, виготовлених із поліакриламідного гелю. Такий гель утворюється при взаємодії двох мономерів: акриламіду та N,N'-метилен-біс-акриламіду. Персульфат амонію виступає при цьому ініціатором полімеризації, TEMED – каталізатором.

Робочі розчини мали наступний склад:

- Розчин 1: 13,50 г акриламіду і 0,75 г N,N'-метилен-біс-акриламіду розчинити у H₂O (дист.), об'єм розчину – 100 см³.
- Розчин 2 (буфер з pH 7,9): 0,605 г тріс; 0,202 г ЕДТА; 1,114 г вероналу, 0,07 г 2-меркаптоетанолу; 54 г сечовини – розчинити у H₂O (дист.), об'єм буферу 100 см³.
- Розчин 3: 0,03 г персульфату амонію; 0,05 см³ TEMED розчинити у H₂O (дист.), об'єм розчину 50 см³.

Попередньо готували робочі розчини 1, 2, котрі зберігали при температурі 0-4 °С. Перед їх використанням у роботі нагрівали до кімнатної температури. Розчин каталізатора та ініціатора (3) готували безпосередньо перед полімеризацією. Пластинку гулю формували, змішуючи розчини 1, 2, 3 у співвідношенні 1:2:1. Полімеризація відбувалася у робочій камері, яку склеювали із 4-х скляних деталей; знизу отвір закривали плівкою, а зверху вставляли формер, за допомогою якого формувалися заглиблення для внесення зразків.

- Електродний буферний розчин (pH 7,9): 6,05 г тріс; 2,0 г ЕДТА; 11,0 г вероналу розчинити у H₂O (дист.). Об'єм буферу 1000 см³ (для електрофорезу розчиняли вдвічі водою).
- Буфер для розчинення досліджуваних зразків (pH 7,9): 5 см³ електродного буферу; 13,5 г сечовини, 7 мг 2-меркаптоетанолу розчинити в H₂O (дист.). Об'єм буферу 50 см³.

Досліджувані білки маслянки розчиняли у буфері для зразків та для зручності нанесення відшаровуванням під електродний буфер збільшували густину додаванням кристалічної сахарози. До отриманого розчину після його фільтрування вносили барвник бромфеноловий синій, який під час електрофорезу рухається дещо швидше від білків і допомагає встановити момент завершення процедури розподілу.

Нативний електрофорез

Використовується для розділення білків, які перебувають у неденатурованому стані [57]. Розділення відбувається з врахуванням заряду і розмірів. Створюється система, у якій частинки мають сумарний негативний заряд і завдяки цьому в електричному полі рухаються до аноду. Щоб забезпечити такі умови готують тріс-гліцинову буферну систему, рН якої наближається до 8,3.

Для формування пластинки гелю готували такі розчини:

- Розчин 1: 24 см³ 1 н НСІ; 18,3 г тріс; 0,115 см³ ТЕМЕДу розчинити у Н₂О (дист.), об'єм розчину – 50 см³.
- Розчин 2 (буфер з рН 7,9): 15,0 г акриламід у і 0,4 г N,N'-метилен-біс-акриламід у розчинити у Н₂О (дист.), об'єм розчину – 50 см³.
- Розчин 3: 0,070 г персульфату амонію розчинити у 50 см³ Н₂О (дист.).

Для отримання гелю розчини 1, 2, 3 змішували у пропорції 1:2:5.

- Електродний буфер готували розчиненням 6,0 г тріс і 28,9 гліцину у дистильовані воді. Об'єм буферу – 1000 см³. При використанні десятикратно розводили.

Проби розчиняли в електродному буфері після його розведення водою у співвідношенні 1:4. Також додавали сахарозу для збільшення густини і після фільтрування вносили барвник бромфеноловий синій.

Математично-статистична обробка

Статистичну обробку отриманих даних здійснювали із застосуванням табличного процесора Microsoft Excel 2007. Достовірність отриманих результатів оцінювали на рівні статистичної значущості $p \leq 0,05$.

1.3 Результати дослідження

1.3.1 Розділення білків маслянки ізоелектричним осадженням

Спосіб такого розділення був обраний нами для отримання двох основних груп протеїнів, на які припадає основна частка з усієї кількості. Осадження казеїнів маслянки здійснювали зміною рН внесенням розчину хлоридної кислоти з подальшим розділенням осаду і надосадового розчину центрифугуванням у лабораторній центрифугі. Порядок розділення відображено на рис. 1.1.

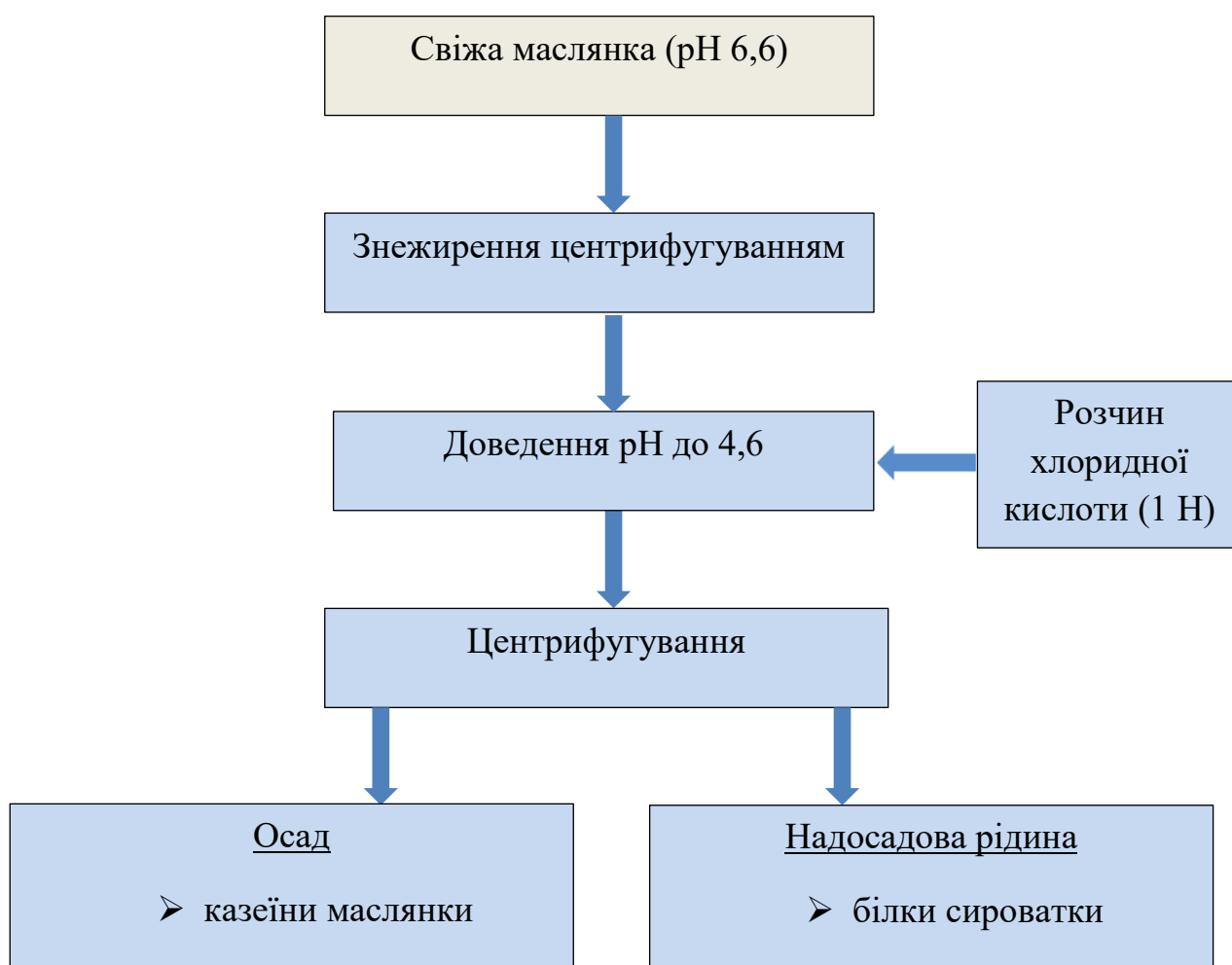


Рисунок 1.1 – Розділення білків маслянки доведенням до ізоелектричної точки

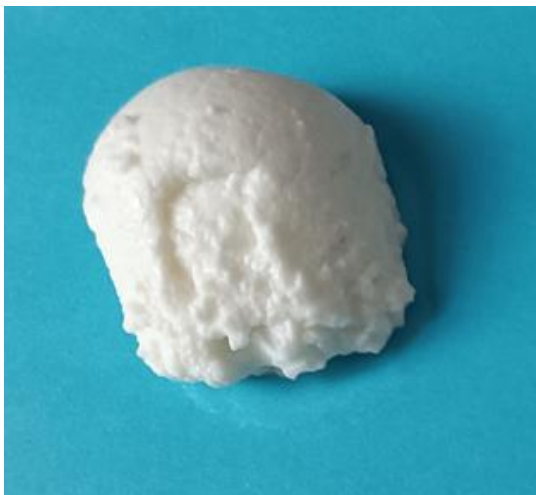


Рисунок 1.2 – Осад казеїну після центрифугування

Відділений казеїновий згусток має м'яку консистенцію, при центрифугуванні не вдалося досягнути повного відділення дрібних частинок, і деяка їх кількість залишилася у сироватці.

Для встановлення розподілу білків між отриманими фракціями проводили електрофоретичне дослідження з використанням відповідних електрофоретичних систем.

1.3.2 Дослідження білкового складу осаду і надосадової рідини

Оскільки білки маслянки володіють різною розчинністю і по різному себе поведуть в електричному полі залежно від складу буферу, то для аналізу білкового складу цим методом для осаду казеїнів обрано систему, що містить сечовину. Для дослідження надосадової рідини, що містить сироваткові білки дослідження проводили в натуральних умовах [56]. Контролі (казеїн і білки сироватки) в обох випадках були отримані із знежиреного молока.

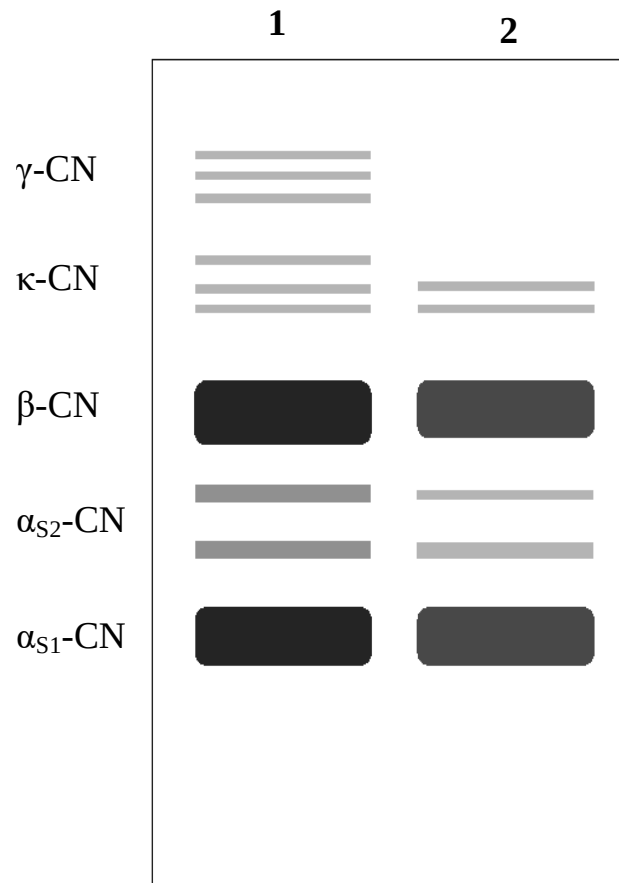


Рисунок 1.3 – Електрофореграма білків осаду, отриманого при ізоелектричному осадженні: 1 – знежиреного молока; 2 – маслянки свіжої.

Результати електрофоретичного розділення білків осаду вказують на деякі відмінності фракційного складу казеїну маслянки у порівнянні із контрольним казеїном із молока. У першу чергу це стосується фракції κ -казеїну, якого у маслянці є значно менше. Це можна пояснити тим, що фракція κ -казеїну здатна агрегуватися із білками МЖК. Утворені агрегати не входять у сітку поліакриламідного гелю і залишаються на стартових лініях. Співвідношення основних фракцій (α_S - і β -казеїнів) у досліджуваній маслянці подібне до контрольного казеїну молока. Спостерігається незначне зменшення їх кількості.

Розділення зразків сироватки в системі з нативними умовами (рис. 1.4) показало суттєво меншу кількість білків, отриманих з маслянки у порівнянні із контролем. Необхідно звернути увагу на відсутність таких мінорних фракцій як імуноглобуліни та протеозо-пептон 3. У випадку імуноглобулінів це можна пояснити їх нестійкістю до високих температур пастеризації, які використовуються при виробництві масла.

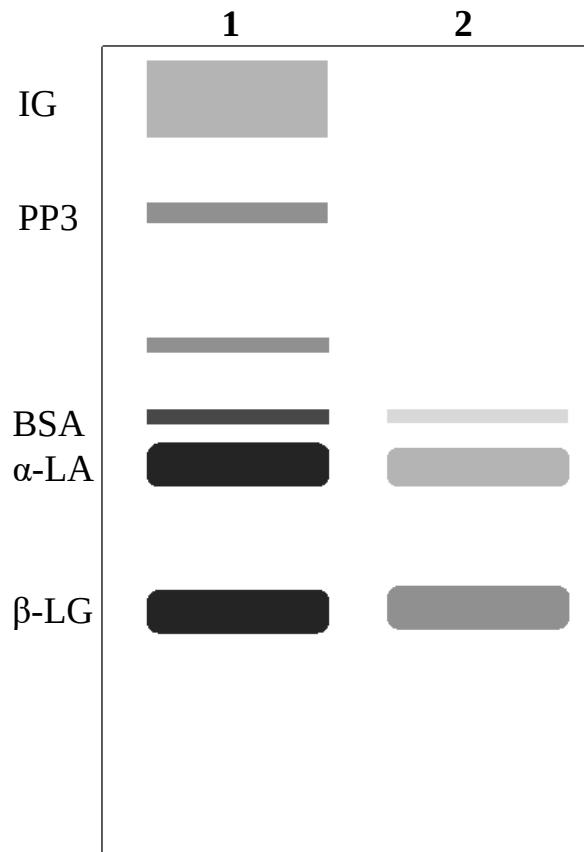


Рисунок 1.4 – Електрофореграма надосадової рідини, отриманої при ізоелектричному осадженні: 1 – знежиреного молока; 2 – маслянки свіжої.

Також високотемпературні режими пастеризації вершків, з яких потім при сепаруванні відділяють маслянку, зумовлюють процеси комплексоутворення між казеїном та денатурованими сироватковими білками. Тому при осадженні вони частково переходять в осад. Цим пояснюється суттєва менша їх кількість на електрофореграмі (рис. 1.4.2).

1.3.3 Вплив фруктових соків на коагуляцію казеїнів

Використання фруктових соків у технологіях перероблення молочної сировини є перспективним напрямом розширення асортименту функціональних молочних продуктів. Фруктові соки виступають не лише як натуральні смако-ароматичні компоненти, а й як джерело органічних кислот. При введенні фруктових соків у молочну основу необхідно врахувати їхній кислотний склад, оскільки органічні кислоти (яблучна, лимонна, винна та ін.) знижують активну кислотність середовища. Зменшення значення рН приводить до наближення його до ізоелектричної точки казеїнів, за якої відбувається зниження заряду білкових частинок та їх агрегація.

У роботі було використано свіжі грушевий, яблучний і малиновий соки, які відрізняються між собою кислотністю (табл. 1.2) і ймовірно можуть по різному впливати на коагуляційні процеси білків сироватки.

Таблиця 1.2 – Активна кислотність соків

Назва соку	Значення активної кислотності, од. рН
Грушевий	3,96
Яблучний	3,75
Малиновий	3,20

При додаванні до маслянки об'ємом 50 см³ соків у кількості 5, 10, 15, 25 см³ спостерігали різний характер зниження активної кислотності (рис. 1.5), що супроводжувалося змінами консистенції і флокуляцією білків, появою згустків.

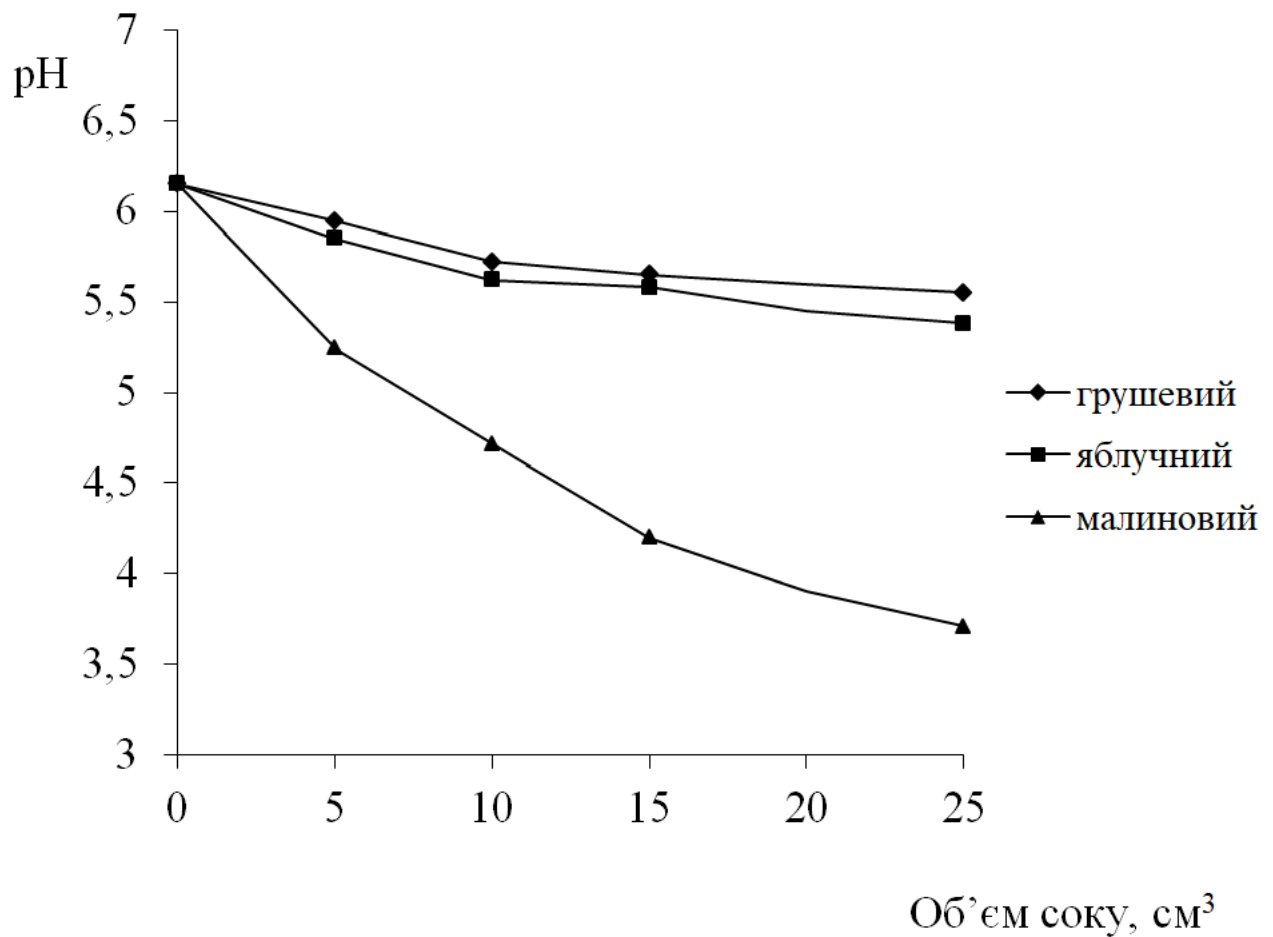


Рисунок 1.5 – Динаміка зміни рН маслянки при внесенні соків

У *грушевому соці* основною органічною кислотою є яблучна, вміст її порівняно невисокий. Лимонна і винна кислоти присутні у незначних кількостях. Це відображається на помірній загальній кислотності грушевого соку. Його додавання до маслянки зумовлює м'який вплив на кислотно-лужний баланс молочної системи. Тобто спостерігається поступове зниження рН, яке при помітному дозуванні не призводить до різкої коагуляції казеїнів (рис. 1.6 а). Такий сік може використовуватися для м'якого регулювання кислотності без утворення щільного згустку, що є доцільним при виробництві напоїв на основі маслянки.

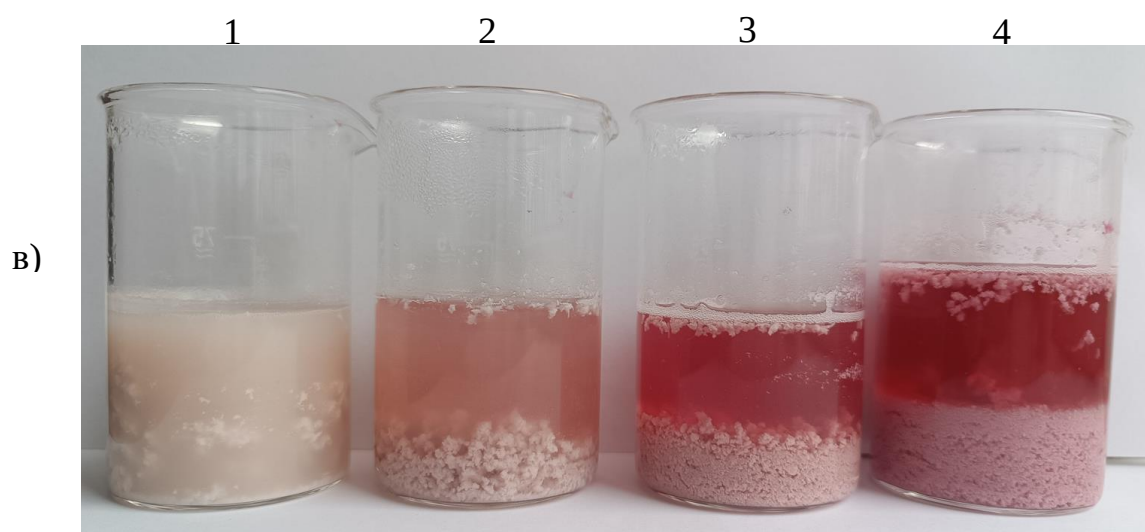
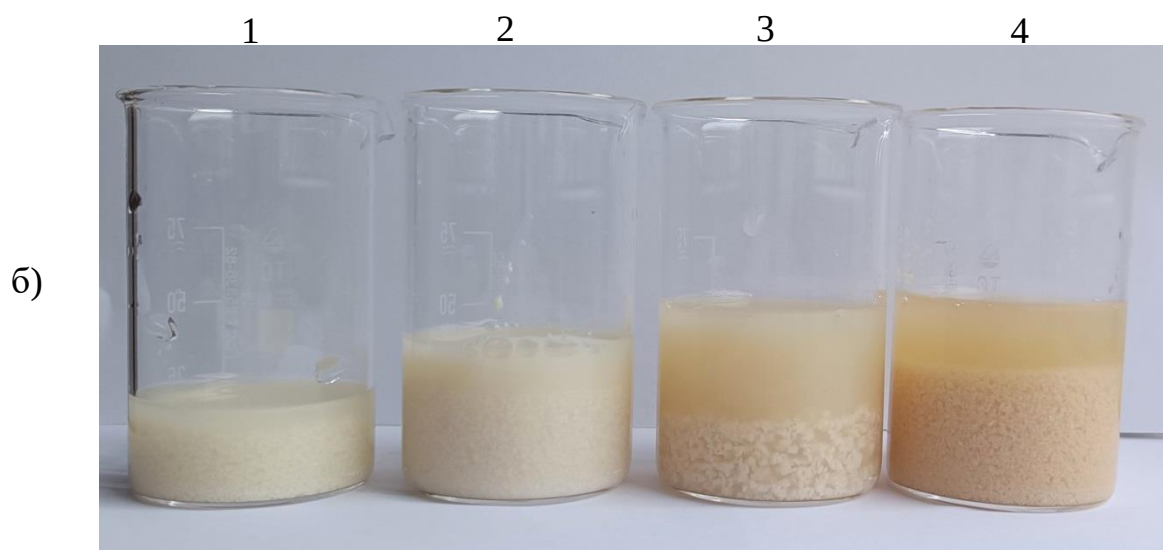
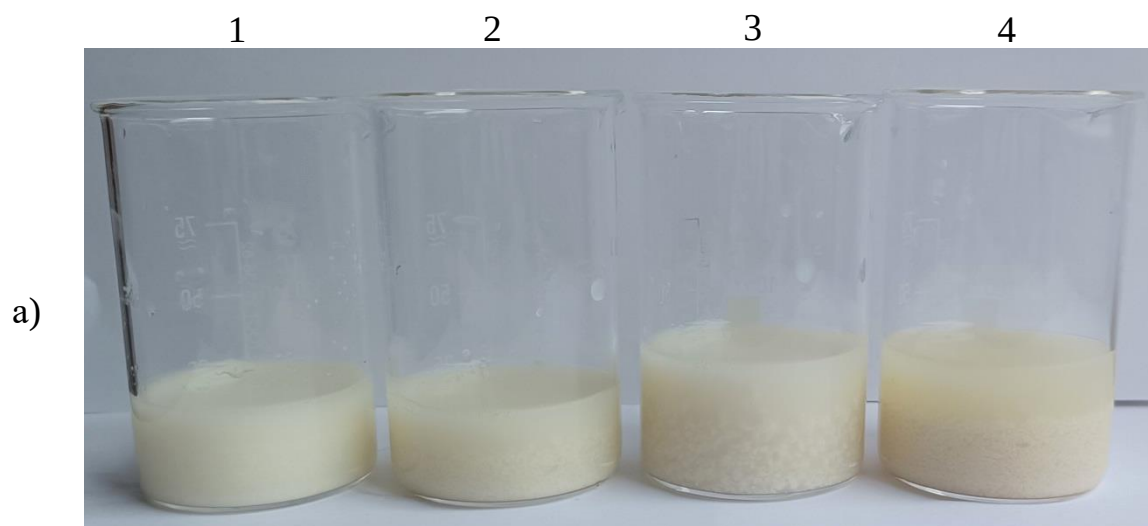


Рисунок 1.6 – Коагуляція білків маслянки фруктовими соками:

а) грушевий, б) яблучний, в) малиновий

Для яблучного соку притаманний високий вміст яблучної кислоти, яка надає йому вираженої кислотності. Крім того, у незначних концентраціях можуть бути присутні лимонна та винна кислоти. Завдяки цьому яблучний сік має більш суттєвий вплив на рН молочної системи порівняно з грушевим. Зниження рН при додаванні яблучного соку наближає середовище до ізоелектричної точки казеїнів, що може активізувати процес кислотної коагуляції. За перевищення оптимального дозування можливе часткове зсідання білків (рис. 1.6 б) і порушення однорідності структури продукту, тому використання яблучного соку потребує точного контролю кількості та умов внесення.

Малиновий сік відзначається високою сумарною кислотністю та складнішим кислотним профілем. Основними органічними кислотами є лимонна та яблучна, а також у менших кількостях – саліцилова та елагова кислоти. Такий склад зумовлює інтенсивне зниження рН при поєднанні з молочною сировиною.

Додавання малинового швидко призводить до досягнення ізоелектричної точки казеїнів (рис. 1.5), унаслідок чого відбувається активна коагуляція білків (рис. 1.6). Це проявляється утворенням згустків або флокуляції, особливо за відсутності стабілізуючих факторів. Тому малиновий сік доцільно використовувати у технологіях, де коагуляція є бажаним процесом, або за умови застосування стабілізаторів та поетапного внесення.

Таким чином, додавання фруктових соків слід розглядати як фактор, що цілеспрямовано впливає на процес коагуляції казеїнів, і потребує технологічного контролю з метою забезпечення стабільної консистенції та якості готового продукту.

2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Розрахуємо, яка має бути чисельність населення міста, що підійде для переробки 86 т молока за добу.

Визначаємо річну потребу у молокопродуктах (річна кількість змін – 200):

$$П = 5\,090,42 \times 200 = 1\,018\,084 \text{ кг}$$

Чисельність міста:

$$Ч = \frac{1\,018\,084}{5} = 203\,616 \text{ чол.}$$

Для даного розрахунку підходить місто Луцьк. Населення міста складає близько 217 тис. чол. У даній області добре розвинена молочна галузь. Дане місто є обласним центром і має хорошу транспортну розв'язку, що зекономить кошти при транспортуванні продукції.

Проведемо SWOT-аналіз.

Таблиця 2.1 – SWOT-аналіз маслоробного підприємства

Сильні сторони • Наявність кваліфікованих кадрів • Закупівля сировини проводиться у перевірених фермерських господарствах • Заключені договори про тривалу співпрацю в рамках закупівлі сировини • Висока якість виробленої продукції • Оригінальний асортимент, що включає продукти підвищеної біологічної цінності • Вдале місцерозташування підприємства	Можливості • Збільшення представлених товарних одиниць у асортименті • Розширення меж ринків реалізації продукції • Покращення споживчої спроможності • Продаж продукції у великих торгівельних мережах
Слабкі сторони • Висока собівартість сировинних продуктів • Невпізнаваність нового підприємства на ринку • Обмежені фінансові ресурси • Висока собівартість продукції • Недостатня інтеграція рекламного маркетингу	Загрози • Демпінг цін з боку великих холдингів • Занедбаний рівень молочного скотарства і через це нестача сировини • Висока ціна ресурси і електроенергію • Нестабільна економічна ситуація

2.2 Характеристика сировинної зони

Проектоване підприємство буде переробляти 86 т молока за добу. Щоб забезпечити завод сировиною буде здійснюватись закупівля у спеціально обладнаних місцях. Участь у цьому беруть приймальники сировини і лаборанти.

Сировину можливо закупляти як в межах Волинської області, так і в Рівненській області. Транспортування сировини буде відбуватись спецтраспортом, із дотриманням норм перевезення такого продукту як молоко-сировина. Для кожної закупленої партії молока буде складена товарно-транспортна накладна, із обов'язковим заповненням реквізитів, якісною і кількісною оцінкою та часом приймання сировини.

Сировина, що закуповується має бути отримана від здорових тварин, що постійно перебувають під ветеринарним наглядом.

Волинська область має досить розвинуті аграрну та промислову галузі. Тут досить непогано розвинене молочне скотарство. Сільське господарство вирощує злаки, цукровий буряк, овочі. Рівнинна територія регіону сприятлива для вирощування різних кормових культур, яких потребує молочне скотарство.

Волинська область налічує поголів'я корів понад 28 тисяч. І це один із найкращих показників в Україні.

Важливо, щоб видоювання відбувалось механізовано із мінімальним контактом повітря та навколишнім середовищем. Одразу після видоювання молоко має бути охолодженим і очищеним. Це дозволить продовжити дію бактерицидної фази.

Щоб покращити успіх тваринництва варто покращувати селекцію, умови утримання худоби та годувати тварин якісними, збалансованими кормами.

2.3 Обґрунтування асортименту

Асортимент складений таким чином, що окрім переліку найменувань масла: екстра, пектинове і імунне буде перероблятися маслянка. Із неї виготовлятиметься напій кавовий і напій «Дієтичний» із корицею.

Вершкове масло – є корисним продуктом, який має багато вітамінів. Молочний жир біологічно доступний і має гарну засвоюваність. Ліпіди молока корисні для мозку, серця, судин і травної системи. Масло обов'язково має бути присутнім у щоденному раціоні в невеликих кількостях. Його використовують просто для бутербродів, додають до каш, гарнірів. Також використовують у випічці та інших стравах.

Варто відмітити, що в асортименті є масло функціонального призначення, що є інноваційним продуктом із природніми інгредієнтами, що надають продукту додаткових лікувально-профілактичних властивостей. Пектин здатний виводити токсичні речовини з організму, сприяє перистальтиці кишківника, є природним пребіотиком, що створює сприятливе середовище для розвитку корисної мікрофлори, підтримує здоров'я судин, знижуючи артеріальний тиск і профілактику атеросклерозу. Також пектин характеризується протизапальними властивостями.

Інулін є цінним пребіотиком, що стимулює ріст біфідо- і лактобактерій, корисний для травного тракту. Він може виступати як заміник цукру і є гепатопротектором. Також можна відзначити, що він має позитивний вплив на стан волосся. Найбільший вміст інуліну у цикорії та топінамбурі. Зазвичай із цих рослин і отримують інулін.

Маслянка є корисним напоєм, що має добру засвоюваність. Характеризується вмістом білку, кальцію, вітамінами, пробіотиками та лецитином. Маслянка має низьку калорійність і підходить людям із непереносимістю лактози.

Отже, асортимент для проєкту підібраний вдало і поєднує в собі біологічно цінні продукти.

2.4 Характеристика каналів реалізації продукції

Щоб реалізовувати молочні продукти, зокрема вершкове масло, можна використовувати різні канали збуту.

Вершкове масло зберігається 12 місяців при температурі від -12 до -18 °С. Це робить можливим більше можливостей для реалізації продукції.

Для реалізації масла можна поширювати продукт через:

- роздрібні мережі (супермаркети);
- невеличкі магазини біля дому, кіоски;
- спеціалізовані магазини, наприклад здорового харчування, оскільки асортимент включає масло функціонального призначення;
- через інтернет-платформи і маркетплейси, що набуває щороку більшої тенденції;
- поставки для закладів громадського харчування;
- гуртові продажі ритейлерам;
- представлення продукції виробника на фермерських ринках і ярмарках.

Для просування власної продукції на ринках збуту планується підкреслювати натуральність продукції, високу якість сировини, відповідність стандартам якості. Потрібно акцентувати увагу споживачів на користь саме цих продуктів. Варто звернути увагу на оформлення упаковки, що буде приваблювати увагу споживача, потрібно обирати екологічне упакування із зазначенням чіткої інформації про продукт.

3 ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

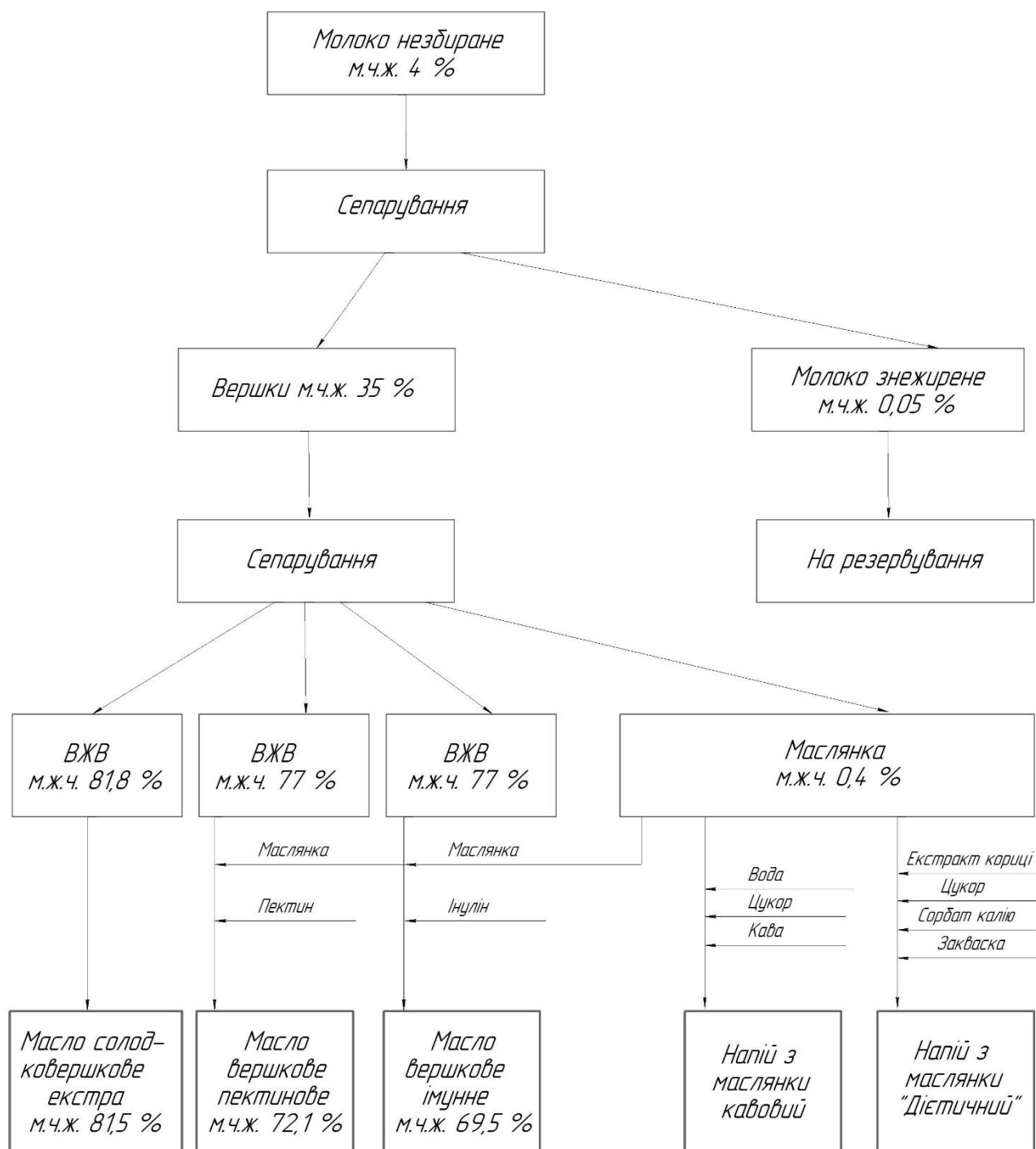
3.1 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту

3.1.1 Таблиця вихідних даних для розрахунку продуктів

Таблиця 3.1 – Дані, що задані завданням

Найменування масла та напою із маслянки	Жир у продукті, %	Маса молока, кг/добу	Вид фасування	Метод для виробництва	Чинні нормативні документи
Масло солодковершкове екстра	81,5	86 000	Брикет 200 г	ПВЖВ	ДСТУ 4399:2005
Масло вершкове пектинове	72,1		Коробочки 200 г		ТУ У 02070938-009-98
Масло вершкове імунне	69,5				
Напій з маслянки кавовий	0,4		Картонна упаковка 500 г	Періодичне змішування	ТУ У 15 5-19492247-0042003
Напій з маслянки «Дієтичний»	0,4			Резервуарний	

3.1.2 Схема напрямків технологічної переробки сировини



3.1.3 Продуктовий розрахунок

Різні види вершкового масла, що передбачено виробляти згідно завдання будуть отримані методом перетворення високожирних вершків. Це означає, що молоко попередньо піддають сепаруванню, отримавши вершки 35 %. Пізніше останні за допомогою специфікованих сепараторів повторно сепарують. Отримані ВЖВ піддаються термомеханічному обробленню у маслоутворювачах, де власне виробляється масло.

Передбачено, що потрібно отримати 3 види вершкового масла.

Таблиця 3.2 – Високожирні вершки

Вид масла	Частка жиру у ВЖВ, %
Екстра	81,8
Пектинове	77
Імунне	77

Для здійснення розрахунків щодо кожного різновиду масла також знадобляться наступні дані:

Жир маслянки – 0,4 %;

М.ч.ж. вершків – 35,0 %;

Втрати вершкової сировини – 0,38 %;

Нежирне молоко, що втрачається при сепаруванні – 0,4 %;

Гранично можливі втрати ВЖВ – 0,46 %;

Втрати допустимі для маслянки – 2 %.

Використавши формули сепарування [17], розраховуємо масу вершків 35 %, якщо на сепарування направимо весь об'єм молока, а саме 86 т (жирність натурального молока 4 %).

$$M_{\text{В.35\%}} = \frac{M_{\text{Н. М.}} \times (Ж_{\text{Н. М.}} - Ж_{\text{ЗН. М.}})}{Ж_{\text{В.}} - Ж_{\text{ЗН. М.}}} \times \frac{100 - B_{\text{В.}}}{100}$$

$$M_{\text{в.}} = \frac{86\,000 \times (4 - 0,05)}{35,0 - 0,05} \times \frac{100 - 0,38}{100} = 9\,682,66 \text{ кг}$$

Нежирне молоко, що пізніше направимо на резервування:

$$M_{\text{зн. м.}} = \frac{M_{\text{н. м.}} \times (Ж_{\text{в.}} - Ж_{\text{н. м.}})}{Ж_{\text{в.}} - Ж_{\text{зн. м.}}} \times \frac{100 - B_{\text{зн. м.}}}{100},$$

$$M_{\text{зн.м.}} = \frac{86\,000 \times (35 - 4)}{35 - 0,05} \times \frac{100 - 0,4}{100} = 75\,975,28 \text{ кг}$$

Вершки із жирністю 35 % розподілимо між видами масла:

Екстра – 4 682,660 кг;

Пектинове – 2 700 кг;

Імунне – 2 300 кг.

Масло Екстра

Ми установили, що на виробництво цього виду масла піде 4 682,66 кг вершкової сировини.

$$M_{\text{масла}} = \frac{M_{\text{в.}} \times (Ж_{\text{в.}} - Ж_{\text{маслянки}})}{Ж_{\text{в.}} - \text{ки}} \times \frac{100 - B_{\text{ВЖВ}}}{100}$$

$$M_{\text{мас. екстра}} = \frac{4\,682,66 \times (35 - 0,4)}{81,8 - 0,4} \times \frac{100,0 - 0,46}{100} = 1\,981,26 \text{ кг}$$

Знаходимо кількість маслянки:

$$M_{\text{маслянки}} = (M_{\text{в.}} - M_{\text{масла}}) \times \frac{100 - B_{\text{маслянки}}}{100}$$

$$M_{\text{маслянки від масла екстра}} = (4\,682,66 - 1\,981,26) \times \frac{100 - 2}{100} = 2\,647,37 \text{ кг}$$

Масло пектинове

Попередньо ми запланували, що на виробництво даного виду масла направимо 2 700 кг вершків 35 %.

Розрахуємо масу ВЖВ:

$$M_{\text{ВЖВ для масла пектинове}} = \frac{2\,700 \times (35 - 0,4)}{77 - 0,4} \times \frac{100 - 0,46}{100} = 1\,217,63 \text{ кг}$$

Решту рецептурних інгредієнтів та масу готового продукту знайдемо із рецептури пропорційно кількості отриманим ВЖВ.

Кількість маслянки, що потрібна для виробництва:

$$M_{\text{маслянки для масла пектинове}} = \frac{59,9 \times 1\,217,63}{938,9} = 77,68 \text{ кг}$$

Необхідна маса сухого пектину:

$$M_{\text{пектину}} = \frac{4,2 \times 1\,217,63}{938,9} = 5,45 \text{ кг}$$

Маса суміші, що піде на виробництво масла:

$$M_{\text{суміші для масла пектинове}} = \frac{1003 \times 1\,217,63}{938,9} = 1\,300,76 \text{ кг}$$

Перевіримо здійснений розрахунок:

$$M_{\text{суміші}} = 1\,217,63 + 77,68 + 5,45 = 1\,300,76 \text{ кг}$$

Визначаємо масу готового масла:

$$M_{\text{масла пектинового}} = \frac{1\,000 \times 1\,217,63}{938,9} = 1\,296,87 \text{ кг}$$

Маслянка, що утворилась після виробництва:

$$M_{\text{маслянки масла пектинового}} = (2\,700 - 1\,300,76) \times \frac{100 - 2}{100} = 1\,371,26 \text{ кг}$$

Масло імунне

Для масла імунне плануємо використати 2 300 кг вершків 35 %.

Розрахуємо масу ВЖВ:

$$M_{\text{В,Ж.В. для масла імунне}} = \frac{2\,300 \times (35 - 0,4)}{77 - 0,4} \times \frac{100 - 0,46}{100} = 1\,037,24 \text{ кг}$$

Знайдемо маси інших рецептурних компонентів.

Маслянка:

$$M_{\text{маслянки для масла імунне}} = \frac{65,95 \times 1\,037,24}{904,95} = 75,59 \text{ кг}$$

Інулін:

$$M_{\text{інуліну}} = \frac{32,1 \times 1\,037,24}{904,95} = 36,79 \text{ кг}$$

Маса суміші:

$$M_{\text{суміші для мас. імунне}} = \frac{1003 \times 1\,037,24}{904,95} = 1\,149,62 \text{ кг}$$

Звіriamo проведенний розрахунок:

$$M_{\text{суміші}} = 1037,24 + 75,59 + 36,79 = 1\,149,62 \text{ кг}$$

Вихід даного масла складе:

$$M_{\text{масла імунне}} = \frac{1\,000 \times 1\,037,24}{904,95} = 1\,146,18 \text{ кг}$$

Кількість маслянки, що залишилась після виробництва:

$$M_{\text{маслян. масла пектинового}} = (2\,300 - 1\,149,62) \times \frac{100 - 2}{100} = 1\,127,37 \text{ кг}$$

Таблиця 3.3 – Рецептури масла функціонального призначення [17]

Рецептурний компонент	Маса на 1003 кг		Фактична маса, кг	
	Пектинове	Імунне	Пектинове	Імунне
ВЖВ, 77 %	938,9	904,95	1 217,63	1 037,24
Маслянка, 0,4 %	59,9	65,95	77,68	75,59
Пектин	4,2	-	5,45	-
Інулін	-	32,1	-	36,79
Разом	1 003	1 003	1 300,76	1 149,62
Вихід	1 000	1 000	1 296,87	1 146,18

Загальна маса маслянки після виробництва усіх видів масла:

$$M_{\text{маслян. заг.}} = 2\,647,37 + 1\,371,26 + 1\,127,37 = 5\,146 \text{ кг}$$

Кількість маслянки, яка залишилась після виробництва масла пектинового та імунного:

$$M_{\text{маслян. зал.}} = 5\,146 - 77,68 - 75,59 = 4\,992,73 \text{ кг}$$

Напій з маслянки кавовий

На виробництво цього напою направимо 2 492,73 кг маслянки.

Продукт виробляється за рецептурою.

Таблиця 3.4 – Рецептатура напою кавового

Компонент	Маса	
	На 1 000 кг	На фактичну кількість
Маслянка	850	2 492,73
Цукор	70	205,28
Вода	60	175,96
Кава	20	58,65
Разом	1 000	2 932,62

Розраховуємо необхідні маси компонентів, враховуючи дані з рецептури.

Маса цукру:

$$M_{\text{цукру}} = \frac{70 \times 2\,492,73}{850} = 205,28 \text{ кг}$$

Маса води:

$$M_{\text{води}} = \frac{60 \times 2\,492,73}{850} = 175,26 \text{ кг}$$

Маса кави:

$$M_{\text{кави}} = \frac{20 \times 2\,492,73}{850} = 58,65 \text{ кг}$$

Загальна маса для складання суміші:

$$M_{\text{сум.}} = \frac{1\,000 \times 2\,492,73}{850} = 2\,932,62 \text{ кг}$$

Звіримо правильність розрахунку:

$$M_{\text{сум.}} = 205,28 + 175,96 + 58,65 + 2\,492,73 = 2\,932,62 \text{ кг}$$

Визначимо масу напою після фасування.

$$M_{\text{гот. нап.}} = \frac{1\,000 - 1\,007,8}{1\,007,8} \times 2\,932,62 = 2\,909,92 \text{ кг}$$

Напій «Дієтичний»

Для напою використаємо решту маслянки.

Таблиця 3.5 – Напій «Дієтичний»

Інгредієнт	Маса	
	На 1 т	На фактичну масу
Маслянка	947,8	2500
Екстракт кориці	1,2	3,17
Цукор	50	131,88
Сорбат калію	1	2,64
Разом	1000	2637,69

Здійснимо перерахунок мас для фактичної маси масла.

Екстракт кориці:

$$M_{\text{е. кориці}} = \frac{1,2 \times 2\,500}{947,8} = 3,17 \text{ кг}$$

Цукор:

$$M_{\text{цук.}} = \frac{50 \times 2\,500}{947,8} = 131,88 \text{ кг}$$

Сорбат калію:

$$M_{\text{сорб. калію}} = \frac{1 \times 2\,500}{947,8} = 2,64 \text{ кг}$$

Маса суміші:

$$M_{\text{суміші}} = \frac{1000 \times 2\,500}{947,8} = 2\,637,69 \text{ кг}$$

Перевірка:

$$M_{\text{суміші}} = 2\,500 + 3,17 + 131,88 + 2,64 = 2\,637,69 \text{ кг}$$

Для виготовлення напою використаємо закваску прямого внесення, тож визначимо масу напою після розливу в тару.

$$1\,000 - 1\,007,8$$

$$M_{\text{гот. нап.}} - 2\,637,69$$

$$M_{\text{гот.нап. "Дієтичного"}} = \frac{1000 \times 2\,637,69}{1007,8} = 2\,617,28 \text{ кг}$$

3.1.4 Зведена таблиця розрахунку продуктів запроєктованого асортименту

Таблиця 3.6 – Зведена таблиця розрахунку продуктів

Назва		Масло солодковершкове екстра 81,5 %	Масло пектинове 72,1 %	Масло імунне 69,5 %	Напій з маслянки кавовий	Напій з маслянки вітамінізований	Усього
Маси готових продуктів		1 981,26	1 296,87	1 146,18	2 909,92	2 617,28	9 951,51
Молоко 4 %		86 000					86 000
Витрачено	Вершки 35 %	4 682,66	2 700	2 300	-	-	9 682,66
	Маслянка	-	77,68	75,59	2 492,73	2 500	5 146
	Пектин	-	5,45	-	-	-	5,45
	Інулін	-	-	36,79	-	-	36,79
	Цукор	-	-	-	205,28	131,88	337,16
	Вода	-	-	-	175,96	-	175,96
	Кава	-	-	-	58,65	-	58,65
	Екстракт кориці	-	-	-	-	3,17	3,17
	Сорбат калію	-	-	-	-	2,64	2,64
Отримано	Знежирене молоко	75 975,28					75 975,28
	Маслянка 0,4%	2 647,37	1 371,26	1 127,37			5146

3.2 Вибір й обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва

3.2.1 Вимоги до сировини, яка використовується для виробництва молочних продуктів

Якість сировини безпосередньо має великий вплив на якість готових виробів. Використовуючи сировину із низькою якістю, можна отримати незадовільний смак, колір і аромат [18]. Також знижується харчова цінність, а у найгіршому випадку готові продукти можуть бути небезпечними для здоров'я. У виробництві молочних продуктів це відіграє чималу роль, адже напряду впливає на безпеку продукції. Зокрема, можна відмітити, що дуже важливо, щоб у молока був приємний аромат, без сторонніх кормових присмаків. Низька якість сировини впливає і на перебіг технологічних процесів та стабільну роботу устаткування у цехах.

Спершу проводять оцінку якості незбираного молока [12]. Якісний та кількісний склад молока не є постійним та залежить від кількох чинників: пори року, періоду лактації, кормів та особливостей організму корів.

Молоко є колоїдною системою. Основні складники молока перебувають у таких станах:

- лактоза – розчинна;
- білки – у колоїдному стані;
- жири – емульговані.

Молочна сировина, що поступає на виробництво для переробки повинна бути чистою та свіжою. Також не допустимо переробляти сировину, що одержали від корів із виявленими захворюваннями. Приймальна лабораторія підприємства звіряє органолептику, мікробіологію та фізико-хімічні параметри відповідно до значень, що вказані у ДСТУ 3662:2018 [9].

При оцінці якості перевіряється натуральність сировини та відсутність фальсифікацій.

У відповідності із прийнятими Кабміном нормами базисна частка жиру має складати 3,4 %, а білку 3 %.

Масу сировини визначають за об'ємом чи вагою.

Кислотність вказує на свіжість молока. Її значення вказують у градусах Тернера. Свіжа молочна сировина повинна мати кислотність 16 – 18 °Т. Даний показник може мати знижене значення від норми при маститі. Підвищення показника може викликатись неякісними кормами, із недостатньою кількістю солей кальцію у них. При тривалому зберіганні молочної сировини її кислотність зростає.

Значення густини молока повинно відповідати значенню 1027 – 1031 кг/см³. Густину недоцільно визначати одразу після видоювання, оскільки показник буде хибно заниженим через рідкий стан жиру і наявність бульбашок повітря. Густина вимірюється при 20 °С.

Точку замерзання молока також використовують для визначення натуральності, оскільки показник є сталим і в середньому має значення -0,54 °С [9].

Молоко, що поступає для переробки має бути термостійким. Для визначення цієї якості можна використовувати алкогольну, кальцієву чи фосфатну проби. Хороша термостійкість забезпечує витримку молока при високотемпературній обробці, при цьому не відбувається процесу коагуляції білків.

Молоко обов'язково має бути попередньо очищене в ньому не має виявлятися частинок бруду, епітелію, шерсті чи інших домішок. Запах продукту – притаманний свіжому молоку, забарвлення біле або трохи жовтувате. Органолептичні особливості можуть залежати від поєднання смакових і ароматичних властивостей. Солодкість молока зумовлена наявністю лактози. Ліпіди молока «пом'якшують» його смак.

Надзвичайно важливою є мікробіологічна чистота молока. Чим нижча кількість бактерій у ньому, тим воно є придатнішим для переробки на молочні продукти. Використовуючи редуктазну пробу визначають загальну кількість бактерій.

Молоко транспортують при використанні спецтранспорту, який забезпечує сталу температуру продукту під час перевезення. Температура приймання не має перевищувати 10 °С. Кожна партія молока перевіряється окремо. Якщо було виявлено, що молоко розведене водою, то воно визначається як негатункове. Також не приймають молоко у перші 7 та останні дні лактації.

Виготовлення масла передбачає обов'язкову перевірку вершків, бо із них безпосередньо виготовляються готові продукти. Розмір жирових кульок у вершках переважно 2 – 10 мкм. Дуже малі за розміром можуть під час сепарування спрямовуватись у знежирене молоко. Для маслоробної галузі, чим більший розмір кульок, тим вища продуктивність. Вершки на виробництві перевіряють згідно ДСТУ 8131:2015. Це концентрована фракція молока із збільшеною часткою жиру. В них не має бути сторонніх запахів, адже саме жирова фаза має здатність накопичувати в собі леткі речовини із запахами кормів. Не можна переробляти фальсифіковані вершки, або такі, що мають залишки формаліну, соди, аміаку та інших фальсифікуючих речовин. Сирі вершки можуть зберігатись не більше 12 годин.

Маслянка – ще один вид сировини, який використовується для заданого асортименту продуктів, а саме напоїв із маслянки. Вона є побічним продуктом від виробництва масла. Інша назва, що характеризує її – плазма вершків. Для маслянки притаманна дуже висока біологічна цінність, через високий вміст фосфоліпідів, зокрема лецитину, тому із неї виробляють корисні продукти [15, 21]. Маслянці властивий чистий молочний смак і запах. Вона біла або жовтувата. Густина маслянки приблизно така сама, як і в молока, кислотність – 1027 кг/см³. При виробництві методом ПВЖВ частка жиру у маслянці повинна становити 0,4 %. Сухі речовини складають приблизно 9 %.

Для асортименту також потрібно використати ряд допоміжної сировини. Її теж потрібно ретельно відбирати на онові чинних нормативних документів, бо додавання неякісних добавок може сильно вплинути на якість готових продуктів.

Пектин – ДСТУ 6088:2009;

Інулін – ТУ У 10.8-40941101-001:2018;

Кава – ДСТУ 4102:2002;

Цукор – ДСТУ 4623:2023.

Кориця – ТУ У 10.8-3474701915-001:2023

3.2.2 Вимоги до якості готових продуктів

Вершкове масло повинне виготовлятися із коров'ячого молока чи вершків, і якщо передбачено рецептурою, то із додаванням наповнювачів.

Продукт повинен вироблятися відповідно до технологічних інструкцій та із дотриманням санітарних правил [10].

Смак і запах масла повинен бути солодкий та вершковий із явним присмаком пастеризованого продукту. Для масла з інуліном характеризується більша солодкість, а для масла із пектином відчутна кислинка. Масло виглядає як бруски із рівною, гладкою поверхнею. Зріз поверхні сухий, можливі незначні поодинокі краплинки вологи. Забарвлення масла від світло-жовтого до жовтого.

Таблиця 3.7 – Фізико-хімічні значення різних видів масла

Показник	Масло		
	Екстра	Пектинове	Імунне
Жир, %	81,5	72,1	69,5
Волога, не більше %	-	25	25
СЗМЗ, %	-	2,9	5,5
Пектин, %	-	0,4	-
Інулін, %	-	-	3,2

Таблиця 3.8 – Органолептика напоїв із маслянки

Показник	Характеристика	
	Напій із маслянки кавовий	Напій із маслянки «Дієтичний»
Смак та аромат	Чистий та солодкий із вираженим смаком кави	Чистий і кисломолочний із вираженим присмаком кориці, в міру солодкий
Консистенція	Однорідна рідина	Однорідна, сметаноподібна, дещо в'язка, можливий осад кориці
Забарвлення	Злегка коричневе, що зумовлене додаванням витяжки з кави	Біле чи жовтувате

Таблиця 3.9 – Фізико-хімічна оцінка напоїв

Показник	Характеристика напою	
	кавовий	«Дієтичний»
Частка жиру, %	0,4	0,3
СЗМЗ, %	15	-
Цукор, не менше, %	7	5
Кави, не менше, %	2	-
Кислотність, °Т	21	120
Температура при зберіганні, °С	8	

3.2.3 Опис загальних технологічних операцій виробництва продуктів запроєктованого асортименту продуктів

Молоко повинне бути доставлене на територію підприємства із температурою не вище 10 °С. Воно перевозиться від фермерських господарств спеціальним автотранспортом, що забезпечує належні умови перевезення. Спочатку потрібно перевірити чи цілісні пломби на цистернах, потім лаборант повинен відібрати проби, щоб перевірити необхідні параметри. Якщо сировина має задовільні показники, то далі вона направляється до приймального відділення, щоб визначити точну кількість поступленого продукту. Також на цьому етапі відбувається очищення при використанні фільтрів або очисників. Краще очищення відбувається на останніх, оскільки фільтри важко очищувати і це потребує більше часу та частішої заміни.

Сепаратори-молокоочисники дозволяють якісно та швидко відокремити непотрібні домішки. Бруд виділяється в окремий відсік таким чином, що наступне молоко, що поступає в установку не контактує із ним. В обладнанні відбувається відцентрове очищення, яке забезпечує відділення не тільки бруду, а ще і слизу та великих бактеріальних клітин. У сепаратори потрібно подавати молоко з температурою 35 °С, для того, щоб жир у ньому був у розплавленому стані. Коли

подається холодне молоко, то продуктивність обладнання знижується через твердий стан жиру.

Для отримання мікробіологічно чистого молока доцільне застосування бактофуг [6], що працюють на високих оборотах та при ще вищих температурах, ніж попереднє обладнання.

Відразу після очищення молоко необхідно охолодити до 6 °С, щоб не зростала кількість мікроорганізмів. За такої температури ріст бактерій пригнічується, що дозволяє зберігати якість сировини перед подальшою переробкою. Охолодження відбувається за допомогою пластинчастих установок.

Резервування сировини відбувається у спеціальних ємностях. Резервуари мають бути облаштовані мішалкою, а також мають здатність підтримувати сталу температуру продукту, що зберігається упродовж доби. Рекомендується зберігати сировину не довше 12 годин, щоб уникнути розмноження психотрофних бактерій.

Сепарування молока здійснюється із метою отримання вершків та нежирного молока. Різні фракції молока під дією відцентрових сил розділяються на окремі потоки, що відрізняються своєю густиною. Знежирене молоко характеризується більшою питомою масою, тому під дією фізичних сил при обертанні установки відкидається на периферію. Більш жирна фракція має меншу густину, тому рухається у центральній частині установки та виводиться через окремий патрубок.

Технологічна операція сепарування залежить від кількох чинників [14]. Кислотність не повинна бути більшою, ніж 22 °Т. Якщо показник вищий від норми, то у такому випадку збільшується в'язкість молока, що призводить до утруднення перебігу процесу. Збільшення кислотності провокує коагуляцію білків, які у свою чергу набиваються у міжтарілковому просторі, заважаючи коректній роботі сепаратора.

Розмір жирових частинок напряму впливає на швидкість сепарування, великі жирові кульки, швидко відділяються в окрему фракцію [12]. Якщо жир дуже дрібнодисперсний, то він перейде у нежирне молоко. Важливою є температура проведення операції. Добре розділення фаз проходить при температурі 35 °С. Коли температура менша, то жир стає твердим і налипає між тарілками сепаратора.

Якщо до сепаруючої установки сировина подаватиметься надто швидко, то вона не встигне повною мірою обробитись, після чого будуть більші втрати вершків, ніж очікувалось.

Теплове оброблення сировини, зокрема вершків, проводиться для інактивації бактерій. Додатково після пастеризації вершки набувають приємного присмаку та аромату. Для процесу обирають такий режим, який максимально збереже природні властивості молока, при цьому ефективно знешкодить мікрофлору. Ефективність пастеризації вважається задовільною, якщо показник не менший, ніж 99,98 %. Теплова обробка виконується з використанням трубчастих та пластинчастих теплообмінників. Пастеризація проводиться при температурах 66 – 99 °С, а також можливою витримкою. Вона обов'язкова для виконання при виробництві усіх молочних продуктів. При тепловому обробленні в тому числі зменшується загальна кількість одиниць бактерій, а також зазнають руйнування ферменти, які є небажаними у готовій продукції, бо псують як органолептику, так і фізико-хімічні параметри. Надійність пастеризації визначають за знищенням туберкульозної палички.

При пастеризації вершків доцільніше використовувати вищі режими пастеризації, оскільки жир гірше проводить тепло. Для пастеризації також важливі:

- температура процесу;
- група чистоти сировини;
- кислотність;
- якісні показники молока.

При виробництві жирних продуктів необхідно здійснювати дезодорацію. Вона призначена для вилучення летких сполук. Варто обирати не надто агресивні режими дезодорації, щоб не видалити приємний аромат пастеризованого продукту. Процес виконують у дезодораторах при розрідженні [11].

Сепарування вершків – одна із ключових операцій і проводиться при температурі 70 °С. Жир на цьому етапі стає ще більш концентрованим. При зниженні температури зменшиться показник СЗМЗ, але зросте перехід жиру у маслянку. Якщо установити вищу температуру процесу, то частка СЗМЗ зросте.

Частка дестабілізованих жирових кульок теж зростає. Перед роботою сепаратор налаштовують так, що частка вологи у ВЖВ має становити на 0,8 % менше, ніж завбачено показником готового продукту. Жирність маслянки має бути не більшою 0,4 %.

Нормалізація ВЖВ призначена для того, щоб показники вологості і жирності були приведені до норми. Нормалізацію здійснюють:

- маслянкою,
- пастеризованим молоком,
- вершками,
- сухими або згущеними молочними продуктами.

Процес виконується у спеціальних місткостях упродовж 20 – 30 хв. Також при цьому у масло вносяться інші рецептурні компоненти.

Термомеханічна обробка виконується у маслоутворювачах. У цьому обладнанні ВЖВ перетворюються в масло. Операція відбувається трьохетапно [13].

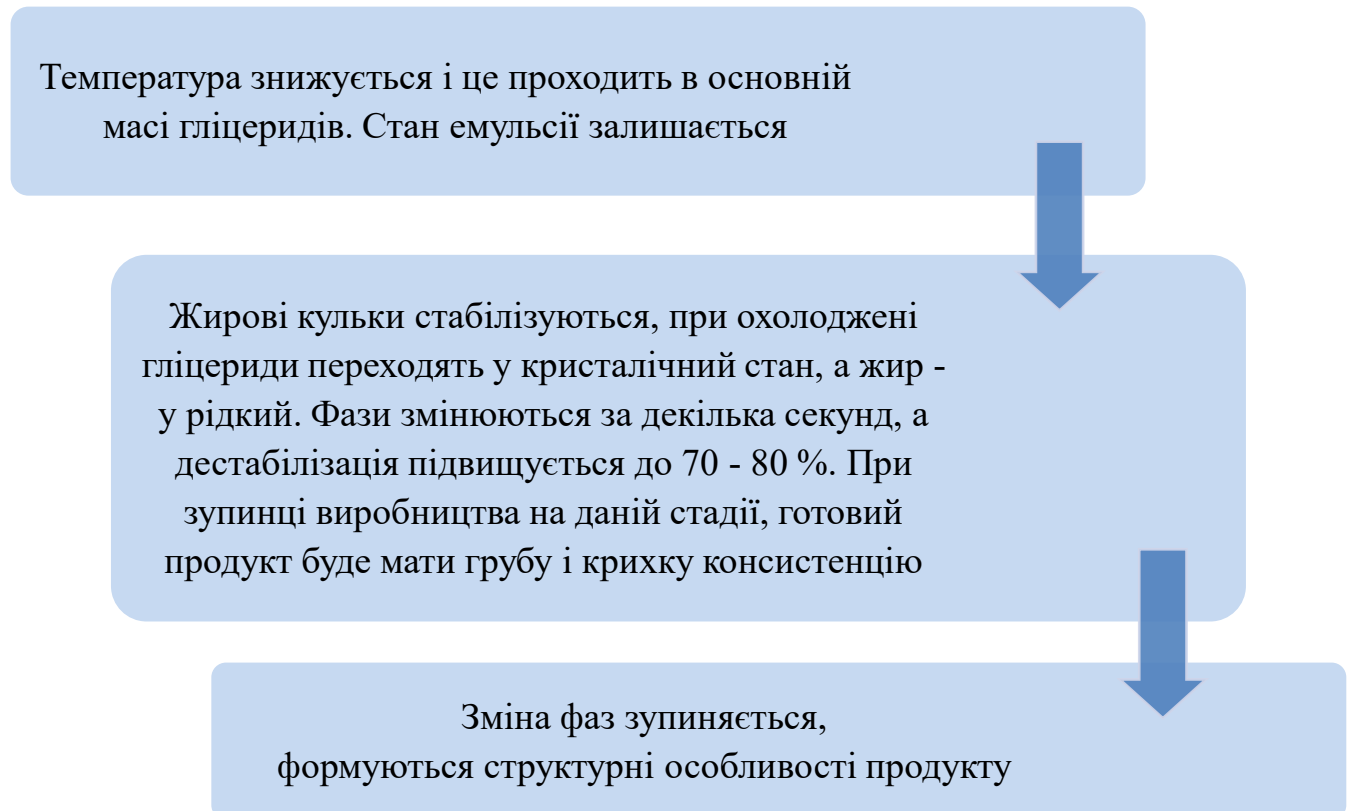


Рисунок 3.1 – Етапи формування структури масла

Наприкінці виробництва масло, маючи рідку консистенцію витікає з маслоутворювача і пакується у ящики. Зазвичай маса запакованих ящиків складає 20 кг.

Далі масло направляється на термостатування, щоб утворилась вторинна структура продукту упродовж 1,5 – 3 годин. Витримування здійснюється при $-5 - -10$ °C. Також під час нього регулюють температуру і час витримки для досягнення найкращих органолептичних показників масла.

Після завершення термостатування готовий продукт фасується у спожиткове пакування при потребі. Виробник самостійно може обирати масу та матеріал упаковки, керуючись попитом на ринку. Найбільш часто для фасування обирають брикети із пергаменту або фольгованого паперу. Також часто можуть реалізувати одразу в ящиках по 20 кг.

При температурі $0 - 6$ °C масло у спожитковому пакуванні зберігається не більше 72 годин. При мінусових температурах зберігання термін придатності масла значно більший.

3.2.4 Опис технології продуктів запроєктованого асортименту

Молоко, що поступає на підприємство спершу має пройти інспекцію, яка повинна включати перевірку цілісності пломб на цистернах, відбір проб, і лабораторну перевірку якості сировини. Після видачі лабораторією дозволу для переробки сировини остання перекачується у приймальне відділення, де проходить очищення, охолодження, відділення повітря, визначення точної кількості на обладнанні (поз. 1-1). Для тимчасового зберігання молока обрано резервуар (поз. 1-2).

У наступному виробничому відділенні (апаратному) відбувається отримання вершків 35 %. Попередньо молоко-сировина надходить до пластинчастого теплообмінника (поз. 2-4) для нагріву до 40 °C, що є оптимальним для процесу сепарування. Розділення молока на 2 потоки відбувається на сепараторі (поз. 2-5) із утворенням вершків (35 %) та молока (0,05%). Знежирене молоко не буде використовуватись для виробництва подальшого асортименту, тому воно охолоджується та резервується.

Вершки теж необхідно охолодити, щоб уникнути їх псування. Зниження температури проводиться до 6 °С. Після накопичення вершків з обох змін у резервуарі їх насосом перекачують до трубчастого пастеризатора (поз 3-2), щоб виконати теплову обробку при 95 °С. Під час цього процесу знищується надлишкове число бактеріальних клітин, у тому числі патогенних. Після цього вершки спрямовуються у дезодоратор (поз. 3-3), де при розрідженні 0,3 кг/см³ відбувається видалення летких сполук із вершків. Важливо проводити дезодорацію не надто агресивно, щоб не видалити приємний присмак пастеризації. Після комплексної обробки вершки надходять до сепаратора для високожирних вершків (поз. 3-6), щоб отримати:

- ВЖВ 81,8 % - для масла екстра;
- ВЖВ 77 % - для масла пектинового і імунного;
- Маслянку.

ВЖВ спрямовуються до нормалізаційних ванн (поз. 3-7), де відбувається стандартизація показника жиру.

Для масла пектинового потрібно приготувати суміш на основі сухого пектину або пектинового порошку. Якщо використовують сухий порошок, то його готують у вигляді 3 – 7 % розчину. Пектин зважують (поз. 3-15), просіюють та вносять у ванну тривалої пастеризації (поз. 3-17), для змішування із масляною (80 °С). Суміш перемішується та витримується 50 – 90 хв. Далі отриманий розчин вноситься у ванни тривалої пастеризації (поз. 3-7) при температурі 80 °С, перемішується із основною масою вершків та витримується ще 15 хв. Можливо також розсіювати сухий порошок пектину по поверхні ВЖВ.

Для масла з інуліном використовують сухий інулін, з якого попередньо готують 30 % розчин: інулін розчиняють у маслянці (поз. 3-17) при температурі 50 – 70 °С. При цій же температурі розчин повинен настоюватись 30 – 60 хв для набухання інуліну. Пізніше розчин вноситься у нормалізаційні ванни (поз. 3-7) та витримується ще 15 хв.

Нормалізовані ВЖВ усіх видів масла почергово направляються у маслоутворювач (поз. 3-9). На виході масло має рідку текстуру і не до кінця

сформовану консистенцію, тому спершу масло екстра фасується у ящики по 20 кг (поз. 3-10), а масло функціонального призначення у коробочки (поз. 3-13). Термостатування масла відбувається у камері (поз. 3-11). При цьому відбувається кінцеве формування структури масла упродовж 3 – 4 години при 14 °С. Термостатування має великий вплив на формування консистенції масла і споживчі властивості. Після нього проводять оцінку консистенції. Масло екстра перефасовується у брикети по 200 г (поз. 3-12). Після цього масло надходить до холодильної камери для зберігання перед реалізацією.

Напої із маслянки

За допомогою насосу (поз. 3-5) маслянку перекачують до відділення переробки маслянки, де спершу вона охолоджується до 6 °С (поз. 4-1), щоб уникнути надмірного розвитку бактеріальних клітин. Маслянка резервується перед подальшою переробкою (поз. 4-2). Щоб уникнути надмірного розвитку бактеріальних клітин. Пластинчастий теплообмінник призначений для здійснення теплової обробки маслянки та видалення надлишкового числа бактерій.

Для напою кавового готують кавову витяжку: беруть воду і каву (співвідношення 3:1). Суміш кип'ятять і витримують 30 хв, після чого відфільтровують.

У ємність (поз. 4-7) вносять цукор, пастеризовану маслянку (60 °С) і кавову витяжку. Суміш добре перемішують, поки не розчиниться цукор. Далі суміш доохолоджується, після чого направляється на розлив у картонні коробки по 500 г (поз. 4-10).

Напій «Дієтичний» вимагає попередньої підготовки кориці. Для цього палички кориці ламають та заливають холодною водою, після чого доводять температуру до 95 °С. При слабкому кипінні суміш витримують 30 хв після цього її охолоджують до 20 °С. Пів доби суміш може екстрагуватись, а далі проводять фільтрацію.

Пастеризована та охолоджена до 35 °С маслянка подається у резервуар (поз. 4-8). Сюди ж додають закваску (ацидофільна та болгарська паличка (2:1)). Суміш перемішується. Маслянка сквашується 3 – 4 години до кислотності 120 °Т, після

чого вносяться рецептурні компоненти. Напій ретельно перемішується і спрямовується на фасування (поз. 4-10). Фасується у таку ж тару, як попередній напій.

3.2.5 Технологічний та мікробіологічний контроль виробництва

Технохімічний контроль передбачає ряд повноважень, що закріплюються за лабораторією виробництва або ВТК. Основне правило, що відноситься до цього контролю це випуск із підприємства якісної продукції, яка відповідає вимогам чинних стандартів, а також є безпечною і не становить загрози людському здоров'ю.

ТХК також повинен запобігати тому, щоб у реалізацію не надходили неякісні вироби. На виробництві усі процеси повинні бути оптимізованими із максимальним використанням сировини та мінімальним втратами при виробництві. Обладнання повинне працювати із максимальною продуктивністю та без надмірних простоїв. Також потрібно ощадно використовувати електроенергію і інші ресурси. Постійне покращення ТХК і впровадження новітніх технологій сприяє покращенню умов виробництва та високим показникам якості виготовлених товарів.

Молокопереробні підприємства керуються спеціальними інструкціями про організацію роботи лабораторій. Необхідно постійно покращувати роботу контролю на виробництві. Для цього можна розробляти і впроваджувати інструментальні методики контролю. Якісне метрологічне обладнання може дозволити проводити точні виміри. Точні покази дають можливість випускати високоякісні продукти.

Лабораторії в своїй роботі повинні використовувати наступне:

- ДСТУ і ТУ для сировинних продуктів і готових продуктів;
- Стандартизовані методи виконання дослідів;
- Інструкції технохімічного і мікробіологічного контролю;
- Технологічні карти;

- Інструкції, щодо закупівлі сировини;
- Правила приймання сировини;
- Інструкції санітарно-гігієнічного оброблення обладнання і приміщень.

На молокопереробному підприємстві повинні функціонувати 2 лабораторії: приймальна та виробнича.

При прийманні сировини мають бути відібрані проби з кожної партії лаборантом. Перед випуском продукції із підприємства органолептичні показники визначає дегустаційна комісія, після чого видає заключення із перевагами та вадами продукту.

Технохімічний контроль передбачає перевірку контрольних показників на кожному етапі виробництва і під час кожної технологічної операції, відповідно до затверджених методик. Після виробництва перевіряється ряд контрольних показників, що визначено для кожного процесу. Усі показники фіксуються, що дає можливість відстежити причину порушення якості готових виробів.

Сучасна автоматизація виробництва значно полегшує роботу контролю, адже параметри процесів визначаються одразу датчиками установок і переносять відомості на комп'ютер оператора.

Мікробіологічний контроль дозволяє випускати якісну продукцію у гігієнічному відношенні. Він виявляє бактеріальне забруднення та визначає методи, якими його можна усунути. Також він передбачає превентивні заходи, що дозволяють знизити загальне бактеріальне обсіменіння.

Мета ТХК і МБК полягає у випуску безпечної і якісної продукції. Вони здійснюються на всіх етапах (табл. 3.10, 3.11). Ці два контролю є ключовими у запоручі якісних товарів. Обидва контролю здійснюються у лабораторії, а результати повинні обов'язково бути зафіксовані у журналах чи комп'ютерних програмах.

Таблиця 3.10 – ТХК для виробництва масла

Об'єкт	Контрольований показник	Періоди-чність контролю	Відбір проб	Методи контролю вимірювальні прилади
1	2	3	4	5
Молоко при резервуванні	Температура, °C Кислотність, °T	Щоденно ”	У кожній місткості Те саме	Термометр за ДСТУ 6066:2008 Титриметричний
Пастеризація вершків	Температура, °C Проба на пастеризацію	Кожні 15-20 хв Періодично	Проба після пастеризації Те саме	Термометр за ДСТУ 6066:2008 -
Дезодорація вершків	Температура, °C Тиск, МПа	” ”	У процесі дезодорації Те саме	Термометр за ДСТУ 6066:2008 Манометр
Сепарування вершків	Температура, °C	”	У процесі сепарування	Термометр за ДСТУ 6066:2008
Нормалізація ВЖВ	Масова частка вологи, % Маса ВЖВ, кг Маса наповнювачів	Щоденно ” Періодично	3 місткості для нормалізації Те саме ”	- Годинник НТД За фактичною закладкою
Маслянка	Масова частка жиру, %	Щоденно	У кожній партії	Кислотний метод Гербера, ДСТУ ISO 488:2007
Масло-утворення	Консистенція масла	Періодично	Струмінь масла на виході з маслоутворювача	Проба на зріз, термостійкість за швидкістю твердіння
Масло, що виходить з масло-утворювача	Масова частка вологи, % Масова частка жиру, % Масова частка СЗМЗ, % Кислотність плазми, °T Термостійкість Колір, смак, запах	Щоденно ” Не менше 1 разу на місяць За потребою Щоденно ”	Через кожні 4-10 ящиків Те саме ” У об'єднаній пробі 3 кожного 10-го ящика У кожній партії Те саме	- ДСТУ ISO 488:2007 - Титриметричний За зразком масла виробленого минулого дня Органолептичний
Пакування	Маса нетто, кг	”	Вибірково	Ваги
Маркування	Якість маркування	”	”	Візуальний, органолептичний
Зберігання	Температура, °C Тривалість діб	”	Один таз на добу Те саме	Термометр за ДСТУ 6066:2008 Годинник

Таблиця 3.11 – МБК для масла

№ п/п	Досліджуваний процес і матеріал	Досліджуваний об'єкт	Аналіз	Звідки беруть пробу	Періодичність аналізу, контролю	Розведення
1	2	3	4	5	6	7
1	Сировина, що поступає на завод	Молоко	Редуктазна проба	Середня проба вершків і молока від кожного поставщика	1 раз в декаду	
2	Виробництво масла	Вершки до пастеризації	Загальна кількість бактерій	Із ванни, ємкості	Не рідше одного разу в місяць	I, II, III, IV, V
			Бродильна проба	Те саме	Те саме	II, III, IV, V, VI
		Вершки після пастеризації	Загальна кількість бактерій	Із пастеризатора	”	I, II, III
			Бродильна проба	Те саме	1 раз в 10 днів	I, II, III, IV, V
		Вершки з-під сепаратора	Загальна кількість бактерій	Після сепарування	”	II, III, IV
			Бродильна проба	Те саме	”	0, I
		Масло (готовий продукт)	Загальна кількість бактерій	Із одного ящика (вибірково)	2 рази в місяць	II, III, IV, V
			Кількість протеолітичних бактерій	Те саме	Те саме	I, II, III
			Кількість дріжджів та плісень	”	2 рази в місяць	I, II
			Бродильна проба	”	Те саме	0, I, II, III,
			Кількість ліполітичних біатерій	”	По мірі необхідності	I, II, III
3	Допоміжні матеріали	Пергамент	Загальна кількість бактерій	”	2-4 рази в рік	Площа 100 см ²
			Бродильна проба	”	Те саме	

3.3 Забезпечення технологічного процесу виробництва запроєктованого асортименту

3.3.1 Розрахунок та підбір технологічного обладнання і устаткування

Найкращим обладнанням вважається те, яке може працювати із безперервною дією. Вибір конкретної одиниці обладнання залежить від декількох факторів:

- складений графік організації виробничих процесів;
- інтенсивність окремих операцій;
- продуктивний розрахунок;
- потужності підприємства;
- способи отримання продукції.

Добре підібране технологічне устаткування дозволяє ефективно проводити роботи у цеху, комплексно переробляти сировину, автоматично контролювати і виконувати технологічні операції, обробляти сировину із мінімальними втратами.

На молокопереробних підприємствах необхідно удосконалювати технологічні процеси, використовувати автоматизовані та роботизовані установки. Найсучаснішими виробництвами на даний момент вважаються ті, на яких функціонують мікропроцесори і промислові роботи.

Ведучою установкою у приймальному відділенні виступає насос для перекачування молока. Інше обладнання для відділення обирається такої ж продуктивності, як і насос.

Визначаємо його потужність, якщо оптимальний час приймання молока 10 годин:

$$P_{\text{нас. роз.}} = \frac{86\,000}{10} = 8\,600 \text{ кг/год}$$

Відповідно до розрахунку обираємо обладнання УПМ-1. Дана установка працює із продуктивністю в діапазоні 5 000 – 10 000 кг/год, що цілком підходить для нашого розрахунку. Окрім насосу установка поєднує в собі наступне устаткування:

каркас;
 очисник молока;
 циклонний деаератор;
 насос;
 лічильник;
 пульт керування;
 трубопроводи.

Додатковою опцією можливе доукомплектування охолоджувачем із регулюванням температури охолодження молока. Тому, користуючись такою перевагою, де всі необхідні операції для відділення виконуватимуться на одному обладнанні.

Розраховуємо фактичний час, що знадобиться для первинної обробки молока:

$$T_{\text{ф. уст.}} = \frac{86\,000}{10\,000} = 8 \text{ год } 36 \text{ хв}$$

Охолоджену і очищену сировину необхідно направити на резервування у ємності В2-ОМВ-100.

У апаратному відділенні ведучою є пластинчаста ПОУ. Апаратне відділення буде працювати 2 зміни на добу.

Розраховуємо масу молока, що оброблятиметься в 1 зміну:

$$M_{\text{мол. на 1 зм.}} = \frac{86\,000}{2} = 43\,000 \text{ кг}$$

Обчислюємо розрахункову продуктивність обладнання:

$$P_{\text{нас. ПОУ.}} = \frac{43\,000}{5} = 8\,600 \text{ кг/год}$$

Оберемо ППОУ А1-ОКЛ-10.

Фактична тривалість теплової обробки молока для 1 зміни:

$$T_{\text{ф. ПОУ.}} = \frac{43\,000}{10\,000} = 4 \text{ год } 18 \text{ хв}$$

Інше обладнання повинно працювати синхронно із попереднім. Для відокремлення вершків із жирністю 35 % оберемо сепаратор Ж5-ОС2Н-С.

Щоб знизити температуру вершків установимо охолоджувач пластинчастого типу ООЛ-1,5.

Визначимо фактичний час охолодження вершків ($9\,682,66 / 2 = 4\,841,33$):

$$T_{\text{ф. охол. в.}} = \frac{4\,841,33}{1\,500} = 3 \text{ год } 13 \text{ хв}$$

Тимчасове зберігання вершків перед подальшою переробкою буде проводитись у резервуарі Я1-ОСВ-6. Такий об'єм розрахований на добову кількість вершків.

Для зниження температури одержаного знежиреного молока в результаті сепарування оберемо охолоджувач ОО1-У-110. Для резервування нежирного молока установимо резервуар В2-ОМВ-100.

Підберемо обладнання для маслоцеху. Обчислюємо розрахункову продуктивність пастеризатора трубчастого типу, що потрібен для вершкової сировини.

$$P_{\text{роз. т. п.}} = \frac{9\,682,66}{5} = 1\,936,53 \text{ кг}$$

Виберемо пастеризатор Т1-ОУК. Обчислимо час його роботи:

$$T_{\text{ф. т. п.}} = \frac{9\,682,66}{2\,000} = 4 \text{ год } 50 \text{ хв}$$

Інше обладнання повинне працювати із ідентичною продуктивністю.

Для дезодорації вершків оберемо обладнання ОДУ-3. Обчислимо час, який необхідно виділити для дезодорації вершків кожного виду масла.

Екстра:

$$T_{\text{ф. д. е.}} = \frac{4\,682,66}{2\,000} = 2 \text{ год } 20 \text{ хв}$$

Пектинове:

$$T_{\text{ф. д. п.}} = \frac{2\,700}{2\,000} = 1 \text{ год } 21 \text{ хв}$$

Імунне:

$$T_{\text{ф. д. і.}} = \frac{2\,300}{2\,000} = 1 \text{ год } 9 \text{ хв}$$

Наступним у лінії має бути сепаратор для ВЖВ – Г9-ОСК.

Екстра:

$$T_{\text{ф. сеп. е.}} = \frac{4\,682,66}{3 \times 700} = 2 \text{ год } 13 \text{ хв}$$

Пектинове:

$$T_{\text{ф. сеп. п.}} = \frac{2\,700}{2\,200} = 1 \text{ год } 14 \text{ хв}$$

Імунне:

$$T_{\text{ф. сеп. і.}} = \frac{2\,300}{2\,200} = 1 \text{ год } 3 \text{ хв}$$

Визначаємо число нормалізаційних ванн, що потрібні для процесів нормалізації. Місткість однієї ванни – 1000 л.

Екстра:

$$N_{\text{е.}} = \frac{1\,981,26}{1\,000 \times 0,9} = 2 \text{ шт}$$

Пектинове:

$$N_{\text{п.}} = \frac{1\,300,76}{1\,000 \times 0,9} = 2 \text{ шт}$$

Імунне:

$$N_{\text{і.}} = \frac{1\,149,62}{1\,000 \times 0,9} = 2 \text{ шт}$$

Відповідно до графіку знадобиться 4 ванни.

Наступним обладнанням на лінії є маслоутворювач. Оберемо РЗ-ОУА і визначимо час для кожного масла.

Екстра:

$$T_{\text{ф. м. е.}} = \frac{1\,981,26}{1\,000} = 1 \text{ год } 59 \text{ хв}$$

Пектинове:

$$T_{\text{ф. м. п.}} = \frac{1\,300,76}{1\,000} = 1 \text{ год } 18 \text{ хв}$$

Імунне:

$$T_{\text{ф. м. і.}} = \frac{1\,149,62}{1\,000} = 1 \text{ год } 9 \text{ хв}$$

Для розфасування масла у ящики установимо автомат М6-ОРГ.

Екстра:

$$T_{\text{ф. ф. е}} = \frac{1\,981,26}{20 \times 64} = 1 \text{ год } 33 \text{ хв}$$

Для розфасування масла функціонального призначення у коробочки оберемо фасувальне обладнання ОРР.

Пектинове:

$$T_{\text{ф. ф. кор. п.}} = \frac{1\,300,76}{120 \times 60 \times 0,2} = 1 \text{ год } 8 \text{ хв}$$

Імунне:

$$T_{\text{ф. ф. кор. і.}} = \frac{1\,149,62}{120 \times 60 \times 0,2} = 1 \text{ год } 1 \text{ хв}$$

Масло екстра планується перефасовувати у брикети на фасувальному автоматі АРМ:

$$T_{\text{ф. ф. бр. е}} = \frac{1\,981,26}{60 \times 80 \times 0,2} = 2 \text{ год } 4 \text{ хв}$$

Також у маслоцеху буде облаштовано стіл, ваги, сито та нормалізаційні ванни для підготовки кріопорошків перед внесенням у ВЖВ.

Передбачимо також ряд технологічного обладнання для відділення переробки маслянки. Щоб охолодити одержану маслянку, яку отримуємо при сепаруванні вершків установимо охолоджувач ООТ-М.

Розрахуємо фактичний час охолодження маслянки.

$$T_{\text{ф. ох. мас.}} = \frac{5\,146}{3\,000} = 1 \text{ год } 43 \text{ хв}$$

Час сепарування вершків є більшим, що означає те, що дана установка нам підходить. Для зберігання такої кількості маслянки установимо резервуар Я1-ОСВ-5.

Обчислимо розрахункову продуктивність ППОУ, що потрібна для теплової обробки маслянки.

$$P_{\text{роз. поу.}} = \frac{4\,992,73}{5} = 998,55 \text{ кг/год}$$

Розраховуємо час роботи установки ПОУМ-1.

3.3.2 Розрахунок площ приміщень для забезпечення виробництва

Приймально-мийне відділення

У цьому відділенні буде відбуватись приймання автомолцистерн із сировиною. Тут буде відбуватись інспекція тари і відбір проб. Звідси молоко буде перекачуватись у приймальне відділення для подальшої переробки.

Для розрахунку приймемо наступні дані:

місткість автомолцистерни – 6 300 л;

продуктивність насосу (в нашому випадку установки для приймання молока) – 10 000 кг/год.

Зважаючи на ці дані, порахуємо скільки автомолцистерн зможе приймати відділення протягом однієї години:

$$N_{\text{автомол.}} = \frac{10\,000}{6300} = 2 \text{ авт.}$$

Визначимо час, який буде потрібен для обслуговування одного транспортного засобу, розраховуючи що:

- час основного приймання (викачування) – 32 хв;
- час миття машини – 14 хв;
- допоміжний час – 4 хв.

$$T_{\text{автомол.}} = 32 + 14 + 4 = 50 \text{ хв}$$

На одну машину буде виділено 50 хв, тоді на дві машини:

$$T_{2 \text{ автомол.}} = 2 \times 50 = 100 \text{ хв}$$

Обчислимо число постів:

$$П = \frac{100}{60} = 2 \text{ п.}$$

Площа відділення:

$$S_{\text{пр.-мий. від.}} = 2 \times 72 = 144 \text{ м}^2$$

Приймальне відділення

Це відділення призначене для проведення операцій первинної обробки сировини. Після їх здійснення молоко буде направлено на тимчасове зберігання. Резервуари будуть розміщуватись на вулиці.

$$S_{\text{пр. від.}} = 5 \times 1,66 = 8,3 \text{ м}^2$$

Апаратне відділення

Тут буде отримано вершки 35 %, що в подальшому спрямуються на виробництво масла. На коефіцієнт не будемо перемножати площу пластинчастої ПОУ, а резервуар, що призначений для зберігання нежирного молока буде розміщений на вулиці.

$$S_{\text{ап.}} = 11,25 \times 5 + 25 = 81,25 \text{ м}^2$$

Маслоцех

Тут заплановане виготовлення масла, підготовка рецептурних компонентів та фасування масла.

$$S_{\text{мас. від.}} = 28,5 \times 5 = 142,5 \text{ м}^2$$

Відділення переробки маслянки

У даному відділенні буде проходити виробництво напоїв із маслянки та подальший їх розлив у тару.

$$S_{\text{маслян. від.}} = 39,89 \times 4 + 1,9 = 161,64 \text{ м}^2$$

Термостатна камера

Тут буде витримуватись вершкове масло протягом доби при певному температурному режимі, щоб набути потрібної консистенції.

$$S_{\text{терм. кам.}} = \frac{(1\,981,26 + 1\,296,87 + 1\,146,18) \times 1}{2\,250 \times 0,5} = 3,93 \text{ м}^2$$

Холодильна камера 1 (для масла)

Після завершення процесу виробництва масло може зберігатись на підприємстві 3 доби.

$$S_{\text{хол. кам. 1}} = \frac{(1\,981,26 + 1\,296,87 + 1\,146,18) \times 3}{1\,686 \times 0,5} = 15,74 \text{ м}^2$$

Холодильна камера 2 (для напоїв із маслянки)

$$S_{\text{хол. кам. 2}} = \frac{(2\,909,92 + 2\,617,28) \times 0,5}{490 \times 0,5} = 11,28 \text{ м}^2$$

Таблиця 3.13 – Зведена таблиця розрахунків площ

Найменування приміщення	Площа		
	Розрахункова, м ²	Компоновочна	
		будівельні квадрати	м ²
Приймально-миюче відділення	144	4	144
Приймальне відділення	8,3	0,5	18
Апаратне відділення	81,25	2,5	90
Маслоцех	142,5	4	144
Відділення переробки маслянки	144	4	144
Термостатна камера	3,93	0,5	18
Холодильна камера 1 (для масла)	15,74	0,5	18
Холодильна камера 2 (для напоїв із маслянки)	11,28	0,5	18
Приймальна лабораторія	-	1	36
Виробнича лабораторія	-	2	72
Кімната начальника цеху	-	0,5	18
Кімната технолога	-	0,5	18
Склад допоміжної сировини	-	1	36
Склад тари 1	-	1	36
Склад тари 2	-	1	36
Склад миючих засобів	-	0,5	18
СІР-мийка	-	1,5	54
Експедиційна	-	1,5	54
Гардероб	-	0,5	18
Бойлерна	-	1	36
Ремонтні майстерні	-	1,5	54
Компресорна	-	1	36
Побутові приміщення	-	1,5	54
Коридори	-	4	144
Всього	-	36,5	-

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Охорона праці

4.1.1 Підбирання оптимальних параметрів мікроклімату на робочих місцях

Мікрокліматичні умови на робочому місці, у виробничих приміщеннях є важливим санітарно-гігієнічним фактором, який впливає на стан здоров'я та працездатність людини. Основним нормативним документом, що регламентує параметри мікроклімату виробничих приміщень, є ДСН «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» № 3.3.6.042-99, затверджені постановою міністерства охорони здоров'я України від 01.12.99 № 42. Цей документ встановлює оптимальні і допустимі значення температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, допустиму температуру внутрішніх поверхонь приміщення (стіни, стеля, підлоги) і зовнішніх поверхонь технологічного обладнання, а також допустиму інтенсивність теплового випромінювання нагрітих поверхонь у приміщенні та відкритих джерел тепла для робочої зони – визначеного простору, в якому знаходяться робочі місця постійного або непостійного (тимчасового) перебування працівників.

Мікрокліматичні умови поділяють на оптимальні та допустимі [5].

Оптимальні умови – це поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану організму, без активізації механізмів терморегуляції. Вони забезпечують відчуття теплового комфорту та створюють передумови для високого рівня працездатності.

Допустимі мікрокліматичні умови – поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, що швидко минають і нормалізуються та супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації. При цьому не виникає ушкоджень або порушень стану здоров'я, однак

можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

Оптимальні умови мікроклімату, як правило, досягаються за умов використання промислових кондиціонерів. Оптимальні параметри мікроклімату повинні підтримуватись в приміщеннях, пов'язаних з виконанням нервово-емоційних робіт, що потребують підвищеної уваги (приміщення, де працюють із комп'ютерами, пультами управління технологічними процесами, хімічні лабораторії, тощо). Для таких робіт оптимальна температура повітря становить $+22 - +24^{\circ}\text{C}$; його відносна вологість в межах 40-60 %; швидкість руху – не більше 0,1 м/сек. Перелік інших виробничих приміщень, у яких повинні вимагатись оптимальні норми мікроклімату, визначається галузевими документами, погодженими із органами санітарного нагляду у встановленому порядку.

Мікрокліматичні умови виробничого середовища залежать від таких факторів: особливостей технологічного процесу, видів обладнання, клімату, сезону або періоду року, числа працівників, опалення та вентиляції, розмірів і стану виробничого приміщення (теплоізоляція та ін.) та інших.

До основних показників мікроклімату повітря робочої зони відносяться:

- температура;
- відносна вологість;
- швидкість руху повітря.

На параметри мікроклімату та стан людського організму також впливає інтенсивність теплового випромінювання різних нагрітих поверхонь, температура яких перевищує температуру у виробничому приміщенні.

Теплове (інфрачервоне) випромінювання – це невидиме електромагнітне випромінювання нагрітих тіл, що виникає за рахунок їх внутрішньої енергії. Характер цього впливу на організм людини значною мірою визначається довжиною хвилі. Короткохвильове інфрачервоне випромінювання здатне проникати у тканини тіла на 2-3 см, у той час як довгохвильове практично повністю поглинається епідермісом шкіри.

Вологість повітря у виробничому приміщенні оцінюється відносною вологістю, тобто відношенням абсолютної вологості до максимальної і вимірюється у відсотках.

Рухливість повітря (одиниця виміру – м/с) створюється в результаті різниці температур в суміжних ділянках приміщення, проникнення в приміщення холодних потоків повітря ззовні, при роботі вентиляційних систем тощо. Підвищені швидкості руху повітря відзначаються при роботі спеціальних установок повітряного кондиціонування, обдування та інших, однак підвищена швидкість руху повітря перешкоджає нормальному перебігу технологічного процесу.

Мікроклімат, особливо температура повітря і теплове випромінювання, може змінюватися протягом робочої зміни, бути різним на окремих ділянках одного й того ж цеху. Порушення теплового стану організму, перегрівання, викликане впливом комплексу несприятливих показників мікроклімату (температура, швидкість руху повітря, вологість, теплове випромінювання) при обмеженні або повному виключенні окремих механізмів і шляхів тепловіддачі, отримало назву тепловий стрес. Вплив низьких температур, роботи в умовах охолоджуючого мікроклімату можуть також призвести до порушення теплового стану організму людини. Властивість організму людини підтримувати тепловий баланс із навколишнім середовищем називаються терморегуляцією.

Нормальне протікання фізіологічних процесів, добре самопочуття можливе лише тоді, коли тепло, що виділяється організмом людини, постійно відводиться у навколишнє середовище. Теплообмін організму людини з навколишнім середовищем здійснюється такими способами: конвекція, кондукція, випромінювання та випаровування вологи з поверхні шкіри [8].

Виміри показників мікроклімату повинні проводитись на початку, в середині і в кінці холодного і теплого періодів року, не менше трьох разів за робочу зміну. При коливаннях показників мікроклімату, пов'язаних з технологічними процесами та іншими причинами, виміри необхідно проводити також при найменших і найбільших значеннях термічних навантажень на працюючих, що мають місце

протягом робочої зміни. Вимірювання параметрів мікроклімату на робочих місцях проводяться на висоті 1,0 м (для сидячих робіт) і 1,5 м (для стоячих робіт) від підлоги, або робочого майданчика.

Нормалізація несприятливих мікрокліматичних умов здійснюється за допомогою комплексу заходів та способів, які включають: будівельно-планувальні, організаційно-технологічні, санітарно-технічні та ін. заходи колективного захисту. Для профілактики перегрівань та переохолоджень робітників використовуються засоби індивідуального захисту. Відповідні параметри мікроклімату на робочих місцях повинні бути досягненні, в першу чергу, за рахунок раціонального планування виробничих приміщень і оптимального розміщення в них устаткування з тепло-, холодо- та вологовиділеннями.

4.1.2 Вплив шуму на організм людини та розробка заходів щодо зниженню рівня шуму в цеху

Виробничий шум – це сукупність різних за силою і частотою звуків, що виникають у повітряному середовищі і безпосередньо впливають на працездатність [5].

Шум несприятливо впливає на людину. У працівників, які мають справу з обладнанням та механізмами, що вистапають джерелом шуму, виникають стійкі порушення слуху, що нерідко призводить до професійних захворювань (глухуватості і глухоти). Проте тривалий шум впливає не лише на слух. Він робить людину нервовою, погіршує її самопочуття, знижує працездатність та швидкість руху, сповільнює розумовий процес. Усе це може спричинити аварію на виробництві.

Шум впливає на систему травлення і кровообігу, серцево-судинну систему. У разі постійного шумового фону до 70 дБ виникає порушення ендокринної та нервової систем, до 90 дБ – порушує слух, до 120 дБ – призводить до фізичного болю, який може бути нестерпним. Шум не лише погіршує самопочуття людини, а й знижує продуктивність праці на 10-15 %. У зв'язку з цим боротьба з ним має не лише санітарно-гігієнічне, а й суттєве техніко-економічне значення.

Найефективніший засіб боротьби із шумом – зниження його в джерелі створення. Зниження шуму можна досягти шляхом заміни металу, якщо це можливо, іншими матеріалами: пресованим текстолітом, капроном та різними пластмасами. Боротьба із шумом тертя в джерелі його створення здійснюється в основному за допомогою змащувальних матеріалів. Своєчасне змащування не тільки забезпечує безшумну роботу устаткування, а й зменшує зношування деталей, підвищує їх довговічність.

Важливе профілактичне значення мають організаційно-технічні заходи, такі як своєчасний ремонт, догляд та відповідне зберігання ручного механізованого інструмента. В тих випадках, коли зниження шуму в джерелі його створення не досягло потрібних результатів, слід застосовувати засоби зменшення шуму на шляху його поширення. Для цього рекомендується використовувати місцеву та загальну звукоізоляцію, шумовловлюючі екрани, поглинаючі фільтри, глушители шуму [3]. Загальна звукоізоляція досягається створенням загорож (стін, стель) із звукопоглинаючих матеріалів. Місцева звукоізоляція здійснюється у вигляді боксів, де розміщують окремі одиниці обладнання чи усю технологічну лінію.

Одним з важливих профілактичних засобів попередження стомлення при дії шуму є чергування періодів роботи і відпочинку працівників. Відпочинок знижує негативний вплив шуму на працездатність лише в тому випадку, якщо його тривалість та кількість відповідають умовам, в яких відбувається найефективніше відновлення нервових центрів. Важливе значення для осіб, зайнятих на роботах із шумом, має короткочасний відпочинок під час роботи, а також організоване дозвілля поза робочим часом.

Захист від високочастотного шуму забезпечують засоби індивідуального захисту (навушники, заглушки для вух та ін.). Працівники, які направляються у цехи з високим шумом, повинні обов'язково проходити медичні огляди, а під час праці для профілактики профзахворювань – профілактичні медичні огляди не менш одного разу на рік. Такі огляди допомагають своєчасно виявити зміни у стані здоров'я і запобігти профзахворюванню.

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

4.2.1 Оцінка стійкості функціонування харчових підприємства у надзвичайних ситуаціях

Під стійкістю будь-якого об'єкту економіки, зокрема і підприємств харчової промисловості, розуміють здатність його залишатися працездатним у випадку нештатних обставин, тобто можливість функціонувати і виробляти встановлені види продукції у встановленому асортименті і обсягах, які передбачені при настанні надзвичайної ситуації [1].

Розрізняють такі поняття:

- стійкість об'єкту – здатність усього його комплексу, а саме будівель, обладнання, комунікацій, транспорту, складів протистояти руйнівним діям вражаючих факторів;
- стійкість функціонування об'єкту – це здатність випускати ним продукцію у запланованому обсязі і номенклатурі в умовах надзвичайної ситуації, а у випадку слабких або середніх руйнувань, частковому порушенні виробничих зв'язків відновлювати виробництво у можливо мінімальні терміни.

Підприємства харчової промисловості, як і інші промислові об'єкти незалежно від їх призначення володіють рядом загальних рис, серед яких наступні:

- будівлі та споруди основного і допоміжного виробництва, складські приміщення, адміністративно-господарські будівлі;
- технологічне обладнання;
- елементи водо-, тепло-, електро-, газопостачання, каналізація;
- будівлі між собою зв'язані мережею внутрішнього транспорту, комунікаціями енергоносіїв.

Стійкість функціонування підприємства харчової промисловості визначається такими умовами:

- можливістю захисту працівників та службовців від усіх вражаючих факторів, в тому числі і вторинних;
- здатністю елементів підприємства (його будівель, комунікацій, обладнання) протистояти будь-яким вражаючим факторам;
- надійністю системи постачання промислового об'єкту усім необхідним для виробничої діяльності (сировиною, пально-мастильними матеріалами, тарою та ін.);
- надійністю системи оповіщення, зв'язку, управління;
- можливістю відновлювати виробництво після руйнівного впливу вражаючих факторів.

Дослідження стійкості функціонування будь-якого промислового об'єкту починається на стадії проєктування, технічних, екологічних, економічних та інших експертиз [1]. Планування реконструкції або розширення об'єкту (елементів об'єкту) також передбачає нове дослідження стійкості. Тобто оцінка стійкості – це не одноразова дія, а динамічний тривалий процес, який вимагає постійного контролю і уваги з боку керівництва, головних спеціалістів, служб цивільного захисту.

Для оцінки стійкості функціонування підприємства харчової промисловості начальником цивільного захисту, штабом цивільного захисту і головними спеціалістами проводяться спеціальні дослідження. При цьому також залучаються виконавці від підприємства, робітники галузевих проєктно-технологічних і науково-дослідних установ.

Робота проводиться в чотири етапи:

1. Підготовчий.
2. Оцінка стійкості об'єкту.
3. Розробка заходів щодо підвищення стійкості функціонування підприємства і його елементів.
4. Оформлення документації за результатами дослідження.

На першому етапі дослідження розробляються необхідні документи:

- наказ начальника цивільного захисту підприємства на проведення дослідження:
- календарний план підготовки і проведення дослідження, де зазначаються виконавці, терміни виконання робіт, керівники і склад груп, що будуть займатися вирішенням специфічних завдань;
- завдання групам на проведення дослідження відповідно до конкретних питань.

Другий етап дослідження (власне оцінка стійкості) починається із вивчення району розташування об'єкту (місто, характер місцевості), дослідження його планування, комунікацій.

При цьому проводиться аналіз уразливості елементів, а також підприємства в цілому в умовах надзвичайних ситуацій, визначаються інженерно-технічні заходи, виконання яких дозволить забезпечити підвищення стійкості промислового об'єкту.

На даному етапі проводиться аналіз:

- наслідків аварій окремих систем виробництва;
- розповсюдження ударної вибухової хвилі по території об'єкту, ймовірні наслідки;
- розповсюдження вогню при різних видах пожежі;
- надійність комунікацій і промислових комплексів;
- розповсюдження хмари зараженого повітря при викиді шкідливих речовин;
- можливості утворення токсичних і пожежонебезпечних сумішей.

Оцінка стійкості елементів підприємства до впливу ударної повітряної хвилі

Критерієм стійкості об'єкта до дії ударної хвилі є максимальне значення надлишкового тиску, під час дії якого будівлі, споруди та обладнання об'єкта ще зберігаються або отримують слабкі чи середні руйнування [16]. Ці значення надлишкового тиску прийнято вважати граничним рівнем стійкості об'єкта щодо

ударної хвилі. Стійкість об'єкта визначають стійкістю кожного елемента виробництва окремо (цеху, ділянки, лінії).

Оцінка стійкості об'єкта до дії ударної хвилі зводиться до знаходження граничного рівня стійкості та здійснюється у наступній послідовності:

- виділяють основні елементи об'єкта, від функціонування яких залежить випуск продукції чи функціонування об'єкта. Такими основними елементами, як правило, є будівлі цехів чи складів, енергетичне обладнання, опалення, системи водопостачання, каналізація, вентиляція та ін.;
- вказують детальні характеристики кожного елемента;
- визначають ступінь можливих руйнувань елементів об'єкта залежно від надлишкового тиску за допомогою спеціальних таблиць. Для кожного елемента об'єкта знаходять ті значення надлишкового тиску, які можуть привести до слабких, середніх, сильних і повних руйнувань;
- визначають граничний рівень стійкості до дії ударної хвилі кожного елемента об'єкта, при якому той одержує не більш як середні руйнування.
- визначають граничний рівень стійкості всього об'єкта до дії ударної хвилі за мінімальним значенням граничного рівня стійкості тих елементів, що входять до складу об'єкта;
- проводять аналіз результатів оцінки і роблять висновки про стійкість об'єкта до ударної хвилі, при цьому вказують мінімальне значення надлишкового тиску, яке виводить об'єкт з ладу. Визначають найбільш вразливі місця та елементи і пропонують конкретні заходи щодо підвищення стійкості об'єкта до ударної хвилі.

Оцінка стійкості роботи об'єкта до дії світлового опромінювання

Критерієм стійкості об'єкта до дії світлового опромінювання є значення того мінімального імпульсу світлового опромінення, при якому може виникнути займання матеріалів чи споруд, в результаті чого на об'єкті виникають пожежі. Величину світлового імпульсу, який викликає займання, визначає за допомогою спеціальних таблиць. Значення світлового імпульсу, що викликає займання і

початок пожеж на об'єкті, є граничним рівнем стійкості до світлового опромінювання.

Якщо об'єкт складається з групи будівель і споруд, то визначають можливу пожежну обстановку в цій групі будівель, враховуючи щільність забудови.

У висновках про стійкість об'єкта до дії світлового опромінення вказують граничний рівень стійкості об'єкта, найбільш небезпечні в пожежному відношенні ділянки, можливий пожежний стан на об'єкті, граничний рівень доцільного підвищення стійкості до світлового опромінення, необхідні протипожежні та інженерно-технічні заходи.

Визначення можливостей роботи підприємства в умовах радіоактивного, хімічного та бактеріологічного забруднення

Критерієм стійкості роботи об'єкта до дії радіоактивного забруднення є допустима доза опромінення, яку можуть отримати робітники й службовці зміни, що працює, за час роботи при дотриманні встановленого режиму захисту [19, 20]. У розрахунках виходять з того, що при радіоактивному забрудненні робітники й службовці знаходяться на робочих місцях у продовж усієї робочої зміни (у воєнний час 10-12 годин), а потім перебувають в захисних спорудах.

Вихідними даними для оцінки є:

- характеристика виробничих приміщень, здатність їх послаблювати опромінювання;
- характеристика захисних споруд;
- встановлена доза опромінення;
- тривалість роботи зміни.

На основі вихідних даних розраховують максимальний рівень радіації (на першу годину після аварії на АЕС чи після ядерного вибуху), за якого працююча протягом вказаних годин зміна не одержить дозу опромінення, більшу встановленої на першу добу. Оцінюють також ступінь герметизації виробничих приміщень, можливість її покращення, щоб зменшити проникнення до приміщення радіоактивного пилу. Одержані результати аналізують, роблять висновки й

окреслюють заходи, які дозволяють забезпечити стійку роботу об'єкта в умовах хімічного та бактеріологічного забруднення.

Оцінка стійкості підприємства до дії вторинних вражаючих факторів

Вторинними вражаючими факторами є пожежі, вибухи, затоплення, забруднення атмосфери та місцевості та ін. Втрати від вторинних вражаючих факторів у ряді випадків можуть значно перебільшувати втрати, які одержує підприємство в результаті дії первинних факторів.

Джерела вторинних вражаючих факторів на об'єкті та в небезпечному віддаленні від нього повинні виявлятися заздалегідь з метою завчасного прийняття заходів, що направлені на виключення чи зменшення вражаючої дії.

Оцінка стійкості об'єктів до дії вторинних вражаючих факторів проводиться в такій послідовності:

- виявляють всі можливі джерела вражаючих факторів, як внутрішні, так і зовнішні;
- визначають найкоротшу відстань від об'єкта до кожного джерела вторинного ураження (на місцевості або на мапі чи плані);
- визначають характер вражаючої дії вторинного фактора (пожежа, затоплення, загазованість та ін.);
- встановлюють чи вираховують час від моменту появи до моменту початку дії на об'єкт вторинного вражаючого фактора;
- визначають тривалість дії вражаючого фактора й можливі розміри втрат.

Одержані результати аналізують і роблять конкретні висновки для розробки організаційних, інженерно-технічних та технологічних заходів щодо виключення або обмеження дії на роботу об'єкта вторинних вражаючих факторів.

Аналіз надійності систем керування, постачання і виробничих зв'язків

Аналіз надійності систем керування підприємством проводять в такій послідовності:

- аналізують стан пунктів керування на об'єкті. Вони повинні бути стійкими до дії всіх вражаючих факторів, через це основний пункт

керування розміщують у сховищі, запасний – у протирадіаційному укритті в замиській зоні;

- аналізують стан засобів зв'язку з місцевими керівними органами, а також з виробничими підрозділами і формуваннями цивільного захисту. У висновках і пропозиціях з підвищення стійкості систем керівництва пропонують введення в дію таких засобів, як дублювання каналів зв'язку, перехід на зв'язок по кабельних підземних лініях та ін.;
- аналізують склад груп керівництва об'єктом, забезпеченість їх необхідною керуючою документацією, порядок виводу оперативної (запасної) групи на запасний пункт керівництва в замиській зоні;
- вивчають системи сповіщення посадових осіб і всього виробничого персоналу та збір їх у мінімальний термін.

Поряд з аналізом стійкості керування проводять дослідження стійкості матеріально-технічного забезпечення і виробничих зв'язків за допомогою вивчення і аналізу системи матеріально-технічного забезпечення, шляхів підвозу, розміщення баз і складів, наявності закільцьованих систем підвозу матеріально-технічних засобів або можливості постачання від двох чи декількох джерел.

У висновках пропонують заходи щодо покращення системи матеріально-технічного забезпечення та виробничих зв'язків (здійснення раціонального розміщення запасів матеріально-технічних засобів, проведення маневру ними в разі необхідності, створення запасів і розміщення їх у замиській зоні тощо).

ВИСНОВКИ

1. Ізоелектричне осадження є ефективним методом розділення білків маслянки на основні фракції – казеїни та сироваткові білки. Однак утворений при дії хлоридної кислоти осад має кремоподібну консистенцію. Відокремлення сироватки від таких згустків супроводжується втратою частини казеїну, зменшенням його виходу.
2. Електрофоретичний аналіз показав, що фракційний склад казеїнів маслянки має певні відмінності порівняно з казеїном знежиреного молока. Зокрема, вміст к-казеїну у маслянці є значно меншим, що пояснюється його здатністю до агрегації з білками мембран жирових кульок. Зменшення кількості основних фракцій сироватки, отриманої з маслянки, пов'язане із тим, що високотемпературна обробка вершків сприяє утворенню комплексів між казеїнами та денатурованими сироватковими білками, що призводить до часткового переходу останніх в осад під час ізоелектричного осадження.
3. Зниження рН молочної системи внаслідок додавання соків може ініціювати або прискорювати кислотну коагуляцію казеїнів, що проявляється зміною структури білкової фази, підвищенням в'язкості або утворенням згустку. Інтенсивність цього процесу залежить від виду соку, а відповідно, його кислотності та кількості, внесеної до продукту. Для запобігання надмірній коагуляції білків доцільно контролювати дозування фруктових соків та порядок їх введення. Рекомендованим є внесення соків після попередньої термічної обробки молочної основи або за умов постійного перемішування, що сприяє рівномірному розподілу кислот та стабілізації білкової системи. У разі потреби технологія може передбачати використання стабілізаторів або регулювання буферної ємності середовища.
4. При виконанні проектно-технологічної частини роботи здійснено розрахунки та визначено масу продуктів запроєктованого асортименту, що отримують із 86 т незбираного молока з м.ч.ж. 4%. Передбачено перероблення вторинної сировини – маслянки на напої. Описано технологію виготовлення масла вершкового та напоїв з маслянки. Проведено розрахунки, необхідні для здійснення вибору обладнання, та визначення площі основних і допоміжних приміщень.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. *Безпека життєдіяльності : підручник* / О. І. Запорожець, Б. Д. Халмурадов, В. І. Применко та ін. К. : Центр учбової літератури, 2013. 448 с.
2. Власенко І. Г., Семко Т. В., Іваніщева О. А. Технологія кисломолочного напою з вторинної молочної сировини. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету ім. Д. Моторного*. 2023. Вип. 12, том 2. С. 215–228.
3. Войналович О.В., Марчишина Є.І. *Охорона праці в галузі (харчові технології)*. Підручник. К: ЦУЛ, 2018. 582 с.
4. Гачак Ю.Р., Михайлицька О.Р., Гутий Б.В., Ваврисевич Я.С. Нові види солодких кисломолочних напоїв з маслянки із фітосиропами «Горіховий» та «Миндальний». *Colloquium-journal*. 2021. Т. 103, № 16. С. 23-25.
5. Голінько В.І. *Основи охорони праці*. Підручник. М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. 2-ге вид. Д: НГУ, 2014. 217 с.
6. Грек О.В., Красуля О.О. *Молокопереробка. Інновації: підруч.* К.: НУХТ, 2017. 390 с.
7. Грек О. В., Онопрійчук О. О. *Наукові основи безвідходних технологій відновлюваної сировини*: Підруч. К.: НУХТ, 2020. 323 с.
8. Грибан В.Г., Негодченко О.В. *Охорона праці. Навчальний посібник*. К. : Центр учбової літератури, 2009. 280 с.
9. ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови». [Чинний від 2019-10-01] Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2018. 11. с.
10. ДСТУ 4399:2005 «Масло вершкове. Технічні умови». [Чинний від 2005-04-28]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 12. с.
11. Єресько Г. О., Шинкарик М. М., Ворощук В. Я. *Технологічне обладнання молочних виробництв*. Київ : Фірма «ІНКООС», Центр навчальної літератури, 2007. 344 с.
12. Крупа О. *Технології молока і молочних продуктів : підручник*. Тернопіль: Підручники і посібники, 2024. 777 с.

13. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи для здобуття освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 181 «Харчові технології» усіх форм здобуття освіти / Крупа О.П., Кухтин М.Д. – Тернопіль: ТНТУ, 2024. – 73 с.
14. Савченко О.А., Грек О.В., Красуля О.О. *Сучасні технології молочних продуктів: Підручник*. К.: ЦП «Компринт», 2018. 218 с.
15. Скарбовійчук О. М., Кочубей-Литвиненко О. В., Чернюшок О. А., Федоров В. Г. *Хімічний склад і фізичні характеристики молочних продуктів: довідник*. К.: НУХТ. 2012. С. 311.
16. Стручок В.С. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / В.С.Стручок. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. – 156 с.
17. *Технологічні розрахунки у молочній промисловості* / Поліщук Г.Є., Грек О.В., Скорченко Т.А. та ін.: Навч. посіб. К.: НУХТ, 2013. 343 с.
18. *Технологія молочних продуктів: Підруч.* / Г. Є. Поліщук, О. В. Грек, Т. А. Скорченко та ін. К.: НУХТ, 2013. – 502 с.
19. *Техноекологія та цивільна безпека. Частина «Цивільна безпека». Навчальний посібник* / В.С. Стручок. Тернопіль: ТНТУ ім. І.Пулюя, 2022. 150 с.
20. *Цивільний захист на підприємствах харчової промисловості : Навч. посіб.* / За заг. ред. Б. Д. Халурадова. К.: Центр учбової літератури, 2015. 192 с
21. Цісарик О. Й., Михайлицька О. Р., Сливка Н. Б., Турчин І. М. *Технологія молочних продуктів з вторинної сировини*. Львів : Ліга-Прес, 2014. – 350 с.
22. Цісарик О. Й., Білик, О. Я., Мусій Л. Я., Сливка І. М. *Хімія і фізика молока: навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.]*. Львів, 2019. 200 с.
23. Чагаровський О. П., Ткаченко Н. А., Лисогор Т. А. *Хімія молочної сировини: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів*. Одеса : «Сімекс-прінт», 2013. – 268 с.
24. Юкало В. Г. *Біологічна активність протеїнів і пептидів молока : монографія*. Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 372с.

25. Barukčić I., Černelić S., Božanić R. Valorisation of buttermilk for functional protein ingredients. *Foods*. 2019. Vol. 8, № 11. P. 563.
26. Barukčić I., Lisak Jakopović K., Božanić R. Valorisation of Whey and Buttermilk for Production of Functional Beverages – An Overview of Current Possibilities. *Food Technology & Biotechnology*. 2019. Vol. 57, №.4. P. 448–460.
27. Bhandari B., Roos, Y. H. Food materials science and engineering: An overview. In B. Bhandari, Y. H. Roos (Eds.) *Food Materials Science and Engineering*. Blackwell Publishing Ltd., 2012. P. 1–25.
28. Chaudhari N., Balakrishnan S., Patel A.M. Buttermilk: An Unrevealed Nutraceutical. *International Journal of Fermented Food*. 2018. Vol. 7, № 2. P. 113-117.
29. Gille D. The Healt Aspects of Buttermilk components. A Review. *ALP science*. 2011. № 540. P. 4-22.
30. Conway V., Gauthier S.F., Pouliot Y. Antioxidant activities of buttermilk proteins, whey proteins, and their enzymatic hydrolysates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2012. Vol. 61, №2. P. 364-372.
31. Corredig, M., and D. G. Dalgleish. 1997. Isolates from industrial buttermilk: Emulsifying properties of materials derived from the milk fat globule membrane. *J. Agric. Food Chem*. Vol. 45. P. 4595–4600. Вірно
32. Corredig M., Roesch R. R., Dalgleish D.G. Production of a Novel Ingredient from Buttermilk. *Journal of Dairy Science*. 2003. Vol. 86. P. 2744-2750. – вірно
33. Goudedranche H., Fauquant J., Maubois J.L. Fractionation of globular milk fat by membrane microfiltration. *Lait*. 2000. Vol. 80, №1. P. 93-98.
34. Goulding D. A., Fox P. F., O'Mahony J. A. Milk protein: An overview. *Milk protein. From expression to food* / Eds. M. Boland, H. Singh. 3rh edn. London, United Kingdom : Academic Press, 2020. P. 21–98.
35. El-Loly M.M. Composition, Properties and Nutritional Aspects of Milk Fat Globule Membrane – a Review. *Polish Journal of Food Nutrition Sciences*. 2011. Vol. 61, №. 1. P. 7-32.

36. Fox P. F., Uniacke-Lowe T., McSweeney P. L. H., O'Mahony J. A. Dairy Chemistry and Biochemistry (Second Edition). New York : Springer, 2015. 585 p.
37. Havea P., Singh H., Creamer L. W. Characterization of heat-induced aggregates of β -lactoglobulin, α -lactalbumin and bovine serum albumin in a whey protein *Journal of Dairy Research*. 2001. Vol. 68. P. 483-497.
38. Hokkanen S.P., Pahkala K., Partanen R., et al. Partitioning of the milk fat globule membrane between buttermilk and butter serum is determined by the thermal behaviour of the fat globules. *International Dairy Journal*. 2021. 112: 104863. –
вiрно
39. McSweeney P. L. H., Fox P. F. (eds). *Advanced Dairy Chemistry: Volume 1A: Proteins: Basic Aspects*, 4th edn. New York : Springer Science+Business Media, 2013. 548 p.
40. McSweeney P. L. H., O'Mahony J. A. (eds.) *Advanced Dairy Chemistry – Volume 1B: Proteins: Applied Aspects*, 4th edn. New York: Springer, 2016. P. 498.
41. Milk proteins: chemistry, functionality and diverse industrial applications / G.A. Nayik et al. *Cogent Food & Agriculture*. 2024. Vol. 10, № 1. 2377686.
42. Moughan P. J. Milk protein: A rich source of bioactives for developing functional foods. *Milk protein. From expression to food* / Eds. M. Boland, H. Singh. 3rd edn. London, United Kingdom : Academic Press, 2020. P.633–649.
43. Phan T.T.Q., Le T.T., Van der Meeren P., Dewettinck K. Comparison of emulsifying properties of milk fat globule membrane materials isolated from different dairy by-products. *Journal of Dairy Science*. 2014. Vol. 97, №8. P. 4799-4810.
44. Qualitative and quantitative profiling of the bovine milk fat globule membrane proteome / M. Affolter et al. *Journal of Proteomics*. 2010. Vol. 73. P. 1079–1088.
45. Ye A. Functional properties of milk protein concentrates: Emulsifying properties, adsorption and stability of emulsions. *International Dairy Journal*. 2011 Vol. 21. P 14–20.

46. Sharma N., Sharma R., Rajpud Y. S., Mann B., Singh R., Gandhi K. Separation methods for milk proteins on polyacrylamide gel electrophoresis: Critical analysis and options for better resolution. *International Dairy Journal*. 2021. Vol. 114. 104920.
47. Singh H. Aspects of milk-protein-stabilised emulsions. *Food Hydrocoll.* 2011. Vol. 25. P. 1938–1944.
48. Slow and fast dietary proteins differently modulate postprandial protein accretion / Y. Boirie et al. Proceedings of the National Academy of Sciences. 1997. Vol. 99, № 26. P. 14930-14935.
49. Sodini I., Morin P., Olabi A., Jiménez-Flores R. Compositional and Functional Properties of Buttermilk: A Comparison Between Sweet, Sour, and Whey Buttermilk. *Journal of Dairy Science*. 2006. Vol. 89. P. 525–536.
50. Structure, Biological Functions, Separation, Properties, and Potential Applications of Milk Fat Globule Membrane (MFGM): A Review / C. Nie et al. *Nutrients*. 2024. 16 (5), 587.
51. Svanborg S., Johansen A.-G., Abrahamsen R. K., Skeie S. B. The composition and functional properties of whey protein concentrates produced from buttermilk are comparable with those of whey protein concentrates produced from skimmed milk. *Journal of Dairy Science*. 2015. Vol. 98. P. 5829–5840.
52. Valorization of Sour Buttermilk (A Potential Waste Stream): Conversion to Powder Employing Reverse Osmosis and Spray Drying / S. Manik et al. *Membranes*. 2023. Vol. 13, №9. 799.
53. Vanderghem C., Bodson P., Danthine S., Paquot M., Deroanne C., Blecker Ch. Milk fat globule membrane and buttermilks: from composition to valorization. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*. 2010. Vol. 14, № 3. P. 485-500.
54. VilgisT. A. Soft matter food physics—the physics of food and cooking. Reports on Progress in Physics. 2015. Vol. 78, № 12. 124602
55. Wong P.Y.Y., Kitts D.D. Chemistry of buttermilk solid antioxidant activity. *Journal of Dairy Science*. 2003. Vol. 86. P. 1541–1547.

56. Yukalo V. G., Storozh L. A., Datsyshyn K. Ye., Krupa O. M. Electrophoretic systems for the preparative fractionation of proteins recursors of bioactive peptides from cow milk. *Food science and technology*. 2018. Vol. 12, № 2. P. 26–32.
57. Yukalo V., Datsyshyn K., Storozh L. Electrophoretic system for express analysis of whey protein fractions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. 2/11 (98). P. 37–44.
58. Zhao L., Feng R., Mao X. Addition of buttermilk powder improved the rheological and storage properties of low-fat yogurt. *Food Science and Nutrition*. 2020. Vol. 8, № 9. P. 3061–3069.

ДОДАТКИ

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

Л. А. Сторож, канд.техн. наук, доцент; Л. В. Клим, студентка

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МАСЛЯНКА ЯК ВАЖЛИВЕ ДЖЕРЕЛО НУТРИЦЕВТИКІВ

L. A. Storozh, Ph.D., Assoc. Prof.; L. V. Klym, student

BUTTERMILK AS AN IMPORTANT SOURCE OF NUTRACEUTICALS

Молочна промисловість є однією з провідних галузей харчової індустрії України, що забезпечує населення повноцінними продуктами харчування. Разом із тим у процесі переробки молока утворюється значна кількість вторинної молочної сировини, до якої належать молочна сироватка, знежирене молоко та маслянка. Традиційно ці продукти вважалися побічними, а їх неповне використання створювало проблеми утилізації та екологічного навантаження. Щодо маслянки, то сучасні дослідження засвідчують її високу біологічну цінність завдяки вмісту білків, лактози, мінералів та особливо фосфоліпідів молочних жирових глобул, що мають виражені функціональні й нутрицевтичні властивості (табл.1).

Таблиця 1 – Основні компоненти маслянки та їх функціональні властивості [1-3]

Компонент	Характеристика	Функціональне значення
Білки (казеїн, білки молочної сироватки)	Повноцінні, легко засвоювані, містять незамінні амінокислоти	Основа для білкових концентратів і спортивного харчування
Лактоза	Основний вуглевод маслянки	Субстрат для пробіотиків, сировина для біотехнологій
Фосфоліпіди (фосфатидилхолін, сфінгомелін)	Компоненти мембран жирових кульок	Антиканцерогенні та нейропротекторні властивості, емульгуюча здатність у харчових емульсіях
Мінеральні речовини (Ca, P, Mg, K)	Добре збалансовані макро- і мікроелементи	Підтримка кісткової тканини, поліпшення функціональних властивостей тіста
Біоактивні пептиди	Продукти часткового гідролізу білків	Антиоксидантна, імуномодуюча та антигіпертензивна дія

Отже, маслянка є перспективним джерелом нутрицевтиків завдяки збалансованому хімічному складу та вираженим функціональним властивостям. Її використання в технології харчових продуктів дозволить одночасно підвищувати їхню біологічну цінність, покращувати якість і забезпечувати сталий розвиток молочної галузі завдяки раціональному використанню вторинних ресурсів.

Література

1. Sodini I., Turcot S., Jiménez-Flores R. Compositional and Functional Properties of Buttermilk. *Journal of Dairy Science*. 2006. Vol. 89, №2. P. 525–536.
2. Chaudhari N., Balakrishnan S., Patel A.M. Buttermilk: An Unrevealed Nutraceutical. *International Journal of Fermented Foods*. 2018. Vol. 7, № 2. P. 113–117.
3. Barukčić I., Jakopović K.L., Božanić R. Valorisation of Whey and Buttermilk for Production of Functional Beverages – An Overview of Current Possibilities. *Food Technology and. Biotechnology*. 2019. Vol. 57, № 4. P. 448–460.



СЕРТИФІКАТ

учасника

VIII Міжнародної науково-технічної конференції

«Стан і перспективи
харчової науки та промисловості»

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

(12 годин – 0,4 кредити ECTS)

Клим Л.В.

проф. Павло МАРУЩАК

Заступник Голови програмного комітету,
проректор з наукової роботи ТНТУ

проф. Микола КУХТИН

Голова організаційного комітету,
завідувач кафедри ХБ

СЕРТИФІКАТ № **03348**

ТЕРНОПІЛЬ, УКРАЇНА

25 – 26 вересня
2025 року

Додаток Б

Позначення технологічних потоків

Позначення	Назва технологічного потоку
T91-1	Молоко-сировина
T91-2	Молоко-сировина очищена, охолоджена
T92-1	Молоко нагріте до температури сепарування
T92-2	Нежирне молоко
T92-3	Нежирне молоко охолоджене
T92-4	Вершки 35 %
T92-5	Вершки 35 % охолоджені
T93-1	Вершки після пастеризації, нагріті до температури дезодорації
T93-2	Вершки дезодоровані
T93-3	Вершки нагріті до температури сепарування
T93-4	Маслянка
T93-5	ВЖВ 81,8 %
T93-6	ВЖВ 77 %
T93-7	Нормалізовані ВЖВ для масла екстра
T93-8	Нормалізовані ВЖВ для масла пектинового
T93-9	Нормалізовані ВЖВ для масла імунне
T93-10	Масло екстра
T93-11	Масло пектинове
T93-12	Масло імунне
T93-13	Масло екстра розфасоване у ящики по 20 кг
T93-14	Масло пектинове розфасоване у коробочки по 200 г
T93-15	Масло імунне розфасоване у коробочки по 200 г
T93-16	Масло екстра після термостатування
T93-17	Масло пектинове після термостатування
T93-18	Масло імунне після термостатування

T93-19	Масло екстра перефасоване у брикети по 200 г
T93-20	Пектин
T93-21	Інулін
T93-22	Пектин зважений
T93-23	Інулін зважений
T93-24	Пектин просіяний
T93-25	Інулін просіяний
T93-26	Пектин підготовлений з масляною
T93-27	Інулін підготовлений з масляною
T94-1	Маслянка охолоджена
T94-2	Маслянка пастеризована
T94-3	Маслянка охолоджена для напою кавового
T94-4	Напій з маслянки кавовий
T94-5	Напій з маслянки кавовий фасований
T94-6	Маслянка охолоджена до температури заквашування напою «Десертний»
T94-7	Закваска для напою «Десертний»
T94-8	Напій з маслянки «Десертний»
T94-9	Напій з маслянки «Десертний» фасований
T94-10	Рецептурні компоненти для напою кавового
T94-11	Рецептурні компоненти для напою «Десертний»

Додаток В

Специфікація технологічного обладнання

Поз.	Найменування технологічного обладнання	Кіл.
	Приймальне відділення	
1-1	Установка для приймання сировини	1/1
1-2	Резервуар	2
1-3	Насос	2
	Апаратне відділення	
2-1	Урівнювальний бак	1
2-2	Насос відцентровий	2
2-3	Витримувач	1
2-4	Пластинчаста ПОУ	1
2-5	Сепаратор	2
2-6	Пластинчастий охолоджувач (для вершків)	1
2-7	Резервуар для вершків	1
2-8	Насос для вершків	1
2-9	Охолоджувач для нежирного молока	1
2-10	Резервуар для знежиреного молока	1
	Маслоцех	
3-1	Насос для вершків	1
3-2	Трубчастий пастеризатор	1
3-3	Дезодоратор	1
3-4	Напірний бак	1
3-5	Насос для перекачування маслянки	1
3-6	Сепаратор для ВЖВ	3
3-7	Нормалізаційні ванни	4
3-8	Насос для перекачування ВЖВ	4
3-9	Маслоутворювач	1

3-10	Фасувальний автомат (у ящики)	1
3-11	Термостатна камера	
3-12	Фасувальний автомат (в брикети)	1
3-13	Фасувальний автомат (у коробочки)	1
3-14	Стіл	1
3-15	Ваги	1
3-16	Просіювач	1
3-17	Ванна тривалої пастеризації	2
	Відділення переробки маслянки	
4-1	Пластинчастий охолоджувач	1
4-2	Резервуар для маслянки	1
4-3	Насос	2
4-4	Урівнювальний бачок	1
4-5	Витримувач	1
4-6	Пластинчаста ПОУ	1
4-7	Резервуар для приготування напою кавового	1
4-8	Резервуар для заквашування напою «Десертний»	1
4-9	Насос для в'язких продуктів	1
4-10	Фасувальне обладнання	1

Додаток Г

Позначення елементів ТХК і МБК

Позначення	Назва елементів ТХК і МБК
V	Об'єм
М	Маса
Б	Вміст білку
Еф	Ефективність очищення
Т	Температура
П	Проба на пастеризацію
К	Кислотність
Вж	Маса ВЖВ
Ор	Органолептичні показники
Кп	Кислотність плазми
Тс	Термостійкість
Тр	Тривалість резервування
Ж	Масова частка жиру
Рд	Редуктазна проба
Г	Густина
Р	Тиск
Тп	Тривалість технологічного процесу
Км	Консистенція масла
Сз	Масова частка СЗМЗ
Ям	Якість маркування
Вл	Вміст води