

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(назва факультету)
Кафедра харчової біотехнології і хімії
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Отримання лактоферину гель-фільтрацією із проектуванням цеху
виробництва масла вершкового

Виконав: студент VI курсу, групи МЛм-61
спеціальності _____

181 «Харчові технології»

(шифр і назва спеціальності)

Левін Д.С.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Юкало В.Г.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Кухтин М.Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Кухтин М.Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Зварич Н.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2025

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

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

Кафедра _____ Кафедра харчової біотехнології і хімії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ХБ

Микола КУХТИН

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«___» _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня _____ магістр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту _____ Левіну Дмитру Сергійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ Отримання лактоферину гелю-фільтрацією із проектуванням цеху
виробництва масла вершкового

Керівник роботи _____ д.б.н., професор Юкало Володимир Глібович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

2. Термін подання студентом завершеної роботи 15.12.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи _____

1) Масло діабетичне

2) Масло збагачене

3) Масло вершкове «Імунне»

4) Молочний напій геродієтичного призначення

5) Молоко знежирене пастеризоване.

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

Анотація. Вступ. Науково-дослідна частина.

Техніко-економічне обґрунтування. Проектно-технологічна частина.

Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях.

Висновки. Перелік посилань.

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

Апаратурно-технологічна схема виробництва з елементами ТХК і МБК.

План підприємства (виробничого цеху) (М1:100).

Графік організації виробничих процесів.

Розріз виробничого цеху

Поперечний розріз виробничого цеху

Аркуші науково-дослідної роботи (2-3 шт)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Науково-дослідна частина			
Техніко-економічне обґрунтування			
Проектно-технологічна частина			
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях			

7. Дата видачі завдання «10» листопада 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

(підпис)

Левін Д.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Юкало В.Г.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота присвячена отриманню препарату лактоферину в нативних умовах з проєктуванням цеху виробництва масла вершкового.

У першому розділі (науково-дослідна частина) представлено аналіз сучасних літературних джерел з питань отримання і використання важливого біоактивного білка молока – лактоферину.

При цьому особлива увага звертається на збереження різних видів біологічної активності лактоферину. Для вирішення цього питання запропоновано використання повторної гель-фільтрації на різних типах сефадексів. Аналіз гомогенності лактоферину на різних етапах очищення проводили аналітичним диск-електрофорезом. Отримані результати можуть бути цінні для подальшого вивчення біологічної дії лактоферину.

Другий розділ містить техніко-економічне обґрунтування впровадження запроектованого асортименту продукції із урахуванням сучасних вимог ринку, нормативних документів і ресурсних можливостей підприємства.

Проектно-технологічна частина кваліфікаційної роботи (розділ 3) присвячена комплексному технологічному проєктуванню. Проведено технологічні розрахунки основних показників продуктів, а саме масла діабетичного, масла збагаченого, масла вершкового «Імунне», молочного напою геродієтичного призначення, молока знежиреного пастеризованого, зроблений підбір обладнання, а також розрахунок площ.

У четвертому розділі розглянуті питання, які стосуються охорони праці та техніки безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: лактоферин, гель – фільтрація, електрофорез.

ABSTRACT

The qualification work is devoted to obtaining a lactoferrin preparation in native conditions with the design of a butter production workshop.

The first section (research part) presents an analysis of modern literary sources on the issues of obtaining and using an important bioactive milk protein - lactoferrin.

At the same time, special attention is paid to the preservation of various types of biological activity of lactoferrin. To solve this issue, the use of repeated gel filtration on different types of Sephadex was proposed. Analysis of the homogeneity of lactoferrin at different stages of purification was carried out by analytical disk electrophoresis. The results obtained may be valuable for further study of the biological action of lactoferrin.

The second section contains a feasibility study for the implementation of the designed product range, taking into account modern market requirements, regulatory documents and resource capabilities of the enterprise.

The design and technological part of the qualification work (section 3) is devoted to complex technological design. Technological calculations of the main indicators of products were carried out, namely diabetic butter, enriched butter, butter "Immune", a milk drink for gerodietic purposes, pasteurized skim milk, equipment selection, as well as area calculation were made.

The fourth section considers issues related to labor protection and safety in emergency situations.

Keywords: lactoferrin, gel - filtration, electrophoresis.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....	9
1.1 Аналітичний огляд літератури.....	9
1.2 Мета, об'єкт, предмет та методи дослідження.....	15
1.2.1 Мета та об'єкт дослідження.....	15
1.2.2 Предмет та методи дослідження.....	16
1.3 Результати досліджень.....	16
2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ.....	25
2.1 Характеристика місця розташування підприємства.....	25
2.2 Характеристика сировинної зони.....	27
2.3 Обґрунтування асортименту молочної продукції.....	29
2.4 Характеристика каналів реалізації продукції.....	31
3 ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	34
3.1 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту.....	34
3.1.1 Таблиця вихідних даних для розрахунку продуктів.....	34
3.1.2 Схема напрямків технологічної переробки сировини.....	35
3.1.3 Сировинно-продуктовий розрахунок.....	35
3.1.4 Зведена таблиця розрахунку продуктів.....	40
3.2 Вибір та обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва молочних продуктів.....	41
3.2.1 Вимоги до сировини, використовуваної для виробництва молочних продуктів.....	41
3.2.2 Опис загальних операцій виробництва молочних продуктів.....	49
3.2.3 Опис технології виробництва молочних продуктів запроєктованого асортименту.....	52
3.2.4 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва молочних продуктів запроєктованого асортименту.....	56
3.3 Забезпечення технологічного процесу виробництва запроєктованого асортименту.....	61
3.3.1 Підбір технологічного обладнання.....	61
3.3.2 Розрахунок площ виробничих та допоміжних приміщень.....	67
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	71
4.1 Охорона праці.....	71
4.1.1 Вплив шуму на умови праці та здоров'я працівників молочних підприємств.....	71
4.1.2 Вплив кольорового середовища на психофізіологічний стан працівників і ефективність праці на молочних.....	73

підприємствах.....	
4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	76
4.2.1 Підготовка та реалізація заходів із знезаражування харчової сировини, напівфабрикатів, обладнання та транспорту від радіоактивного, хімічного і бактеріологічного (біологічного) забруднення.....	76
ВИСНОВКИ.....	79
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	81
ДОДАТКИ.....	86

ВСТУП

Актуальність теми. Раціональне використання біологічно активних компонентів з вторинної молочної сировини залишаються актуальними і в теперішній час. Тому дослідження пов'язані з виділенням нативного лактоферину зі знежиреного молока мають важливе наукове і практичне значення.

Метою дослідження є з'ясувати можливість виділення нативного лактоферину повторною гель-фільтрацією з розділенням піків хроматограм на сектори.

Основні завдання дослідження:

– провести аналітичний огляд вітчизняних і зарубіжних наукових джерел та нормативно-технічної документації з питань технології виробництва молочних продуктів, сучасного стану й тенденцій розвитку молочної галузі, а також вимог до якості та безпечності молочної продукції;

– обґрунтувати вибір асортименту молочної продукції та сировинної зони підприємства з урахуванням технологічних, економічних і ринкових чинників, а також проаналізувати канали реалізації готової продукції;

– розробити та обґрунтувати проєктно-технологічні рішення щодо організації виробництва запроектованого асортименту молочних продуктів, включно з технологічними розрахунками, вибором технологічних процесів, режимів виробництва та відповідного обладнання;

– оцінити умови охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях на молочному підприємстві, зокрема вплив виробничих чинників на персонал і заходи щодо забезпечення санітарно-гігієнічної, техногенної та біологічної безпеки виробництва.

Об'єктом дослідження виступає виділення нативного лактоферину з коров'ячого молока.

Предметом дослідження виступає двостадійна гель-фільтрація лактоферину з розділенням піків хроматограм на сектори.

Методи дослідження. У дослідженні використано методи, пов'язані з виділенням і очищенням лактоферину зі знежиреного молока в нативних умовах. Концентрацію білків визначали спектрофотометричним методом за поглинанням при 280 нм. Фракційний склад білків сироватки молока, а також препаратів лактоферину визначали диск-електрофорезом в поліакриламідному гелі в нативних умовах. Очищення лактоферину здійснювали методом гел'єфільтрації на сефадексах.

Практичне значення результатів. Очищений в нативних умовах лактоферин може бути використаний для подальших досліджень його біологічної активності.

Особистий внесок. Особистий вклад полягає у проведенні аналітичного огляду наукових джерел, систематизації даних, участі у проведенні експериментальних досліджень, аналізі отриманих результатів і формулюванні висновків.

Публікації. Опубліковано статтю у фаховому журналі «Наукові праці НУХТ» №5 за 2025 рік, а також матеріали на XVI міжнародній науково-технічній конференції «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції» (НУХТ, Київ, 25.11.2025 р.).

Структура роботи. Магістерська робота складається з анотації, вступу, чотирьох розділів (науково-дослідна частина, техніко-економічне обґрунтування, проєктно-технологічна частина, а також охорона праці та безпека надзвичайних ситуаціях), висновків і переліку посилань. Загальний обсяг роботи становить сторінок тексту і літературних найменувань, а також додатків.

1 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

1.1 Аналітичний огляд літератури

Лактоферин (Lf), відкритий ще у 1939 році, належить до найважливіших білкових компонентів молока, яким притаманна широка біологічна активність і багатоплановий позитивний вплив на організм людини та інших ссавців. Його відносять до парафармацевтиків – речовин, що мають фармакологічні властивості природного походження. Лактоферин є головним представником групи залізо зв'язувальних протеїнів молока, поряд із трансферином, який присутній у невеликих кількостях і потрапляє до молока з крові.

Синтез лактоферину відбувається у клітинах молочної залози. Його концентрація у коров'ячому молоці коливається в межах 0,02-0,2 г/л, тоді як у молозиві цей показник сягає 2-5 г/л. Для людського молока характерний значно вищий уміст білка - близько 1 г/л у зрілому молоці та близько 7 г/л у молозиві. Зафіксовано, що у корів, хворих на мастит, рівень лактоферину підвищується до 1,2 г/л. Окрім молока, Lf у невеликих кількостях виявлено також у слині, слюзах та секретах слизових оболонок.

Будова та склад лактоферину детально досліджені. Відповідно до шостої редакції номенклатури протеїнів коров'ячого молока, лактоферин є однокланцюговим глікопротеїном, який складається з 689 амінокислотних залишків (у людини – 691), серед яких аспарагінова кислота (36), аспарагін (29), треонін (36), серин (45), глутамінова кислота (40), глутамін (29), пролін (30), гліцин (49), аланін (67), цистеїн (34), валін (46), метіонін (4), ізолейцин (16), лейцин (66), тирозин (21), фенілаланін (27), лізин (54), гістидин (10), триптофан (13), аргінін (37). На основі амінокислотного складу визначено молекулярну масу лактоферину - 76110 Да.

Хімічний склад зумовлює позитивний заряд молекули при нейтральному рН та високу ізоелектричну точку ($pI = 8,81$). Такі властивості сприяють утворенню асоціацій із негативно зарядженими біомолекулами – гепарином, лізоцимом, а

також білками казеїнового комплексу [29].

Первинна структура лактоферину коров'ячого молока відображена на рис. 1.1, тоді як структура людського лактоферину є приблизно на 70 % ідентичною до нього.

1	10	20
Н – Ала – Про – Арг – Ліз – Асп – Вал – Арг – Три – Цис – Тре – Іле – Сер – Гли – Про – Глу – Три – Фен – Ліз – Цис – Арг –		
21	30	40
Арг – Три – Гли – Три – Арг – Мет – Ліз – Ліз – Лей – Глі – Ала – Про – Сер – Іле – Тре – Цис – Вал – Арг – Арг – Ала –		
41	50	60
Фен – Ала – Лей – Глу – Цис – Іле – Арг – Ала – Іле – Ала – Глу – Ліз – Ліз – Ала – Асп – Ала – Вал – Тре – Лей – Асп –		
61	70	80
Глі – Глі – Мет – Вал – Фен – Глу – Ала – Глі – Арг – Асп – Про – Тир – Ліз – Лей – Арг – Про – Вал – Ала – Ала – Глу –		
81	90	100
Іле – Тир – Глі – Тре – Ліз – Глу – Сер – Про – Гли – Тре – Гіс – Тир – Тир – Ала – Вал – Ала – Вал – Вал – Ліз – Ліз –		
101	110	120
Глі – Сер – Асп – Фен – Гли – Лей – Асп – Гли – Лей – Гли – Глі – Арг – Ліз – Сер – Цис – Гіс – Тре – Глі – Лей – Глі –		
121	130	140
Арг – Сер – Ала – Глі – Три – Іле – Іле – Про – Мет – Глі – Іле – Лей – Арг – Про – Тир – Лей – Сер – Три – Тре – Глу –		
141	150	160
Сер – Лей – Глу – Про – Лей – Гли – Глі – Ала – Вал – Ала – Ліз – Фен – Фен – Сер – Ала – Сер – Цис – Вал – Про – Цис –		
161	170	180
Іле – Асп – Арг – Гли – Ала – Тир – Про – Асп – Лей – Цис – Гли – Лей – Цис – Ліз – Глі – Глу – Глі – Глу – Асп – Гли –		
181	190	200
Цис – Ала – Цис – Сер – Сер – Арг – Глу – Про – Тир – Фен – Глі – Тир – Сер – Глі – Ала – Фен – Ліз – Цис – Лей – Гли –		
201	210	220
Асп – Глі – Ала – Глі – Асп – Вал – Ала – Фен – Вал – Ліз – Глу – Тре – Тре – Вал – Фен – Глу – Асп – Лей – Про – Глу –		
221	230	240
Ліз – Ала – Асп – Арг – Асп – Гли – Тир – Глу – Лей – Лей – Цис – Лей – Асп – Асп – Сер – Арг – Ала – Про – Вал – Асп –		
241	250	260
Ала – Фен – Ліз – Глу – Цис – Гіс – Лей – Ала – Гли – Вал – Про – Сер – Гіс – Ала – Вал – Вал – Ала – Арг – Сер – Вал –		
261	270	280
Асп – Глі – Ліз – Глу – Асп – Лей – Іле – Три – Ліз – Лей – Лей – Сер – Ліз – Ала – Гли – Глу – Ліз – Фен – Глі – Ліз –		
281	290	300
Асп – Ліз – Сер – Арг – Сер – Фен – Гли – Лей – Фен – Глі – Сер – Про – Про – Глі – Гли – Арг – Асп – Лей – Лей – Фен –		
301	310	320
Ліз – Асп – Сер – Ала – Лей – Глі – Фен – Лей – Арг – Іле – Про – Сер – Ліз – Вал – Асп – Сер – Ала – Лей – Тир – Лей –		
321	330	340
Глі – Сер – Арг – Тир – Лей – Тре – Тре – Лей – Ліз – Асп – Лей – Арг – Глу – Тре – Ала – Глу – Глу – Вал – Ліз – Ала –		
341	350	360
Арг – Тир – Тре – Арг – Вал – Вал – Три – Цис – Ала – Вал – Глі – Про – Глу – Глу – Гли – Ліз – Ліз – Цис – Гли – Гли –		
361	370	380
Три – Сер – Гли – Гли – Сер – Глі – Гли – Асп – Вал – Тре – Цис – Ала – Тре – Ала – Сер – Тре – Тре – Асп – Асп – Цис –		
381	390	400
Іле – Вал – Лей – Вал – Лей – Ліз – Глі – Глу – Ала – Асп – Ала – Лей – Асп – Лей – Асп – Глі – Глі – Тир – Іле – Тир –		
401	410	420
Тре – Ала – Глі – Ліз – Цис – Глі – Лей – Вал – Про – Вал – Лей – Ала – Глу – Асп – Арг – Ліз – Сер – Сер – Ліз – Гіс –		
421	430	440
Сер – Сер – Лей – Асп – Цис – Вал – Лей – Арг – Про – Тре – Глу – Глі – Тир – Лей – Ала – Вал – Ала – Вал – Вал – Ліз –		
441	450	460
Ліз – Ала – Асп – Глу – Глі – Лей – Тре – Три – Асп – Сер – Лей – Ліз – Асп – Ліз – Ліз – Сер – Цис – Гіс – Тре – Ала –		
461	470	480
Вал – Асп – Арг – Тре – Ала – Глі – Три – Асп – Іле – Про – Мет – Глі – Лей – Іле – Вал – Асп – Гли – Тре – Глі – Сер –		
481	490	500
Цис – Ала – Фен – Асп – Глу – Фен – Фен – Сер – Гли – Сер – Цис – Ала – Про – Глі – Ала – Асп – Про – Ліз – Сер – Арг –		
501	510	520
Лей – Цис – Ала – Лей – Цис – Ала – Глі – Асп – Асп – Гли – Глі – Лей – Асп – Ліз – Цис – Вал – Про – Асп – Сер – Ліз –		
521	530	540
Глу – Ліз – Тир – Тир – Глі – Тир – Тре – Глі – Ала – Фен – Арг – Цис – Лей – Ала – Глу – Асп – Вал – Глі – Асп – Вал –		
541	550	560
Ала – Фен – Вал – Ліз – Асп – Асп – Тре – Вал – Три – Глу – Асп – Тре – Асп – Глі – Глу – Сер – Тре – Ала – Асп – Три –		
561	570	580
Ала – Ліз – Асп – Лей – Асп – Арг – Глу – Асп – Фен – Арг – Лей – Лей – Цис – Лей – Асп – Глі – Тре – Арг – Ліз – Про –		
581	590	600
Вал – Тре – Глу – Ала – Гли – Сер – Цис – Гіс – Лей – Ала – Вал – Ала – Про – Асп – Гіс – Ала – Вал – Вал – Сер – Арг –		
601	610	620
Сер – Асп – Арг – Ала – Ала – Гіс – Вал – Ліз – Гли – Вал – Лей – Лей – Гіс – Гли – Гли – Ала – Лей – Фен – Глі – Ліз –		
621	630	640
Асп – Глі – Ліз – Асп – Цис – Про – Асп – Ліз – Фен – Цис – Лей – Фен – Ліз – Сер – Глу – Тре – Ліз – Асп – Лей – Лей –		
641	650	660
Фен – Асп – Асп – Асп – Тре – Глу – Цис – Лей – Ала – Ліз – Лей – Глі – Глі – Арг – Про – Тре – Тир – Глу – Глу – Тир –		
661	670	680
Лей – Глі – Тре – Глу – Тир – Вал – Тре – Ала – Іле – Ала – Асп – Лей – Ліз – Ліз – Цис – Сер – Тре – Сер – Про – Лей –		
681	689	
Лей – Глу – Ала – Цис – Ала – Фен – Лей – Тре – Арг – ОН		

Рисунок 1.1 – Первинна структура лактоферину коров'ячого молока. Файл 1BLF із бази даних по структурі протеїнів (PDB) [29]

У структурі молекули лактоферину виявлено кілька специфічних сайтів, здатних зв'язувати олігосахаридні групи – зокрема залишки аспарагіну в положеннях Asn233, Asn281, Asn368, Asn476 та Asn545.

Залежно від локалізації цих зв'язків, білок існує у двох глікозильованих формах – Lf-A та Lf-B. Обидві форми мають глікозилювання в позиціях Asn233, Asn368, Asn476 і Asn545, тоді як форма А додатково містить зв'язування по залишку Asn281.

У середньому в молоці частка форми А становить близько 15 %, а в молозиві – до 30%. Варто зазначити, що склад і структура олігосахаридних ланцюгів залежать від стадії лактації, що свідчить про їхню біологічну варіабельність і регуляторну функцію. Загалом було ідентифіковано 59 різних олігосахаридних структур [23], серед яких найчастіше зустрічаються залишки маннози та сілової кислоти.

Вуглеводна частина лактоферину становить близько 11,2 % його загальної молекулярної маси, що забезпечує специфічні функціональні властивості білка. Крім того, молекула лактоферину характеризується високим вмістом цистеїнових залишків, які формують внутрішньомолекулярні дисульфідні зв'язки, стабілізуючи просторову конформацію білка та підвищуючи його стійкість до денатурації.

Отже, лактоферин належить до високозначущих біологічно активних сполук природного походження, що вирізняється широким спектром фізіологічної дії. Результати інтенсивних досліджень його властивостей підтверджують мультифункціональний характер цього протеїну та його потенціал як регулятора численних біохімічних і метаболічних процесів в організмі.

На схемі (рис. 1.2) представлено основні перспективні напрями наукових розвідок, пов'язаних із вивченням біологічної активності лактоферину. Встановлено, що даний білок може впливати на широкий спектр фізіологічних функцій - від імуномодуючої та антимікробної дії до участі у регуляції росту клітин і процесів метаболізму. Водночас у низці випадків молекулярні механізми

його впливу залишаються недостатньо з'ясованими, що зумовлює необхідність подальших фундаментальних досліджень у цьому напрямі.



Рисунок 1.2 – Види біологічної дії лактоферину [29]

Лактоферин у промислових масштабах отримують із знежиреного молока або різних видів молочної сироватки, які містять значну кількість цього білка. Технологічний процес виділення включає кілька послідовних етапів. На початковій стадії здійснюють екстрагування лактоферину з вихідної сировини, після чого проводиться концентрування екстракту та очищення від низькомолекулярних домішок, зокрема солей і лактози.

Для ідентифікації лактоферину у молоці та під час процесу його виділення застосовують різні аналітичні методи, серед яких найбільш поширеними є високоефективна рідинна хроматографія високого тиску (ВЕРХ) на катіонообмінниках і імуноферментний аналіз (ELISA) з використанням полі- або моноклональних антитіл. Водночас під час електрофоретичного аналізу в присутності додецилсульфату натрію (ДСН) можливе часткове накладання електрофоретичних смуг лактоферину та лактопероксидази, що зумовлено близькістю їхніх молекулярних мас [29].

Відомо, що примітивні методи отримання білків часто супроводжуються використанням денатуруючих факторів. Це екстремальні значення температури, рН, високі концентрації солей, органічних розчинників, поверхневоактивних речовин та ін. [16].

Для багатьох харчових білків це не має великого значення, оскільки денатурація за визначенням не впливає на первинну структуру молекул білків і мало змінює будову амінокислотних залишків. Тобто амінокислотний склад майже не змінюється, що становить основу біологічної цінності харчових білків [32].

Зовсім інша ситуація з природними харчовими білками для яких основною функцією є захисна дія і регуляторний вплив на різні фізіологічні системи організму. Ці функції тісно пов'язані з вторинною і третинною структурою білка.

Лактоферин молока відноситься саме до таких білків. Не зважаючи на значну кількість наукових публікацій, всі види його біологічної дії не встановлені до теперішнього часу [33; 36].

Однією з причин цього може бути використання різних способів отримання

лактоферину у промислових масштабах [38; 41]. При цьому денатуруючий вплив можливий ще при одержанні сировини для лактоферину. Це знежирене молоко (нагрівання, пастеризація), різні види сироватки (кислота, сіль, нагрівання).

Далі основним процесом є препаративна та іонообмінна хроматографія на колонках з катіонообмінниками. Тут денатурація лактоферину може відбуватись завдяки дії солі та зміні його складу під час іонного обміну. Після іонообмінної хроматографії очищення препарату проводять різними видами фільтрації і завершують отримання лактоферину його висушуванням. Всі види висушування, окрім, сублімаційного, теж спричиняють денатураційні зміни.

Таким чином, є великий ризик того, що отримані препарати містять в різній мірі денатурований лактоферин з частково або повністю втраченими окремими біологічними функціями [43].

Аналізуючи властивості молекул основних білків молока від яких очищують лактоферин (табл. 1.1), можна зробити висновок, що вони, окрім ізоелектричних точок, також суттєво відрізняються молекулярними масами.

Таблиця 1.1 – Вміст і властивості білків молока. Адаптовано за [34]

білки молока	Назва показника		
	вміст у знежиреному молоці, г/л	молекулярна маса	ізоелектрична точка
α _{SI} -казеїн (α _{SI} -CN)	12-15	23615	4,44-7,76
α _{S2} -Казеїн (α _{S2} -CN)	3-4	25226	
β-казеїн (β-CN)	9-11	23983	4,83-5,07
γ-казеїн (γ-CN)	2-4	19037	5,45-5,77
β-лактоглобулін (β-CN)	2-4	18363	5,13
		18277	5,13
α-лактоглобулін (α-La)	0,6-1,7	141778	4,2-4,5
Альбумін сироватки (BSA)	0,4	66399	4,7-4,9
Імуноглобулін (Ig G1)	0,3-0,6	161000	5,5-4,9
Лактопероксидаза (LP)	0,03	80288	9,6
Лактоферин (LF)	0,02-0,1	76110	8,81

Це робить можливим використання для виділення лактоферину гель-фільтрації на декстранових гелях.

Основною перевагою гель-фільтрації є те, що вона мало впливає на нативну

просторову структуру білків. Відносно низьку її роздільну здатність можна компенсувати повторною гель-фільтрацією, а також розділенням хроматографічних піків на сектори.

Таким способом було успішно виділено окремі гомогенні фракції з білків сироватки молока [44; 46]. Доцільним при виділенні нативного лактоферину може бути використання повторної гель-фільтрації з розділенням хроматографічних фракцій на сектори.

1.2 Мета, об'єкт, предмет та методи дослідження

1.2.1 Мета, предмет та об'єкт дослідження

Метою дослідження є з'ясувати можливість виділення нативного лактоферину повторною гель-фільтрацією з розділенням піків хроматограм на сектори.

Для досягнення зазначеної мети було сформульовано наступні завдання дослідження:

- порівняти результати першої гель-фільтрації лактоферинвмісної сировини на сефадексах G-25 і G-75 та відібрати взірці для другої гель фільтрації;
- охарактеризувати білковий склад об'єднаних хроматографічних фракцій з секторів після повторної гель-фільтрації взірця лактоферину на сефадексі G-100;
- охарактеризувати білковий склад об'єднаних хроматографічних фракцій з секторів після повторної гель-фільтрації взірця лактоферину на сефадексі G-150.

Об'єктом дослідження виступає виділення нативного лактоферину з коров'ячого молока.

Предметом дослідження виступає двоїста гель- філантропія лактоферину з розділенням піків хроматограм на сектори.

1.2.2 Методи дослідження

Контрольний препарат лактоферину, а також сире молоко кислотністю 18⁰T отримали з ПрАТ «Тернопільський молокозавод». Для виділення жиру з молока і осадження казеїну в ізоелектричній точці використовували центрифугу ОПН-8.

Концентрацію білків у взірцях сироватки для гель-фільтрації, у хроматографічних фракціях, препаратах лактоферину і взірцях для електрофоретичних досліджень визначали спектрофотометрично при довжині хвилі $\lambda = 280$ нм.

Оптичну густину вимірювали на спектрофотометрі СФ-46. Розрахунок концентрації білків сироватки проводили з використанням коефіцієнту поглинання ($P1\%$) - 12,3, а для взірців лактоферину - 9,91 [35].

Гель-фільтрацію молочної сироватки і препаратів лактоферину для повторної гель-фільтрації проводили на колонках набору для рідинної хроматографії фірми «Reanal» (Угорщина).

Для гель-фільтрації використовували сефадекси G-25 (fine), G-75 (superfine), G-100 (superfine) і G- 150 (superfine) фірми «Pharmacia» (Швеція).

Для аналізу фракційного складу білків сироватки, а також відібраних зразків об'єднаних хроматографічних фракцій і препаратів лактоферину використовували аналітичний диск-електрофорез у вертикальних пластинках поліакриламідного гелю (ПАГ). Електрофорез проводили в апараті виготовленому в лабораторії біохімії ТНТУ імені Івана Пулюя як описано в роботі [45]. Кількісну обробку електрофореграм проводили з використанням функцій зчитування графічних зображень `imread`.

1.3 Результати досліджень

На першому етапі дослідження було виділено сировину, яка містить в нативному стані практично весь лактоферин молока. Такою сировиною є сироватка молока отримана без денатуруючих факторів. Вона подібна за складом

до промислової сироватки, яка є поширеною вторинною молочною сировиною при виробництві казеїну, кисломолочних сирів, твердих і м'яких сичужних сирів.

Враховуючи те, що лактоферин є стабільним при температурі від 18°C до 60°C [30] і в діапазоні значень рН від 4,0 до 7,4 [40] сироватку було отримано за наступною схемою (рис. 1.3).

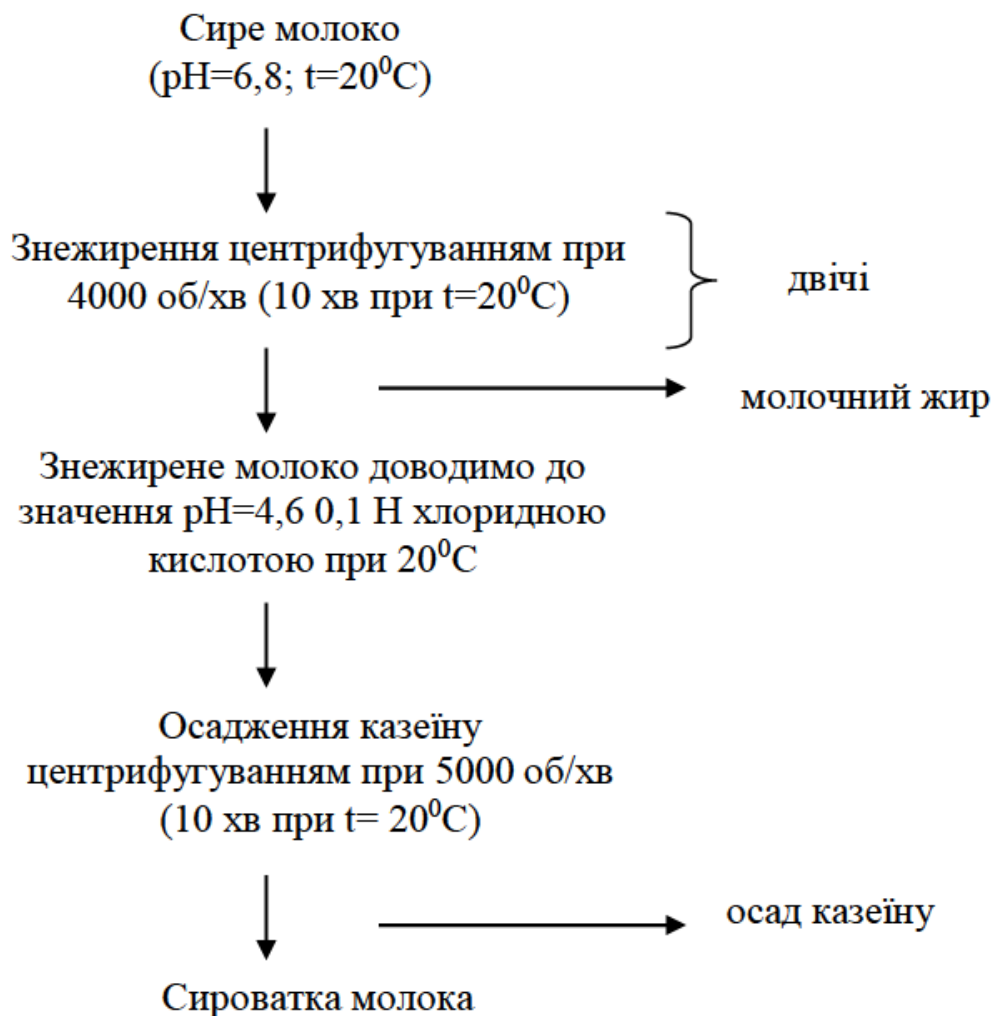
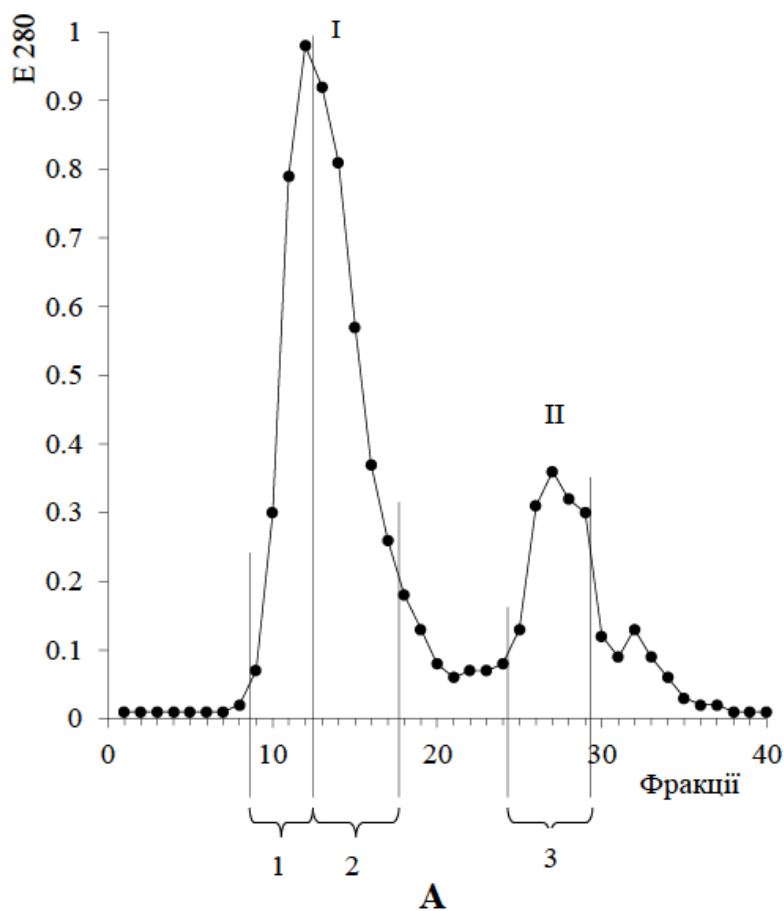


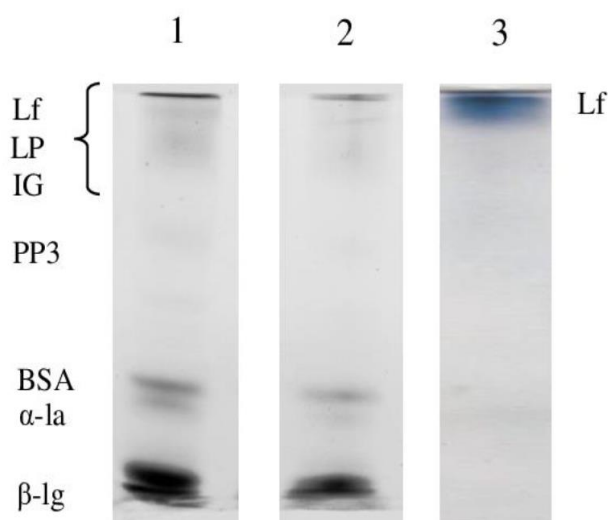
Рисунок 1.3 – Технологічна схема отримання сироватки

Отримана таким чином сироватка далі була використана для гелі-фільтрації, а також як контроль для аналітичного диск-електрофорезу. Враховуючи широкий діапазон молекулярних мас молекул, що входять до складу молочної сироватки (від 100 до 1000000 Да) повторну гелі-фільтрацію було проведено на різних типах сефадексів.

На першому етапі для виділення низькомолекулярних компонентів з молекулярною масою меншою ніж у лактоферину було відібрано сефадекси G-25 і G-75.

Результати гел'єфільтрації сироватки молока на колонці з сефадексами G-25 показані на рис. 1.4. Хроматограма рис. 1А складається з двох основних піків I і II. Пік I перед електрофоретичним аналізом умовно розділили на два сектори 1 і 2.





Б

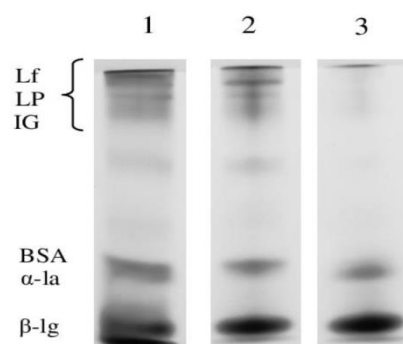
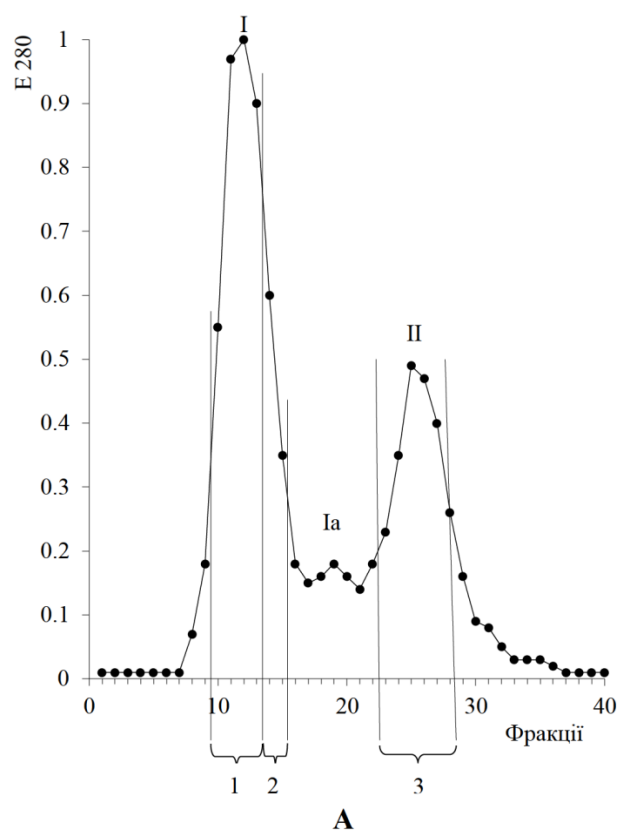
Рисунок 1.4. – А – хроматограма сироватки молока отримана гель-фільтрацією на сефадексі G-25. Б - електрофореграми об'єднаних фракцій секторів 1 (Б1) і 2 (Б2) позначених на хроматограмі А і контрольного взірця лактоферину (Б3).

Результати аналітичного диск-електрофорезу взірців об'єднаних фракцій секторів 1 і 2 показані на електрофореграмах 1 і 2 (рис. 1Б).

Якісний і кількісний фракційний склад обох електрофореграм ідентичний. Враховуючи розміщення на електрофореграмі контрольного взірця лактоферину (рис. 1. Б3) прогнозовано можна стверджувати, що лактоферин знаходиться в обох секторах першого хроматографічного піку разом з іншими білками сироватки молока.

Компоненти об'єднаних фракцій піку II (сектор 3) не фіксуються в ПАГ і не проявляються на електрофореграмі.

Результати гель-фільтрації сироватки молока на сефадексі G-75 показані на рис. 1.5.



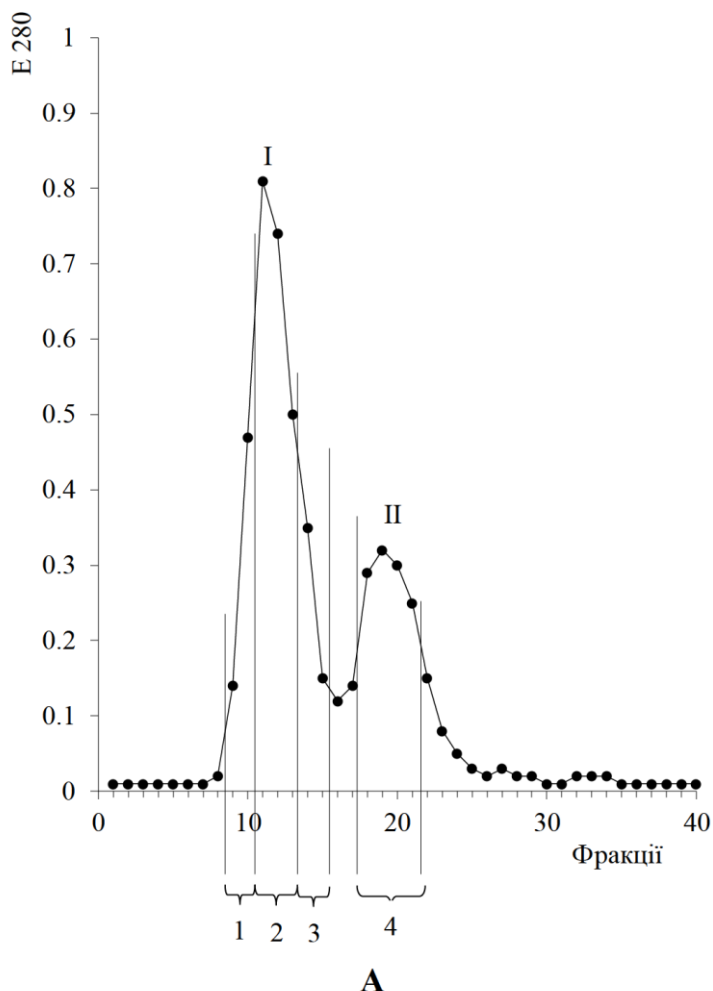
Б

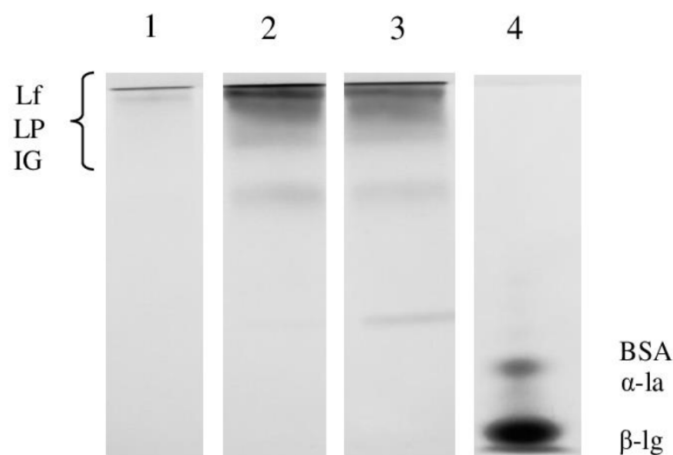
Рисунок 1.5. – А – хроматограма сироватки молока отримана гель-фільтрацією на сефадексі G-75. Б – електрофореграми контрольної сироватки (Б1) і об'єднаних фракцій секторів 1 (Б2) і 2 (Б2) позначених на хроматограмі А.

Хроматограма теж складається з двох основних піків I і II. Причому перший пік асиметричний і очевидно містить всі білкові фракції. Для електрофоретичного аналізу було виділено три сектори на електрофореграмі.

Результати диск-електрофорезу контрольного взірця сироватки і взірців об'єднаних фракцій секторів 1 і 2 показані на рис. 1.6.Б. Контрольна сироватка містить всі основні білкові фракції (Lf, LP, IG, BSA, α -La, γ -lg). Білковий склад секторів 1 і 2 різний. Так сектор 1 містить всі фракції білків сироватки, а сектор 2 переважно складається з γ -lg, α -La й BSA і лише слідів інших Lf, LP та IG. Сектор 3 включає низькомолекулярні молекули (пептиди і амінокислоти), які не фіксуються в гелі.

Для повторної гель-фільтрації на сефадексах G-100 і G-150 був відібраний взірець з об'єднаних фракцій сектору 1 першого піку після гель- фільтрації на сефадексі G-75. Результати його гель-фільтрації на сефадексі G- 100 показані на рис. 1.6А.





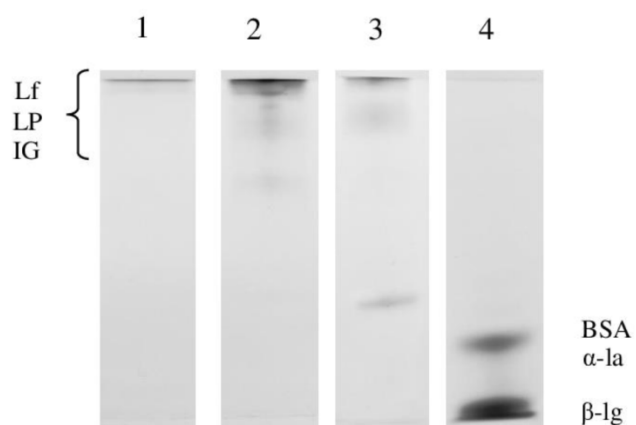
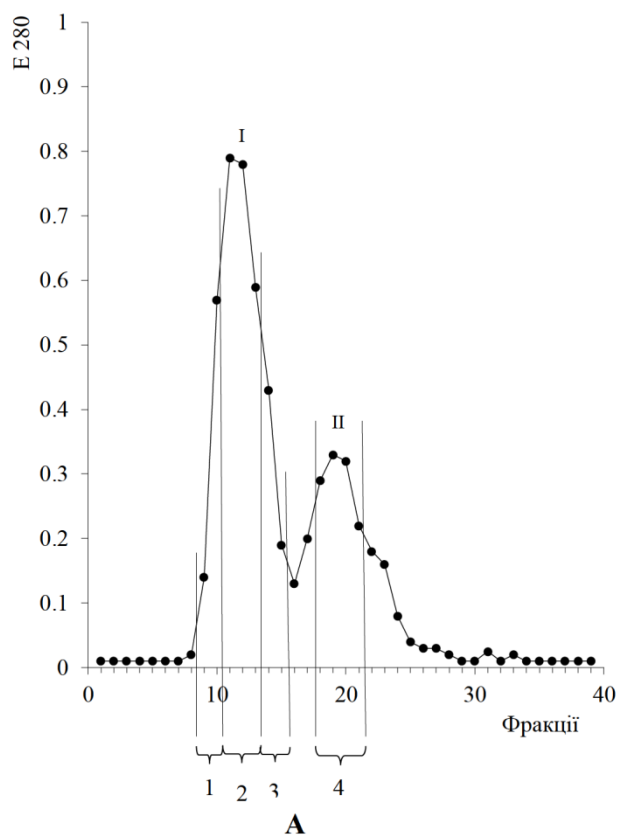
Б

Рисунок 1.6 – А – хроматограма об'єднаних фракцій сектору 2 (рис. 2А) отримана гель-фільтрацією на сефадексі G-150. Б – електрофореграми об'єднаних фракцій секторів 1 (Б1), 2 (Б2), 3 (Б3) і 4 (Б4) позначених на хроматограмі А.

Хроматограма теж складається з двох піків, але об'єм елюції другого піку значно менший ніж повний об'єм колонки. Це свідчить про те, що в обох піках знаходяться білки.

Після розділення піків хроматограми на чотири сектори був проведений електрофоретичний аналіз об'єднаних фракцій кожного сектора. Результати електрофорезу (рис. 1.7. Б) свідчать, що в секторі 1 знаходиться IG з масою молекули від 150000 до 1000000 Да. Сектори 2 і 3 містять IG, Lf та LP, а також сектор 3 містить сліди BSA.

Четвертий сектор представлений основними білками сироватки – γ -lg, α -La й BSA. В ньому відсутні високомолекулярні білки включаючи лактоферин.



Б

Рисунок 1.7 – А – хроматограма об'єднаних фракцій сектору 2, отримана гелі-фільтрацією на сефалексі G-150. Б – електрофореграми об'єднаних фракцій секторів 1 (Б1), 2 (Б2), 3 (Б3) і 4 (Б4) позначених на хроматограмі А.

Результати повторної гель-фільтрації взірця з об'єднаних фракцій сектору 1 після гель-фільтрації на сефадексі G-75 представлені на рис. 1.7 А. Хроматографічний профіль подібний до отриманого на сефадексі G-100. Для електрофоретичного аналізу хроматограму теж розділили на чотири сектори. Результати електрофоретичного аналізу об'єднаних фракцій кожного сектору показані на рис. 4Б.

В першому секторі – високомолекулярні імуноглобуліни, в другому – всі інші високомолекулярні фракції включаючи Lf. В секторі 3 знаходиться BSA і майже відсутні високомолекулярні білки. Четвертий сектор містить всі в-Ig, а-La і сліди BSA.

Оскільки високомолекулярні білки IG, Lf та LP нашаровуються на електрофореграмах важко точно встановити кількість Lf у взірцях об'єднаних фракцій секторів 2 після гель-фільтрації на сефадексах G-100 і G-150.

Приблизний розрахунок показує, що у випадку сефадексу G-100 лактоферин становить від 30 до 34%, а у випадку сефадексу G-150 - від 34 до 39%. Окрім лактоферину в препараті отриманому повторною гель-фільтрацією на сефадексі G-100 (сектор хроматографічного піку I) основними домішками є низькомолекулярні імуноглобуліни, лактопероксидаза і альбумін сироватки крові. У випадку повторної гель-фільтрації на сефадексі G-150 до білків домішок входять низькомолекулярні імуноглобуліни (Ig G1 - 161000 Да Ig G2 - 150000 Да) і лактопероксидаза.

Препарат лактоферину отриманий в нативних умовах комбінацією гель-фільтрації на сефадексах G-75 і G-150 може бути використаний для подальшого очищення. Також його можна використати для дослідження нових видів біологічної дії на які не впливають імуноглобуліни і лактопероксидаза.

2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

2.1 Характеристика місця розташування підприємства

Для початку обирається місце для розташування підприємства. Щоб це визначити, необхідно порахувати кількість населення. Для цього скористаємось формулою:

$$\text{Ч} = \frac{\text{П}}{\text{Н}},$$

де Ч – чисельність людей, тис. чол.;

Н – норма споживання молокопродуктів, кг;

П – річна потреба, кг:

$$\text{П} = \text{Пзм.} \cdot \text{Кзм.}$$

$$\text{П} = (564,16 + 645,6 + 485,05) \cdot 500 = 847405 \text{ кг};$$

$$\text{Ч} = 847405 / 100 = 8474,05 \text{ чол.}$$

Розміщення проєкту заводу заплановано у місті Теремовля, неподалік обласного центру міста Тернопіль, Тернопільської області. Перспективність розміщення проєкту молокопереробного заводу у місті Теремовля Тернопільської області зумовлена низкою економіко-географічних, соціально-демографічних та інфраструктурних чинників. Теремовля є районним центром із вигідним територіальним розташуванням – неподалік обласного центру міста Тернопіль, що забезпечує зручну логістику постачання сировини та збуту готової продукції.

Район характеризується високою щільністю сільського населення та розвиненим аграрним сектором, у структурі якого провідне місце займає виробництво молока. Наявність навколишніх фермерських господарств і приватних домогосподарств створює стабільну сировинну базу для підприємства.

Згідно з розрахунками, чисельність населення, яке може забезпечити споживання молокопродуктів у межах норми 100 кг на рік, становить приблизно

19000 осіб, формуючи при цьому достатній локальний ринок збуту для запланованих обсягів виробництва.

Поряд із цим, у регіоні наявна розвинена транспортна інфраструктура – автомобільні шляхи державного значення та залізничне сполучення, які з'єднують Терєбовлю з Тернополем, Хмельницьким і Чернівцями. Даний аспект сприяє ефективній логістиці, зменшенню витрат на транспортування сировини та готової продукції.

Сприятливим є також екологічний стан території, що відповідає вимогам до виробництва харчової продукції, а наявність кваліфікованих трудових ресурсів у межах міста та прилеглих сіл дозволяє сформуванню стійкий кадровий потенціал підприємства.

Таким чином, розміщення молокопереробного заводу в Терєбовлі є економічно обґрунтованим, логістично зручним і соціально доцільним рішенням, яке забезпечить розвиток регіональної переробної промисловості, створення нових робочих місць і зростання податкових надходжень до місцевих бюджетів.

SWOT-аналіз дозволить проаналізувати усі сторони ризику і переваг розміщення підприємства, результати заповнені у таблиці 2.1.1.

SWOT-аналіз свідчить, що ключовими перевагами розміщення підприємства у м. Терєбовля є вигідне географічне положення, наявність сировинної бази та екологічна чистота регіону.

Основні ризики пов'язані з конкуренцією на ринку молокопродуктів, нестабільністю цінових та енергетичних умов і необхідністю значних інвестицій у початковий період діяльності. Реалізація можливостей, таких як державна підтримка та впровадження енергоефективних технологій, може суттєво підвищити стійкість і конкурентоспроможність новоствореного підприємства [11].

Таблиця 2.1.1 – SWOT-аналіз

Сильні сторони (Strengths)	Слабкі сторони (Weaknesses)
1. Вигідне географічне розташування поблизу обласного центру (м. Тернопіль), забезпечує зручну логістику та транспортну доступність.	1. Обмеженість обсягів місцевої сировинної бази у разі зростання потужностей підприємства.
2. Наявність розвиненої сільськогосподарської зони з високою часткою молочного тваринництва.	2. Потреба у значних початкових інвестиціях на будівництво, технічне оснащення та екологічні системи очищення.
3. Сприятлива екологічна ситуація регіону, яка підвищує привабливість продукції для споживачів.	3. Недостатній рівень промислової інфраструктури в порівнянні з великими містами.
4. Доступність трудових ресурсів і наявність спеціалістів аграрного профілю.	4. Можлива сезонність надходження сировини, що впливає на стабільність виробництва.
5. Потенціал розвитку місцевих партнерських мереж – фермерських господарств, транспортних компаній, торговельних мереж.	5. Обмежені маркетингові можливості для виходу на віддалені регіональні ринки без додаткових витрат на логістику.
Можливості (Opportunities)	Загрози (Threats)
1. Розширення ринку збуту за рахунок сусідніх районів і обласного центру.	1. Висока конкуренція з боку великих національних виробників молокопродуктів.
2. Використання державних і міжнародних програм підтримки розвитку агропромислового комплексу.	2. Коливання цін на енергоресурси та паливо, що впливають на собівартість продукції.
3. Упровадження енергоощадних і цифрових технологій у виробничий процес.	3. Можливі перебої в постачанні сировини через воєнно-економічну нестабільність.
4. Розвиток експорту молокопродуктів у межах євроінтеграційних процесів України.	4. Нестабільність платоспроможності споживачів і зниження внутрішнього попиту.
5. Підвищення зайнятості населення та зростання соціально-економічного потенціалу громади.	5. Зміни у законодавчій базі (екологічні, податкові, санітарні вимоги), що можуть збільшити регуляторне навантаження.

2.2 Характеристика сировинної зони

Сировинна зона для розміщення заводу з виробництва молокопродуктів у місті Тербовля Тернопільської області характеризується сприятливими природно-кліматичними, аграрно-економічними та логістичними умовами. Територія довкола міста представлена переважно сільськогосподарськими угіддями, орієнтованими на розвиток тваринництва, зокрема молочного скотарства. Основними постачальниками молока можуть бути фермерські

господарства та приватні домогосподарства Тербовлянського, Гусятинського, Чортківського, Підгаєцького та частково Тернопільського районів, які мають розвинену інфраструктуру первинного збору та охолодження молока.

Аграрні підприємства регіону утримують високопродуктивне поголів'я великої рогатої худоби, що забезпечує стабільне постачання сировини відповідної якості. Близькість до сільських господарств знижує витрати на транспортування та мінімізує ризики псування сировини, адже це виступає важливим чинником у забезпеченні якості готової продукції. Важливою перевагою є й наявність доріг із твердим покриттям, які забезпечують безперебійне сполучення з населеними пунктами сировинної зони та з обласним центром м. Тернополем.

Також у Тернопільському регіоні функціонують кілька аграрних кооперативів, які займаються заготівлею молока та мають необхідні технічні потужності для попереднього охолодження і тимчасового зберігання, дозволяючи при цьому формувати системну модель постачання для майбутнього заводу.

Високий рівень природної родючості ґрунтів, розвинене кормовиробництво та наявність трудових ресурсів створюють додаткові передумови для стабільного розвитку молочного підкомплексу.

Відповідно, сировинна зона Тербовлянського району має значний потенціал для забезпечення безперервного виробничого циклу майбутнього підприємства, що сприятиме підвищенню продовольчої безпеки регіону та стимулюванню місцевої економіки.

Розміщення заводу в даному регіоні сприятиме створенню нових робочих місць, підвищенню зайнятості сільського населення, зростанню податкових надходжень до місцевого бюджету, а також забезпечить мешканців міста Тербовля та навколишніх громад свіжими, екологічно чистими та оздоровчими молокопродуктами, збагаченими природними вітамінами й корисними речовинами, які відповідають сучасним стандартам якості та безпечності харчування.

2.3 Обґрунтування асортименту молочної продукції

Запропонований асортимент молочної продукції для заводу, розташованого поблизу м. Тербовля, сформовано з урахуванням сучасних тенденцій споживчого попиту, стану громадського здоров'я, а також технологічних можливостей підприємства щодо виготовлення високоякісних і корисних для організму продуктів.

Асортимент включає такі позиції:

- масло діабетичне;
- масло збагачене;
- масло вершкове «Імунне»;
- молочний напій геродієтичного призначення;
- молоко знежирене пастеризоване.

Підбір асортименту базується на потребах різних соціально-демографічних груп споживачів та враховує актуальні напрями раціонального й лікувально-профілактичного харчування.

Масло діабетичне орієнтоване на споживачів із порушеннями обміну речовин, надмірною вагою або схильністю до цукрового діабету. Продукт виготовляється з використанням технологій зниження вмісту насичених жирних кислот і холестерину. Основними поживними речовинами є: ненасичені жирні кислоти (омега-3, омега-6); вітаміни А, Е, D, К; фосфоліпіди та лецитин, що позитивно впливають на роботу печінки та судин.

Таке масло нормалізує ліпідний обмін, сприяє профілактиці атеросклерозу, знижує ризики серцево-судинних захворювань і сприяє стабілізації рівня глюкози в крові. Воно є важливим компонентом раціонального дієтичного харчування, рекомендованого ендокринологами [22].

Масло збагачене створюється з додаванням біологічно активних речовин, необхідних для підтримання енергетичного балансу організму. До його складу входять: вітаміни А, D, Е, які забезпечують нормальну роботу імунної системи, покращують стан шкіри, зору і кісткової тканини; омега-3 жирні кислоти, що

знижують рівень «поганого» холестерину та сприяють еластичності судин; β -каротин, який виконує антиоксидантну функцію; природні фосфоліпіди, що підтримують обмін речовин у клітинах.

Вживання такого масла особливо корисне у періоди високих фізичних і психоемоційних навантажень, у міжсезоння, а також для профілактики гіповітамінозів.

Масло вершкове «Імунне» розроблене як функціональний продукт нового покоління, яке відповідає принципам здорового харчування. Воно містить наступні елементи: біоактивні пептиди, вітаміни А, Е, D3, B2, що сприяють підвищенню імунної реактивності організму; пробіотичні компоненти, які підтримують здоров'я мікрофлори кишечника; мінеральні елементи (цинк, селен, кальцій) – ключові для роботи імунної системи.

Такий продукт є особливо цінним для дітей, літніх людей та осіб із ослабленим імунітетом, адже підвищує опірність організму до інфекцій і вірусів, підтримує гормональний баланс і сприяє регенерації клітин. У воєнний та післявоєнний період він може стати джерелом повноцінного харчування у регіонах, де спостерігається дефіцит свіжих натуральних продуктів.

Молочний напій геродієтичного призначення створений для осіб похилого віку з урахуванням їхніх фізіологічних потреб і особливостей травлення. До його складу входять: високоякісні молочні білки (казеїн, альбумін, глобулін), що легко засвоюються; кальцій, фосфор і магній, які запобігають розвитку остеопорозу; вітаміни групи В (B2, B6, B12), що покращують роботу нервової системи та обмін речовин; знижений вміст лактози для зручності засвоєння організмом літніх людей.

Такий напій має м'яку консистенцію, ніжний смак і може вживатися як самостійний дієтичний продукт або як основа для лікувально-профілактичних дієт. Його регулярне споживання сприяє підтриманню кісткової маси, поліпшенню травлення та загальному зміцненню організму [12].

Молоко знежирене пастеризоване – це базовий продукт для широкого кола споживачів, який поєднує натуральність і низьку калорійність. Воно містить:

білки (3–3,5%), необхідні для росту і відновлення тканин; кальцій і фосфор для зміцнення кісток і зубів; вітаміни А, D, В2, В12, які забезпечують нормальну роботу нервової системи і покращують обмін речовин; мінімальну кількість жирів (до 1%), роблячи його придатним для дієтичного харчування.

Регулярне споживання такого молока сприяє підтриманню водно-сольового балансу, нормалізації ваги, а також є корисним для спортсменів, дітей та людей із серцево-судинними захворюваннями.

Розроблений асортимент відповідає вимогам сучасного ринку та принципам здорового, збалансованого і профілактичного харчування. Кожен продукт має функціональну спрямованість, задовольняє потреби окремих категорій населення й забезпечує підвищення рівня харчової безпеки регіону. Вибір такого асортименту дозволить підприємству зайняти нішеві сегменти ринку функціональних і дієтичних молочних продуктів, які сьогодні динамічно розвиваються в Україні. Поєднання традиційних і спеціалізованих видів продукції забезпечує оптимальне використання сировини, мінімізує ризики сезонних коливань попиту та сприяє формуванню стабільної структури продажів.

2.4 Характеристика каналів реалізації продукції

Ефективна організація каналів реалізації є ключовим чинником комерційного успіху молокопереробного підприємства, оскільки від неї залежить швидкість обігу продукції, обсяг продажів, формування іміджу бренду та рівень прибутковості. Система збуту має бути диверсифікованою, тобто включати поєднання прямих і непрямих каналів, даючи змогу одночасно охоплювати як роздрібний, так і гуртовий сегменти ринку [2; 3].

1. Фірмова торгівля підприємства. Власні торгові точки (фірмові магазини, кіоски, мобільні торгові пункти) забезпечують прямий зв'язок із кінцевим споживачем. Вони дозволяють підприємству: самостійно формувати асортимент та контролювати якість реалізованої продукції; проводити дегустаційні акції,

впроваджувати програми лояльності; отримувати зворотний зв'язок від покупців для подальшого вдосконалення виробів. Такі канали особливо ефективні для просування нових або функціональних видів продукції (масло «Імунне», дієтичні напої), оскільки формують довіру до торгової марки та створюють стабільну клієнтську базу.

2. Поставки до соціальних і бюджетних установ. Важливим напрямом є співпраця з освітніми, медичними та виробничими закладами – школами, дитячими садками, лікарнями, санаторіями, їдальнями промислових підприємств. Такий формат збуту забезпечує: стабільний попит на продукцію, незалежний від сезонних коливань; високі обсяги гуртових поставок; можливість формування довгострокових контрактів із місцевими громадами. Особливо актуальними є геродієтичні напої та знежирене молоко, які відповідають вимогам збалансованого харчування для дітей, літніх людей і працівників виробничих підприємств.

3. Роздрібна торгівля через торгові мережі та кооперативи. Співпраця з місцевими торговельними мережами, супермаркетами та кооперативними магазинами дозволяє значно розширити географію збуту. Основними перевагами цього каналу є: висока видимість бренду на прилавках; можливість участі в маркетингових акціях спільно з торговими партнерами; стабільне надходження прибутку за рахунок великих партій поставок. Для цього підприємство має забезпечити відповідність стандартам пакування, маркування та безпеки харчових продуктів, що є обов'язковими для мережевої торгівлі.

4. Ринок громадського харчування (HoReCa). Вихід на ринок ресторанного, готельного та кавового бізнесу (сегмент HoReCa) сприяє підвищенню іміджу продукції як якісної та натуральної. Постачання вершкового масла, збагаченого масла та молока для кав'ярень і ресторанів дозволить: створити преміальне позиціонування бренду; забезпечити рекламний ефект через використання продукції у меню закладів; сформувати стійкі партнерські відносини з підприємствами харчової сфери. Такий напрям є перспективним у межах Тернопільської області, де активно розвивається ресторанно-туристичний бізнес.

5. Експорт. З огляду на підвищення стандартів якості української продукції та євроінтеграційні процеси, підприємство має потенціал виходу на зовнішні ринки. Особливо перспективними є країни ЄС, де зростає попит на натуральні, безлактозні та функціональні молочні продукти. Проте експорт потребує: сертифікації відповідно до міжнародних стандартів ISO, HACCP, EU Regulation 852/2004; знання митних і санітарних вимог; участі у виставках і торговельних місіях. Розвиток цього напрямку сприятиме залученню інвестицій, збільшенню валютних надходжень та підвищенню престижу регіональної продукції.

Система збуту продукції молокопереробного заводу поблизу м. Тербовля має бути багатоканальною та гнучкою, поєднуючи прямі продажі, гуртові поставки, співпрацю з соціальними установами, мережевими ритейлерами та сегментом HoReCa. Додатковий розвиток онлайн-продажів і вихід на експорт забезпечать підвищення ефективності реалізації, стабільність доходів і сталий розвиток підприємства [27].

3 ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту

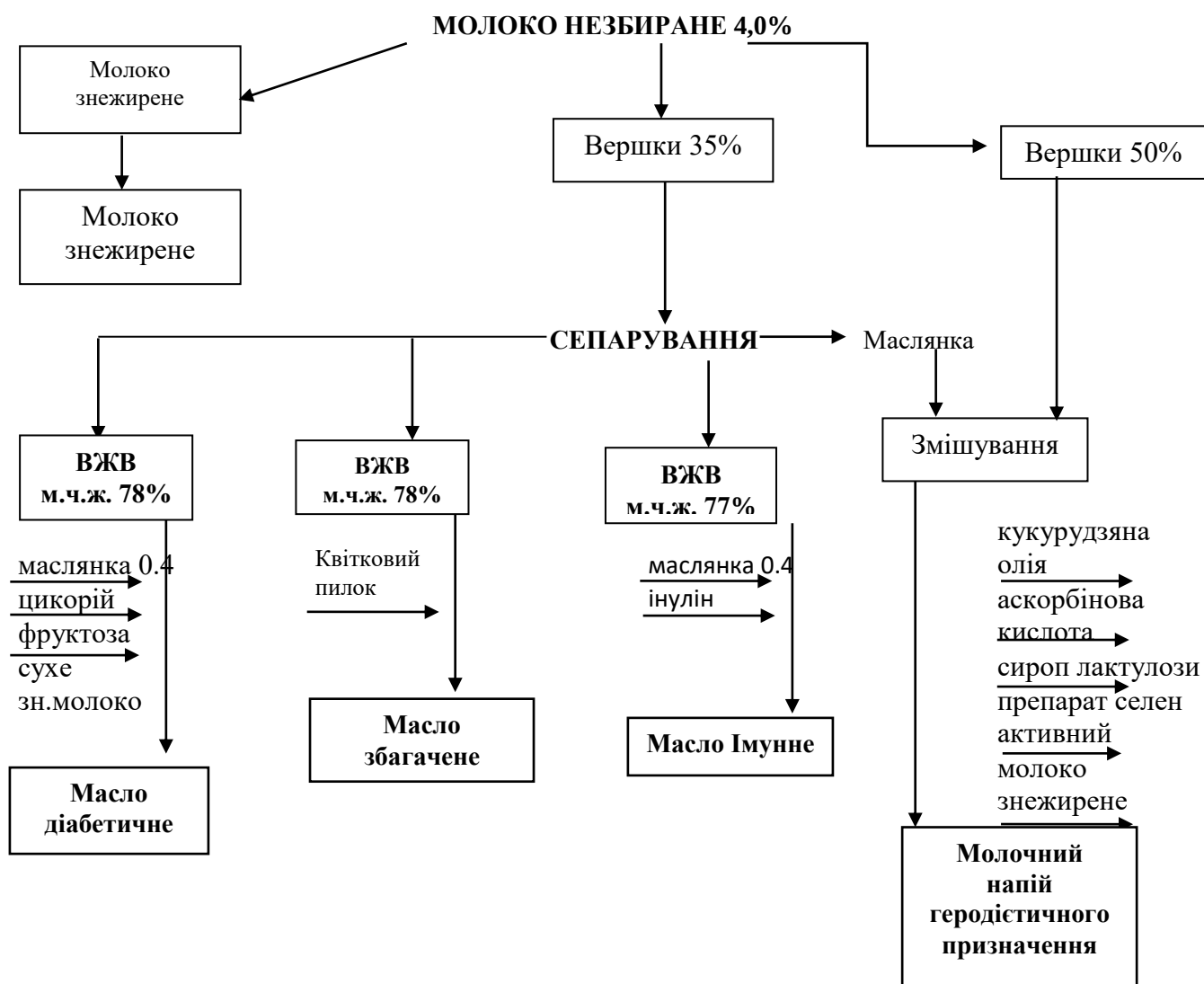
3.1.1 Таблиця вихідних даних для розрахунку продуктів

Таблиця 3.1.1 – Вихідні дані для проведення продуктово-сировинних обчислень [21]

Назва продукту	Маса готового продукту, кг	Спосіб виробництва	Вид пакування	Нормативні документації
Масло вершкове «Імунне»	564,16	ПВЖВ	Брикет, 200 г	ТУ У 02070938-009-98
Масло діабетичне	645,5	ПВЖВ	Брикет, 200 г	Пат. UA 43012 U
Масло збагачене	485,05	ПВЖВ	Брикет, 200 г	
Молоко знежирене пастеризоване	25881,12		«Тетра-пак», 1 л	ДСТУ 2661:2010
Молочний напій геродієтичного призначення	1997,52		«Тетра-пак», 0,5 л	ТУ У 15.5- 19492247-

Продуктивність цеху становить 30 тон молока незбираного за зміну. На виробництво надходить незбиране молоко з м.ч.ж. 4.0%.

3.1.2 Схема напрямків технологічної переробки сировини



3.1.3 Сировинно-продуктовий розрахунок

Масло діабетичне

Знайдемо маси вершків та знежиреного молока отримані з 9500кг сировини:

$$M_B = \frac{9500 \times (4.0 - 0.05)}{35 - 0.05} \times \frac{100 - 0.07}{100} = 1072,47 \text{ кг}$$

$$M_{\text{ЗН.М.}} = (9500 - 1072,47) \times \frac{100 - 0,4}{100} = 8393,84 \text{ кг}$$

Знайдемо, скільки отримаємо ВЖВ 78% з вершків 35% масою 1072,47кг:

$$M_{\text{ВЖВ}} = \frac{1072,47 \times (35 - 0,4)}{78 - 0,4} \times \frac{100 - 0,16}{100} = 477,39 \text{ кг}$$

Таблиця 3.1.2 – Рецептатура масла діабетичного [19]

Найменування сировини	На 1000 кг	На фактичну масу
ВЖВ (м.ч.ж. 78%)	739,49	477,39
Маслянка натуральна (м.ч.ж. 0,4)	141,33	91,24
Цикорій	10,16	6,56
Сухе знежирене молоко	19,31	12,46
Фруктоза	95,41	61,59
Маса суміші	1005,7	649,24
Вихід продукту	1000	645,5

$$y = \frac{141,33 \times 477,39}{739,49} = 91,24 \text{ кг}$$

$$y_1 = \frac{10,16 \times 477,39}{739,49} = 6,56 \text{ кг}$$

$$y_2 = \frac{19,31 \times 477,39}{739,49} = 12,46 \text{ кг}$$

$$y_3 = \frac{95,41 \times 477,39}{739,49} = 61,59 \text{ кг}$$

$$y_4 = \frac{1005,7 \times 477,39}{739,49} = 649,24 \text{ кг}$$

Визначаємо масу готового продукту:

$$y_4 = \frac{1000 \times 477,39}{739,49} = 645,5 \text{ кг}$$

Обчислимо масу маслянки за формулою:

$$M_{\text{маслянки}} = (1072,47 - 477,39) \times \frac{100 - 2}{100} = 583,18 \text{ кг}$$

Масло збагачене

Знайдемо маси вершків та знежиреного молока, одержані при сепаруванні 9500 кг сировини:

$$M_{\text{в}} = \frac{9500 \times (4,0 - 0,05)}{35 - 0,05} \times \frac{100 - 0,07}{100} = 1072,47 \text{ кг}$$

$$M_{\text{зн.м.}} = (9500 - 1072,47) \times \frac{100 - 0,4}{100} = 8393,84 \text{ кг}$$

Знайдемо, скільки отримаємо ВЖВ 78% з вершків 35% масою 1072,47 кг:

$$M_{\text{ВЖВ}} = \frac{1072,47 \times (35 - 0,4)}{78 - 0,4} \times \frac{100 - 0,16}{100} = 477,39 \text{ кг}$$

Таблиця 3.1.3 – Рецептатура масла збагаченого [19]

Найменування сировини	На 1000 кг	На фактичну масу
ВЖВ (м.ч.ж. 78%)	984,21	477,39
Квітковий пилок	20,09	9,74
Маса суміші	1004,3	487,13
Вихід продукту	1000	485,05

$$y = \frac{20,09 \times 477,39}{984,21} = 9,74 \text{ кг}$$

$$y_1 = \frac{1004,3 \times 477,39}{984,21} = 487,13 \text{ кг}$$

Визначаємо масу готового продукту:

$$y = \frac{1000 \times 477,39}{984,21} = 485,05 \text{ кг}$$

Обчислимо масу маслянки за формулою:

$$M_{\text{маслянки}} = (1072,47 - 477,39) \times \frac{100-2}{100} = 583,18 \text{ кг}$$

Масло вершкове «Імунне»

Знайдемо маси вершків та знежиреного молока з 10000 кг молока незбираного:

$$M_B = \frac{10000 \times (4,0 - 0,05)}{35 - 0,05} \times \frac{100 - 0,07}{100} = 1129,40 \text{ кг}$$

$$M_{\text{зн.м.}} = (10000 - 1129,40) \times \frac{100 - 0,4}{100} = 8835,12 \text{ кг}$$

Знайдемо, скільки отримаємо ВЖВ 77% з вершків 35% масою 1148,88кг:

$$M_{\text{ВЖВ}} = \frac{1129,40 \times (35 - 0,4)}{77 - 0,4} \times \frac{100 - 0,16}{100} = 510,54 \text{ кг}$$

Таблиця 3.1.4 – Рецептатура масла вершкового ‘Імунного’ [21]

Найменування сировини	На 1000 кг	На фактичну масу
ВЖВ (м.ч.ж. 77%)	904,95	510,54
Маслянка натуральна (м.ч.ж. 0,4)	65,95	37,21
Інулін	32,1	18,10
Маса суміші	1003,0	565,85
Вихід продукту	1000	564,16

$$y = \frac{510,54 \times 65,95}{904,95} = 37,21 \text{ кг}$$

$$y_2 = \frac{510,54 \times 32,1}{904,95} = 18,10 \text{ кг}$$

$$y_3 = \frac{510,54 \times 1003}{904,95} = 565,85 \text{ кг}$$

Визначаємо масу готового продукту:

$$y_3 = \frac{510,54 \times 1000}{904,95} = 564,16 \text{ кг}$$

Обчислимо масу маслянки за формулою:

$$M_{\text{маслянки}} = (1129,40 - 510,54) \times \frac{100-2}{100} = 606,48 \text{ кг}$$

Молочний напій геродієтичного призначення

Розрахуємо кількість маслянки, що залишилась:

$$M = 583,18 + 583,18 + 606,48 - 91,24 - 37,21 = 1644,39$$

Таблиця 3.1.5 – Рецептатура напою геродієтичного призначення [20]

Найменування сировини	З нормою втрат на 1000кг	Без норми втрат	На фактичну масу з втратами
Знежирене молоко	143,91	290,19	287,46
Маслянка натуральна (м.ч.ж. 0,4)	815,46	1644,39	1628,92
Вершки м.ч.ж.50%	32,98	66,5	65,88
Кукурудзяна олія	5,0	10,08	9,99
Аскорбінова кислота	0,1	0,2	0,19
Сироп лактулози ‘Лактусан’	2,5	5,04	4,99
Препарат ‘Селен активний’	0,05	0,1	0,09
Вихід продукту	1000,0	2016,5	1997,52

Визначаємо масу готового продукту, враховуючи втрати при виробництві:

$$m = \frac{2016,5 \times 1000}{1009,5} = 1997,52 \text{ кг}$$

$$y = \frac{290,19 \times 1000}{1009,5} = 287,46 \text{ кг}$$

$$y_1 = \frac{1644,39 \times 1000}{1009,5} = 1628,92 \text{ кг}$$

$$y_2 = \frac{66,5 \times 1000}{1009,5} = 65,88 \text{ кг}$$

$$y_3 = \frac{10,08 \times 1000}{1009,5} = 9,99 \text{ кг}$$

$$y_4 = \frac{0,2 \times 1000}{1009,5} = 0,19 \text{ кг}$$

$$y_5 = \frac{5,04 \times 1000}{1009,5} = 4,99 \text{ кг}$$

$$y_6 = \frac{0,1 \times 1000}{1009,5} = 0,09 \text{ кг}$$

Розраховуємо, скільки потрібно молока незбираного для виготовлення 66,5 кг вершків жирністю 50%:

$$M_{\text{незб.молока}} = 66,5 \times \frac{50-0,05}{4-0,05} \times \frac{100}{100-0,07} = 841,5 \text{ кг}$$

$$M_{\text{зн.м.}} = (841,5 - 66,5) \times \frac{100-0,4}{100} = 771,09 \text{ кг}$$

Молоко знежирене пастеризоване

Визначимо масу молока знежиреного, що залишилась:

$$M = 8393,84 + 8393,84 + 8835,12 - 287,46 + 771,09 = 26106,43 \text{ кг}$$

Визначимо масу готового продукту:

$$m = \frac{26106,43 \times 1000}{1008,6} = 25883,83 \text{ кг}$$

3.1.4 Зведена таблиця розрахунку продуктів

Таблиця 3.1.6 – Зведена таблиця розрахунку продуктів

№ п/п	Назва продукту	Маса готового продукту, кг	Маса незбираного молока 3,5%	Витрачено на виробництво, кг													Отримано при виробництві, кг				
				ВЖВ 78%	Маслянка	Цикорій	Сухе зн.молоко	Фруктоза	Квітковий пилкок	ВЖВ 77%	Інулін	Молоко 0,05%	Вершки 50%	Кукурудзя на олія	Аскорбінова кислота	Сироп	Препарат селен	Вершки 35%	Вершки 50%	Знежирене молоко	Маслянка
1	Масло вершкове 'Імунне'	564,16	29841,5		37,21					510,54	18,1							1129,4		8835,12	606,48
2	Масло діабетичне	645,5		477,39	91,24	6,56	12,46	61,59										1072,47		8393,84	583,18
3	Масло збагачене	485,05		477,39					9,74									1072,47		8393,84	583,18
4	Молоко знежирене пастеризоване	25883,83											26106,43								
5	Молочний напій геродіетичного призначення	1997,52				1644,39							287,46	65,88	9,99	0,19	4,99	0,09		66,5	771,09
	Всього	29558,06	29841,5	954,8	1772,84	6,56	12,46	61,59	9,74	510,54	18,1	26393,89	65,88	9,99	0,19	4,99	0,09	3274,34	66,5	26393,89	1772,84

3.2 Вибір та обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва молочних продуктів

3.2.1 Вимоги до сировини, використовуваної для виробництва молочних продуктів

Незбиране молоко є важливим харчовим продуктом з високою біологічною цінністю, який підлягає суворому контролю відповідно до чинних нормативних документів, зокрема ДСТУ 3662:2018. Для забезпечення його якості та безпечності молоко повинно відповідати сукупності гігієнічних, санітарних і технологічних вимог [7].

Контроль якості здійснюється за органолептичними, фізико-хімічними, мікробіологічними та санітарно-гігієнічними показниками, що дозволяє гарантувати придатність продукту до споживання та його відповідність стандартам.

Органолептичні характеристики незбираного молока мають відповідати встановленим нормативам: продукт повинен бути однорідним за консистенцією, без сторонніх включень, згустків або осаду, з характерним білим або кремовим відтінком, типовим смаком і запахом без ознак псування чи сторонніх присмаків. Санітарно-гігієнічні вимоги включають умови первинного отримання, охолодження, зберігання та транспортування молока. Воно повинно надходити з господарств, благополучних щодо зоонотичних інфекцій, і піддаватися охолодженню до температури не вище 4 °C одразу після доїння для зменшення ризику розвитку мікрофлори [7].

Незбиране молоко класифікується за трьома ґатунками якості - екстра, вищим і першим - відповідно до встановлених нормативів, що регламентують його фізико-хімічні, мікробіологічні та санітарно-гігієнічні показники.

Одним із ключових критеріїв оцінювання є кислотність: для молока екстра та вищого ґатунків вона повинна знаходитися в межах 16-17 °T, тоді як для першого ґатунку допускається значення до 19 °T включно. Ступінь чистоти

у всіх випадках повинен відповідати першій групі за еталонною шкалою, що свідчить про належну фільтрацію та відсутність механічних домішок.

Загальне бактеріальне обсіменіння у молоці не повинно перевищувати 100 тис. мікроорганізмів у 1 см³ для екстра гатунку, 300 тис. - для вищого та 500 тис. - для першого гатунку, що вказує на рівень мікробіологічної чистоти продукту. Температурний режим на момент приймання також має суттєве значення: для найвищого - екстра гатунку температура молока повинна бути не вищою за 6 °С, для вищого - до 8 °С, а для першого - не перевищувати 10 °С [7].

До важливих якісних характеристик належить і вміст сухих речовин, що має бути не меншим за 12,2 % у молоці екстра гатунку, 11,8 % - у вищому та 11,5 % — у першому. Мікробіологічні показники незбираного молока є важливими критеріями для його класифікації за якістю на екстра, вищий і перший гатунки. Одним із основних показників є кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (кМАФАНМ), яка не повинна перевищувати 100 тис. КУО/см³ для молока екстра гатунку, 300 тис. КУО/см³ - для вищого і 500 тис. КУО/см³ - для першого. Кількість соматичних клітин обмежується рівнем не більше ніж 400 тис./см³ для екстра та вищого гатунків, і до 500 тис./см³ - для першого [7, 15].

Особливу увагу приділяють наявності патогенних мікроорганізмів. У всіх випадках їх присутність у молоці є неприпустимою. Зокрема, в жодному з гатунків не допускається виявлення бактерій роду *Salmonella* у 25 см³ продукту. Також заборонено наявність *Staphylococcus aureus* у кількості 0,1 см³, а *Listeria monocytogenes* - у 25 см³ [15].

Вершки являють собою концентрований молочний продукт з високою поживною цінністю, який отримують шляхом механічного відокремлення жирової фракції від незбираного молока методом сепарування та повинні відповідати ДСТУ 8131:2015 [8].

Органолептичні показники також мають велике значення для оцінки якості вершків-сировини. Вершки повинні мати характерний для даного виду запах і смак, властиві свіжому молочному продукту, без сторонніх запахів і

присмаків, які можуть свідчити про початок псування або забруднення сировини. Консистенція вершків повинна бути однорідною, без грудок і сторонніх включень, колір - від білого до кремового [8].

Визначальним показником якості є масова частка жиру, яка варіює залежно від типу вершків: від 30 % до 50 % у вершків підвищеної жирності. Цей параметр прямо впливає на енергетичну цінність, смакові характеристики, густину, в'язкість та стійкість емульсійної системи [8].

Кислотність вершків є важливим показником їхньої якості та свіжості, який відображає інтенсивність перебігу біохімічних і мікробіологічних процесів у продукті. Вона зумовлена наявністю у плазмі вершків органічних кислот, переважно молочної, що утворюється внаслідок життєдіяльності молочнокислих мікроорганізмів, а також вільних іонів водню та солей кислої реакції. Згідно з ДСТУ 8131, кислотність вершків-сировини нормується за сортами та не повинна перевищувати 21 °Т, що є критерієм їх свіжості та придатності для подальшої переробки на масло. Вихід показника за межі норми свідчить про недотримання умов зберігання або вторинне мікробне забруднення. Контроль цього параметра є обов'язковим етапом технохімічного контролю виробництва, оскільки він дозволяє своєчасно виявити погіршення якості продукту та запобігти його псуванню [8].

Швидкорозчинне *сухе молоко* виготовляється відповідно до вимог стандарту ДСТУ 4273:2015. Параметри якості цього продукту регламентуються чинним законодавством та нормативними документами, що встановлюють допустимі показники та критерії відповідності.

Швидкорозчинне сухе молоко повинно мати смак і запах, характерні для свіжого пастеризованого молока, без будь-яких сторонніх присмаків чи ароматів. Його консистенція являє собою сухий порошок, утворений агломерованими часточками, при цьому допускається наявність незначної кількості легко розсипчастих грудочок. Колір продукту має бути однорідним, білим або з легким кремовим відтінком, що відповідає нормам якості для цього виду молочної продукції.

Мікробіологічні показники сухого молока регламентуються встановленими санітарними нормами. У 1 г продукту вміст мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів не повинен перевищувати 5×10^4 колонієутворювальних одиниць. У 0,1 г сухого молока повністю виключається наявність бактерій групи кишкової палички (коліформ). Патогенні мікроорганізми, зокрема представники роду *Salmonella*, у 25 г продукту не допускаються. Також у 1 г сухого молока не повинно виявлятися *Staphylococcus aureus*, що гарантує мікробіологічну безпеку та відповідність продукту гігієнічним вимогам [15].

Сухе молоко повинно містити не більше, ніж 4 % вологи та до 1,5 % жиру. Індекс розчинності не перевищує 0,2 см³ сирого осаду, а відносна швидкість розчинення становить щонайменше 60 %. Масова частка фосфоліпідів обмежується показником 0,5 %. Титрована кислотність відновленого молока з вмістом сухих речовин 12 % не перевищує 20 °Т.

За показником чистоти відновлене швидкорозчинне сухе молоко повинно належати до групи не нижче другої, що відповідає вимогам стандарту щодо органолептичних і фізико-хімічних властивостей продукту.

Вміст токсичних елементів у сухому молоці не повинен перевищувати встановлених граничних значень. Концентрація свинцю обмежується показником 0,1 мг/кг, миш'яку - не більше 0,05 мг/кг, кадмію - не вище 0,03 мг/кг, а ртуті - не більше 0,005 мг/кг.

Відповідно до положень ДСТУ 8808:2003 «Олія кукурудзяна. Технічні умови», **кукурудзяна олія** повинна відповідати встановленим органолептичним, фізико-хімічним та мікробіологічним критеріям, що гарантують її високу якість і безпечність для споживання [9].

Органолептичні характеристики кукурудзяної олії визначаються прозорою рідиною без механічних домішок, з кольором від світло-жовтого до жовтого, що залежить від особливостей технології виробництва. Запах продукту повинен бути типовим для рафінованої кукурудзяної олії і не містити сторонніх ароматів. Смак характеризується слабкою вираженістю і відсутністю

сторонніх присмаків, а консистенція продукту залишається однорідною, без осадів і плівки [9].

Фізико-хімічні властивості кукурудзяної олії регламентуються показниками масової частки вільних жирних кислот (у перерахунку на олеїнову кислоту), яка не повинна перевищувати 0,6 %, індексу йоду, що становить не менше 120 г/100 г, а також індексу омилення не менше 190 мг КОН/г і індексу перекисів не більше 10 ммоль/кг. Масова частка вологи в олії не повинна перевищувати 0,1 %, а домішок – 0,05 % [9].

Мікробіологічні показники забезпечують безпечність продукту для споживання і передбачають, що кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів не перевищує 1000 КУО/мл, дріжджів і пліснявих грибів – не більше 100 КУО/мл. При цьому патогенні мікроорганізми, такі як *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* та *Listeria monocytogenes*, у кукурудзяній олії не повинні виявлятися [15].

Аскорбінова кислота, або вітамін С, є біологічно активною речовиною, яка широко застосовується як харчова добавка та антиоксидант. Її якість контролюється за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками, що забезпечують безпечність та ефективність продукту.

Аскорбінова кислота у вигляді порошку або кристалів має вигляд білих або майже білих кристалічних частинок, що можуть бути без запаху або мати легкий кислуватий аромат. Смак речовини відчувається як характерно кислий, без сторонніх присмаків. Кристалічна структура повинна бути однорідною, без грудок та сторонніх домішок.

Фізико-хімічні властивості аскорбінової кислоти регламентуються рядом параметрів. Масова частка аскорбінової кислоти у високоякісному продукті становить не менше 99 %. Вона добре розчиняється у воді, утворюючи прозорий розчин без осаду. Водний розчин концентрацією 1 % має рН приблизно від 2,0 до 3,0. Точка плавлення кристалів знаходиться близько 190–192 °С і супроводжується розкладанням речовини. Вологість продукту не перевищує 0,5 %, що забезпечує стабільність кристалів і тривале зберігання, а

легкорозчинні домішки відсутні або мінімальні, не впливаючи на чистоту продукту.

Мікробіологічні показники аскорбінової кислоти пов'язані з її сухою формою і низькою активністю води. Загальна кількість мезофільних мікроорганізмів не перевищує 1000 КУО на грам, а кількість дріжджів та пліснявих грибів не перевищує 100 КУО на грам. Патогенні мікроорганізми, такі як *Salmonellaspp.*, *Escherichiacoli* та *Staphylococcusaureus*, у продукті не повинні виявлятися [15].

Сироп лактулози є високомолекулярним функціональним харчовим продуктом, який застосовується як пребіотик для стимулювання роботи кишківника та поліпшення мікрофлори травного тракту.

За органолептичними властивостями сироп лактулози представляє собою прозору або злегка опалесцентну рідину без механічних домішок. Колір продукту варіюється від світло-жовтого до солом'яного, залежно від технології виробництва. Сироп має специфічний легкий солодкуватий смак, характерний для лактулози, без сторонніх присмаків, а запах продукту майже відсутній або нейтральний. Консистенція сиропу однорідна, в'язка, без осаду чи розшарування.

Фізико-хімічні властивості сиропу визначаються масовою часткою сухих речовин, яка зазвичай складає від 60 % до 70 %, та концентрацією лактулози, що забезпечує його терапевтичну ефективність. Розчинність у воді повна, утворює прозорий розчин без осаду. рН продукту коливається у межах 4,5–5,5, що забезпечує стабільність сиропу при зберіганні. Вміст вологи не перевищує встановлених норм, що запобігає розвитку мікроорганізмів, а масова частка домішок мінімальна [23].

Загальна кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів не перевищує 1000 КУО на мілілітр, дріжджів і пліснявих грибів – не більше 100 КУО на мілілітр. Патогенні мікроорганізми, такі як *Salmonella spp.*, *Escherichia coli* та *Staphylococcus aureus*, у сиропі не повинні виявлятися [15].

Цикорій, як харчовий і функціональний продукт, характеризується низкою органолептичних та фізико-хімічних показників, що визначають його якість і споживчі властивості. Завдяки високому вмісту інуліну цикорій часто використовують у вигляді порошку або екстракту як заміник кави без кофеїну, що дозволяє отримати напій із приємним смаком і ароматом, водночас надаючи організму корисні пребіотичні ефекти.

Органолептичні властивості продуктів із цикорію залежать від способу обробки та подрібнення кореня. Напої з цикорію мають темно-коричневий або світло-коричневий колір, характерний аромат смаженого кореня та легкий солодкуватий присмак. Консистенція сухого порошку однорідна, без грудок і сторонніх домішок, а смак готового напою збалансований, без гіркоти чи сторонніх запахів.

Фізико-хімічні показники цикорію визначають його харчову цінність і стабільність під час зберігання. Вміст інуліну, основного функціонального компоненту, зазвичай складає 15-20 %, що надає продукту пребіотичних властивостей та здатність покращувати мікрофлору кишечника. Масова частка сухих речовин у сировині коливається в межах 80-90 %, а вологість не повинна перевищувати 10 %, що запобігає розвитку мікроорганізмів і дозволяє тривалий термін зберігання. Показники кислотності та рН готового продукту залежать від технології смаження та подрібнення, і зазвичай рН напою знаходиться у межах 5,5-6,5, що забезпечує оптимальний смак та аромат. Крім того, фізико-хімічні характеристики включають стабільність сухого порошку до окислення та збереження кольору, смаку і аромату протягом тривалого періоду зберігання.

Маслянка являє собою плазму вершків, що утворюється в процесі їх переробки на вершкове масло. Завдяки високій біологічній цінності цей продукт доцільно використовувати для виробництва різноманітних харчових виробів [22, 23].

Хімічний склад маслянки характеризується певними показниками: вміст сухих речовин коливається в межах 8,3-9,5%, масова частка жиру становить 0,4

%, білка – 3 %, лактози – 4,7-4,8%, а мінеральних речовин – 0,6-0,7% [23].

Органолептичні характеристики маслянки повинні відповідати вимогам до молочних продуктів: смак і запах мають бути чистими та молочними, консистенція – однорідною, без осаду чи пластівців, а колір – білий або з легким жовтуватим відтінком.

Фізико-хімічні параметри маслянки включають густину, що становить 1027 кг/м^3 та кислотність, що не перевищує 19°T . У разі виробництва масла методом перетворення високожирних вершків маслянку отримують за температури $70\text{--}80^\circ\text{C}$, після чого її необхідно охолодити до $6\text{--}10^\circ\text{C}$.

Знежирене молоко, що утворюється під час виробництва масла методом перетворення високожирних вершків, повинно відповідати вимогам чинних стандартів. Його якість оцінюють за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками. У складі такого молока міститься значна кількість білків, лактози, мінеральних речовин і вітамінів водорозчинної групи, тоді як вміст жиру не перевищує $0,05\text{--}0,1\%$ [22, 23].

Органолептичні властивості знежиреного молока повинні відповідати вимогам чинних стандартів: смак і запах мають бути чистими, молочними, без сторонніх присмаків чи запахів; колір білий із легким блакитнуватим відтінком, який зумовлений відсутністю жиру. Консистенція повинна бути однорідною, без пластівців, осаду чи сторонніх домішок.

За фізико-хімічними показниками масова частка сухих речовин становить у середньому $8,5\text{--}9,0\%$, у тому числі білка не менше $3,0\%$, лактози близько $4,7\text{--}4,9\%$, а мінеральних речовин приблизно $0,7\%$. Кислотність не повинна перевищувати 20°T , а густина рідкого знежиреного молока становить в межах $1032\text{--}1036 \text{ кг/м}^3$ і є вищою, ніж у незбираного, оскільки після видалення жиру зростає відносна частка білків і цукрі [23].

Мікробіологічні вимоги передбачають відсутність патогенних мікроорганізмів, зокрема бактерій групи кишкової палички, золотистого стафілокока та сальмонел. Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів повинна відповідати граничним нормам для

питного молока (не більше 1×10^5 КУО/см³), оскільки знежирене молоко використовується або безпосередньо у свіжому вигляді, або як сировина для подальшої переробки [15].

3.2.2 Опис загальних операцій виробництва молочних продуктів

Спосіб перетворення високожирних вершків у масло включає серію технологічних етапів, спрямованих на перетворення рідкої вершкової маси в твердий продукт - масло.

Молочна сировина транспортується на підприємство з переробки молока в спеціалізованій, санітарнопідготовленій тарі, зокрема у молочних автоцистернах або флягах, які перед використанням підлягають ретельному миттю та дезінфекції згідно з установленими гігієнічними вимогами. Після перевірки цілісності закупорювання тари здійснюється відбір проб сировини з метою проведення органолептичного контролю та фізико-хімічного аналізу.

До переробки допускається молоко, що походить з господарств і супроводжується чинними ветеринарними документами, які засвідчують його придатність до використання в харчовій промисловості. У виняткових випадках можливе приймання молока від тварин, які перенесли захворювання, за наявності письмового дозволу уповноваженого ветеринарного спеціаліста та підтвердження здійсненої термічної обробки сировини відповідно до ветеринарно-санітарних норм і правил [14, 22].

Далі проводять очищення – видалення механічних домішок, що можуть потрапити до молока в процесі його збирання, транспортування або зберігання. Попереднє очищення молока здійснюється шляхом проціджування через фільтрувальні системи. Для підвищення ефективності процесу застосовуються відцентрові молокоочисники, які дають змогу очищувати як охолоджене, так і попередньо підігріте до температури 35-45 °С молоко. Після очищення молоко направляють на сепарування [22].

Сепарування є ключовим технологічним процесом, що забезпечує поділ молока на вершки (жирову фазу) та знежирене молоко (молочну плазму) [23]. Процес здійснюється у спеціалізованих апаратах – сепараторах-вершковідділювачах – під дією відцентрових сил, які забезпечують ефективне розділення фаз за рахунок різниці їх густин. Оптимальним для сепарування є температурний режим у межах 35–45 °С, за якого спостерігається зниження в'язкості молока, зменшення густини жиру внаслідок нагрівання та покращення умов для відокремлення жирових кульок від плазми [14, 22].

Наступним етапом є пастеризація вершків. Пастеризація є обов'язковим етапом термічної обробки вершків, спрямованим на повне знищення патогенної мікрофлори та інактивацію ферментів, які можуть негативно впливати на стабільність і зберігання готового продукту. Температурні режими пастеризації встановлюються з урахуванням сезонного чинника та якості сировини. У літній період вершки першого сорту пастеризують при температурі 85-90 °С, у зимовий - 92-95 °С.

Вершки другого сорту, залежно від необхідності у дезодорації, піддаються пастеризації за температур 92-108 °С. У випадку відхилення температури від заданого режиму вершки повертають на повторну теплову обробку. Пастеризація здійснюється з використанням пластинчастих або трубчастих теплообмінників, обладнаних системами регенерації тепла для підвищення енергоефективності процесу [14, 22].

Далі проводять дезодорацію. Дезодорація є технологічним процесом, що спрямований на видалення летких ароматичних сполук, які можуть негативно впливати на органолептичні характеристики вершків, зокрема смак і запах. Процес здійснюється у вакуум-дезодораційних установках за умов розрідження в межах 0,01–0,06 МПа. Температура теплової обробки варіюється від 80 до 95 °С залежно від сезону та якості сировини. За вказаних умов вершки закипають при зниженій температурі, що сприяє ефективному видаленню небажаних летких компонентів. Тривалість дезодорації становить 4-5 секунд.

Після цього здійснюється одержання високожирних вершків (ВЖВ) з

масовою часткою жиру в межах 61,5-82,5% шляхом двоступеневого сепарування. На першій стадії із молока виділяють вершки з жирністю 32-38%, після чого ці вершки піддають повторному сепаруванню після пастеризації з метою концентрації жирової фази. Такий двоетапний метод дозволяє досягти більш повного з'єднання жирових кульок і підвищити щільність жирової фази, що є необхідною умовою для подальшого формування структури масла.

Наступним процесом є нормалізація ВЖВ. Основною метою нормалізації є досягнення відповідності вмісту жиру, вологи та сухих знежирених речовин (СЗМЗ) встановленим нормативним вимогам [14, 22].

Для нормалізації використовуються компоненти, такі як пастеризовані вершки, маслянка, молочний жир та інші. Застосування води або знежиреного молока не рекомендовано, оскільки це може негативно вплинути на органолептичні властивості та якість кінцевого продукту. Після проведення нормалізації отримана суміш направляється до масловиготовлювача для подальшої обробки.

У процесі виробництва масла в масловиготовлювачі здійснюється охолодження високожирної вершкової суміші до температури 22-23 °С, що сприяє кристалізації гліцеридів і формуванню первинної структури масла. При наявності 4-7% твердого жиру та ступені дестабілізації жирової емульсії в межах 60-85% утворюється просторово стабільна структура масла. Після завершення процесу структуроутворення суміш витісняється з апарата, де відбувається її затвердіння протягом 20-90 секунд.

Характер консистенції кінцевого продукту залежить від ступеня завершення структурних змін в масловиготовлювачі.

Фасування здійснюється з дотриманням санітарно-гігієнічних вимог. Упаковка має бути стерильною, герметичною, із зазначенням усіх маркувальних даних: найменування виробника, типу масла, масової частки жиру, терміну придатності тощо.

Після фасування масло зберігають у холодильних камерах при температурі 2-4 °С і відносній вологості повітря не вище 80%. Термін

зберігання залежить від температури:

- при 0...-5 °С - до 3 місяців,
- -6...-11 °С - до 9 місяців,
- -12...-18 °С - до 12 місяців.

У споживчій тарі за температури не вище 6 °С масло зберігається до 3 діб [14, 22].

3.2.3 Опис технології виробництва молочних продуктів запроєктованого асортименту

Сировина, яка викачується з автомолцистерни (поз 1-1), транспортується до установки для перекачування (поз. 1-2), у якій паралельно виконуються операції механічного очищення молока, а також вимірювання об'єму та маси.

Далі молоко охолоджують (поз. 1-3) до температури 2–8°С, та подають до ємності для тимчасового зберігання (поз. 1-4).

На наступному етапі молоко подається до теплообмінника (поз. 2-3) для підігрівання до температури, оптимальної для проведення процесу розділення на вершки та знежирене молоко. Операція сепарування виконується у вершковіддільнику (поз. 2-5) за температури 30-45 °С.

Отримане знежирене повертають до ППОУ (поз. 2-3), де здійснюється термічна обробка при температурному режимі 74-76 °С. Після завершення пастеризації молоко проходить стадію інтенсивного охолодження до температури зберігання, яка становить 4-6 °С, та надходить у спеціальну ємність-накопичувач (поз. 2-25), призначену для короткочасного зберігання перед фасуванням.

Наступним етапом є пакування готового продукту: молоко подається на фасувальний автомат (поз. 3-1), де воно розливається у герметичні пакети типу Tetra Pak об'ємом 1 л. Процес фасування проводиться за зниженого температурного режиму 4-2 °С, що сприяє збереженню органолептичних

властивостей і мікробіологічної стабільності молока протягом усього терміну реалізації.

Вершки м.ч.ж. 35 % охолоджують на пластинчастому охолоджувачі (поз. 2-6) до 4-6 °С і подають у резервуар з міжстінним охолоджувальним простором для зберігання перед проведенням наступних технологічних операцій (поз. 2-8).

Вершки із ємкості за допомогою насоса для перекачування в'язких продуктів (поз. 2-9) подаються у трубчасту теплову установку (поз. 2-10), де здійснюється їх підігрів до температури дезодорації (поз. 2-11), яка становить близько 80 °С. Застосування дезодорації обумовлене необхідністю усунення небажаних сторонніх запахів та присмаків, зокрема гіркоти, що можуть виникати внаслідок окисних процесів або впливу мікробіологічної мікрофлори.

Після цього вершки спрямовуються знову у трубчастий теплообмінник для проведення пастеризації при температурі 85-90 °С.

Далі проводять процес отримання продукту з високим вмістом жиру (ПВЖВ), який здійснюється на сепараторі (поз. 2-13) при температурі 60-80 °С.

У результаті розділення формується концентрований жировий продукт із необхідними фізико-хімічними параметрами. Отримані високожирні вершки м.ч.ж 77% та м.ч.ж 78% направляють у нормалізаційні ванни для доведення їх складу до заданих рецептурних показників.

Маслянка, отримана в результаті процесу сепарування вершків, одразу після відокремлення піддається охолодженню на пластинчастому охолоджувачі (поз. 2-20) до температури 4-6 °С. Після охолодження продукт надходить у ємність для проміжного зберігання (поз. 2-21).

Відібрану частину маслянки, отриманої після сепарування, подають до технологічних ванн (поз. 2-17).

Підготовка сумішей

- *для масла вершкового «Імунного»*

У ванну (поз. 2-17) завантажують маслянку, попередньо нагріту до температури 45-70 °С, після чого вносять необхідну кількість сухого інуліну. Компоненти ретельно змішують до отримання однорідної суспензії,

забезпечуючи рівномірний розподіл частинок інуліну в рідкому середовищі. Суміш витримують при зазначеній температурі протягом 30–60 хвилин, що необхідно для повного набухання інуліну.

Після завершення процесу набухання отриманий розчин вводять у нормалізаційну ванну (поз. 2-14), що містить високожирні вершки з м.ч.ж 77 %, попередньо підігріті до температури 45-70 °С. Суміш вершків і розчину інуліну інтенсивно перемішують для забезпечення рівномірного розподілу функціонального компонента в жировій фазі. Подальше витримування при цій температурі протягом 12–18 хвилин дає змогу досягти оптимальної взаємодії інуліну з молочною основою, стабілізувати структуру продукту та забезпечити однорідність його фізико-хімічних властивостей.

- *для масла діабетичного*

Маслянку, попередньо підігріту до температури 45-50 °С, подають у змішувальну ванну. У цю ж ванну вносять заздалегідь зважені та просіяні сухі інгредієнти - сухе знежирене молоко, цикорій та фруктозу. Компоненти інтенсивно перемішують упродовж 5-10 хвилин до утворення однорідної суміші.

Після цього проводять пастеризацію при температурі 85-87 °С з витримкою 15–20 секунд, що забезпечує мікробіологічну безпеку продукту, інактивацію ферментів та стабілізацію білкової системи, готуючи суміш до подальшого змішування з високожирними вершками.

Пропастеризовану суміш охолоджують до температури 45-55 °С та вводять у нормалізаційні ванни, що містять високожирні вершки з масовою часткою жиру 78 %. Отриману систему перемішують протягом 10-12 хвилин для забезпечення повної однорідності, після чого направляють у маслоутворювач для подальшого формування продукту.

- *для масла збагаченого*

Квітковий пилок проходить попередню обробку, що включає подрібнення до середнього розміру частинок приблизно 70 нм. Процес просіювання пилку здійснюється на відповідному просіювачі (поз. 2-16) з метою видалення

агрегатів і неоднорідностей.

У змішувальну ванну (поз. 2-14) подають вершки, нагріті до температури 45–50 °С, а також дозований за рецептурою підготовлений квітковий пилок. Отриману суміш інтенсивно перемішують протягом 10–15 хвилин для досягнення однорідного розподілу пилку у жировій фазі вершків.

Наступним етапом суміш піддають пастеризації при температурі 85–90 °С з витримкою 15–20 секунд, що забезпечує знищення патогенних мікроорганізмів та стабілізацію білкової системи. Після пастеризації суміш охолоджують до 40–45 °С і направляють у маслоутворювач для подальшої реалізації технології ПВЖВ.

Нормалізовані суміші, підготовлені відповідно до заданих рецептурних параметрів, подаються у маслоутворювач (поз. 2-19). У маслоутворювачі відбувається інтенсивна механічна обробка суміші, яка сприяє формуванню стабільної жирової структури, характерної для масла, відповідно до технологічних вимог та асортименту виробів, передбачених виробничим проєктом.

Після завершення процесу маслоутворення, рідкий продукт направляється на фасування (поз. 2-26). Для зручності транспортування та зберігання масло розливається у ящики з об'ємом 20 кг.

Після попереднього фасування рідкого масла у проміжні ємності, продукт спрямовують у термостатну камеру, де його витримують за температурного режиму не вище 5 °С. Така температурна обробка є необхідною для затвердіння масляного моноліту, що забезпечує завершення кристалізації жирової фази та стабілізацію внутрішньої структури продукту.

Після закінчення витримки в термостатній камері, масло надходить на наступний етап - фасування (поз. 3-2) у споживчу тару у вигляді брикетів масою по 250 г.

Готові фасовані брикети масла одразу ж транспортують до холодильної камери для зберігання за температури 5°С, яка підтримує стабільність продукту та продовжує його термін придатності.

Виготовлення напою молочного геродієтичного призначення

У резервуарі (поз. 2-21) здійснюють змішування маслянки, вершків з масовою часткою жиру 50 % та частини знежиреного молока. У цю ж ємність вводять кукурудзяну олію, аскорбінову кислоту, лактулозний сироп та препарат «Селен активний» згідно з рецептурою.

Отриману суміш ретельно перемішують для забезпечення однорідності розподілу компонентів.

Після цього суміш подають у пастеризатор (поз. 2-22), де здійснюють підігрів до температури, необхідної для гомогенізації (поз. 2-23), яка становить 60–65 °С.

Прогомогенізовану суміш піддають пастеризації при температурі 90–92 °С з подальшим охолодженням до 70 °С.

Охолоджену до зазначеної температури суміш направляють у ємність з міжстінним простором (поз. 2-24) для тимчасового зберігання перед фасуванням. Фасування продукту здійснюють у пакувальну тару типу TetraPak об'ємом 0,5 л (поз. 3-1) при температурі 67–69 °С.

Після фасування продукт охолоджують до 20 °С та зберігають у холодильних умовах при температурі від -4 до 6 °С протягом не більше ніж 7 діб, що забезпечує збереження його якісних характеристик і безпеки для споживача.

3.2.4 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва молочних продуктів запроєктованого асортименту

Технохімічний контроль у виробництві масла є системою заходів, спрямованих на забезпечення відповідності сировини, напівфабрикатів і готової продукції встановленим фізико-хімічним, хімічним та органолептичним показникам. Цей вид контролю є невід'ємною частиною технологічного

процесу і виконує функцію регулювання, оптимізації та прогнозування якісних характеристик продукту на кожному етапі виробництва [5].

Контроль розпочинається з оцінки вхідної сировини - молока. На цьому етапі здійснюють визначення масової частки жиру за методом Гербера, білка, вологи, кислотності, рН, а також наявності домішок і забруднень. Ці показники мають вирішальне значення для подальшого використання сировини. Також такі дані є критичними для вибору оптимальних технологічних режимів, які забезпечують максимальне збереження корисних компонентів і поліпшення смакових якостей кінцевого продукту.

На етапах технологічної обробки здійснюється контроль параметрів, які безпосередньо впливають на хімічну стабільність та структуру продукту: температура і час пастеризації, процеси гомогенізації, витримки та визрівання.

Важливим елементом технохімічного контролю є моніторинг вологи та сухих речовин, оскільки їх баланс визначає текстуру, консистенцію та стабільність продукту, а також його схильність до мікробіологічного псування.

Також контроль рН та кислотності допомагає відслідковувати перебіг ферментативних і мікробіологічних процесів, що можуть впливати на безпеку і якість продукції [5, 14,].

Сучасний технохімічний контроль здійснюється із застосуванням високоточного лабораторного обладнання: спектрофотометрів, хроматографів, автоматичних аналізаторів, рефрактометрів.

Важливою умовою є стандартизація методик і регулярна калібровка приладів для забезпечення точності результатів.

Інформація, отримана в ході технохімічного контролю, використовується для корекції технологічних процесів, удосконалення рецептури, контролю сировинної бази, а також для підтвердження відповідності продукції вимогам національних і міжнародних стандартів. Вона є також основою для сертифікації продукції та підтвердження її безпечності [5, 22].

Технохімічний контроль є основою для прийняття управлінських рішень щодо корекції технологічних режимів, забезпечення відповідності продукції нормативним вимогам і підвищення ефективності виробництва.

Мікробіологічний контроль є невід'ємною складовою системи забезпечення якості та безпеки харчової продукції, зокрема виготовлення масла. Він полягає у систематичному вивченні мікробіологічного стану сировини, рецептурних складових, готової продукції, а також виробничого середовища, що дозволяє запобігати розповсюдженню патогенних мікроорганізмів та забезпечувати відповідність продукції санітарно-гігієнічним вимогам [15].

Основними показниками мікробіологічного контролю є загальна кількість мікроорганізмів, показник наявності бактерій групи кишкової палички, вміст дріжджів і пліснявих грибів, а також відсутність патогенних мікроорганізмів. Для оцінки мікробіологічної чистоти застосовують стандартні методи культурного посіву та кількісного підрахунку колоній [15].

Регулярність проведення мікробіологічного контролю встановлюється відповідно до нормативних документів і внутрішніх стандартів підприємства. Результати досліджень використовуються для прийняття рішень щодо можливості використання сировини, корекції технологічних процесів, а також для оцінки ефективності заходів з дезінфекції і санітарії.

Впровадження комплексного мікробіологічного та технохімічного контролю сприяє підвищенню безпечності молочних продуктів, зменшенню ризику харчових отруєнь, продовженню терміну зберігання та поліпшенню органолептичних властивостей. Це також забезпечує дотримання вимог міжнародних систем управління якістю та безпекою харчових продуктів, таких як HACCP та ISO 22000, що є необхідною умовою для виходу продукції на світові ринки [5, 15].

Таблиця 3.2.1 – Технохімічний контроль виробництва масла вершкового імуного [5]

Об'єкт	Контрольований показник	Періодичність контролю	Відбір проб	Методи контролю вимірювальні прилади
Пастеризація вершків	Температура, °C	Кожні 15-20 хв	Проба після пастеризації	Термометр ДСТУ 6066:2008
	Проба на пастеризацію	Періодично	Те саме	ДСТУ 7380:2013
Дезодорація вершків	Температура, °C	''	У процесі дезодорації	Термометр ДСТУ 6066:2008
	Тиск, МПа	''	Те саме	Манометр
Сепарування вершків	Температура, °C	''	У процесі сепарування	Термометр ДСТУ 6066:2008
Нормалізація ВЖВ	Масова частка вологи, %	Щоденно	У місткості для нормалізації	ДСТУ ISO 8851-1 IDF 191-1:2007
	Маса ВЖВ, кг	Періодично	Те саме	За фактичною закладкою
	Маса наповнювачів	Періодично	Те саме	За фактичною закладкою
Маслянка	Масова частка жиру, %	Щоденно	У кожній партії	ДСТУ ISO 488:2007
Внесення рецептурних компонентів	Маса наповнювачів	Періодично	Те саме	За фактичною закладкою
	Колір, смак, запах	Щоденно	Те саме	Органолептичний
Маслоутворення	Консистенція масла	Періодично	Масло на виході з маслоутворювача	Проба на зріз, термостійкість за швидкістю твердіння
Масло, що виходить з маслоутворювача	Масова частка вологи, %	Щоденно	Через кожні 10 ящиків	ДСТУ ISO 8851-1/IDF 191-1:2007
	Масова частка жиру, %	''	Те саме	ДСТУ ISO 8851-1/IDF 191-1:2007
	Масова частка СЗМЗ, %	Не менше 1 разу на місяць	У об'єднаній пробі	ДСТУ ISO 8851-1/IDF 191-1:2007
	Кислотність плазми, °T	За потребою	Через кожні 10 ящиків	ДСТУ ISO 7238:2001
	Термостійкість	Щоденно	У кожній партії	За зразком масла виробленого минулого дня
	Колір, смак, запах	Щоденно	Те саме	Органолептичний
Пакування	Маса нетто, кг	''	Вибірково	Ваги
Маркування	Якість маркування	''	''	Візуальний
Зберігання	Температура, °C	''	Один раз на добу	Термометр ДСТУ 6066:2008
	Тривалість діб	''	Те саме	Годинник

Таблиця 3.2.2 – Мікробіологічний контроль масла вершкового імуного

[5, 15]

Досліджуваний технологічний процес і матеріал	Досліджуваний об'єкт	Аналіз	Звідки беруть пробу	Періодичність аналізу, контролю	Розведення
Сировина, що поступає на завод	Молоко	<u>Редуктазна проба</u>	Середня проба вершків і молока від кожного поставщика	1 раз в декаду	-
	Вершки сирі	<u>Редуктазна проба</u>		Те саме	-
Виробництво масла	<u>Просепароване молоко</u>	<u>КМАФАнМ</u>	Ємність для нормалізації	Не рідше одного разу в місяць	<u>IV, V, VI</u>
		<u>Коліморфні бактерії</u>			<u>II, III, IV, V</u>
	Вершки до пастеризації	Загальна кількість бактерій	Із ванни, ємності	Не рідше одного разу в місяць	<u>I, II, III, IV, V</u>
		Бродильна проба	Те саме	Те саме	<u>II, III, IV, V, VI</u>
	Вершки після пастеризації	<u>КМАФАнМ</u>	Із пастеризатора	"	<u>I, II, III</u>
		Бактерії <u>ГКП</u>	Те саме	1 раз в 10 днів	<u>I, II, III, IV, V</u> <u>10 см³</u>
	Вершки з-під сепаратора	<u>КМАФАнМ</u>	Після сепарування	Не рідше одного разу в місяць	<u>II, III, IV</u>
		Бактерії <u>ГКП</u>	Те саме	"	0, I
	Вершки після нормалізації	Бактерії <u>ГКП</u>	Із кожної ванни	Не рідше одного разу в місяць	0, I
		Кількість <u>редукуючих бактерій</u>		1 раз в 10 днів	<u>I, II</u>
	Масло (готовий продукт)	<u>КМАФАнМ</u>	Із одного ящика (вибірково)	2 рази в місяць	<u>II, III, IV, V</u>
		Кількість протеолітичних бактерій	Те саме	Те саме	<u>I, II, III</u>
		Кількість <u>дріжджів та плісень</u>	"	2 рази в місяць	<u>I, II</u>
		Бактерії <u>ГКП</u>	"	Те саме	<u>I, II, III</u>
		Кількість <u>ліполітичних бактерій</u>	"	По мірі необхідності	<u>I, II, III</u>
Допоміжні матеріали	Пергамент	Загальна кількість бактерій	"	2-4 рази в рік	Площа <u>100 см²</u>
		Бродильна проба	"	Те саме	"

3.3 Забезпечення технологічного процесу виробництва запроєктованого асортименту

3.3.1 Підбір технологічного обладнання

Розрахунок технологічного обладнання в приймальному відділенні:

У приймальному відділенні основним технологічним обладнанням виступає відцентровий насос, який інтегрований до установки для перекачування молока. Для визначення його експлуатаційних параметрів здійснюється розрахунок продуктивності, що базується на регламентованій тривалості роботи приймального відділення маслоробного підприємства. Добовий обсяг надходження незбираного молока становить 60 т, при цьому ефективний час його приймання коливається в межах 10–12 годин [17].

Розрахунок продуктивності насоса для перекачування незбираного молока виконано за формулою:

$$\Pi_{\text{розр}} = \frac{M}{T_{\text{пр}}} = \frac{60000}{10} = 6000 \text{ кг/год}$$

Для виконання операцій приймання обрано модульну установку марки **УМП-20А(Ц)**, яка забезпечує перекачування молока насосом, облік за допомогою лічильника та механічне очищення на фільтрі. Її паспортна продуктивність становить 15000 кг/год.

Фактичний час приймання молока визначено за формулою:

$$T_{\text{ф}} = \frac{M}{\Pi_{\text{пасп}}} = \frac{60000}{15000} = 4 \text{ год}$$

Для охолодження незбираного молока обрано пластинчастий охолоджувач **ООУ-15** з продуктивністю 15000 кг/год.

Для тимчасового зберігання молока, що надходить протягом доби, передбачено встановлення двох резервуарів марки **LTR** місткістю по 30 т кожен.

Розрахунок технологічного обладнання в апаратно-виробничому цеху:

Для забезпечення безперервного здійснення процесів пастеризації та подальшого охолодження молока необхідно обрати пастеризаційно-охолоджувальну установку (ППОУ), що виступає ключовою складовою технологічного обладнання цеху [17].

Розрахункову продуктивність теплообмінної установки визначають з урахуванням ефективної тривалості її роботи, яка становить 5 годин.

$$P_{\text{розрах.}} = \frac{M}{T_{\text{эф.}}} = \frac{29841,5}{5} = 5968,3 \text{ л/год}$$

Встановлюємо ППОУ марки А1-ОКЛ-10, потужністю 10000 кг/год:

$$T = \frac{29841,5}{10000} = 2,98 = 2 \text{ год } 59 \text{ хв}$$

Одночасно з теплообмінною установкою передбачається робота вершковіддільника. Для цього обрано обладнання марки Ж5–ОС2Н–С з інтенсивністю 10000 кг/год.

Вершки м.ч.ж. 35 %, отримані в процесі сепарування, подають до ємності типу В2-ОМВ-4 місткістю 4000 кг для тимчасового зберігання перед переробкою для виготовлення масла.

Перед резервуванням вершки підлягають охолодженню, яке здійснюється за допомогою охолоджувача марки ОП1-У1 з продуктивністю 1000 кг/год [17].

Знежирене молоко, яке ми отримали після процесу розділення необхідно накопичити у резервуар. Встановлюємо ємність типу «Pasilak» об'ємом 15 тон. Таких резервуарів передбачаємо 2 шт.

Вершки, що надходять до маслоцеху для подальшої переробки, спрямовують на теплову обробку та дезодорацію.

Визначаємо продуктивність установки для обробки вершків.

$$P_{\text{розрах.}} = \frac{3274,34}{5} = 654,87 \text{ л/год}$$

Передбачаємо трубчастий теплообмінник марки Т1-ОУК з продуктивністю 2000-2500 кг/год.

Розрахунковий час роботи становить:

$$T = \frac{3274,34}{2000} = 1,64 = 1 \text{ год } 38 \text{ хв}$$

Для забезпечення синхронної роботи з трубчастим пастеризатором вибирається дезодораційна установка марки ДВУ-2000 з продуктивністю 2000 кг/год.

Для виробництва вершкового масла способом ПВЖВ необхідно отримати високожирні вершки, для чого передбачається встановлення відповідного сепаратора марки Г9-ОСК інтенсивність роботи якого 2000-2500 кг/год.

Знаходимо час роботи апарату для кожного із продуктів:

- для масла «Імунного»:

$$T = \frac{1129,4}{2000} = 0,56 = 34 \text{ хв}$$

- для масла діабетичного:

$$T = \frac{1129,4}{2000} = 0,56 = 34 \text{ хв}$$

- для масла збагаченого:

$$T = \frac{1072,47}{2000} = 0,54 = 32 \text{ хв}$$

Оскільки при виробництві масла способом ПВЖВ маслянка утворюється в процесі сепарування вершків середньої жирності та отримання високожирних вершків (ВЖВ), її температура складає 60–70 °С. Тому перед тимчасовим резервуванням маслянку у кількості 1644,39 кг необхідно охолодити. Для цієї мети передбачається встановлення пластинчастого охолоджувача марки ООТ–М з продуктивністю 3000 л/год [17].

Для тимчасового зберігання охолодженої маслянки, а також змішування її з рецептурними компонентами обираємо резервуар марки Я1-ОСВ-3 місткістю 2500 кг.

Для реалізації технологічного процесу нормалізації високожирних вершків (ВЖВ) за вмістом масової частки води, жиру та сухих знежирених молочних речовин (СЗМЗ), а також для змішування з наповнювачами, планується встановлення трьох нормалізаційних ванн марки ВН-1000.

Для здійснення процесу розчинення відповідних компонентів використовується нормалізаційна ванна типу ВДП із місткістю 300 кг [17].

Термомеханічна обробка готових сумішей для виробництва запланованого асортименту масла здійснюватиметься у маслоутворювачі марки Я5-ОУБ з продуктивністю 1000–1200 кг/год.

Розраховуємо час роботи даного обладнання:

- для масла «Імунного»:

$$T = \frac{565,85}{1000} = 0,56 = 34 \text{ хв}$$

- для масла діабетичного:

$$T = \frac{649,24}{1000} = 0,65 = 39 \text{ хв}$$

- для масла збагаченого:

$$T = \frac{487,13}{1000} = 0,48 = 29 \text{ хв}$$

Для завершального етапу формування структури масла, виготовленого способом ПВЖВ, продукт попередньо фасують у транспортні ящики та піддають термостатуванню.

Після завершення процесу термостатування здійснюється фасування масла у брикети по 200 г. Даний процес здійснюється на пакувальному автоматі Fasa АРМ з потужністю 40-80 бр/хв.

- для масла "Імунного":

$$T = \frac{565,85}{80 \times 60 \times 0,20} = 0,59 = 35 \text{ хв}$$

- для масла діабетичного:

$$T = \frac{649,24}{80 \times 60 \times 0,20} = 0,67 = 40 \text{ хв}$$

- для масла збагаченого:

$$T = \frac{487,13}{80 \times 60 \times 0,20} = 0,50 = 30 \text{ хв}$$

Розраховуємо продуктивність пластинчастого теплообмінника для термічного оброблення суміші для напою молочного геродієтичного призначення.

$$P_{\text{розрах.}} = \frac{M}{T_{\text{еф.}}} = \frac{2016,5}{5} = 403,3 \text{ л/год}$$

Передбачаємо встановлення ППОУ типу ОПФ-1 потужністю 1000 кг/год.

Отже, час роботи устаткування:

$$T = \frac{2016,5}{1000} = 2,01 = 2 \text{ год}$$

Для однорідної консистенції суміш необхідно промогенізувати. Даний процес виконується за допомогою установки марки SHZ - 20, що має продуктивність 1000-4200 л/год.

Для накопичення суміші перед фасуванням, встановлюємо резервуар типу Я1-ОСВ-3 місткістю 2500 кг.

Розрахунок фасувальної ділянки:

Фасування знежиреного молока та молочного напою геродієтичного призначення у пакети об'ємом 1 л здійснюється на пакувальному автоматі марки Tetra Pak TR/G7 з продуктивністю 6500 упаковок на годину [17]. Фактична тривалість роботи автомата становитиме:

- для молока знежиреного:

$$T = \frac{26106,43}{6500 \times 1} = 4,01 = 4 \text{ год}$$

- для молочного напою геродієтичного призначення:

$$T = \frac{2016,05}{6500 \times 0,5} = 0,62 = 37 \text{ хв}$$

Таблиця 3.6 - Зведена таблиця підбору технологічного обладнання [17]

Назва установки	Тип, марка	Прод.- ктив- ність л/год	Кіль- кість	Габаритні розміри, мм			Ці- на, тис. грн	Заг. площа м ²
				довжина	ширина	висота		
Приймальне відділення								
Установка приймання молока	УМП-20А(Ц)	15000	2	1820	800	1810	1,45	2,9
Охолоджувач	ООУ-15	15000		2000	800	1530	1,6	3,2
Резервуар для зберігання молока	LTR	30000	2	2800	2800	5200	7,84	15,68
Всього						21,78		
Апаратно-виробниче відділення								
Пастеризаційна установка	A1-ОКЛ-10	10000	1	4100	700	1530	2,87	2,87
Сепаратор	Ж5-ОС2Н-С	10000	1	1200	850	1780	1,02	1,02
Резервуар для вершків	B2-ОМВ-4	4000	1	2190	2245	2200	4,9	4,9
Охолоджувач	ОП1-У1	1000	1	3400	2400	2500	8,16	8,16
Резервуар для знежиреного м-ка	Pasilak	15000	2	2500	2500	4000	6,25	12,5
ТПОУ	T1-ОУК	2000	1	2800	2700	1930	7,56	7,56
Дезодоратор	ДВУ-2000	2000	1	1610	1170	2115	1,88	1,88
Сепаратор ВЖВ	Г9-ОСК	2000-2500	1	1030	750	1420	0,77	0,77
Нормалізаційна ванна	ВН-1000	1000	3	1210	1260	1350	1,52	4,56
Нормалізаційна ванна	ВЛП	300	1	1200	925	1370	1,11	1,11
Просіювач	ПТ - 1500	1500	2	1200	380	550	0,45	0,9
Маслоутворювач	Я5-ОУБ	1000-120	1	4100	3000	1835	12,3	12,3
Охолоджувач	ООТ-М	3000	1	1430	700	1400	1,0	1,0
Резервуар для маслянки	Я1-ОСВ-3	2500	2	1735	1535	2750	2,66	5,32
Пастеризаційна установка	ОПФ-1	1000	1	3600	200	2500	0,72	0,72
Гомогенізатор	SHZ-20	1000-4200	1	1115	1150	1250	1,28	1,28
Всього						66,82		
Фасувальне відділення								
Фасувальний апарат у пакети «Тетра Пак» по 0,5л	TetraPak TR/G7	6500 п/год	1	6500	1500	3425	9,75	9,75
Фасувальний апарат у брикети по 200 г	FASA APM	40-80 бр/хв	1	3065	2444	1869	7,49	7,49
Всього						17,24		

3.3.2 Розрахунок площ виробничих та допоміжних приміщень

Приміщення виробничих цехів поділяються за функціональним призначенням, а їх розрахунок здійснюється з урахуванням маси готової продукції та площі технологічного обладнання, розташованого у відповідних відділеннях. Надходження сировини на підприємство розпочинається з ділянки приймання та мийки. На початковому етапі визначається необхідна кількість машин ($N_{\text{маш}}$), що мають бути задіяні у даному відділенні [12].

Таким чином, необхідна кількість машин становить:

$$N_{\text{маш}} = \frac{15000}{11300} = 1,33 = 2 \text{ машина}$$

У чисельнику наведено продуктивність установки для приймання молока, а у знаменнику — місткість однієї автоцистерни. Наступним етапом є визначення тривалості ($T_{\text{заг}}$), необхідної для приймання сировини та виконання санітарного очищення транспортного засобу.

$$T_{\text{заг}} = 2 \times (60 + 5 + 14) = 158 \text{ хв}$$

Згідно з відповідною формулою розраховується необхідна кількість приймальних постів (П) [12].

$$П = \frac{158}{60} = 2,63 = 3 \text{ поста}$$

Завершальним етапом проєктних розрахунків є визначення загальної площі, необхідної для розташування приймально-миючої дільниці.

$$F = 72 \times 3 = 216 \text{ м}^2$$

Під час проєктування та визначення площ основних виробничих приміщень додатково враховується коефіцієнт запасу площі (К), величина якого обумовлена специфікою виробничого процесу, габаритами

технологічного обладнання та необхідністю використання внутрішньоцехового електротранспорту. Орієнтовне значення цього коефіцієнта перебуває в межах $K = 3-4$ [12].

У конструктивному рішенні виробничої будівлі застосовується модульна система з розташуванням колон за сіткою 6×6 м, що відповідає площі одного будівельного модуля, яка становить 36 м^2 [12].

Приймально-сировинне відділення

Враховуючи значні габаритні розміри резервуарів для зберігання молока доцільним є їх розміщення поза межами виробничих приміщень, на відкритому майданчику [12].

Площа цієї ділянки цеху визначається з урахуванням коефіцієнта запасу площі, значення якого приймається рівним чотирьом.

$$F = 4 \times 6,1 = 24,4 \text{ м}^2$$

Апаратно-виробничий цех

Площі, відведені під теплообмінні установки, уже враховують запас площі, тому додаткове множення на коефіцієнт не застосовується.

Для розрахунків у даному відділенні застосовується коефіцієнт $K = 4$, таким чином:

$$F = 4 \times 46,54 = 186,16 + 2,87 + 7,56 + 2,87 + 8,16 + 1,0 = 208,62 \text{ м}^2$$

Визначення площі термостатної камери:

Перед безпосереднім фасуванням масла у брикети здійснюється його попереднє пакування у ящики, після чого продукцію направляють у термостатну камеру для підтримки оптимальних умов зберігання та стабілізації структури масла [12].

Площа цієї камери визначається за відповідною формулою, де q – навантаження на 1 м^2 площі при фасуванні у ящики вагою по 20 кг , яке дорівнює 2520 .

$$F = \frac{487,13}{2520 \times 0,6} + \frac{649,24}{2520 \times 0,6} + \frac{565,85}{2520 \times 0,6} = 0,32 + 0,43 + 0,34 = 1,09 \text{ м}^2$$

Розрахунок необхідної площі холодильної камери для зберігання готової продукції:

Під час визначення площі для зберігання готової продукції необхідно враховувати коефіцієнт навантаження на 1 м² площі: для фасування масла у брикети вагою 200 г він становить 1985 кг/м², а для пакування у пакети «Тетра Пак» об'ємом 0,5 л та по 1 л – 490 кг/м². Крім того, слід брати до уваги коефіцієнт К = 0,5, що застосовується при використанні електрокарів на підприємстві [12].

Площа холодильної камери для зберігання масла визначається за відповідною розрахунковою формулою:

$$F = \frac{564,16 \times 0,5}{1985 \times 0,6} + \frac{645,5 \times 0,5}{1985 \times 0,6} + \frac{485,05 \times 0,5}{1985 \times 0,6} = 0,24 + 0,27 + 0,20 = 0,71 \text{ м}^2$$

Визначення необхідної площі для зберігання молока пастеризованого м.ч.ж 0,05% та молочного напою геродієтичного призначення:

$$F = \frac{25881,12 \times 0,5}{490 \times 0,5} + \frac{1997,52 \times 0,5}{490 \times 0,5} = 52,81 + 4,07 = 56,88 \text{ м}^2$$

Проектування цеху починається з визначення оптимального розташування основних та допоміжних технологічних зон з урахуванням послідовності технологічного процесу, що забезпечує безперервність виробничих операцій та мінімізацію переміщень сировини і готової продукції.

На наступному етапі передбачаються додаткові функціональні приміщення, включаючи склади допоміжних матеріалів і тари, приміщення для зберігання мийних засобів, зону СІР-мийки, бойлерну, вентиляційну камеру, станцію зарядки електронавантажувачів та побутові кімнати для персоналу [12].

В результаті планування досягається висока ефективність виробничого процесу та гнучкість організації простору, що важливо для можливих змін у технологічній схемі або масштабуванні виробництва.

Таблиця 3.7 - Зведена таблиця розрахунку площ

Найменування приміщення	Площа		
	Розрахункова, м ²	Компоновочна	
		Будівельні квадрати	м ²
Приймально-миюче відділення	216	6	216
Приймальне відділення	24,2	1	36
Апаратно-виробничий цех	208,62	6	216
Термостатна камера	1,09	0,5	18
Камера зберігання масла	0,71	0,5	72
Камера зберігання	56,88	1,5	
Кімната обліку	-	0,5	18
Приймальна лабораторія	-	0,5	18
Хімічна лабораторія	-	0,5	18
Бактеріологічна лабораторія	-	0,5	18
CIP мийка	-	0,5	18
Склад зберігання миючих засобів	-	0,5	18
Кабінети	-	0,5	18
Бойлерна		1	36
Ремонтні майстерні	-	1,5	54
Тарні склади	-	1,5	54
Склад допоміжних матеріалів	-	1,5	54
Зарядна кімната для електронавантажувачів	-	0,5	18
Експедиції	-	1	36
Побутові приміщення	-	1	36
Кімнати особистої гігієни	-	1	36
Коридор	-	1,5	72
Компресорна	-	0,5	54
Всього		32	1152

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Охорона праці

4.1.1 Вплив шуму на умови праці та здоров'я працівників молочних підприємств

Шум є одним із найпоширеніших та водночас найбільш небезпечних виробничих факторів, що негативно впливають на стан здоров'я працівників у переробній промисловості, зокрема на підприємствах молочної галузі. Ступінь його впливу визначається інтенсивністю, тривалістю дії та частотними характеристиками.

Надмірний рівень шуму здатний спричиняти серйозні фізіологічні та психологічні наслідки, серед яких — зниження слухової чутливості, підвищення рівня стресу, погіршення працездатності, розвиток серцево-судинних патологій і загальне виснаження організму.

Отже, зменшення шумового навантаження до нормативно допустимих меж є важливою умовою формування безпечного та ергономічного виробничого середовища на молокопереробних підприємствах [18].

До основних джерел шуму у таких виробничих системах належить механічне обладнання (пастеризатори, сепаратори, гомогенізатори, насоси, компресори), вентиляційні установки та транспортні засоби.

Залежно від характеру виробничого процесу шум може бути постійним або змінним. Найбільш шкідливим для організму вважається тривалий вплив шуму високої інтенсивності, що зумовлює незворотні порушення у слуховому аналізаторі та інших фізіологічних системах [25].

Наслідки дії шуму проявляються як у формі тимчасових, так і стійких порушень. Тимчасова втрата слухової чутливості виникає після перебування у зоні підвищеного шуму та, як правило, відновлюється після періоду

відпочинку. Проте систематична дія інтенсивного шуму призводить до хронічних ушкоджень, серед яких - шумова глухота, що має незворотний характер і суттєво знижує якість життя працівників [25].

Шум негативно впливає не лише на слуховий апарат, а й на центральну нервову систему, спричиняючи підвищену дратівливість, втому, розлади сну, зниження концентрації уваги. Тривала дія шумового навантаження може провокувати розвиток серцево-судинних і ендокринних захворювань, підвищення артеріального тиску, розлади обміну речовин. Ступінь реакції організму на шум залежить від індивідуальних особливостей — віку, стану здоров'я, адаптаційних можливостей тощо.

З метою обмеження впливу шуму до безпечних рівнів на молочних підприємствах запроваджується комплекс технічних, організаційних та медико-профілактичних заходів [18].

Технічні заходи передбачають застосування низькошумного обладнання, регулярне технічне обслуговування та модернізацію машин, установлення шумопоглинальних кожухів, екранів і акустичних панелей. Використання віброізоляційних матеріалів, демпферів і амортизаторів знижує передачу вібрацій на конструкції приміщень та робочі місця. Ефективним напрямом є також автоматизація технологічних процесів, удосконалення конструкцій агрегатів і зміна режимів їх роботи.

Організаційні заходи полягають у раціоналізації режимів праці та відпочинку: запровадженні регламентованих перерв для зниження навантаження на слух, ротації персоналу між різними зонами шумового впливу, оптимальному розміщенні робочих місць на безпечній відстані від джерел шуму. Важливо забезпечити інформаційно-просвітницьку роботу з охорони праці, під час якої працівників ознайомлюють із шкідливим впливом шуму та засобами індивідуального й колективного захисту.

Медико-профілактичні заходи включають періодичні медичні огляди для ранньої діагностики порушень слуху, рекомендації щодо лікування та профілактики професійних патологій, а також забезпечення персоналу

індивідуальними засобами захисту органів слуху - шумозахисними навушниками або вкладишами. Значну роль відіграють психофізіологічні методи відновлення: організація спеціальних кімнат відпочинку, проведення релаксаційних заходів та фізичних вправ для зниження стресу.

Комплексна реалізація технічних, організаційних і профілактичних рішень формує системний підхід до мінімізації шумового навантаження на молочних підприємствах. Така інтегрована політика дозволяє не лише захистити працівників від шкідливого впливу шуму, але й підвищити загальну ефективність виробництва, зменшити рівень професійної захворюваності, покращити самопочуття персоналу та якість готової продукції.

Забезпечення безпечного акустичного середовища потребує постійного моніторингу рівня шуму, аналізу динаміки його змін і своєчасного впровадження коригувальних заходів.

Таким чином, зниження шумового навантаження виступає не лише складовою охорони праці, а й важливим чинником підвищення продуктивності та конкурентоспроможності молочних підприємств.

4.1.2 Вплив кольорового середовища на психофізіологічний стан працівників і ефективність праці на молочних підприємствах

Кольорова гама виробничого середовища має істотний вплив на психоемоційний та фізіологічний стан людини, що безпосередньо позначається на рівні її працездатності, концентрації уваги та загальному самопочутті. У контексті виробничих умов молочних підприємств раціональне використання кольорів є одним із чинників формування сприятливого мікроклімату, зниження емоційного напруження і підвищення продуктивності праці.

Вплив кольору визначається його насиченістю, довжиною хвилі, контрастом і психологічними асоціаціями, які він викликає у працівників. Тому обґрунтований добір кольорових рішень для інтер'єрів виробничих приміщень

розглядається як складова системи забезпечення безпечних і ергономічних умов праці [24].

Одним із ключових аспектів є вплив кольору на психоемоційний стан працівників. Холодні відтінки - блакитний, синій, зелений - сприяють зниженню рівня тривожності, формуванню відчуття спокою, стабільності та зосередженості. Вони створюють сприятливий фон для роботи, що вимагає підвищеної уваги, точності та самоконтролю, зокрема у процесах фасування, контролю якості та лабораторних досліджень. Використання таких кольорів сприяє зменшенню стресового навантаження та підтриманню емоційної рівноваги персоналу.

Натомість теплі кольори – жовтий, помаранчевий, червоний - мають активізувальний ефект, стимулюючи нервову систему, підвищуючи тонус і швидкість реакцій. Вони доречні у виробничих зонах, де необхідно підтримувати високий темп діяльності або мотивувати персонал до динамічних дій. Проте надмірне використання таких кольорів може провокувати перевтому, дратівливість і втрату концентрації. Тому на молочних підприємствах доцільно поєднувати теплі кольори з нейтральними або холодними відтінками, забезпечуючи психологічний баланс у робочому середовищі.

Важливою функцією кольору є забезпечення безпеки праці. Яскраві контрастні кольори - червоний, жовтий, помаранчевий - використовуються для маркування небезпечних зон, позначення аварійних виходів, пожежного обладнання або елементів, що потребують особливої уваги персоналу. Така візуальна ідентифікація дозволяє швидко орієнтуватися у просторі, запобігає травматизму і підвищує рівень техногенної безпеки виробництва [26].

Особливе значення має кольорове оформлення з точки зору гігієни та санітарного контролю. Світлі кольори (білий, світло-сірий, блакитний) забезпечують візуальну чистоту приміщень, сприяють швидкому виявленню забруднень на обладнанні, стінах чи робочих поверхнях, що є важливим для підтримання високих стандартів якості молочної продукції. Таке колористичне рішення підсилює відчуття простору, чистоти й охайності, створюючи

позитивний емоційний фон для працівників.

Кольори також виконують функцію просторової організації виробничих процесів. Поділ зон за кольоровими ознаками (зберігання сировини, обробка, фасування, пакування, контроль якості) полегшує орієнтування працівників, знижує ймовірність помилок і підвищує ефективність комунікацій у виробничому середовищі. Раціональна кольорова навігація сприяє оптимізації логістики виробництва та зміцненню дисципліни праці.

Крім того, кольорове середовище відіграє роль у формуванні соціально-психологічного клімату колективу. Гармонійні, приємні для сприйняття кольори створюють атмосферу затишку, довіри та емоційного комфорту, що підвищує рівень задоволеності працею, знижує конфліктність і зміцнює мотиваційний потенціал працівників. Це особливо актуально для підприємств молочної галузі, де робота часто пов'язана з монотонними операціями та підвищеною відповідальністю. Вибір кольорових рішень має ґрунтуватися на специфіці технологічних процесів. У зонах, де переважають механічні або фізично інтенсивні операції, доцільно використовувати динамічні кольори, які стимулюють активність. Натомість у лабораторних або контрольних відділеннях ефективні спокійні, холодні відтінки, що підтримують концентрацію та точність. В окремих випадках кольори застосовуються і для візуального контролю якості продукції, що дозволяє оперативно виявляти відхилення від стандартів [26].

Таким чином, кольорове середовище є важливим елементом організації праці на молочних підприємствах. Раціональне використання кольору сприяє поліпшенню психофізіологічного стану персоналу, підвищенню рівня безпеки, зниженню виробничого стресу та покращенню продуктивності. Кольорова гармонізація простору має бути невід'ємною складовою комплексної системи охорони праці, ергономіки та корпоративної культури підприємства [24].

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

4.2.1 Підготовка та реалізація заходів із знезаражування харчової сировини, напівфабрикатів, обладнання та транспорту від радіоактивного, хімічного і бактеріологічного (біологічного) забруднення

Забезпечення виробництва харчової продукції, захищеної від впливу радіоактивних, хімічних та біологічних чинників, є пріоритетним завданням у системі харчової безпеки підприємств харчової промисловості. Зростання ризиків забруднення харчової сировини зумовлюється низкою об'єктивних факторів - техногенними аваріями, військовими діями, природними катастрофами чи антропогенними впливами, що можуть призвести до потрапляння шкідливих речовин у виробниче середовище. За цих умов підприємства повинні бути готовими до оперативного впровадження комплексних заходів знезаражування харчової сировини, напівфабрикатів, обладнання та транспорту, спрямованих на мінімізацію ризиків для здоров'я споживачів і збереження високої якості готової продукції [24].

Підготовка до проведення знезаражувальних робіт передбачає розроблення комплексного плану реагування на надзвичайні ситуації, який включає: – оцінку можливих ризиків і джерел потенційного забруднення; – визначення технологічних ланок, що потребують захисту; – розроблення процедур дезактивації, дезінфекції та нейтралізації; – створення резервів матеріалів, обладнання та засобів індивідуального захисту; – організацію навчання персоналу щодо правил проведення знезараження та роботи у небезпечних умовах [24].

Такі плани повинні охоплювати всі етапи функціонування підприємства — від приймання сировини до зберігання, транспортування і дистрибуції готової продукції. Кожен етап має супроводжуватися чіткими інструкціями, які визначають алгоритм дій у разі виявлення забруднення або загрози його виникнення.

Методи знезараження харчової сировини та напівфабрикатів. Для усунення радіоактивного забруднення застосовуються методи дезактивації, які включають механічне очищення поверхонь (змивання, щіткове оброблення, фільтрацію), промивання водою або спеціальними розчинами, а також використання сорбентів, здатних зв'язувати радіонукліди. Ефективність таких процедур залежить від виду сировини, фізико-хімічних властивостей забруднювачів та умов технологічного процесу.

У випадку хімічного забруднення застосовують методи нейтралізації токсичних речовин шляхом обробки лужними, кислотними або окиснювальними розчинами, які руйнують чи зв'язують небезпечні сполуки. При цьому використовуються реагенти, що не змінюють органолептичних властивостей продукції й не залишають шкідливих залишків. Такі дії здійснюються суворо відповідно до регламентів, затверджених санітарно-епідеміологічними нормами [26].

Для бактеріологічного (біологічного) знезараження застосовуються термічні, фізичні та хімічні методи. До них належать пастеризація, стерилізація, обробка ультрафіолетовим випромінюванням, використання дезінфекційних розчинів із антимікробною дією. Пастеризація та стерилізація забезпечують знищення патогенних мікроорганізмів без втрати поживних властивостей продукту. Ультрафіолетове опромінення ефективно руйнує ДНК мікроорганізмів, запобігаючи їх розмноженню. Вибір дезінфекційного засобу має базуватися на принципах біологічної безпеки та сумісності з харчовими матеріалами [24].

Знезараження обладнання і транспорту. Регулярна санітарна обробка виробничого обладнання є ключовою умовою запобігання вторинному забрудненню продукції. Очищення здійснюється механічними, термічними або хімічними методами: миття гарячою водою, паровою обробкою, використанням хімічних дезінфектантів.

Особлива увага приділяється поверхням, що безпосередньо контактують із продуктами. Транспортні засоби, що застосовуються для перевезення харчової сировини чи готової продукції, повинні підлягати обов'язковому

очищенню, дезінфекції та періодичній герметичній перевірці. Використання контейнерів закритого типу та санітарних пломб значно знижує ризики перехресного забруднення під час транспортування [24].

Контроль ефективності знезараження здійснюється шляхом лабораторного моніторингу. Відбір проб із поверхонь обладнання, тари, транспорту, а також із сировини і напівфабрикатів дозволяє визначити залишкові рівні радіоактивного, хімічного чи мікробіологічного забруднення. Застосовуються мікробіологічні, хімічні та радіологічні аналізи, результати яких документуються і використовуються для удосконалення системи санітарного контролю [24].

Забезпечення готовності підприємства до дій у разі радіаційних, хімічних чи біологічних загроз потребує системного підходу, який включає: – превентивні заходи (аудити, оцінка ризиків, профілактичне очищення); – організацію оперативного реагування (плани евакуації, аварійні процедури, резервні ресурси); – навчання персоналу і регулярні тренування; – післяаварійний контроль і коригування технологічних процесів.

Міжнародна співпраця у сфері харчової безпеки має важливе значення для підвищення ефективності заходів знезараження. Використання інноваційних технологій, запозичених із міжнародного досвіду, участь у програмах Міжнародного агентства з атомної енергії (МАГАТЕ), FAO, ВООЗ сприяють удосконаленню стандартів безпечності харчової продукції та інтеграції українських підприємств у глобальну систему контролю якості [26].

Комплексна система знезараження повинна функціонувати у межах інтегрованої політики безпеки підприємства, що об'єднує технічні, організаційні, санітарно-гігієнічні та моніторингові заходи. Постійний контроль за дотриманням вимог, періодичні аудити та коригування технологічних процесів забезпечують стійкість виробництва і захист здоров'я споживачів. Лише за умов чіткого розподілу відповідальності, міжфункціональної координації та високої культури безпеки можна гарантувати відповідність харчової продукції міжнародним стандартам якості [26].

ВИСНОВКИ

На основі аналізу літератури й експериментальних досліджень встановлено, що лактоферин є високобіологічним глікопротеїном із широким спектром захисних і регуляторних властивостей. У роботі доведено актуальність отримання лактоферину в нативних умовах, оскільки промислові методи часто супроводжуються денатурацією, що знижує його біологічну активність.

Проведені експерименти показали, що одностадійна гель-фільтрація сироватки молока в нативних умовах на чотирьох видах сефадексів G-25, G-75, G-100 і G-150 показала, що ні один з них не дозволяє отримати очищений лактоферин. Це може бути досягнуто при повторній гель-фільтрації на різних сефадексах.

Оптимальним поєднанням для двохстадійної гель-фільтрації є послідовне використання сефадексів G-75 і G-150. Причому в кожному випадку проводиться розділення хроматографічного піку з лактоферином на сектори.

Взірець з об'єднаних хроматографічних фракцій з другого сектора після гель фільтрації на сефадексі G-150 містить від 34 до 39% лактоферину виділеного в нативних умовах. Окрім лактоферину в препараті присутні частини імуноглобулінів (Ig G1 і Ig G2), а також лактопероксидаза.

За результатами проведеного техніко-економічного обґрунтування доведено доцільність розміщення виробництва у м. Тербовля, що забезпечено: вигідним географічним положенням поблизу м. Тернополя; розвиненою сировинною зоною з високою часткою молочного тваринництва; наявністю транспортної та виробничої інфраструктури; достатнім місцевим ринком збуту.

Сформований асортимент (масло діабетичне, збагачене, «Імунне», геродієтичний напій, пастеризоване знежирене молоко) відповідає сучасним вимогам ринку та принципам функціонального харчування.

SWOT-аналіз підтвердив високу привабливість проєкту, наявність конкурентних переваг і можливостей розвитку за умови ефективного

управління ризиками та інвестиційної підтримки.

У проєктно-технологічній частині обґрунтовано те, що вершкове масло посідає важливе місце у структурі сучасного раціону харчування, що є цінним джерелом поживних речовин. Його виробництво передбачає використання високоякісної сировини, професійну організацію технологічного процесу та дотримання встановлених стандартів якості.

У даній науковій роботі проаналізовано основні аспекти технологічного проєктування виробництва вершкового масла, зокрема, здійснено продуктово-сировинні розрахунки, визначено необхідну кількість сировини для виготовлення заданого асортименту, а саме: масла вершкового Імунного, масла діабетичного, масла збагаченого, молока знежиреного пастеризованого та молочного напою геродієтичного призначення.

Також розглянуто етапи розробки технологічної схеми, технічне оснащення підприємства, організацію виробничих приміщень та заходи контролю якості на всіх стадіях технологічного процесу. Описано повний технологічний процес переробки молока на масло, включаючи всі ключові етапи: приймання та очищення сировини, сепарування, пастеризацію, дезодорацію, нормалізацію, маслоутворення, фасування та зберігання готового продукту.

Показано, що дотримання оптимальних параметрів температури, тиску, часу обробки та режимів охолодження сприяє формуванню якісної консистенції й стабільної структури масла.

Проведено аналіз мікробіологічного та технологічного контролю, який є необхідною складовою для забезпечення санітарної безпеки виробництва. Тому, під час виробництва вершкового масла є необхідним суворе дотримання санітарно-гігієнічних вимог і стандартів безпеки, використання високоякісної сировини та точне виконання всіх технологічних процесів, щоб забезпечити якісний готовий продукт та задовільнити потреби споживача.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Абрамович І. А. Товарний асортимент підприємства: сутність та умови формування. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Міжнародні економічні відносини та світове господарство*. 2017. №1. С.6-9.
2. Білецька І., Романчукевич М. Маркетингові інструменти просування продукції на ринок. *Scientific journal «Modeling the development of the economic systems»*. 2022. №2. С.73-75.
3. Болотіна І. М., Семенець М. В. Розвиток стратегії просування товарів на зовнішній ринок. *Ефективна економіка*. 2022. №1. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/77e9e7d3-e0c3-4248-804b-47704d9687e6/content> (дата звернення до ресурсу 23.09.2025)
4. Власенко В., Бондар М.М., Семко Т.В., Соломон А.М. Функціональні харчові продукти з наповнювачами. *Всеукраїнський науково – технічний журнал «Техніка енергетика транспорт АПК»*. Вінниця, 2016. №3(95). С.106-109.
5. Грильова Д.В., Якуба О.Р., Обозна М.В. Технохімічний контроль виробництва. С.: СНАУ, 2015. 14 с.
6. ДСТУ 2661:2010 Молоко коров'яче питне. Загальні технічні умови [чинний від 01.01.2011]. Вид. оф. Київ : Держспоживстандарт України, 2010.
7. ДСТУ 3662:2018 Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови [чинний від 27.06.2018]. Вид. оф. Київ: Держспоживстандарт України, 2018.
8. ДСТУ 8131:2015 Вершки-сировина. Технічні умови [чинний від 01.01.2017]. Вид. оф. Київ : Держспоживстандарт України, 2017.
9. ДСТУ 8808:2003 Олія кукурудзяна. Технічні умови [чинний від 01.01.2005]. Вид. оф. Київ : Держспоживстандарт України, 2003.
10. Ілляшенко С. М., Іванова Т. Є. Інструменти та методи просування продукції в internet: аналітичний огляд. *Маркетинг і менеджмент інновацій*. 2015. № 3. С.20-32.

11. Копчак Ю., Лобунець Т., Луковський Р. SWOT-аналіз як важливий інструмент у розробці стратегії бізнесу. *Економіка та суспільство*, 2024. №61. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-61-146> (дата звернення до ресурсу 1.10.2025)

12. Крупа О.М. Проектування підприємств молочної промисловості. Курс лекцій для студентів спеціальності 181 «Харчові технології». Тернопіль, 2019. 130 с.

13. Кузьминчук Н.В., Куценко Т.М., Тарасенко І.Ю. Формування асортиментної політики виробничого підприємства. *Вісник НТУ «ХПІ»*. 2014. № 66 (1108). С. 76–83.

14. Машкін М. І., Париш Н.М. Технологія виробництва молока і молочних продуктів: підруч.; М-во аграрної політики України. Київ : Вища школа, 2006. 351 с.

15. Мікробіологія молока і молочних продуктів / О. М. Бергілевич, В. В. Касянчук, І.В. Власенко та ін. Практикум : навч. посіб. [для студентів ВНЗ III–IV рівня акредитації за напрямками підготовки «Харчові технології та інженерія». Суми : Університетська книга, 2010. 205 с.

16. Нельсон, Д.Л., & Кокс, М.М. Основи біохімії за Ленінджером: Навч. посібник / Переклад з англ. Наук. ред. перекладу С. Комісаренко. Львів: БаК. 2015. 402 с.

17. Ніконенко В.М. Обладнання та технологія молочного виробництва. Ніконенко В.М. Київ : Урожай, 1995.292 с.

18. Основи охорони праці: підручник / К.Н. Ткачук, М.О. Халімовський, В.В. Запарний та ін. К.: Основи, 2006. 448 с.

19. Пат. UA 43012 U, Україна. Спосіб виробництва збагаченого вершкового масла / Українець А.І., Рашевська Т.О., Вашека О.М., Кресь Н.В.; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій – № u200902677; заявл. 24.03.2009; опубл. 27.07.2009, Бюл. № 14.

20. Пат. UA 9724 U, Україна. Молочний напій геродієтичного призначення /Дідух Г.В., Дідух Н.А., Голованевський Ю.Е.; Дідух Г.В., Дідух

Н.А., Голованевський Ю.Е. – № u200502523; заявл. 21.03.2005; опубл. 17.10.2005, Бюл. № 10.

21. Поліщук Г.Є., Грек О.В., Скороченко Т.А. та ін. Технологічні розрахунки у молочній промисловості: навч. посіб. Київ : НУХТ, 2013. 394 с.

22. Романенко Л. П., Романенко І. Л. Молоко і молочні продукти: технологія та контроль якості. Київ : Кондор, 2010. 350 с.

23. Скарбовійчук О. М., Кочубей-Литвиненко О. В., Чернюшок О. А., Федоров В. Г. Хімічний склад і фізичні характеристики молочних продуктів: довідник. К. : НУХТ, 2012. 311 с.

24. 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.

25. Сухарев С. Основи екології та охорони довкілля. Навчальний посібник. Міністерство освіти і науки України, Ужгородський нац. Центр навчальної літератури, 2006. 391 с.

26. Толок А.О., Крюковська О.А. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2011. 215 с.

27. Троян А.В. Особливості асортиментної політики підприємства в сучасних умовах господарювання. *Ефективна економіка*. 2014. № 1. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua> (дата звернення до ресурсу 11.10.2025)

28. Шоботов В.М. Цивільна оборона: Навч. посібник. К., 2004. 390 с.

29. Юкало В. Г. Біологічна активність протеїнів і пептидів молока : монографія. Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 372 с.

30. Abdou A.M., Elbarbary H.A. Bioactive Lactoferrin-Derived Peptides. Milk Proteins – From Structure to Biological Properties and Health Aspects / Ed. I. Gigli. Rijeka, Croatia: InTech, 2016, 157–180.

31. Cutone A., Rosa L., Ianaro G., Lepanto M. S., Bonaccorsi di Patti M. C., Valenti P., Musci G. Lactoferrin's Anti-Cancer Properties: Safety, Selectivity, and Wide Range of Action. *Biomolecules*. 2020. №10 (3). P.456.

<https://doi.org/10.3390/biom10030456>. (дата звернення до ресурсу 13.10.2025)

32. Damodaran S., Parkin K. L. Fennema's food chemistry. Boca Raton: CRC Press, 2017, 1107 p.

33. Demir R., Sarita S., Bechelany M., Karav S. Lactoferrin: Properties and Potential Uses in the Food Industry. *Int. J. Mol. Sci*, 2025. №26. 1404 p. URL: <https://doi.org/10.3390/ijms26041404> (дата звернення до ресурсу 15.10.2025)

34. Farrell H.M., Jimenez-Flores R., Bleck G. T., Brown E. M., Butler J. E., Creamer L.K., Swaisgood H.E. Nomenclature of the proteins of cows' milk sixth revision. *Journal of Dairy Science*. 2004. №87(6). Pp.1641–1674.

35. Fox P.F., Uniacke-Lowe T., McSweeney P.L.H., O'Mahony J.A. Dairy Chemistry and Biochemistry (Second Edition). New York: Springer. 2015. 412 p.

36. Iglesias-Figueroa B.F., Espinoza-Sanchez E.A., Siqueiros-Cendon T.S., Rascon-Cruz Q. Lactoferrin as a Nutraceutical Protein from Milk, an Overview. *Int. Dairy J*, 2019. №89, Pp.37–41.

37. Kell D. B., Heyden E. L., Pretorius E. The Biology of Lactoferrin, an Iron-Binding Protein That Can Help Defend Against Viruses and Bacteria. *Frontiers in Immunology*, 2020. №11. P.1221. URL: <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.01221>. (дата звернення до ресурсу 20.10.2025)

38. Krolitzki E., Schwaminger S. P., Page I. M., Ostertag F., Berensmeier S. Current practices with commercial scale bovine lactoferrin production and alternative approaches. *International Dairy Journal*. 2022. №126, 105263. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105263>.

39. Min Q.Q., Qin L.Q., Sun Z.Z., Zuo W.T., Zhao L., Xu J.Y. Effects of Metformin Combined with Lactoferrin on Lipid Accumulation and Metabolism in Mice Fed with High-Fat Diet. *Nutrients*. 2018. №10 (11). 1628. <https://doi.org/10.3390/nu10111628>. (дата звернення до ресурсу 23.10.2025)

40. Paulsson M. A., Svensson U., Kishore A. R., Naidu A. S. Thermal behavior of bovine lactoferrin in water and its relation to bacterial interaction and antibacterial activity. *Journal of Dairy Science*. 1993. №76. Pp.3711–3720.

41. Perraudin J.-P., De Valck L. Lactoferrin Production from Bovine Milk or

Cheese Whey. *Journal of Engineering and Applied Sciences Technology*. 2020. №2 (1). Pp.1-9. [http://dx.doi.org/10.47363/JEAST/2020\(2\)103](http://dx.doi.org/10.47363/JEAST/2020(2)103). (дата звернення до ресурсу 1.11.2025)

42. Superti F. Lactoferrin from Bovine Milk: A Protective Companion for Life. *Nutrients*. 2020. №12 (9). 2562. <https://doi.org/10.3390/nu12092562> (дата звернення до ресурсу 4.11.2025)

43. Wakabayashi H., Yamauchi K., Abe F. Quality control of commercial bovine lactoferrin. *Biometals*. 2018. №31. Pp.313–319. <https://doi.org/10.1007/s10534-018-0098-2> (дата звернення до ресурсу 7.11.2025)

44. Yukalo V., Datsyshyn K., Storozh L. Obtaining of β -lactoglobulin by gel filtration of cow milk whey. *EUREKA: Life Sciences*. 2019. №2. Pp.33–39.

45. Yukalo V., Datsyshyn K., Krupa O., Storozh L. Adaptation of Stadier's apparatus for electrophoresis of main milk proteins. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2024. №4. Pp.33-45. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.296753>. (дата звернення до ресурсу 14.11.2025)

46. Yukalo V.G., Datsyshyn K.Ye. Gel filtration of cow milk serum proteins. *Food science and technology*. 2018. №12(4). Pp.72–78.

ДОДАТОК

Додаток А

Стаття Юкало В.Г., Дацишин К.Є., Левін Д.С. під назвою «Отримання препарату лактоферину двостадійною гелі-фільтрацією»

1

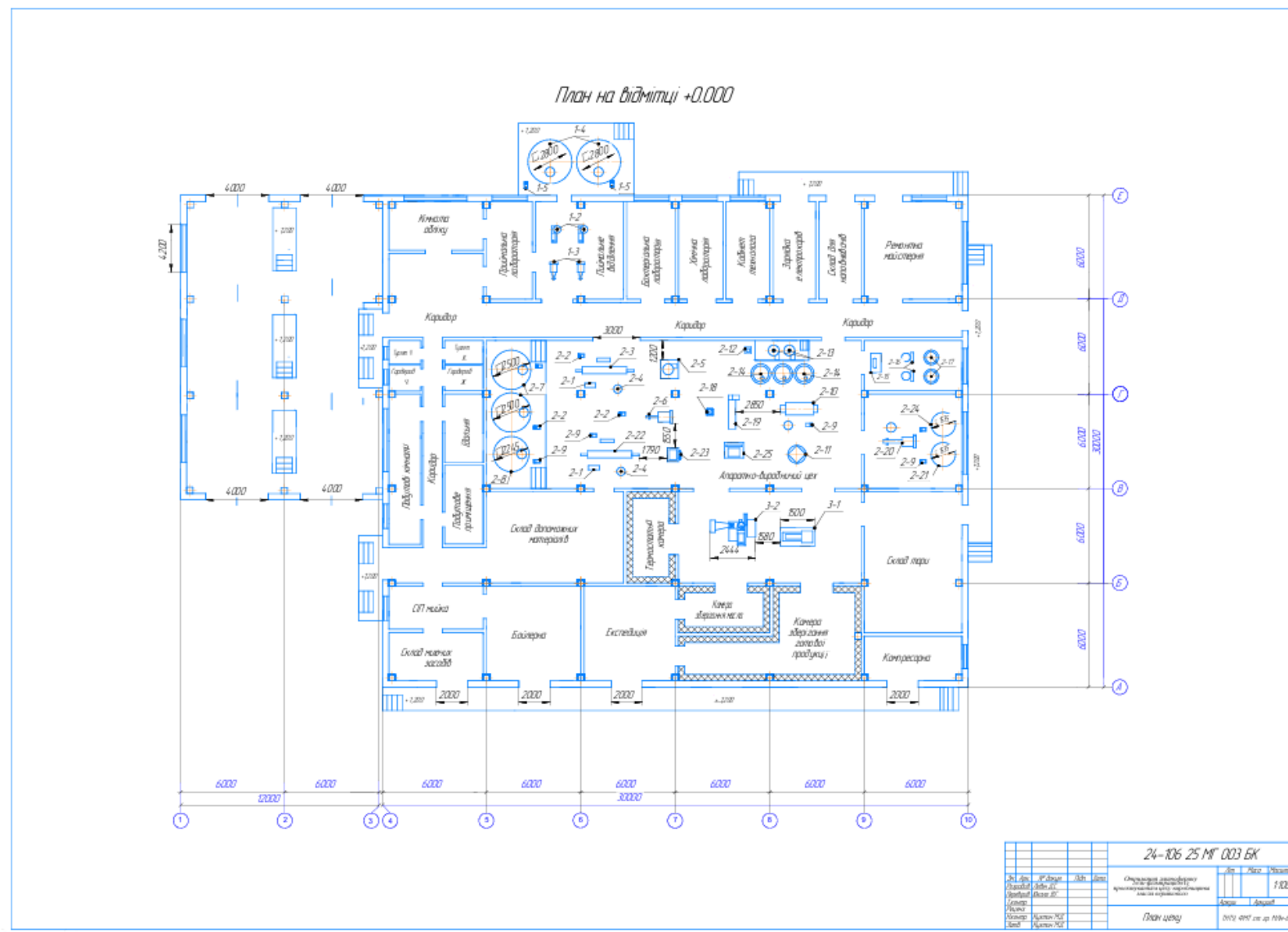
УДК 577.112.083

**ОТРИМАННЯ ПРЕПАРАТУ ЛАКТОФЕРИНУ
ДВОСТДІЙНОЮ ГЕЛЬ-ФІЛЬТРАЦІЄЮ
OBTAINING OF LACTOFERRIN PREPARATION BY THE TWO
STAGE GEL FILTRATION**

В.Г. Юкало, К.Є. Дацишин, Д.С. Левін**V.G. Yukalo, K.Ye. Datsyshyn, D.S. Levin***Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя**Ternopil Ivan Puluj National Technical University***Abstract**

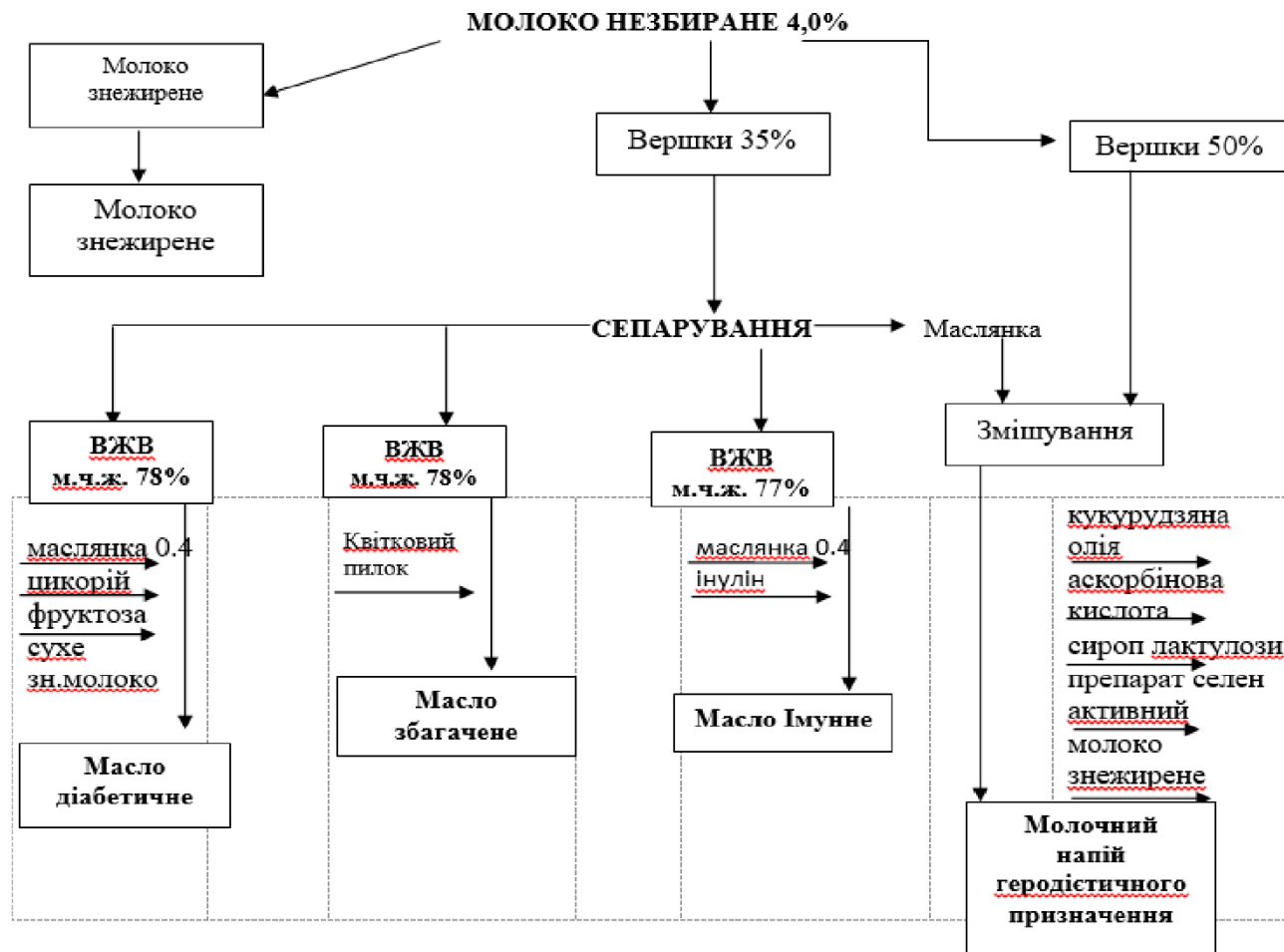
Research the known and work out of new types of biological action of lactoferrin can be hampered by partial loss of native structure during its isolation. First of all, this concerns the production of lactoferrin preparations on an industrial scale. This is especially important when it is used in baby food and pharmaceuticals. Therefore, the purpose of this study was to investigate the possibility of native lactoferrin isolating by repeated gel filtration with separation of chromatographic fractions into sectors. Fresh milk with an acidity of 18⁰T and a control preparation of cow's milk lactoferrin were obtained at PJSC «Ternopil Dairy Plant». Gel filtration was performed on columns of a chromatographic system for liquid chromatography «Reanal» (Hungary). Sephadex G-25, G-75, G-100 and G-150 from the company «Pharmacia» (Sweden) were used for gel filtration. The composition of protein fractions in milk whey and selected samples were determined by analytical disc electrophoresis in native conditions in polyacrylamide gel plates. As a result of single-stage gel filtration of milk whey on four types of Sephadex, it was found that none of them allows to obtain purified lactoferrin. Gel filtration on different Sephadex showed that the optimal combination for two-stage gel filtration is the sequential use of Sephadex G-25 and G-150 with the separation of chromatographic peaks with lactoferrin into sectors. The preparation obtained in such way after gel

План виробничого цеху



Апаратно-виробниче відділення	Фасування у пакети Тетра-пак	Фасувальний апарат	TetraPak TR/67	6500 пак/год	1	2016,5 2016,3	2016,5 2016,3
	Фасування у дрипкети	Фасувальний апарат	FASA ARM	40-80 фг/хб	1	487,13 649,24 565,85	487,13 649,24 565,85
	Термостаткування масла	Термостатна камера	-/-/-/-/-/-	-/-/-/-/-/-	-/-/-/-/-/-	-/-/-/-/-/-	-/-/-/-/-/-
	Фасування у ящики по 20 кг	-/-/-/-/-/-	-/-/-/-/-/-	-/-/-/-/-/-	-/-/-/-/-/-	487,13 649,24 565,85	487,13 649,24 565,85
	Резербування молочного напою	Резербуар	Я1-ОСВ-3	2500	1	2016,5	2016,5
	Гомогенізація	Гомогенізатор	SHZ-20	1000	1	2016,5	2016,5
	Теплооб'ємна обробка	ППОУ	ОПР-1	1000	1	2016,5	2016,5
	Перетворення ВХВ	Маслоуловлювач	Я5-ОСВ	1000	1	487,13 649,24 565,85	487,13 649,24 565,85
	Нормалізація сирини	Ванна	ВН-1000	1000	3	487,13 649,24 565,85	487,13 649,24 565,85
	Підігрівка напоїв/напоїв	Ванна	ВОН	300	1	171,85 55,31	171,85 55,31
	Резербування напоями	Резербуар	Я1-ОСВ-3	2500	1	1644,39	1644,39
	Охолодження напоями	Охолоджувач	ООТ-М	3000	1	1644,39	1644,39
	Сепарування	Сепаратор ВХВ	Г9-ОСК	2000-2500	1	11294 10724,7 10724,7	11294 10724,7 10724,7
	Дезаерація вершків	Дезаератор	ДВ9-2000	2000	1	3274,34	3274,34
	Приміальне відділення	Теплооб'ємна обробка вершків	ППОУ	П1-ОСВ	2000	1	3274,34
Резербування вершків		Резербуар	В2-ОСВ-4	4000	1	3274,34	3274,34
Резербування м-ка знежиреного		Резербуар	Rosilak	15000	2	2639,89	2639,89
Охолодження вершків		ППОУ	ОНТ-У1	1000	1	3274,34	3274,34
Сепарування молока		Сепаратор-вершківодільник	Ж5-ОСВН-С	10000	1	2984,15	2984,15
Теплооб'ємна обробка молока		ППОУ	А1-О10/2	10000	1	2984,15	2984,15
Резербування молока		Резербуар	LTR	30000	2	60000	60000
Охолодження молока		ППОУ	ООУ-15	15000	1/1	60000	60000
Призначення молока та його очислення		Установка для призначення молока	УПМ-204ВШ	15000	1/1	60000	60000
Назва відділення, цеху		Назва технологічної операції	Назва обладнання	Марка обладнання	Продуктивність л/год	Кількість	I знач
	Технологічне обладнання					Маса, кг	

[illegible]



				24-106 25 МГ 002 СК		
Звіт	Док.	Дод.	Дод.	Оптимізація технологічного регламенту та фінансових індикаторів виробництва масла вершкового	Звіт	Маси
Відомості	Відомості	Відомості	Відомості		Аналіз	Аналіз
Відомості	Відомості	Відомості	Відомості	Горішок організації виробничих процесів	ІНІЗ ФМІ, ст. зр. МВН-61	
Відомості	Відомості	Відомості	Відомості			