

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему:

Проект цеху з виробництва

масла вершкового з організацією переробки маслянки

Виконав: студент IV курсу, групи МЛ-41

спеціальності 181 «Харчові технології»

(шифр і назва спеціальності)

Ярчук Ю.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Дацишин К.Є.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Дацишин К.Є.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Кухтин М.Д.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

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

Кафедра харчової біотехнології і хімії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

(підпис) (прізвище та ініціали)
« » 2026 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Ярчуку Юрію Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект цеху з виробництва масла
вершкового з організацією переробки маслянки

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

Затверджені наказом ректора від « 20 » 01 2026 року № 4/9-18

2. Термін подання студентом завершеної роботи 19.06.2026 р.

3. Вихідні дані до роботи Асортимент:

1) Масло «Екстра»

2) Масло «Рожеве»

3) Масляна паста для хворих на цукровий діабет

4) Напій з маслянки із пюре буряка

Потужність переробки незбираного молока 25 т/зм м.ч.ж. 4,4%.

Виробництво запланувати у дві зміни.

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

Вступ. Техніко-економічне обґрунтування. Технологічна частина (технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту; вибір та обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва молочних продуктів; технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва молочних продуктів запроєктованого асортименту; підбір технологічного обладнання; організація санітарно-гігієнічного оброблення технологічного обладнання; розрахунок площ виробничих і допоміжних приміщень). Безпека життєдіяльності, основи охорони праці. Список використаних інформаційних джерел.

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

1. Апаратурно-технологічна схема виробництва молочних продуктів, 1 арк. А1.

2. Графік організації виробничих процесів, 1 арк. А1.

3. План виробничого корпусу підприємства, 1 арк. А1.

4. Розріз виробничого приміщення підприємства (цеху), 1 арк. А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологічна частина	к.т.н., доц. Дацишин К.Є.		
Техніко-економічне обґрунтування	к.т.н., доц. Дацишин К.Є.		
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці			

7. Дата видачі завдання 26.01.2026 р.**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	26.01.2026 р.	
2	Техніко-економічне обґрунтування	27.01 – 29.01.2026 р.	
3	Технологічна частина	30.01 – 15.02.2026 р. 8.06 – 11.06.2026 р.	
	Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту	30.01 – 6.02.2026 р.	
	Вибір і обґрунтування технологічних процесів та режимів виробництва молочних продуктів	7.02 – 9.02.2026 р.	
	Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва молочних продуктів запроєктованого асортименту	10.02 – 11.02.2026 р.	
	Підбір і розрахунок технологічного обладнання	8.06 – 10.06.2026 р.	
	Організація санітарно-гігієнічного оброблення технологічного обладнання	12.02 – 13.02.2026 р.	
	Розрахунок площ виробничих та допоміжних приміщень	11.06.2026 р.	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	14.02 – 15.02.2026 р.	
5	Викреслювання аркушів графічної частини	12.06 – 17.06.2026 р.	
6	Висновки. Список використаних інформаційних джерел	18.06.2026 р.	
7	Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки	18.06.2026 р.	
8	Подача роботи для перевірки на плагіат	до 18.06.2026 р.	
9	Подання кваліфікаційної роботи до захисту	19.06.2026 р.	

Студент

_____ (підпис)

Ярчук Ю.В.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Дацишин К.Є.

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі обґрунтовано та здійснено проектування сучасного молокопереробного підприємства, орієнтованого на випуск високоякісної та функціональної продукції. Актуальність теми зумовлена високою харчовою цінністю вершкового масла та необхідністю модернізації технологічних ліній для забезпечення суворого контролю якості, безпеки й високих товарних характеристик готового продукту.

Об'єктом проектування став виробничий цех із диверсифікованим асортиментом. У проекті розраховано лінії для випуску традиційного масла «Екстра» (м.ч.ж. 80%) і «Рожеве» (м.ч.ж. 71,3%), а також спеціалізованих продуктів: дієтичної масляної пасти для людей із цукровим діабетом та напою на основі вторинної сировини — маслянки — з додаванням бурякового пюре.

У ході виконання роботи детально розписано весь технологічний цикл від приймання та первинної обробки сировини до фасування готового продукту і подальших логістичних операцій. На основі проведених технологічних розрахунків підібрано комплекти технологічного обладнання, розглянуто методи його санітарно-гігієнічного оброблення, аналізовано важливі питання в сфері охорони праці та безпеки життєдіяльності на підприємстві. Також, було розроблено погодинний графік організації виробничого процесу та визначено оптимальну площу виробничих і допоміжних приміщень цеху згідно з чинними нормами

Практична значущість роботи полягає у створенні моделі високоефективного, гнучкого виробництва. Впровадження безвідходних технологій та розширення асортименту за рахунок функціональних продуктів забезпечать підприємству високу конкурентоспроможність, швидку адаптацію до потреб ринку та потенціал для лідерства в регіональному харчовому секторі.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	8
1.1 Характеристика місця розташування підприємства	8
1.2 Характеристика сировинної зони	10
1.3 Обґрунтування асортименту молочної продукції	11
1.4 Характеристика каналів реалізації продукції	13
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	16
2.1 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту	16
2.1.1 Таблиця вихідних даних для розрахунку запроєктованого асортименту	16
2.1.2 Схема напрямків технологічної переробки сировини	17
2.1.3 Сировино-продуктовий розрахунок	17
2.1.4 Зведена таблиця розрахунку продуктів	22
2.2 Вибір та обґрунтування технологічних процесів та режимів виробництва молочних продуктів	23
2.2.1 Вимоги до сировини, використаної для виробництва молочних продуктів.....	23
2.2.2 Опис загальних технологічних операцій виробництва продуктів запроєктованого асортименту	27
2.2.3 Опис технології продуктів запроєктованого асортименту	30
2.2.4 Нормативні показники продуктів запроєктованого асортименту	35
2.3 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва продуктів запроєктованого асортименту	38
2.4 Підбір технологічного обладнання	43
2.5 Організація санітарно-гігієнічного оброблення технологічного обладнання	49
2.6 Розрахунок площ виробничих та допоміжних приміщень	53
3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	56

3.1	Методологія ризик-орієнтованого аналізу при розробці структурно-логічних моделей виникнення техногенних надзвичайних ситуацій.....	56
3.2	Оцінка та класифікація виробничих небезпек і шкідливих чинників у технологічних зонах цеху.....	59
	ВИСНОВКИ	61
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ	62
	ДОДАТКИ.....	65

ВСТУП

Молочна промисловість відіграє важливу роль у забезпеченні населення повноцінними продуктами харчування, що характеризуються високою біологічною та енергетичною цінністю. Одним із найважливіших продуктів цієї галузі є вершкове масло, яке містить значну кількість молочного жиру, жиророзчинних вітамінів (А, D, Е, К) та є джерелом легкозасвоюваної енергії. Завдяки своїм смаковим властивостям і поживності вершкове масло широко використовується у харчуванні населення різних вікових груп [1].

У сучасних умовах розвитку харчової промисловості особливого значення набуває не лише виробництво традиційних продуктів, а й створення нових видів продукції з підвищеною харчовою цінністю та спеціальним призначенням. Зокрема, перспективним напрямом є виробництво комбінованих масляних продуктів і масляних паст, які мають покращену консистенцію, підвищену засвоюваність та можуть бути збагачені функціональними інгредієнтами. Такі продукти дозволяють регулювати склад жиру, зменшувати калорійність або адаптувати їх для харчування окремих груп населення, зокрема людей із порушеннями обміну речовин, у тому числі хворих на цукровий діабет [2].

Важливим аспектом сучасного виробництва є раціональне використання вторинної молочної сировини. Маслянка, яка утворюється при виробництві вершкового масла, містить білки, лактозу, мінеральні речовини та біологічно активні компоненти, що зумовлює доцільність її подальшої переробки. Використання маслянки для виготовлення напоїв дозволяє не лише зменшити втрати сировини, а й отримати корисні продукти з високою харчовою цінністю та добрими органолептичними властивостями. Додавання рослинних компонентів, зокрема овочевих пюре, підвищує вміст вітамінів, антиоксидантів і харчових волокон, що сприяє формуванню функціональних продуктів харчування [1, 2, 3].

Актуальність даної кваліфікаційної роботи полягає у необхідності створення ефективного виробництва вершкового масла з одночасною організацією комплексної переробки маслянки та розширенням асортименту продукції функціонального призначення.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка цеху з виробництва вершкового масла потужністю 25 т/зміну за незбираним молоком з масовою часткою жиру 4,4 %, із застосуванням способу перетворення високожирних вершків. Виробництво передбачається організувати у дві зміни з підбором сучасного обладнання та забезпеченням високої якості готової продукції.

У КР передбачається виконання технологічних розрахунків, обґрунтування вибору обладнання, розробка технологічної схеми виробництва та забезпечення ефективного використання сировинних ресурсів.

РОЗДІЛ 1

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

1.1 Характеристика місця розташування підприємства

Насамперед, потрібно визначити місце, де буде доцільно збудувати підприємство. Спершу, розрахуємо чисельність населення, яка має приблизно дорівнювати вибраному нами населеному пунктові. Згідно з рекомендаціями, норма споживання масла вершкового для однієї особи становить 5 кг на рік. Для цього використаємо формулу [4]:

$$Ч = \frac{П}{Н}$$

Ч – чисельність населення (тис);

П – потреба у молоці на рік (кг);

Н – норма споживання молока людиною на рік (кг).

Щоб розрахувати річну потребу в продуктах нашого виробництва, скористаймося формулою

$$П = П_{зм} \times К_{зм}$$

де $П_{зм}$ – змінна потужність (т),

$К_{зм}$ – кількість змін на рік.

$$П = 1575,16 \times 500 = 787580 \text{ кг,}$$

Отже:

$$Ч = \frac{787580}{5} = 157516 \text{ чол.}$$

На основі обчислень, можемо рекомендувати розмістити цех з виробництва масла, масляної пасти та напою з маслянки у м. Кам'янець-Подільський (Хмельницька область). Чисельність населення цього міста є досить близькою до обчисленого теоретичного значення. Крім того, Кам'янець-Подільський є важливим транспортним вузлом у регіоні [5, 6].

Найбільшим конкурентом є підприємство «Дживальдіс» смт. Нова Ушиця, яке виробляє питне молоко, кефіри, кисломолочні та тверді сири під марками

«Дживальдіс та «MiMiMilk». Серед їхнього асортименту також можна знайти, наприклад, масло «Екстра» жирністю 82 %, яке конкуруватиме на полицях магазинів з продуктом нашого виробництва. Але, «Дживальдіс» не має акценту на спеціалізованих напоях або продуктах з оригінальних рецептурних компонентів, таких як масло «Рожеве» або масляна паста для хворих на цукровий діабет.

Щоб оцінити переваги та недоліки розміщення нашого підприємства, проведемо SWOT-аналіз:

Таблиця 1.1 – Позитивні та негативні фактори розміщення підприємства

Внутрішні фактори (Контролюються підприємством)	Зовнішні фактори (Формуються ринком і середовищем)
<i>Сильні сторони</i>	<i>Сильні сторони</i>
<i>Економічна вигода виробництва:</i> використання маслянки, як безкоштовної сировини для створення напоїв оздоровчого або профілактичного призначення.	<i>Зростання культури оздоровчих продуктів в Україні:</i> підвищення попиту на функціональні, натуральні та корисні для травлення продукти серед міського платоспроможного населення.
<i>Вузька спеціалізація та гнучкість:</i> можливість швидко реагувати на запити ринку.	<i>Потенціал співпраці з великими мережами:</i> наприклад, «Лавка Традицій» у Сільпо або локальними еко-магазинами.
<i>Унікальне позиціонування:</i> чіткий фокус на тренд здорового харчування, що дозволяє випускати свій ряд унікальної продукції, якої не виготовляють конкуренти в регіоні.	<i>Грантові програми та держпідтримка:</i> можливість залучення безповоротних грантів (державних або європейських фондів) на розвиток переробної промисловості та створення робочих місць.
<i>Технологічна ефективність:</i> запуск невеликого цеху на новому, компактному та енергоефективному обладнанні не споживає великої кількості електроенергії з місцевої мережі.	<i>Довгострокові контракти з фермерами:</i> укладання угод із середніми локальними господарствами (в радіусі 30-50 км) для гарантування стабільної ціни та якості сировини.
<i>Слабкі сторони</i>	<i>Слабкі сторони</i>
<i>Низька впізнаваність торгової марки:</i> Новий виробник на початковому етапі ще тільки починає зарекомендовувати себе як виробника якісних продуктів, якому можна довіряти.	<i>Жорстка боротьба за сировину:</i> великі заводи можуть перекуповувати молоко у фермерів шляхом тимчасового підвищення закупівельних цін.
<i>Вища собівартість одиниці продукції:</i> через невеликі обсяги виробництва на етапі запуску собівартість упаковки та логістики буде вищою, ніж більших конкурентів.	<i>Енергетичні ризики та інфляція:</i> нестабільність енергопостачання через поточну ситуацію в країні та зростання тарифів, вартості логістики.

<p><i>Залежність від обмеженої кількості постачальників:</i> критична потреба саме в молоці екстра-гатунку (для отримання якісних вершків) обмежує вибір ферм поблизу.</p> <p><i>Обмежений бюджет на просування:</i> неможливість вести масштабні рекламні кампанії в перші періоди після відкриття виробництва</p>	<p><i>Ціновий демпінг від великих виробників:</i> агресивні акції великих виробників масла в супермаркетах, що може переманювати чутливих до ціни покупців.</p> <p><i>Зниження купівельної спроможності:</i> ризик того, що через складну економічну ситуацію споживачі відмовлятимуться від дорожчих продуктів оздоровчого призначення на користь базових продуктів.</p>
---	---

1.2 Характеристика сировинної зони

Сировинна зона проектного цеху формується навколо міста Кам'янець-Подільський з урахуванням його вигідного розташування на півдні Хмельницької області. Оптимальний радіус збору молока становить до 50–60 кілометрів, що охоплює не лише навколишні громади району, а й прикордонні території сусідніх Тернопільської та Чернівецької областей. Така географія дозволяє забезпечити швидку доставку сировини на підприємство без втрати її технологічних властивостей, а також диверсифікувати джерела постачання і знизити ризики залежності від великих локальних заготівельників.

Основним джерелом сировини для забезпечення планової потужності цеху у 22 тонни молока за зміну є середні та великі сільськогосподарські підприємства і спеціалізовані молочнотоварні ферми регіону. Вони гарантують стабільні добові обсяги постачання та високі фізико-хімічні показники молока, зокрема належний вміст жиру та білка, що є критично важливим для високого виходу вершкового масла. З метою дотримання вимог системи НАССР та діючих стандартів якості, цех повністю відмовляється від приймання молока від населення, оскільки сировина з приватного сектору не може гарантувати необхідної бактеріальної чистоти для глибокої промислової переробки [5].

Транспортування сировини до виробничого майданчика організовується за комбінованою схемою, яка поєднує використання власного та найманого транспорту. Спеціалізовані автомобільні цистерни підприємства обслуговують постійні маршрути малої та середньої дальності, безпосередньо збираючи

охолоджене молоко з найближчих ферм. Для доставки великих партій сировини з віддалених господарств або під час сезонного збільшення надоїв залучається великогабаритний транспорт за довгостроковими контрактами з логістичними компаніями. Усі задіяні молокоізотермічні цистерни забезпечують підтримання належного температурного режиму в дорозі, запобігаючи псуванню молока перед переробкою [5, 6].

1.3 Обґрунтування асортименту молочної продукції

Формування асортименту продукції підприємства здійснюється з урахуванням сучасних тенденцій розвитку харчової промисловості, попиту споживачів, необхідності раціонального використання сировини та підвищення економічної ефективності виробництва. Обраний асортимент дозволяє поєднати виробництво традиційних молочних продуктів із продуктами функціонального та спеціального призначення, а також забезпечити комплексну переробку молочної сировини, зокрема маслянки [1, 2, 7].

Основним продуктом підприємства є вершкове масло «Екстра» з масовою часткою жиру 80 %. Даний продукт користується стабільним попитом серед населення, оскільки є традиційним харчовим продуктом з високою енергетичною цінністю та добрими органолептичними властивостями. Масло містить значну кількість молочного жиру, жиророзчинних вітамінів і легко засвоюється організмом. Виробництво масла «Екстра» забезпечує підприємству стабільний обсяг реалізації та формує основу асортименту [2, 7].

Другим видом продукції є масло «Рожеве» з масовою часткою жиру 71,3%, яке відноситься до масляних продуктів функціонального призначення. До його складу входять маслянка та кріопорошок з буряка столового червоного. Використання маслянки дозволяє підвищити ефективність використання сировини та знизити собівартість продукту. Додавання бурякового кріопорошку збагачує продукт біологічно активними речовинами, зокрема

антиоксидантами, вітамінами та мікроелементами, а також надає йому привабливого кольору і специфічного смаку. Такий продукт відповідає сучасним тенденціям виробництва функціональних харчових продуктів і може зацікавити споживачів, які надають перевагу натуральним добавкам рослинного походження [2].

Важливе місце в асортименті займає масляна паста для хворих на цукровий діабет. Даний продукт є спеціалізованим і призначений для людей із порушенням вуглеводного обміну. До його складу входять компоненти з функціональними властивостями: суспензія із насіння льону, яка є джерелом харчових волокон і поліненасичених жирних кислот; інулін, що виконує роль пребіотика та покращує роботу травної системи; сироп калини на сорбіті як замітник цукру; сухе знежирене молоко як джерело білка; а також маслянка з низьким вмістом жиру. Такий склад забезпечує знижену калорійність продукту, покращену біологічну цінність і можливість використання його у дієтичному харчуванні. Виробництво даного виду продукції дозволяє підприємству зайняти нішу спеціалізованих харчових продуктів та підвищити рентабельність за рахунок вищої доданої вартості [2, 8].

Четвертим видом продукції є напій з маслянки із додаванням пюре буряка. Доцільність його виробництва обумовлена необхідністю комплексної переробки маслянки, яка утворюється у значних кількостях при виробництві масла. Маслянка містить білки, лактозу, мінеральні речовини та інші цінні компоненти, що робить її перспективною сировиною для виготовлення напоїв. Додавання бурякового пюре підвищує вміст вітамінів, антиоксидантів і харчових волокон, а також покращує смакові та органолептичні властивості продукту [9]. Виробництво такого напою дозволяє зменшити втрати сировини, підвищити ефективність виробництва та розширити асортимент функціональних продуктів. Таким чином, обраний асортимент продукції забезпечує раціональне використання молочної сировини, дозволяє отримувати як традиційні, так і інноваційні продукти, задовольняє потреби різних груп споживачів та сприяє підвищенню економічної ефективності підприємства.

1.4 Характеристика каналів реалізації продукції

Успішна реалізація продукції цеху з потужністю переробки 22 тонни молока за зміну вимагає комбінованого підходу. Оскільки підприємство випускає два кардинально різних за логістикою продукти — вершкове масло з тривалим терміном зберігання та свіжі функціональні напої з маслянки з обмеженим терміном придатності — канали збуту мають бути чітко розподілені. Масло забезпечить підприємству стабільний масштаб і обігові кошти, тоді як напої з маслянки сформуують високу маржинальність на локальному та регіональному рівнях.

Нижче наведено детальну характеристику каналів збуту, адаптовану під обсяги та специфіку вашого виробництва.

Таблиця 1.2 – Канали реалізації продукції

Канал реалізації	Цільовий сегмент та продукти	Прогнозована частка у збуті	Переваги каналу	Ризики та особливості контролю
Торговельні організації	Регіональні та національні мережі («Сільпо», «АТБ», «Таврія В»). Класичне масло у пачках, фасовані напої з маслянки.	40%	Високі та стабільні обсяги продажів, швидке охоплення масового споживача, підвищення впізнаваності бренду.	Жорсткі умови договорів, ретро-бонуси мереж, ризик повернення швидкопсувної маслянки, відтермінування платежів.
Оптові компанії та дистриб'ютори	Національні та локальні оптові бази, дистриб'ютори заморожених продуктів. Масло в ящиках.	20%	Миттєве відвантаження великих партій продукції, мінімальні витрати на маркетинг та брендвану упаковку, розвантаження складів.	Низька рентабельність через гуртові ціни, повна залежність від коливань ринкових цін на масло.
Підприємства громадського харчування	Кондитерські, пекарні, готелі та ресторани Кам'янця-	15%	Стабільний попит протягом року (особливо у туристичний	Потреба у дрібногуртовій гнучкій логістиці, високі вимоги до

	Подільського, Хмельницького та Чернівців. Масло високої жирності, маслянка для випічки та смузі.		сезон), готовність шеф-кухарів платити вищу ціну за стабільну преміальну якість.	термостабільності та кулінарних властивостей масла.
Фірмова торгівля (Власна мережа)	Спеціалізовані брендові магазини та павільйони. Повний асортимент: від свіжої маслянки з наповнювачами до крафтових видів масла.	15%	Стовідсоткова жива ліквідність (швидкий кеш), прямий контакт із клієнтом для тестування нових смаків, максимальна маржа без посередників.	Капітальні витрати на оренду, обладнання та персонал, складність операційного управління роздрібними точками.
Міжнародний ринок (Експорт)	Трейдери, що постачають молочну продукцію до країн Близького Сходу, Молдови або ЄС. Виключно солодковершкове масло «Екстра» (моноліт).	10%	Отримання валютної виручки, диверсифікація ризиків на випадок падіння внутрішнього попиту, висока престижність.	Необхідність сертифікації виробництва за міжнародними стандартами (ISO, FSSC 22000), жорсткий митний контроль.

Для підприємства з потужністю 22 тонни молока за зміну утримання власного роздрібу є економічно вигідним, якщо точки розміщені у місцях із гарантованим високим трафіком. Доцільно відкрити 3-4 фірмові магазини у таких зонах:

- Локація 1: Туристичний центр Кам'янця-Подільського (Старе місто).

Концепція: Магазин-кав'ярня або гастро-лавка.

- Локація 2: Центральний продовольчий ринок Кам'янця-Подільського.

Концепція: Класичний фірмовий павільйон «свіжості».

- Локація 3: Густонаселені спальні райони (наприклад, мікрорайон Черемушки).

Концепція: Магазин біля дому.

- Локація 4: Регіональні експансії (м. Чернівці або м. Хмельницький).

Концепція: Еко-лавка в сучасному житловому комплексі або поблизу великих фітнес-центрів.

Запропонована структура каналів реалізації дозволяє мінімізувати ризики затоварення складів та оптимізувати прибуток підприємства. Завдяки продажу масла великими партіями через оптовиків та експорт, цех забезпечує себе швидкими оборотними коштами для розрахунків із фермерами за сировину. Водночас розвиток підприємств громадського харчування та власної фірмової мережі в Кам'янці-Подільському та сусідніх обласних центрах дозволяє капіталізувати унікальність продуктів, (напою з маслянки та нетипових для конкурентів масла «Рожеве» та масляної пасти), формуючи високу додану вартість і незалежність від цінового тиску великих торговельних мереж.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

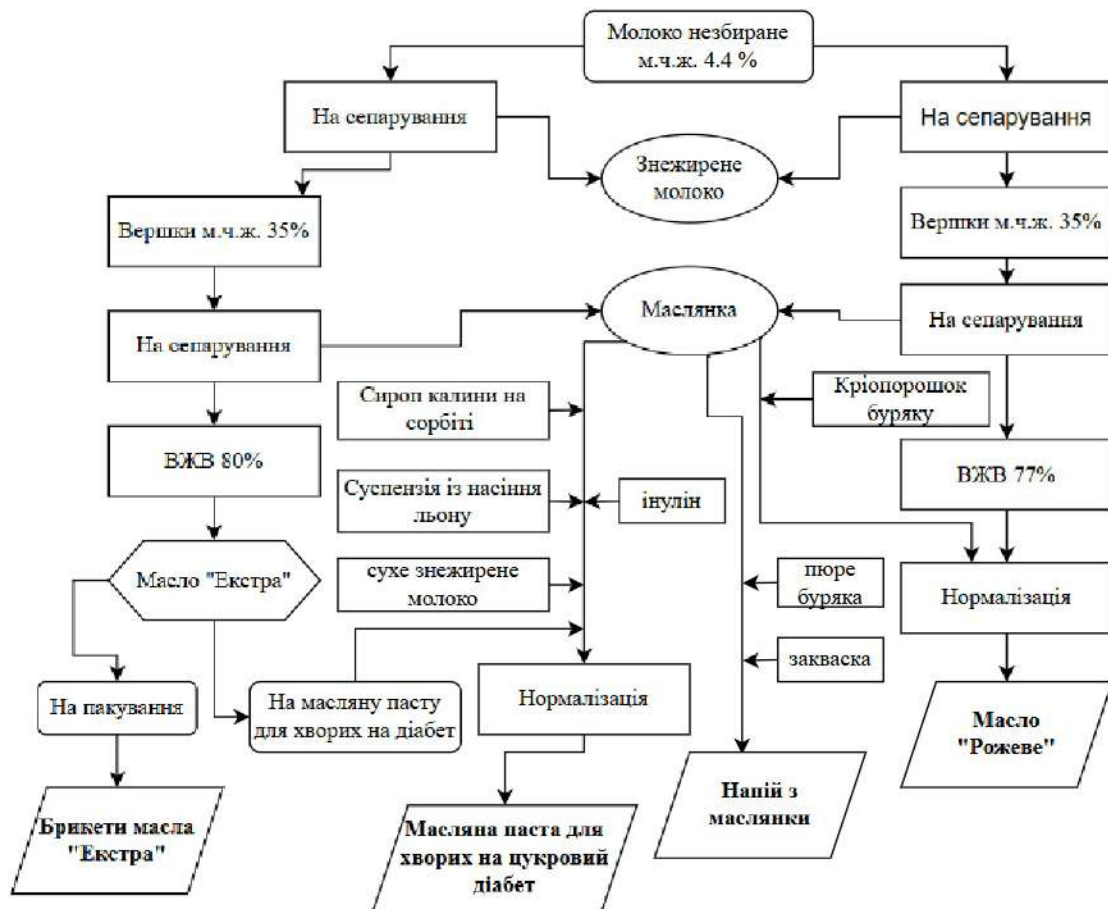
2.1 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту

2.1.1 Таблиця вихідних даних для розрахунку запроєктованого асортименту

Таблиця 2.1 – Таблиця вихідних даних для розрахунку продуктів [4, 10, 11]

Назва продукту	Масова частка жиру, %	Маса готового продукту, кг	Спосіб виробництва	Вид фасування	Нормативна документація
Масло «Екстра»	80	762,96	ПВЖВ	Брикет, 200 г	ДСТУ 4399:2005
Масло «Рожеве»	71,3	359,9			ТУ У02070938-009-98
Масляна паста для хворих на цукровий діабет	45	452,3			Патент № 85510 Склад масляної пасти для хворих на цукровий діабет
Напій з маслянки із пюре буряка	0,35	1315,2	Періодичний	Пакети «Тетра-Пак», 500 см ³	Патент № 124110 Спосіб виробництва ферментованого напою

2.1.2 Схема напрямків технологічної переробки сировини



2.1.3 Сировинно-продуктовий розрахунок

- Обчислення кількості компонентів для виготовлення масла «Екстра» (м.ч.ж 80%)

Обчислимо масу вершків середньої жирності, отриманих внаслідок сепарування [10,11] :

$$m_v = \frac{19000(4,4 - 0,05)}{35 - 0,05} \times \frac{100 - 0,38}{100} = 2355,8 \text{ кг}$$

Визначимо масу знежиреного молока, котре ми отримуємо після розділення вихідної сировини [10, 11] :

$$m_{\text{зн.м}} = (19000 - 2355,8) \times \frac{100-0,4}{100} = 16577,6 \text{ кг}$$

Для масла «Екстра», що піде на пакування використаємо 1770 кг вершків, а для виготовлення масла жирністю 80%, котре направимо на виготовлення масляної пасти для хворих на цукровий діабет - 585,8 кг. Проведемо необхідні розрахунки.

Маса масла «Екстра», що піде на пакування [10,11]:

$$m_{\text{мс1}} = \frac{1770(35-0,4)}{80,3-0,4} \times \frac{100-0,46}{100} = 762,96 \text{ кг}$$

Маса маслянки, яку ми отримали в результаті сепарування вершків, призначених на виготовлення масла на пакування [10,11]:

$$m_{\text{масл1}} = (1770 - 762,96) \times \frac{100-2}{100} = 986,9 \text{ кг}$$

Маса масла «Екстра», що піде на виготовлення масляної пасти для хворих на цукровий діабет [10,11]:

$$m_{\text{мс2}} = \frac{585,8(35-0,4)}{80,3-0,4} \times \frac{100-0,16}{100} = 253,3 \text{ кг}$$

Маса маслянки, яку ми отримали в результаті сепарування вершків, призначених на виготовлення масла, яке стане складником масляної пасти для хворих на цукровий діабет [10,11]:

$$m_{\text{масл2}} = (585,8 - 253,3) \times \frac{100-2}{100} = 325,85 \text{ кг}$$

- Для виготовлення масла функціонального призначення «Рожеве» використаємо 6000 кг вхідної сировини.

Обчислимо масу вершків середньої жирності, отриманих внаслідок сепарування [10, 11]:

$$m_{\text{в}} = \frac{6000(4,4-0,05)}{35-0,05} \times \frac{100-0,38}{100} = 743,9 \text{ кг}$$

Визначимо масу знежиреного молока, котре ми отримуємо після розділення вихідної сировини [10,11]:

$$m_{\text{зн.м}} = (6000 - 743,9) \times \frac{100-0,4}{100} = 5235,1 \text{ кг}$$

Маса високожирних вершків, жирністю 77,0 %, що підуть на виготовлення масла «Рожеве»:

$$m_{\text{вжв}} = \frac{743,9(35-0,4)}{77,3-0,4} \times \frac{100-0,16}{100} = 334,2 \text{ кг}$$

Таблиця 2.2 – Таблиця рецептурних компонентів масла «Рожеве» [11]

Сировина	Рецептура на масло «Рожеве»	
	на 1000 кг	на фактичну масу
ВЖВ (м.ч.ж. = 77%)	928,44	334,2
Маслянка (м. ч. ж. = 0,4%)	62,36	22,45
Кріопорошок харчовий рослинний з буряку столового червоного	12,20	4,4
Усього	1003,0	360
Вихід	1000	359,9

- Проведемо перерахунок компонентів рецептури для масла «Рожевого» (на 1000 кг продукту) :

Фактичний вихід масла «Рожевого» :

$$m_{\text{вих}} = \frac{1000 \times 334,2}{928,44} = 359,9 \text{ кг}$$

$$1003,0 - 928,44$$

$$m_{\text{заг}} - 334,2$$

Фактично всіх компонентів :

$$m_{\text{заг}} = \frac{1003,0 \times 334,2}{928,44} = 360 \text{ кг}$$

$$12,20 - 928,44$$

$$m_{\text{кріо пор}} - 334,2$$

Фактично кріопорошку з буряку :

$$m_{\text{кріо пор}} = \frac{12,20 \times 334,2}{928,44} = 4,4 \text{ кг}$$

$$62,36 - 928,44$$

$$m_{\text{масл}} - 334,2$$

Фактично маслянки :

$$m_{\text{масл}} = \frac{62,36 \times 334,2}{928,44} = 22,45 \text{ кг}$$

Таблиця 2.3 – Таблиця рецептурних компонентів для масляної пасти для хворих на діабет [8]

Сировина	Рецептура на масляну пасту для хворих на цукровий діабет	
	%	на фактичну масу, кг
ВЖВ (м.ч.ж. = 80%)	56,0	253,3
суспензія із насіння льону	3,0	13,57
інулін	2,0	9,05
сироп калини на сорбіті	8,0	36,2
сухе знежирене молоко	13,5	61,0
Маслянка (м. ч. ж. = 0,4%)	17,5	79,15
усього	100	452,3

• Проведемо перерахунок компонентів рецептури для масляної пасти для хворих на цукровий діабет (на 1000 кг продукту) :

Маса масла «Екстра», що є компонентом рецептури на масляну пасту [10, 11]:

$$m_{\text{ВЖВ}} = \frac{585,8(35 - 0,4)}{80,3 - 0,4} \times \frac{100 - 0,16}{100} = 253,3 \text{ кг}$$

253,3 – 56%

$m_{\text{заг}} - 100 \%$

Маса готового продукту:

$$m_{\text{вих}} = \frac{253,3 \times 100}{56} = 452,3 \text{ кг}$$

452,3 – 100%

$m_{\text{масл}} - 17,5\%$

Маса маслянки:

$$m_{\text{масл}} = \frac{452,3 \times 17,5}{100} = 79,15 \text{ кг маса маслянки}$$

452,3 – 100%

$m_{\text{зн.м}} - 13,5\%$

Маса молока сухого знежиреного:

$$m_{\text{зн.м}} = \frac{452,3 \times 13,5}{100} = 61,0 \text{ кг}$$

452,3 – 100%

$$m_{\text{к.с}} - 8\%$$

Маса сиропу калини на сорбіті:

$$m_{\text{к.с}} = \frac{452,3 \times 8}{100} = 36,2 \text{ кг}$$

$$452,3 - 100\%$$

$$m_{\text{ін}} - 2\%$$

Маса інуліну:

$$m_{\text{ін}} = \frac{452,3 \times 2}{100} = 9,05 \text{ кг}$$

$$452,3 - 100\%$$

$$m_{\text{сусп}} - 3\%$$

Маса суспензії із насіння льону:

$$m_{\text{сусп}} = \frac{452,3 \times 3}{100} = 13,57 \text{ кг}$$

Таблиця 2.4 – Таблиця рецептурних компонентів на напій з маслянки [9]

Сировина	Рецептура напою з маслянки із пюре буряка	
	%	На фактичну масу, %
Маслянка (м.ч.ж. = 0,4%)	90	1211,15
Пюре буряка	10	134,57
Усього	100	1345,7

• Проведемо перерахунок компонентів рецептури для напою маслянки із пюре буряка (на 1000 кг продукту) :

Маса маслянки, що піде на виготовлення напою з маслянки із пюре буряка [10]:

$$m_{\text{масл}} = 986,9 + 325,85 - 22,45 - 79,15 = 1211,15 \text{ кг}$$

$$m_{\text{вих}} - 100\%$$

$$1211,15 - 90\%$$

Маса готового продукту :

$$m_{\text{вих}} = \frac{1211,15 \times 100}{90} = 1345,7 \text{ кг}$$

$$1345,7 - 100\%$$

$$m_{б.п} - 10\%$$

Маса підготовленого пюре із буряка :

$$m_{б.п} = \frac{1315,2 \times 10}{100} = 134,57 \text{ кг}$$

2.1.4 Зведена таблиця розрахунку продуктів запроєктованого асортименту

Таблиця 2.5 – Зведена таблиця розрахунку продуктів [4]

Назва продукту		Масло «Екстра»	Масло «Рожеве»	Масляна паста для хворих на цукровий діабет	Напій з маслянки із пюре буряка	Усього
Маса готового прод., кг (м.ч.ж 4,4%)		1016,26/ 762,96	359,9	452,3	1345,7	3174,16
Маса молока (м.ч.ж. 4.1%), кг		19000	6000	–	–	25000
Витрачено на виробництво, кг	Вершки (35%), кг	1770	743,9	585,8	–	3099,7
	ВЖВ (80%), кг	762,96	–	253,3	–	1 016,26
	ВЖВ (77%), кг	–	334,2	–	–	334,2
	Маслянка (м.ч.ж. = 0,4%), кг	–	22,45	79,15	1211,15	1 312,75
	Кріопорошок з буряку столового червоного , кг	–	4,4	–	–	4,4
	суспензія із насіння льону, кг	–	–	13,57	–	13,57
	інулін, кг	–	–	9,05	–	9,05
	сироп калини на сорбіті, кг	–	–	36,2	–	36,2
	сухе знежирене молоко, кг	–	–	61,0	–	61,0
	Пюре буряка	–	–	–	134,57	134,57
Отримано при виробництві, кг	Молоко з/ж, кг	16577,6	5235,1	–	–	21 812,7
	Маслянка, кг	986,9	325,85	–	–	1 312,75

2.2 Вибір та обґрунтування технологічних процесів та режимів виробництва молочних продуктів

Раціональний вибір технологічних процесів і режимів виробництва є одним із ключових етапів проектування підприємств молочної промисловості. Від правильності прийнятих рішень залежить якість готової продукції, ефективність використання сировини, рівень енергоспоживання та економічні показники виробництва. Сучасні технології виробництва молочних продуктів базуються на принципах безперервності процесів, максимального збереження харчової цінності сировини та комплексної її переробки [1, 7].

Особливе значення має дотримання оптимальних температурних режимів, тривалості технологічних операцій та механічного впливу на продукт. Неправильно підібрані режими можуть призвести до погіршення органолептичних властивостей, зниження біологічної цінності або втрат корисних компонентів. Саме тому при проектуванні цеху необхідно обґрунтовано підбирати обладнання з урахуванням його продуктивності, режимів роботи та відповідності технологічним вимогам [1, 7].

У даному проекті застосовується спосіб перетворення високожирних вершків (ПВЖВ), який забезпечує безперервність виробництва, високу продуктивність та стабільну якість масла. Даний спосіб дозволяє більш точно регулювати склад продукту, а також ефективно використовувати вторинну сировину — маслянку [16].

2.2.1 Вимоги до сировини, використовуваної для виробництва молочних продуктів

Якість готових молочних продуктів, таких як вершкове масло «Екстра», масло «Рожеве», спеціалізована масляна паста та напій з маслянки, безпосередньо залежить від фізико-хімічних, мікробіологічних та

органолептичних показників вихідної сировини. Відповідно до сучасних вимог харчової промисловості та чинних державних стандартів України (ДСТУ), контроль якості має бути наскрізним: від приймання сирого молока на підприємстві до підготовки складних функціональних інгредієнтів рослинного походження [1, 7, 12].

Основним компонентом у виробництві вершкового масла та паст є молоко коров'яче сире, вимоги до якого регламентуються ДСТУ 3662:2018 [12]. Для виробництва високоякісного масла «Екстра» з масовою часткою жиру 80% та вище, молоко повинно відповідати лише екстра або вищому ґатунку. Це передбачає суворі обмеження щодо бактеріального обсіменіння (не більше 100 тис./см³) та вмісту соматичних клітин (не більше 400 тис./см³), що є критичним для забезпечення стійкості продукту при зберіганні. Особлива увага приділяється термостійкості молока та його здатності до ефективного сепарування. Сировина повинна мати натуральний білий або злегка кремовий колір, однорідну консистенцію без пластівців білка чи згустків жиру. Сторонні запахи (силосний, стійловий тощо) не допускаються, оскільки молочний жир має здатність адсорбувати леткі речовини, що негативно вплине на аромат готового масла [12].

Технологічний процес вимагає детального аналізу хімічного складу молока. Масова частка жиру повинна бути стабільною (не менше 3,4%), а вміст білка — не менше 3,0%, що важливо для формування плазми масла. Важливим показником є густина молока (не менше 1027 кг/м³), яка свідчить про натуральність сировини та відсутність фальсифікації водою. Кислотність молока не має перевищувати 16–18°Т, оскільки підвищена кислотність призводить до дестабілізації жирової фази при пастеризації вершків. Крім того, молоко повинно пройти перевірку на відсутність інгібувальних речовин (антибіотиків, мийних та дезінфікувальних засобів), наявність яких робить сировину непридатною для переробки згідно з вимогами безпеки харчових продуктів [12].

Для отримання вершкового масла «Екстра» (м.ч.ж. 80%) використовують вершки, отримані шляхом сепарування молока, які відповідають ДСТУ 8131:2015 [13]. Органолептичні характеристики вершків є первинним індикатором їхньої придатності. Вершки повинні мати чистий, солодкуватий смак та виражений молочний аромат. Наявність сторонніх присмаків (металевого, салистого, гіркого або кормового) категорично не допускається, оскільки молочний жир має здатність до швидкої адсорбції та концентрування сторонніх запахів, які неможливо повністю видалити навіть під час дезодорації. Консистенція вершків має бути абсолютно однорідною, без часток білка, згустків жиру («маточок») або ознак «збивання». Колір повинен бути рівномірним по всій масі — від білого до світло-кремового, без жовтого жирового прошарку на поверхні [13].

Фізико-хімічні показники вершків є критичними для стабільності процесу масловиробництва. Масова частка жиру у вершках, що спрямовуються на збивання або перетворення у високожирні вершки, зазвичай становить від 32% до 45% (залежно від обраного методу). Одним із найважливіших показників є титрована кислотність плазми вершків. Для виробництва солодковершкового масла «Екстра» кислотність вершків не повинна перевищувати 18°Т (залежно від жирності та гатунку). Висока кислотність свідчить про початок розвитку молочнокислої мікрофлори, що може призвести до дестабілізації жирових кульок під час пастеризації та появи «кислого» присмаку в готовому маслі [13]

Мікробіологічна безпека вершків жорстко регламентується, оскільки жирове середовище є сприятливим для розвитку деяких видів бактерій та плісняви [13, 14, 15].

Для цеху, що спеціалізується на маслі, важливим показником є термостійкість вершків. Вона повинна бути не нижчою за I-II групу за алкогольною пробою.

Тільки за умови дотримання цих комплексних вимог до вершків можна гарантувати стабільно високу якість запроєктованого асортименту продукції.

У виробництві масла «Рожеве» з масовою часткою жиру 71,3% додатковим компонентом виступає кріопорошок буряка червоного. Це унікальний інгредієнт, виготовлений за технологією низькотемпературного подрібнення, що дозволяє зберегти природний бетанін, вітаміни групи В, С та мінеральні сполуки. Кріопорошок повинен бути дрібнодисперсним (розмір часток не більше 50–60 мкм) для забезпечення ідеально гладкої структури масла та рівномірного рожевого забарвлення без відчутних часток на язичку. Вимоги до його якості регламентує ТУ У 02070938-004-98.

Складнішою є підготовка сировини для масляної пасти, розробленої для людей з цукровим діабетом. У цьому продукті молочна основа комбінується з інуліном, суспензією насіння льону та сиропом калини на сорбіті. Інулін, що відповідає вимогам ДСТУ щодо харчових добавок, має бути високого ступеня очищення (не менше 90%), оскільки він виконує роль пребіотика та стабілізатора консистенції. Суспензія насіння льону повинна готуватися безпосередньо перед використанням з насіння, що відповідає ДСТУ 4967:2008, щоб запобігти швидкому окисленню омега-3 жирних кислот. Використання сорбіту замість цукру та сиропу калини забезпечує низький глікемічний індекс продукту, при цьому сироп має бути натуральним, без синтетичних консервантів та барвників.

Побічний продукт масловиробництва — маслянка — виступає основною сировиною для виготовлення оздоровчого напою з додаванням пюре буряка. Згідно з нормативною документацією маслянка повинна бути свіжою, з кислотністю не вище 19°Т, оскільки саме в ній концентруються найцінніші компоненти молока: фосфоліпіди, лецитин та білки оболонки жирових кульок. Маслянка, що допускається до перероблення на харчові продукти, повинна відповідати встановленим органолептичним і фізико-хімічним показникам. За органолептичними характеристиками продукт має чистий, приємний молочний смак і запах, властивий натуральній маслянці, без сторонніх присмаків та ароматів. Колір маслянки повинен бути білим або злегка жовтуватим, рівномірним по всій масі [16].

До основних фізико-хімічних показників належать: масова частка жиру — не більше 0,4 %, що обумовлено особливостями способу виробництва ПВЖВ; густина продукту повинна становити не менше 1027 кг/м³. Вміст сухих речовин у маслянці має знаходитися в межах 7–9 %, що характеризує її харчову цінність та придатність до подальшої технологічної переробки [16].

Пюре буряка, що додається до напою, повинно бути виготовлене зі столових сортів буряка (ДСТУ 7033:2009) шляхом термічної обробки та ретельного гомогенізації. Таке поєднання дозволяє створити продукт з високим вмістом антиоксидантів та пектинових речовин, що сприяє виведенню токсинів з організму [9, 17].

Загальні вимоги безпеки для всієї використовуваної сировини регламентуються комплексом законодавчих актів, технічних регламентів, держстандартів та санітарних норм. Не допускається наявність у молоці та рослинних компонентах токсичних елементів (свинцю, кадмію, ртуті), пестицидів та патогенної мікрофлори, зокрема бактерій групи кишкової палички та золотистого стафілокока. Вміст радіонуклідів (цезію-137 та стронцію-90) суворо контролюється і не повинен перевищувати встановлені гігієнічні нормативи. Тільки за умови відповідності всіх складників вищезазначеним вимогам ДСТУ можливо отримати продукт, який відповідатиме статусу функціонального харчування та матиме високі споживчі властивості.

2.2.2 Опис загальних технологічних операцій виробництва продуктів запроєктованого асортименту

Комплексна переробка сировини в цеху базується на принципі замкнутого технологічного циклу, який для всіх запланованих продуктів починається з єдиного етапу — приймання, суворого контролю якості та первинної підготовки незбираного молока. На цій початковій стадії сировину очищують від

механічних домішок за допомогою відцентрових сепараторів-молокоочисників, охолоджують і піддають тимчасовому резервуванню за низьких температур задля збереження вихідної свіжості й запобігання розвитку сторонньої мікрофлори [1, 3]. Після цього молоко підігрівають до температури, що є оптимальною для ефективного розділення фаз на сепараторах-вершкововідділювачах. В результаті процесу отримують знежирене молоко, яке повністю виводиться з даного технологічного потоку, та вершки необхідної жирності, що виступають універсальною основою для формування всієї подальшої лінійки масла та масляних паст [1, 7].

Наступний загальний блок операцій охоплює стабілізацію складу, термічну обробку та низькотемпературне витримання отриманої вершкової фракції. Пастеризація здійснюється в інтенсивному тепловому режимі, що гарантує повну дезактивацію ферментів і знищення вегетативних форм патогенних мікроорганізмів для забезпечення екологічної та мікробіологічної безпеки готових продуктів [1]. Для оптимізації смакового профілю вершки додатково піддають дезодорації, яка забезпечує видалення небажаних летких речовин і сторонніх запахів [1, 2]. Після теплової дезінфекції та очищення вершки-сировину швидко охолоджують до температур фізичного дозрівання; цей етап є критично важливим, оскільки під час витримання всередині жирових кульок відбувається часткова кристалізація тригліцеридів молочного жиру, що безпосередньо зумовлює потрібну пластичність і консистенцію майбутнього продукту [1, 2].

Безпосереднє виготовлення солодковершкового масла «Екстра» (із масовою часткою жиру 80 %), масла «Рожеве» (із масовою часткою жиру 71, 3 %) та спеціалізованої масляної пасти для осіб із цукровим діабетом підпорядковане загальній логіці концентрування жирової фази до стану високожирних вершків із їх подальшим фазовим перетворенням. На етапі нормалізації здійснюється точне регулювання співвідношення жиру, вологи та сухих речовин відповідно до чинних галузевих стандартів. Якщо класичне масло «Екстра» після концентрування піддається суто механічній обробці для

руйнування жирових кульок, кристалізації та формування монолітної пластичної текстури [1], то в технологіях масла «Рожеве» та дієтичної пасти процес нормалізації має специфічні особливості [2, 8]. Для отримання масла «Рожеве» до високожирної основи додають маслянку та натуральний рослинний наповнювач у вигляді бурякового кріопорошка, що дозволяє знизити калорійність, підняти біологічну цінність і надати виробу оригінального відтінку та аромату [2, 21]. При виробництві пасти для діабетичного харчування до вершків аналогічно додають маслянку, а також ряд різних компонентів, що суттєво мінімізує енергетичну цінність і адаптує продукт для людей із порушеннями обміну речовин [8]. Усі модифіковані суміші піддаються гомогенізації під контрольованим температурним режимом для запобігання розшаруванню та досягнення абсолютної однорідності пастоподібної консистенції [1, 2].

Свіжа маслянка, яка масово виділяється як супутній продукт на етапі отримання ВЖВ, одразу спрямовується на лінію приготування питних напоїв, де її охолоджують та стабілізують для блокування розвитку небажаних мікроорганізмів [1, 15]. Загальна технологія її подальшої переробки передбачає спрямоване сквашування із застосуванням спеціалізованих культур молочнокислих бактерій, завдяки чому формується виражений кисломолочний смак, покращується засвоюваність і зростає біологічна цінність напою. Після досягнення регламентованого рівня кислотності до зброженої основи вносять підготовлене бурякове пюре, яке виступає природним джерелом антиоксидантів, вітамінів та харчових волокон, одночасно коригуючи колір та смакові характеристики [9]. Отриманий напій, після досягнення необхідного рівня кислотності, охолоджують до температури фасування [1, 9, 16].

Фінальний етап для всього асортиментного ряду цеху включає дозоване фасування, маркування та транспортування до складських приміщень. Пакування масла та паст здійснюється на автоматизованих лініях у герметичних умовах, що повністю нівелює ризик вторинного мікробіологічного забруднення, а напої розливають у споживчу тару. Остаточне формування кристалічної

структури жирової фази масла та стабілізація консистенції напоїв завершуються вже під час низькотемпературного кондиціювання в камерах схову, де продукти набувають своїх остаточних товарних і структурно-механічних характеристик [1].

2.2.3 Опис технології виробництва молочних продуктів запроєктованого асортименту

Технологія виробництва масла «Екстра» (м.ч.ж. 80 %)

Виробництво масла «Екстра» методом (ПВЖВ) дозволяє отримати масло з рівномірною пластичною структурою, оптимальним вмістом вологи та високими органолептичними показниками.

Технологічний процес починається з приймання молока на універсальній приймальній установці УПМ-1 (поз. 1-2) продуктивністю 5000 кг/год. На цьому етапі здійснюється контроль якості сировини за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками. Молоко фільтрується, охолоджується та направляється у резервуари для тимчасового зберігання В2-ОХР-25 (поз. 1-3) місткістю 25 000 кг, де підтримується температура не вище 4–6 °С для запобігання розвитку мікрофлори [1, 15]. Негатункове молоко відводиться у резервуар Я1-ОСВ-15 (поз. 1-3а).

Перед сепаруванням молоко підігрівають у теплообмінній установці А1-ОК2Л-5 (поз. 2-4) до температури 35–45 °С [1]. Такий температурний режим забезпечує оптимальні умови для ефективного розділення жирової фази та мінімізує втрати жиру у знежиреному молоці. Сепарування проводиться на сепараторі-вершковіддільнику GEA Westfalia (поз. 2-5) продуктивністю 5000 кг/год. В результаті цієї операції отримують вершки жирністю 35 % та знежирене молоко. Важливо забезпечити стабільність жирності вершків, оскільки це впливає на подальші технологічні операції.

Отримані вершки охолоджуються на пластинчастому охолоджувачі (поз. 2-6) та направляються у резервуари для проміжного зберігання (поз. 2-7, 2-7а, 2-7б) перед подальшою обробкою. Пастеризація вершків здійснюється у пастеризаторі УЗМ-3,0П (поз. 3-1) при температурі 85–95 °С з витримкою, достатньою для знищення патогенної мікрофлори та інактивації ферментів, що можуть викликати псування продукту [1, 15].

Після пастеризації проводиться дезодорація вершків у вакуумній установці Alfa Laval (поз. 3-2). Цей процес передбачає обробку продукту паром у вакуумі, що дозволяє видалити сторонні запахи та леткі речовини, покращити смакові властивості та підвищити якість масла.

Наступним етапом є отримання високожирних вершків у сепараторі Г9-ОСП-3 (поз. 3-6) продуктивністю 3000 кг/год. У результаті цього процесу жирність вершків підвищується до 72–82 %, що є необхідним для подальшого маслоутворення. Важливо контролювати температуру продукту (близько 60–70 °С), оскільки вона впливає на ефективність концентрування жиру [2].

Отримані високожирні вершки підлягають нормалізації у ваннах ВН-1000 (поз. 3-7). На цьому етапі регулюється вміст жиру, вологи та сухих знежирених речовин молока відповідно до вимог до масла «Екстра» (м.ч.ж. 80 %, волога не більше 16 %). Процес нормалізації є критичним, оскільки визначає кінцевий склад і якість продукту [2].

Далі нормалізовані вершки подаються у маслоутворювач РЗ-ОУА-2М (поз. 3-9) продуктивністю 2500 кг/год. У цьому апараті відбувається інтенсивне механічне оброблення продукту, яке включає кристалізацію жиру, руйнування жирових кульок та утворення пластичної структури масла. Температурний режим на даному етапі зазвичай становить 10–14 °С, що забезпечує формування оптимальної консистенції.

Після маслоутворення продукт може піддаватися додатковій механічній обробці (гомогенізації) для покращення однорідності та пластичності. Після маслоутворювача рідке масло розфасовується у ящики по 20 кг та потрапляє до термостатної камери для завершення формування структури.

Готове масло надходить на фасування у брикети масою 200 г. Для цього використовуємо автомат ARM (поз. 5-1) продуктивністю 80 брикетів за хвилину. При фасуванні важливо забезпечити точність дозування та герметичність упаковки.

Готова продукція направляється у холодильні камери, де зберігається при температурі 0...-5 °С для збереження якості та продовження терміну придатності.

Технологія виробництва масла «Рожеве» (м.ч.ж. 71,3 %)

Після розділення вхідної сировини на сепараторі (поз. 2-5), вершки для масла «Рожеве» (м.ч.ж. 35 %) масою 743,9 кг направляються у резервуар Pasilak (поз. 2-7а), який забезпечує їх тимчасове зберігання із можливістю перемішування та вирівнювання їх складу. Це необхідно для стабілізації технологічного процесу та рівномірної подачі продукту на подальші стадії обробки.

Пастеризація (поз. 3-1) вершків та їх дезодорація (поз. 3-2) здійснюється за допомогою устаткування, що встановлене для виробництва масла «Екстра» та при аналогічних режимах. Отримані на сепараторі Г9-ОСП-3 (поз. 3-6) високожирні вершки (ВЖВ), нормалізуються у ваннах ВН-1000 (поз. 3-7) місткістю 1000 кг, де регулюється вміст жиру, вологи та сухих речовин відповідно до рецептури масла «Рожеве» (м.ч.ж. 71,3 %).

Особливістю технології даного продукту є введення додаткових компонентів. Для цього використовується нормалізаційна ванна ВН-1000 (поз. 3-7а), у якій здійснюється змішування високожирних вершків із масляною та кріопорошком буряка. Додавання маслянки дозволяє частково замінити жирову фазу, знизити жирність продукту та підвищити ефективність використання сировини. Кріопорошок буряка збагачує продукт біологічно активними речовинами, зокрема антиоксидантами, та надає характерного кольору і смаку [2].

Після цього суміш подається у маслоутворювач (поз. 3-9) продуктивністю 2500 кг/год, де відбувається формування пластичної структури масла. В процесі

механічної обробки здійснюється кристалізація жиру та утворення рівномірної консистенції продукту. Температура на даному етапі становить близько 10–14 °С.

Спочатку рідке масло розфасовують у ящики по 20 кг та подають до термостатної камери. Термостатоване масло «Рожеве» фасується у брикети масою 200 г на автоматі ARM (поз. 5-1) продуктивністю 80 брикетів/хв. Важливим є забезпечення точного дозування та герметичності упаковки для збереження якості продукту.

Після завершення виробничого циклу, продукція направляється на зберігання у холодильну камеру.

Технологія виробництва масляної пасти для хворих на цукровий діабет

Після сепарування вершки, призначені на виробництво масляної пасти, поміщаємо в резервуар марки Pasilak ємністю 1000 кг (поз. 2-7б). На цьому етапі забезпечується тимчасове зберігання вершків, їх вирівнювання за температурою та складом, а також безперервна подача на подальшу обробку. Наступні операції є аналогічними отриманню масла «Екстра», котре іде відразу на фасування.

Після нормалізації високожирних вершків за вмістом жиру, вологи та сухих знежирених речовин молока вони подаються у маслоутворювач РЗ-ОУА-2М (поз. 3-9) продуктивністю 2500 кг/год. У даному апараті відбувається формування масляної основи з пластичною структурою, яка є базою для подальшого виготовлення пасти.

Отримане масло «Екстра», що призначене для виготовлення масляної пасти, подається у нормалізаційну ванну, куди додатково вносяться рецептурні компоненти. Маслянку для виробництва пасти беремо з резервуару марки Я1-ОСВ-3 місткістю 2500 кг (поз. 4-2). Вона є важливим компонентом рецептури, оскільки містить білки, лактозу та мінеральні речовини, що підвищують біологічну цінність продукту та знижують його жирність [8].

На наступному етапі здійснюється змішування (поз. 3-7а) масляної основи з функціональними компонентами (поз. 3-14): суспензією насіння

льону, інуліном, сиропом калини на сорбіті, сухим знежиреним молоком та масляною. Цей процес проводиться при контрольованій температурі (приблизно 10–14 °С) для збереження структури продукту та забезпечення рівномірного розподілу інгредієнтів [8].

Для отримання однорідної пастоподібної консистенції суміш піддається гомогенізації у гомогенізаторі М-ОГА (поз. 3-11) продуктивністю 800–1600 кг/год. У процесі гомогенізації відбувається подрібнення частинок, рівномірний розподіл жирової та водної фаз, що запобігає розшаруванню та забезпечує стабільність продукту при зберіганні.

Готова масляна паста фасується спочатку у ящики (поз. 3-10) та термостатується у відповідній камері протягом 24 годин, а після цього розфасовується у брикети масою 200 г на фасувальній установці АРМ (поз. 5-1) продуктивністю 80 брикетів за хвилину. При фасуванні важливо забезпечити точність дозування, герметичність упаковки та мінімальний контакт продукту з навколишнім середовищем.

Готова продукція направляється у холодильну камеру для зберігання при температурі 0...–5 °С.

Технологія виробництва напою з маслянки з додаванням пюре буряка

Маслянку для виробництва напою беремо з резервуару марки Я1–ОСВ-3 місткістю 2500 кг (поз. 4-2). На цьому етапі забезпечується її тимчасове зберігання та безперервна подача на подальшу обробку. Маслянка є цінною вторинною сировиною, що містить білки, лактозу, мінеральні речовини та біологічно активні компоненти, тому її доцільно використовувати для виготовлення функціональних напоїв [18]. Перед подачею на зберігання маслянка направляється на охолодження в охолоджувач ООЛ – 3 (поз. 4-1) продуктивністю 1500 кг/год. Охолодження до температури 4–6 °С необхідне для стабілізації сировини, пригнічення розвитку небажаної мікрофлори та підготовки до процесу сквашування [15].

Теплова обробка вторинної сировини проводиться в пластинчастій ПОУ (поз. 4-6). Перед сквашуванням до продукту додається пюре буряка (поз. 4-10),

яке попередньо підготовлене (подрібнене та термічно оброблене). Додавання бурякового пюре збагачує напій вітамінами, антиоксидантами та харчовими волокнами, а також надає йому привабливого кольору та приємного смаку. Суміш ретельно перемішується до отримання однорідної консистенції [9].

Наступним етапом є сквашування маслянки, яке здійснюється у резервуарі (поз. 4-7) з використанням заквасочних культур молочнокислих бактерій. Процес проводиться при температурі 28–32 °С протягом 6–10 годин до досягнення необхідної кислотності ($\approx 70\text{--}90$ °Т). У результаті сквашування формується характерний кисломолочний смак, покращується засвоюваність продукту та підвищується його біологічна цінність [9].

На завершальному етапі формується готовий напій із заданими органолептичними та фізико-хімічними показниками. Важливим є контроль температури продукту (близько 6–10 °С) перед фасуванням, що забезпечує збереження якості та стабільність при зберіганні [9].

Фасування напою здійснюється на автоматичній лінії розливу марки ТВА 8 у пакування типу Tetra Pak (поз. 5-2) об'ємом 500 мл з продуктивністю 6000 упаковок на годину. Дана лінія забезпечує асептичні умови розливу, герметичність упаковки та захист продукту від впливу зовнішнього середовища.

Готова продукція направляється у холодильні камери для зберігання при температурі 2–6 °С [1].

2.2.4 Нормативні показники продуктів запроєктованого асортименту

Нормативна база для виробництва молочних продуктів в Україні базується на суворому дотриманні державних стандартів, що гарантують безпечність та ідентифікаційну відповідність продукції. Для запроєктованого асортименту ключовими документами є ДСТУ 4399:2005, ТУ У 02070938-004-98; патенти № 85510 «Склад масляної пасти для хворих на цукровий діабет» і

№ 124110 «Спосіб виробництва ферментованого напою». Кожен продукт має індивідуальний профіль органолептичних та фізико-хімічних показників, що визначають його споживчу цінність [8, 9, 19].

Кожен продукт має індивідуальний профіль органолептичних та фізико-хімічних показників, що визначають його споживчу цінність.

Центральне місце в асортименті посідає масло вершкове «Екстра» з масовою часткою жиру 80%, вимоги до якості якого регламентуються ДСТУ 4399:2005 [19]. Згідно з нормативами, цей продукт належить до групи солодковершкового масла найвищої якості. Органолептичні характеристики масла «Екстра» повинні бути бездоганними: смак та запах — чисті, добре виражені вершкові з характерним присмаком пастеризації, без будь-яких сторонніх присмаків (салистого, гіркого чи пліснявого). Консистенція має бути однорідною, пластичною та щільною, що забезпечує добру здатність до намазування. На розрізі поверхня масла повинна бути слабоблискучою та сухою, допускаються лише поодинокі дрібні краплі вологи розміром до 1 мм. Колір масла «Екстра» варіюється від білого до світло-жовтого, але обов'язково має бути однорідним за всією масою продукту [19].

Фізико-хімічні показники масла «Екстра» за ДСТУ 4399:2005 є визначальними для його класифікації. Масова частка жиру має становити не менше 80,0%, що забезпечує високу енергетичну цінність. Масова частка вологи в такому маслі обмежена рівнем 18,0%, а вміст сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ) має бути на рівні 2,0%. Важливим показником безпеки та свіжості є кислотність жирової фази (не більше 2,5°Кеттстофера) та титрована кислотність плазми масла (не більше 23°Т). Використання будь-яких немолочних жирів або замінників у продукті з маркуванням «Екстра» категорично заборонено стандартом [19, 20].

Масло «Рожеве» та додаванням кріопорошку буряка червоного класифікується згідно ТУ У 02070938-004-98. За нормативними характеристиками воно відрізняється від традиційного масла специфічними органолептичними властивостями: колір має бути рівномірним рожевим або

світло-червоним без плям, а смак — солодковершковим з легким овочевим відтінком буряка. Оскільки кріопорошок містить значну кількість сухих речовин, вміст вологи в такому продукті нормується на рівні 20-21%. Важливою вимогою є відсутність відчутної зернистості наповнювача, що досягається за рахунок високого ступеня дисперсності кріопорошку [2, 21].

Масляна паста для хворих на цукровий діабет з функціональними добавками (насіння льону, інулін, калина на сорбіті) регламентується нормами, вказаними в патенті № 85510 «Склад масляної пасти для хворих на цукровий діабет». На відміну від масла, паста має меншу масову частку жиру (в діапазоні 40-60%) та підвищений вміст плазми. Нормативні характеристики передбачають м'яку, пластичну консистенцію, зноєригається навіть при низьких температурах. Оскільки продукт призначений для діабетиків, ключовою нормою є повна відсутність сахарози, що замінюється сорбітом. Смак пасти має бути складним: вершковим з легким кислувато-терпким відтінком калини та специфічним присмаком насіння льону. Вміст інуліну як пребіотика має бути чітко дозованим відповідно до рецептури, затвердженої для дієтичного харчування [8].

Напій з маслянки з пюре буряка оцінюється за нормами патенту № 124110 «Спосіб виробництва ферментованого напою». Цей напій повинен мати рідку або злегка в'язку гомогенну консистенцію (допускається незначний осад частинок бурякового пюре, що зникає при збовтуванні). Колір — інтенсивний бордовий або рожевий. Титрована кислотність напою не повинна перевищувати 120°Т. Високий вміст фосфоліпідів та клітковини з буряка є нормованим показником біологічної цінності даного напою. Вся продукція асортименту повинна відповідати загальним вимогам безпеки щодо вмісту токсичних елементів, мікотоксинів та мікробіологічних показників (відсутність БГКП, патогенних мікроорганізмів та дріжджів/плісняви понад норму) [8, 9, 19, 21].

2.3 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва молочних продуктів запроєктованого асортименту

Організація комплексного технохімічного та мікробіологічного контролю є гарантією випуску продукції, що відповідає вимогам державних стандартів та є безпечною для споживача. На підприємстві цей процес охоплює всі етапи: від приймання сировини та допоміжних матеріалів до виходу готової продукції зі складу. Система контролю базується на принципах HACCP та вимогах ДСТУ ISO 22000, що дозволяє мінімізувати ризики виникнення дефектів та забезпечити стабільність органолептичних показників масла «Екстра», масла «Рожевого», масляної пасти та напою з маслянки [22].

Вхідний контроль сировини є першим етапом і передбачає перевірку кожної партії молока, вершків та функціональних інгредієнтів. Для молока та вершків обов'язковими є визначення густини, масової частки жиру, кислотності, термостійкості та чистоти. Особлива увага приділяється мікробіологічному стану: загальному бактеріальному обсіменінню та вмісту соматичних клітин. Рослинні компоненти — кріопорошок буряка, інουλін, насіння льону та сироп калини — проходять контроль на відповідність сертифікатам якості, відсутність сторонніх домішок, вологості та мікробіологічної чистоти (зокрема відсутність плісняви та дріжджів, які можуть потрапити з рослинною сировиною) [14, 15, 22].

Технохімічний контроль процесу виробництва масла «Екстра» та масла функціонального призначення зосереджений на параметрах пастеризації вершків та ефективності перетворення вершків високої жирності. Ефективність пастеризації перевіряється за допомогою реакції на фосфатазу або пероксидазу, що гарантує знищення патогенної мікрофлори. У процесі виробництва масла «Екстра» критичним є контроль масової частки вологи та жиру в маслі-зерні або на виході з маслоутворювача. Для масла «Рожеве» та масляної пасти додатково контролюється рівномірність розподілу кріопорошку буряка та функціональних суспензій льону: проби відбирають з різних частин партії для

перевірки однорідності кольору та консистенції (відсутність зернистості) [2, 8, 21].

Контроль виробництва масляної пасти для діабетиків вимагає специфічного підходу через наявність сорбіту та інуліну. Лабораторія здійснює аналіз на повну відсутність сахарози в готовому продукті та точне дотримання дозування інуліну згідно з рецептурою. Оскільки паста має підвищений вміст вологи (порівняно з традиційним маслом), особливе значення має контроль активності води та герметичності пакування, що безпосередньо впливає на термін придатності. Для напою з маслянки ключовими точками контролю є кислотність ($^{\circ}\text{T}$) та стабільність емульсії — відсутність швидкого розшарування шпоре буряка та рідкої фази [20].

Мікробіологічний моніторинг готової продукції проводиться відповідно до нормативів для кожної групи продуктів. Для масла «Екстра» (ДСТУ 4399:2005) та «Рожевого» (ТУ У 02070938-004-98) контролюється кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАМ), відсутність бактерій групи кишкової палички (БГКП) у 0,1 г продукту, а також патогенів, таких як *Salmonella* та *Listeria monocytogenes*. У масляній пасті та напої з маслянки додатково нормується вміст дріжджів та пліснявих грибів, оскільки наявність рослинних цукрів та пектинів може сприяти їхньому розвитку при порушенні температурного режиму зберігання [8, 9, 14, 15].

Окремим блоком виступає санітарно-гігієнічний контроль виробничого середовища. Він включає регулярний відбір змивів з обладнання (маслоутворювачів, ємностей для зберігання маслянки, трубопроводів), контроль чистоти рук персоналу та якості мийних розчинів. Особлива увага приділяється вузлам додавання рослинних компонентів, оскільки вони є потенційними джерелами вторинного обсіменіння. Результати всіх випробувань фіксуються в лабораторних журналах технохімічного та мікробіологічного контролю, що є основою для видачі посвідчення про якість на кожен партію запроєктованого асортименту [14, 15, 22].

Таблиця 2.6 – Схема технохімічного контролю виробництва вершкового масла перетворюванням високожирних вершків [22]

Об'єкт	Контрольований показник	Періодичність контролю	Відбір проб	Методи контролю вимірювальні прилади
Молоко при резервуванні	Температура, °С	Щоденно	У кожній місткості	Термометр за ДСТУ 6066:2008
	Кислотність, °Т	Щоденно	Те саме	ДСТУ 8550:2015
Пастеризація вершків	Температура, °С	Кожні 15-20 хв	Проба після пастеризації	Термометр за ДСТУ 6066:2008
	Проба на пастеризацію	Періодично	Те саме	ДСТУ 7380:2013
Дезодорація вершків	Температура, °С	"	У процесі дезодорації	Термометр за ДСТУ 6066:2008
	Тиск, МПа	"	Те саме	Манометр
Сепарування вершків	Температура, °С	"	У процесі сепарування	Термометр за ДСТУ 6066:2008
Нормалізація високожирних вершків	Масова частка вологи, %	Щоденно	3 місткості для нормалізації	
	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
Маслоутворення	Консистенція масла	Періодично	Струмінь масла на виході з маслоутворювача	Проба на зріз, термостійкість за швидкістю твердіння
Масло, що виходить з маслоутворювача	Масова частка вологи, %	Щоденно	Через кожні 4-10 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 одного разу на місяць	У об'єднаній пробі, яка взята при наповненні ящиків на початку, в середині і в кінці виробки	ДСТУ ISO 8851-1/IDF 191-1:2007
	Кислотність плазми, °Т	За потреби	У кожного 10-го ящика	
	Термостійкість	Щоденно	У кожній партії	За зразком масла виробленого минулого дня ДСТУ 6067:2008
	Колір, смак,	"	Те саме	Органолептичний

	запах			
Пакування	Маса нетто, кг	"	Вибірково	Ваги
Маркування	Якість маркування	"	"	Візуальний
Зберігання	Температура, °С	"	Один раз на добу	Термометр за ДСТУ 6066:2008
	Тривалість діб	"	Те саме	Годинник

Таблиця 2.7 – Схема мікробіологічного контролю виробництва вершкового масла

Досліджуваний технологічний процес і матеріал	Досліджуваний об'єкт	Аналіз	Звідки беруть пробу	Періодичність аналізу, контролю	Розведення
Сировина, що поступає на завод	Молоко	Редуктазна проба	Середня проба вершків і молока від кожного поставщика	1 раз в декаду	
Виробництво масла	Вершки до пастеризації	Загальна кількість бактерій	Із ванни, ємкості	Не рідше одного разу в місяць	I, II, III, IV, V
		Бродильна проба	Те саме	Те саме	II, III, IV, V, VI
	Вершки після пастеризації	Загальна кількість бактерій	Із пастеризатора	"	I, II, III
		Бродильна проба	Те саме	1 раз в 10 днів	I, II, III, IV, V
	Вершки з-під сепаратора	Загальна кількість бактерій	Після сепарування	"	II, III, IV
		Бродильна проба	Те саме	"	0, I
	Масло (готовий продукт)	Загальна кількість бактерій	Із одного ящика (вибірково)	2 рази в місяць	II, III, IV, V
		Кількість протеолітичних бактерій	Те саме	Те саме	I, II, III
		Кількість дріжджів та плісень	"	2 рази в місяць	I, II
		Бродильна проба	"	Те саме	0, I, II, III
		Кількість ліполітичних бактерій	"	По мірі необхідності	I, II, III

Допоміжні матеріали	Пергамент	Загальна кількість бактерій	”	2-4 рази в рік	Площа 100 см ²	
		Бродильна проба	”	Те саме		
Санітарно-гігієнічний стан виробництва	Труби-пастеризованого молока	Бродильна проба	”	Не рідше одного разу в декаду		
		КУО	”	”		
	Обладнання , посуд, інвентар	Загальна кількість бактерій				
		Повітря	Загальна кількість колоній	Із виробничих приміщень, маслосховищ, складів	1 раз в місяць	
	Вода	Загальна кількість колоній	Із крану в цехах, із джерела водопостачання	1 раз в квартал (при використанні міського водопроводу) і 1 раз в місяць при наявності власного джерела водопостачання або використанні води із запасного резервуару	300 мл	
		Бродильна проба	Те саме	Те саме	Те саме	
	Руки працюючих	Бродильна проба	3 рук працюючих	Не рідше одного разу в декаду		
		Йод-крохмальна проба				

2.4 Підбір технологічного обладнання

Приймальне відділення

Універсальна приймальна установка — це комплекс обладнання, призначений для приймання сировини (найчастіше молока) з автоцистерн або інших ємностей, її первинної обробки та подачі у виробництво. Вона забезпечує злив продукту, його фільтрацію (очищення від механічних домішок), облік кількості, а також перекачування насосом у резервуари чи подальші технологічні апарати. Така установка дозволяє швидко, гігієнічно та контрольовано приймати сировину на підприємстві [23, 24].

Обчислимо розрахункову продуктивність установки для приймання молока:

$$\Pi = \frac{M}{T_{\text{пр}}}$$

$$\Pi = \frac{50000}{12} = 4,1 \text{ кг/год}$$

Використаємо універсальну приймальну установку УПМ – 1 (продуктивність – 5000 кг/год).

Обрахуємо проміжок часу, протягом якого буде працювати підібране обладнання:

$$T_{\text{ф}} = \frac{50000}{5000} = 10 \text{ год}$$

Підберемо резервуари для тимчасового зберігання незбираного молока, яке надходить за добу. Виробництво здійснюється у дві зміни, нам потрібно забезпечити зберігання 50 000 кг молока. Для цього використаємо два резервуари марки В2-ОХР-25 ємністю 25 000 кг кожен. Для негатурного молока встановимо резервуар Я1-ОСВ-15 місткістю 15 000 кг [24].

Апаратне відділення

Провідна роль у апаратному відділенні належить теплообмінній установці. Розраховуємо її продуктивність за формулою, якщо час її ефективної роботи становить орієнтовно 5-6 годин [4]:

$$P_{\phi} = \frac{25000}{5,5} = 4545.45 \text{ кг/год}$$

Оберемо пастеризаційно-охолоджувальну установку марки А1-ОК2Л-5 потужністю 5000 кг за 1 годину. Час її роботи становитиме:

$$T_{\phi} = \frac{25000}{5000} = 5 \text{ год}$$

Підберемо для синхронізованої роботи такої ж потужності сепаратор-вершковіддільник компанії GEA Westfalia [24].

Час роботи теплообмінної установки буде дорівнювати часу роботи сепаратора. Тривалість його роботи для вершків різної жирності становитиме:

Для вершків (м.ч.ж. 35%) для масла «Екстра»

$$T_{\phi} = \frac{19000}{5000} = 3 \text{ год } 48 \text{ хв}$$

Для вершків (м.ч.ж. 35 %) для масла «Рожеве»

$$T_{\phi} = \frac{6000}{5000} = 1 \text{ год } 12 \text{ хв}$$

Для проміжного резервування вершків підберемо резервуари. Для вершків для масла «Екстра» жирністю 35 % у кількості 1770 кг оберимо резервуар В2-ОМВ-2,5 місткістю 2500 кг, а для вершків жирністю 35 % та масою 585,8 кг, що піде на масляну пасту, нам підійде резервуар марки Pasilak ємністю 1000 кг. Для вершків для масла «Рожеве» (м.ч.ж. 35%), масою 743,9 також візьмемо також резервуар Pasilak місткістю 1000 кг.

Вершки слід охолодити перед резервуванням, для цього використаємо охолоджувач потужністю 1000 кг/год від IKR Group. На роботу даного апарату потрібно стільки ж часу, як і для роботи сепаратора.

Для резервування, отриманого після сепарування, знежиреного молока ми використаємо 2 резервуари ємністю 30000 кг марки DeLaval DXCEM.

Маслоробне відділення

Для пастеризації вершків беремо промисловий пастеризатор Tetra Pak (потужністю до 2000 кг/год). Визначаємо фактичний робочий час для виробництва масла «Екстра» та масляної пасту.

Паралельно із теплообмінником працюватиме дезодораційна система від Т1-ОУК потужністю 2000 кг/год.

Для масла «Екстра»:

$$T_{\phi} = \frac{1770}{2000} = 0,89 = 53,1 \text{ хв}$$

Для масляної пасти:

$$T_{\phi} = \frac{585,8}{2000} = 0,29 = 17,4 \text{ хв}$$

Для масла «Рожеве»:

$$T_{\phi} = \frac{743,9}{2000} = 0,37 = 22,2 \text{ хв}$$

Щоб отримати високожирні вершки, нам потрібно підібрати відповідний сепаратор. Підійде нам для цього Г9-ОСК з робочою потужністю 700-2200 кг/год по ВЖВ залежно від масової частки жиру у них.

Розрахуймо скільки часу працюватиме сепаратор для ВЖВ для кожного з наших видів масла [23]:

$$T_{\phi} = \frac{M_{\text{в}}}{P_{\text{р}}}$$

де $M_{\text{в}}$ – кількість вершків (у кг),

$P_{\text{р}}$ – продуктивність сепаратора для отримання високожирних вершків для кожного виду масла окремо (у кг/год).

$$T_{\phi \text{ масло "Екстра"}} = \frac{762,96}{700} = 1,1 \text{ год} = 66 \text{ хв} - \text{ на пакування}$$

$$T_{\phi \text{ масло "Рожеве"}} = \frac{334,2}{700} = 0,48 \text{ год} = 28,8 \text{ хв}$$

$$T_{\phi \text{ масляна паста}} = \frac{253,3}{2000} = 0,127 \text{ год} = 7,62 \text{ хв} - \text{ на масляну пасту 24 хв}$$

Знайдемо сумарний час роботи сепаратора для отримання ВЖВ:

$$T_{\phi \text{ загальна}} = 66 + 7,62 + 28,8 = 102,42 \text{ хв} = 1 \text{ год } 42 \text{ хв}$$

Отримані високожирні вершки нам потрібно нормалізувати по вмісту вологи, жиру та СЗМЗ. Для цього використаємо нормалізаційні ванни ВН- 1000 місткістю 1000 кг. Використаємо також ванну для змішування компонентів масла «Рожеве». Для приготування кріопорошку використовують пастеризовану

маслянку, яку охолоджують до температури приготування суспензії. Готову суспензію вносять у ВЖВ, температура яких не перевищує 45°C, перемішують і витримують при цій температурі протягом 12 - 18 хв. Приготовлену суміш ВЖВ з полісахаридами та кріопорошками подають у масло утворювач [2]. Для цього нам підійде високопродуктивна установка РЗ-ОУА-2М продуктивністю 2500 кг/год для масла «Екстра». Для масла «Рожеве» продуктивність буде такою ж.

Для масла «Екстра» в упаковках:

$$T_{\phi} = \frac{762,96}{2500} = 0,31 = 18,6 \text{ хв}$$

Для масла «Екстра», призначеного для масляної пасти хворим на діабет:

$$T_{\phi} = \frac{253,3}{2500} = 0,101 = 6,06 \text{ хв}$$

Для масла «Рожеве»:

$$T_{\phi} = \frac{334,2}{2500} = 0,134 = 8 \text{ хв}$$

Використаємо нормалізаційну ванну ВН – 1000 для змішування компонентів, призначених для виробництва масляної пасти для хворих на цукровий діабет [8]. Підберімо також ще одну ВН-1000 для суспензії.

Використаємо гомогенізатор марки М – ОГА2а – 1,25 потужністю 800 - 1600 кг/год для забезпечення однорідної консистенції масляної пасти для хворих на цукровий діабет. Час роботи установки дорівнюватиме:

$$T_{\phi} = \frac{452,3}{800} = 0,57 = 33,9 \text{ хв}$$

Для зберігання маслянки використаємо резервуар марки Я1 – ОСВ-3 місткістю 2500 кг (1 шт).

$$986,9 + 325,85 - 22,45 - 79,15 = 1211,15 \text{ кг} - \text{піде на виготовлення}$$

напою з додаванням пюре буряка.

Перед пастеризацією маслянку слід охолодити. Використаємо для цього охолоджувач ООЛ – 3 потужністю 1500 кг/год.

$$T_{\phi} = \frac{1211,15}{1500} = 0,81 = 48,5 \text{ хв}$$

Для теплової обробки маслянки встановимо ПОУЕ – 1500 продуктивністю 1500 кг/год. Час її роботи дорівнюватиме часу роботи охолоджувача.

Розрахуємо потрібну для сквашування маслянки кількість резервуарів за формулою [23]:

$$N = \frac{M}{V \times k}$$

$$N = \frac{1345,7}{2500 \times 0,85} = 1 \text{ шт}$$

Фасувальне відділення

Для фасування масла «Екстра», «Рожеве» та масляної пасти для хворих на цукровий діабет у брикети масою по 200 г кожен, використаємо фасувальну установку марки ARM продуктивністю 80 брикетів за хвилину.

Обчислимо фактичний робочий час апарату, призначений для фасування у брикети кожного виду масла і масляної пасти окремо:

$$T_{\text{ф (Екстра)}} = \frac{762,96}{80 \times 0,2} = 47,7 \text{ хв}$$

$$T_{\text{ф (Рожеве)}} = \frac{359,9}{80 \times 0,2} = 22,5 \text{ хв}$$

$$T_{\text{ф (Масл.паст)}} = \frac{452,3}{80 \times 0,2} = 28,3 \text{ хв}$$

Отже, сумарний час роботи фасувальної установки у брикети становитиме:

$$T_{\text{ф.заг}} = 47,7 + 50,1 + 28,3 = 126,1 \text{ хв} = 2 \text{ год } 6 \text{ хв}$$

Встановимо автоматичну лінію для розливу напою з маслянки в пакети «Тетра-Пак» по 500 мл марки ТВА 8 потужністю 6000 упаковок на годину.

Обчислимо час роботи даного приладу:

$$T_{\text{ф}} = \frac{1345,7}{6000} = 0,2 = 13,5 \text{ хв}$$

Таблиця 2.8 – Зведена таблиця підбору технологічного обладнання

Найменування обладнання	Тип, марка	П-ть, кг/год	К-сть, одиниць	Габаритні розміри, мм			Площа одиниці обладнання м ²	Загальна площа, м ²
				Дов.	Шир.	Вис.		
Приймальне відділення								
Універсальна установка для приймання молока	УПМ-1	5000	1/1	2200	1200	1700	2,64	5,28
Резервуар для незбираного молока	B2-ОХР-25	25000	2	4800	3250	4610	15,6	31,2
Резервуар для негатурного молока	Я1-ОСВ-15	15000	1	2 600	2 400	4 710	6,2	6,2
Всього								11,48
Апаратне відділення								
ПОУ	A1-OK2Л-5	5000	1	3500	3500	2500	12,2	12,2
Сепаратор – вершковіддільник	GEA Westfalia	5000	1	1200	900	1700	1,1	1,1
Резервуар для вершків м.ч.ж 35%	B2-OMB-2,5	2500	1	1640	3165	620	5,2	5,2
Резервуар для вершків м.ч.ж 35%	Pasilak	1000	2	1260	1260	1950	1,59	3,18
Пластинчастий охолоджувач	IKR Group	1000	1	1850	1722	2000	3,2	3,2
Всього								24,88
Маслоробне відділення								
Пастеризатор	Tetra Pak	2000	1	2500	1100	1500	2,76	2,76
Дезодоратор	T1-ОУК	2000	1	2000	2000	2500	4	4
Сепаратор ВЖВ	Г9-ОСК	1700/700	2	830	950	1420	0,79	1,58
Нормалізаційна ванна	ВН-1000	1000	6	1210	1260	1650	1,52	9,12
Маслоутворювач	РЗ-ОУА-2М	2500	1	1150	1300	1250	1,51	1,51

Гомогенізатор	М-ОГА2а-1,25	800-16000	1	970	860	1400	0,83	0,83
Стіл промисловий	-	-	2	600	1200	-	0,72	1,44
Ваги електронні	-	-	2	400	500	-	0,2	0,4
Просіювач	ПУ-1600	1600	2	1525	700	1500	1,07	1,0675
Всього								22,7
Відділення переробки маслянки								
Охолоджувач для маслянки	ООЛ - 3	1500	1	900	400	900	0,36	0,36
Резервуар для зберігання маслянки	Я1-ОСВ-3	2500	1	1735	1535	2750	2,7	2,7
Пастеризаційно-охолоджувальна установка	ПОУЕ - 1500	1500	1	2500	1385	1810	3,5	3,5
Резервуар для сквашування маслянки	Я1-ОСВ-3	2500	1	1735	1535	2750	2,7	2,7
Нормалізаційна ванні	ВН-1000	1000	2	1210	1260	1650	1,52	3,04
Всього								26,75
Фасувальне відділення								
Автомат для фасування масла і масляної пасти в брикети	ARM	80 бр/хв	1	2900	2490	1540	7,2	7,2
Лінія розливу в Тетра-Пак	ТВА 8	6000 уп/год	1	7000	3000	4500	21	21
Всього								28,2

2.5 Організація санітарно-гігієнічного оброблення технологічного обладнання цеху

Бездоганний санітарно-гігієнічний статус виробництва потужністю 22 тонни молока за зміну є фундаментальною умовою забезпечення мікробіологічної стабільності вершкового масла та функціональних напоїв.

Організація мийно-дезінфікуючих процесів на підприємстві базується на принципах системи НАССР та вимогах чинних профільних стандартів, що передбачає жорстке розділення обладнання на контури та автоматизацію очищення за допомогою централізованої станції безрозбірної мийки (CIP-line). Основним завданням розробленої схеми санітарної підготовки є гарантоване видалення залишків молочного жиру, білкових конгломератів, мінерального нальоту (молочного каменю) та повна дезактивація вегетативних і спорових форм мікроорганізмів без демонтажу основних робочих вузлів [25].

Перший технологічний контур санітарного оброблення охоплює дільницю приймання, первинного очищення та резервування незбираної сировини. До цього блоку інтегровані автомолцистерна разом із приймальним насосом, лічильник молока, а також місткі резервуари для зберігання незбираного молока. Санітарне миття автоцистерн та буферних танків реалізується за допомогою спеціальних мийних голівок ротаційного типу, які забезпечують суцільне зрошення внутрішніх поверхонь під тиском. Магістральні лінії, що з'єднують приймальну дільницю, де задіяні відцентровий насос та урівнювальний бак, очищуються у замкнутому циклі. Весь комплекс обладнання початкової ланки піддається лужному та кислотному чищенню безпосередньо після завершення циклу приймання та перекачування початкових партій молока [25].

Другий критичний контур CIP-мийки охоплює серце апаратної дільниці, де відбуваються процеси теплової обробки та розділення фракцій. Сюди входить пастеризаційно-охолоджувальна установка для молока, відцентровий насос, витримувач, сепаратор та пластинчастий охолоджувач. Особливістю цієї зони є наявність високих температур, які зумовлюють інтенсивне припікання білків та випадання кальцієвих солей на робочих пластинах. Для цього блоку передбачено подовжений цикл циркуляції гарячого лужного розчину каустичної соди з концентрацією 1,8–2,0% за температури 80–85 °С, після чого обов'язково застосовується розчин азотної кислоти з концентрацією 1,2–1,5% для нейтралізації мінеральних відкладень. Сепаратор та пластинчасті апарати

проходять мийку в автоматичному режимі, що підтримує постійну швидкість потоку мийних засобів не менше 1,5 м/с для створення турбулентного потоку.

Окрему специфіку має санітарна підготовка дільниці дозрівання вершків та виготовлення жирової лінійки продукції. Ця технологічна зона містить резервуар для вершків для масла «Екстра», резервуар для вершків для масляної пасти, а також резервуар для вершків для масла «Рожеве». Транспортування сировини між цими місткостями забезпечує насос для в'язких рідин, а супутні потоки регулюють резервуар для знежиреного молока з відповідним відцентровим насосом, пастеризатор, дезодораційна установка та ще один насос для в'язких рідин. Оскільки вершки мають високу концентрацію жирової фази, перед початком хімічної мийки всі лінії та танки піддаються тривалому продуванню стисненим повітрям та ретельному вимиванню теплою водою з температурою 45–50 °С для максимального збору залишків продукту. Дезодораційна установка та пастеризатор миються за окремою програмою з підвищеним часом експозиції мийних речовин через складну геометрію внутрішніх поверхонь вакуум-камер та теплообмінників [25].

Санітарна обробка лінії високожирних вершків та безпосереднього маслоутворення вимагає залучення як хімічних, так і механічних методів очищення. Водонапірний бак та відцентровий насос забезпечують подачу технічної води на сепаратор для ВЖВ, нормалізаційні ванни для масла та нормалізаційні ванни для змішування компонентів. Подальший рух маси забезпечують насос для густих мас, безпосередньо маслоутворювач, стіл для укладки, гомогенізатор, а допоміжний контроль здійснюють ваги технічні та сито. Маслоутворювач після закінчення зміни звільняють від залишків масла шляхом підігріву його сорочки гарячою водою, після чого внутрішні робочі органи (текстуратори та шнеки) миються гарячими емульгуючими лужними розчинами. Стіл для укладки, ваги та сита підлягають ручній санітарній обробці: їх промивають гарячою водою, обробляють піноактивними дезінфектантами, механічно очищують щітками та споліскують до повного зникнення слідів хімікатів [25].

Кінцева ланка загальної санітарної програми цеху спрямована на діляницю переробки маслянки та фасування всієї номенклатури товарів. Даний комплекс включає нормалізаційну ванну зі змішувачем, насос для в'язких рідин, пластинчастий охолоджувач, резервуар для маслянки, відцентровий насос, урівнювальний бак, витримувач, пастеризаційно-охолоджувальну установку, резервуар для сквашування маслянки, ще один насос для в'язких рідин та нормалізаційну ванну. Зважаючи на те, що в резервуарі для сквашування маслянки та нормалізаційній ванні зі змішувачем відбувається культивування корисної мікрофлори та внесення бурякового пюре, ці місткості потребують особливо ретельної дезінфекції. Після завершення стандартного двоступеневого СІР-циклу (луг-кислота) ці танки, а також установка для фасування масла в брикети та лінія розливу напою в «Тетра-Пак» проходять обов'язкову стерилізацію гарячою водою з температурою 90–95 °С або гострою парою протягом 20–30 хвилин безпосередньо перед початком нового робочого циклу [25].

Контроль ефективності проведеного санітарно-гігієнічного оброблення обладнання цеху здійснюється експрес-методами та лабораторним шляхом. Автоматика СІР-станції фіксує температуру, концентрацію та час циркуляції розчинів на поверненні з кожного контуру. Фінальна промивна вода перевіряється на нейтральність за показником рН та електропровідністю, що гарантує повну відсутність залишків мийних засобів в обладнанні. Окрім технічного моніторингу, мікробіологічна лабораторія підприємства регулярно відбирає змиви з робочих поверхонь маслоутворювача, фасувальних автоматів та внутрішніх стінок танків для перевірки на наявність бактерій групи кишкової палички та загального мікробного числа, що дозволяє верифікувати безпечність всього інженерного комплексу цеху [25].

2.6 Розрахунок площ виробничих і допоміжних приміщень

До підприємства, що спеціалізується на виготовленні молочних продуктів різного типу входять приміщення різного призначення. Щоб раціонально розмістити технологічне обладнання, необхідно правильно розрахувати площу підприємства загалом та його основних та допоміжних приміщень.

Обчислення площ слід почати з миючого відділення, де приймають молоко та миють машини – приймально-миючого відділення.

Спершу розрахуємо кількість машин, які надходять на підприємство за годину [23]:

$$n_{\text{маш}} = \frac{M_{\text{год}}}{M_{\text{ц}}}$$

$$n_{\text{маш}} = \frac{5000}{6300} = 0.79 = 1 \text{ маш.}$$

Розрахуємо сумарний час приймання молока:

$$T_{\text{заг}} = n_{\text{маш}} \times (T_{\text{пр}} + T_{\text{д}} + T_{\text{м}})$$

$$T_{\text{заг}} = (30 + 5 + 14) = 49 \text{ хв}$$

Обрахуємо, скільки постів (П) необхідно для забезпечення годинного приймання молока і миття автомолцистерн:

$$П = T_{\text{заг}} \div 60$$

$$П = 49 \div 60 = 0,82 = 1 \text{ пост}$$

Обчислимо площу всього приймально-мийного відділення [23]:

$$F_{\text{пр}} = 72 \times 1 = 72 \text{ м}^2$$

Площа приймального відділення розраховується за формулою [23]:

$$F = 4 \times (5,28 + 6,2) = 45,92 \text{ м}^2$$

Число будівельних квадратів обчислюється шляхом ділення загальної площі відділення на площу одного квадрату:

$$k = \frac{45,92}{36} = 1,28 = 1,5 \text{ буд. кв}$$

Для апаратного відділення у нашому випадку коефіцієнт запасу площі становить $K=5$, а, отже, площа дорівнюватиме:

$$F = 5 \times 24,88 = 124,4 \text{ м}^2$$

$$k = \frac{124,4}{36} = 3,46 = 4 \text{ буд. кв}$$

Для розрахунку площі відділення для виробництва масла та пасти, Використаємо коефіцієнт запасу площі $K=7$:

$$F = 7 \times 22,7 = 158,9 \text{ м}^2$$

$$k = \frac{158,9}{36} = 4,41 = 4,5 \text{ буд. кв}$$

Коефіцієнт запасу площі, що припадає на відділення переробки маслянки для подальшого виготовлення напою з додаванням пюре буряка дорівнюватиме $K=5$. Обчислимо площу даного відділення [23]:

$$F = 5 \times 26,75 = 133,75 \text{ м}^2$$

$$k = \frac{133,75}{36} = 3,71 = 4 \text{ буд. кв}$$

Оскільки для фасування виготовлених продуктів передбачені фасувальні автомати, то загальна площа, яку вони займають, відповідатиме площі ділянки фасування. Коефіцієнт запасу площі для пакувально-фасувального відділення становитиме 5:

$$F = 28,2 \times 5 = 141 \text{ м}^2$$

$$k = \frac{141}{36} = 3,91 = 4 \text{ буд. кв}$$

Площу термостатної камери обчислюватимемо шляхом розрахунку з врахуванням змінної потужності виробництва масла та пасти:

$$F = \frac{2 \times (762,96 + 359,9 + 452,3)}{2520 \times 0,6} = 2,1 \text{ м}^2$$

$$k = \frac{2,1}{36} = 0,06 = 0,5 \text{ буд. кв}$$

Холодильна камера повинна забезпечити довготривале зберігання продукції протягом двох змін. Для масла та масляної пасти для хворих на цукровий діабет вона становитиме:

$$F = \frac{2 \times ((762,96 + 359,9 + 452,3)) \times 3}{1985 \times 0,6} = 7,94 \text{ м}^2$$

$$k = \frac{7,94}{36} = 0,22 = 0,5 \text{ буд. кв}$$

Для напою з маслянки і з пюре буряка площа буде рівною:

$$F = \frac{2 \times (1345,7 \times 0,75)}{(610 \times 0,7)} = 4,73 \text{ м}^2$$

$$k = \frac{4,73}{36} = 0,13 = 0,5 \text{ буд. кв}$$

Таблиця 2.6 – Зведена таблиця розрахунку площ

Відділення	Площа		
	Розрахункова	Компоновочна	
		м ²	буд. кв.
Приймально – миюче відділення	72	2	72
Приймальне відділення	45,92	1,5	54
Апаратне відділення	122,4	4	144
Маслоробне відділення	158,9	4,5	162
Відділення переробки маслянки	133,75	4	144
Апаратне відділення	124,4	4	144
Термостатна камера	2,1	0,5	18
Холодильна камера 1	7,94	0,5	18
Холодильна камера 2	4,73	0,5	18
Виробнича лабораторія	-	1,5	54
Приймальна лабораторія	-	0,5	36
Склад тари та інвентарю	-	2	72
Побутові приміщення	-	2,5	90
Експедиція	-	1	36
Склад миючих засобів	-	0,5	18
Кабінети технолога та майстра	-	0,5	18
Дегустаційний зал	-	0,5	18
Ремонтна майстерня	-	0,5	18
Відділення централізованого миття	-	1	36
Склад допоміжних матеріалів	-	1,5	54
Коридори	-	3,5	126

РОЗДІЛ 3

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

3.1 Методологія ризик-орієнтованого аналізу при розробці структурно-логічних моделей виникнення техногенних надзвичайних ситуацій

У сучасній практиці забезпечення техногенної безпеки та захисту промислових об'єктів пріоритет надається концепції управління виправданим або прийнятним ризиком, оскільки досягнення абсолютної безпеки у виробничих умовах є неможливим. Ризик-орієнтований підхід базується на комплексному прогнозуванні: від пошуку потенційних джерел загрози до розрахунку ймовірності їхнього прояву та оцінки масштабів можливих руйнувань чи збитків. Основним інструментом реалізації цієї концепції є побудова структурно-логічних моделей, які трансформують складні зв'язки всередині інженерних систем у чіткі причинно-наслідкові ланцюжки [23].

Для відтворення сценаріїв розвитку надзвичайних ситуацій (НС) застосовують взаємодоповнюючі аналітичні методи: моделювання за принципом «дерева відмов» та «дерева подій».

- *Аналіз «дерева відмов»* орієнтований на ретроспективний пошук причин. Рух аналізу починається від головної небажаної події (наприклад, масштабної аварії) у напрямку передумов її виникнення — технічних поломок, помилок операторів або форс-мажорних зовнішніх факторів. Зв'язки між цими подіями фіксуються за допомогою базових логічних операторів «ТА» та «АБО».

- *Аналіз «дерева подій»*, навпаки, спрямований у майбутнє. Він бере за основу початковий інцидент (первинну технічну відмову) і прогнозує варіанти подальшого розвитку подій залежно від того, як спрацюють локалізуючі системи захисту та автоматика безпеки.

У кількісному вираженні рівень техногенного ризику оцінюється як результат перемноження двох показників: ймовірності реалізації небезпечного

інциденту та загального обсягу негативних наслідків або втрат [24]. Коли ймовірнісна модель будується за логікою оператора «АБО» (коли для запуску аварії достатньо збою хоча б в одному з елементів), сумарну ймовірність знаходять через віднімання від одиниці добутку зворотних ймовірностей кожної окремої події. Якщо ж діє логіка оператора «ТА» (аварія можлива лише за умови одночасного збігу всіх негативних чинників), підсумковий показник розраховується як чистий добуток ймовірностей усіх задіяних першопричин.

Специфіка моделювання ризиків у цеху переробки молока потужністю 22 тонни за зміну

Для проектного об'єкта з добовою потужністю переробки 22 тонни молока впровадження ризик-орієнтованого підходу є обов'язковою умовою стабільної роботи. Специфіка підприємства полягає в концентрації різнопланових небезпечних чинників в межах одного цеху: великих об'ємів легкопсувної біологічної сировини, високотемпературного обладнання, ліній під високим тиском, а також хімічно агресивних реагентів, які використовуються для автоматичного санітарного очищення.

Для наочного представлення структури ризиків, нижче наведено узагальнену модель потенційних загроз для проектного цеху (табл. 3.1)

Таблиця 3.1 – Потенційні ризики та аварійних сценаріїв цеху

Технологічний вузол цеху	Початкова подія (НС)	Логіка розвитку та причинні фактори (Оператор «АБО»)	Потенційні наслідки для підприємства	Напрямки мінімізації ризику (Проектні рішення)
<i>Компресорно-холодильна дільниця</i>	Порушення герметичності охолоджувального контуру	1) Знос запірної арматури; 1) Механічний розрив ліній; 3) Збій автоматики контролю тиску.	Витік холодоагенту, зупинка процесів дозрівання вершків, псування запасів сировини маслянки.	Встановлення датчиків витіку, дублювання компресорних одиниць, автоматичні відсікачі.
<i>Пастеризаційний блок та парові магістралі</i>	Руйнування обладнання під тиском	1) Перевищення нормативного тиску пари; 2) Втомна	Термічні травми персоналу, раптова зупинка лінії, скисання	Монтаж запобіжних клапанів скидання

		деформація металу пластинчастих апаратів.	недопереробленого молока.	тиску, регулярний ультразвуковий контроль труб.
<i>Станція автоматизованої СІР-мийки</i>	Неконтрольований викид хімічних реагентів	1) Корозія ємностей зберігання кислоти/лугу; 2) Помилка персоналу під час зливу концентратів.	Хімічні опіки, руйнування суміжних металоконструкцій, загроза екосистемі через каналізацію.	Облаштування захисних піддонів, автоматизація дозування, встановлення рН-метрів на випуску.

Приклад побудови імовірного сценарію для критичного інциденту

Як приклад застосування логічного моделювання можна розглянути ситуацію вимушеного скидання або утилізації добової партії сировини чи готової маслянки через її забруднення або невідповідність стандартам безпеки. За логікою оператора «АБО», до цієї надзвичайної ситуації локального рівня може призвести будь-який із трьох незалежних чинників:

- *Чинник першої черги:* Тривале (понад 4 години) знеструмлення або поломка холодильної системи, що запускає незворотний процес бродіння та скисання сировини в танках зберігання.
- *Чинник другої черги:* Проникнення залишків лужних або кислотних розчинів у продуктопровід через відмову чи заклинювання розподільчих клапанів під час СІР-мийки.
- *Чинник третьої черги:* Неякісна термічна обробка вершків через технічний збій поворотного клапана пастеризатора, що призводить до масового розвитку патогенної мікрофлори.

3.2 Оцінка та класифікація виробничих небезпек і шкідливих чинників у технологічних зонах цеху

Створення безпечного виробничого середовища на підприємствах харчової індустрії вимагає превентивного аналізу факторів, що здатні негативно вплинути на здоров'я працюючих. Сучасні стандарти охорони праці розподіляють ці чинники на дві категорії: небезпечні, які загрожують моментальним травмуванням чи гострим погіршенням стану здоров'я, та шкідливі, що діють пролонговано і призводять до зниження працездатності або професійних патологій у майбутньому. Системна ідентифікація таких джерел дозволяє розробити комплекс інженерних та організаційних рішень для нейтралізації ризиків на кожному робочому місці [23, 24].

Проектований цех із переробки молока потужністю 22 тонни за зміну, орієнтований на випуск вершкового масла та функціональних напоїв із маслянки, характеризується специфічним комплексом виробничих ризиків. Технологічні процеси тут передбачають використання швидкісних механічних агрегатів, закритих контурів із високотемпературними носіями, значної кількості вологи та концентрованих дезінфікуючих засобів [23]. Найбільша концентрація потенційних загроз зосереджена на етапах приймання сировини, пастеризації вершків, механічного збивання та фінішного пакування готової продукції.

Нижче наведено структурно-логічну схему, яка відображає взаємозв'язок між ділянками цеху, потенційними чинниками загрози та проєктними заходами захисту (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Розподіл виробничих ризиків за технологічними ділянками цеху

Відділення	Джерела небезпеки	Чинники впливу	Проєктні рішення
Приймальне	Рух автоцистерн, підключення гнучких магістралей, швидкісні	Механічні (транспорт), акустичні	Встановлення звукоізолювальних кожухів, укладання

	сепаратори, зливні операції.	(високочастотний шум), фізичні (ризик падіння на вологій підлозі).	антиковзкого покриття, облаштування трапів для зливу рідин.
Апаратне	Паропроводи, пластинчасті теплообмінники, вузли підключення до автоматичної SIP-станції.	Термічні (гарячі поверхні, гостра пара), хімічні (випари кислот і лугів під час санітарної мийки).	Суцільна термоізоляція ліній, монтаж примусової припливно-витяжної вентиляції, використання ЗІЗ.
Маслоробне	Механічні шнеки та міксери безперервної дії, танки фізичного дозрівання вершків.	Механічні (захоплення рухомими деталями пристроїв), мікрокліматичні (підвищена вологість, сирість).	Інтеграція кінцевих вимикачів автоматичного блокування на решітках, забезпечення вологозахисним спецодягом.
Фасувальне	Фасувальні автомати, приводні конвеєрні стрічки, ручне формування транспортних коробів.	Механічні (рухомі вузли), психофізіологічні (монотонність рухів, статична тривала поза «стоячи»).	Екранування зон зрізу та пакування захисними щитами, ергономічна організація місць, регламентовані перерви.
Камера зберігання	Холодильні установки, зони штабелювання палет із готовим вершковим маслом.	Мікрокліматичні (стабільні мінусові температури в межах від 0 до мінус 18 градусів Цельсія).	Використання сертифікованого термоізолюючого одягу, жорсткий контроль часу перебування персоналу в зоні холоду.

Аналіз наведеної архітектури виробничих ризиків показує, що для цеху потужністю 22 тонни за зміну критично важливим є поєднання автоматизованого контролю з інженерним захистом безпосередньо в зонах праці. Завдяки закритому циклу переробки сировини, повній герметизації ліній теплової обробки та безперервному автоматичному збиванню вершків, мінімізується пряма взаємодія людини з потенційно небезпечним середовищем під час основного робочого циклу. Комплексне впровадження передбачених проектом захисних механізмів, автоматичних блокувань, ергономічного планування та сучасних локальних систем вентиляції дозволяє підтримувати стабільно високий рівень цивільного захисту та охорони праці, зберігаючи високу працездатність персоналу протягом усієї зміни.

ВИСНОВКИ

Вершкове масло та похідні продукти – надзвичайно цінне джерело поживних речовин, необхідних для здорового функціонування людського організму. Ефективне виробництво, дотримання всіх вимог та правильне проведення всіх технологічних операцій гарантують отримання продукту якісного за смаковими та товарними характеристиками.

У ході виконання даної кваліфікаційної роботи було проведено розробку цеху з виробництва масла «Екстра» (м.ч.ж. 80%), масла «Рожеве» (м.ч.ж. 71,3%), масляної пасти для хворих на цукровий діабет та напою з маслянки і з додаванням пюре буряка.

Було детально змодельовано процес виготовлення від початкової ланки виробничого процесу: приймання молока, підготовлення компонентів та підбору апаратів; до завершального етапу: пакування, зберігання та контролю якості готових продуктів, подальшу санітарну обробку обладнання. Моделюючи виробництво, ми здійснили розрахунки проведення технологічних операцій, розробили графік організації процесу, розглянули питання з безпеки життєдіяльності та охорони праці на підприємстві, обрахували площу приміщень цеху відповідно до стандартів та вимог.

Отже, спроектований цех з виробництва масла є прикладом конкурентноспроможного виробника, здатного виготовляти якісні продукти, які будуть мати попит серед покупців. Впровадження нових технологій та покращення наявних підходів до виробництва і контролю якості дають змогу підприємству розвиватися та розширювати ринок збуту, зайнявши провідне місце серед підприємств харчового сектору в регіоні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Технології молока і молочних продуктів : підруч. / уклад. Крупа О. Тернопіль : Підручники і посібники, 2024. 795 с.
2. Рашевська Т.О. Технологія молока і молочних продуктів. Розділ Технологія вершкового масла. К.: НУХТ. 86 с.
3. Nitin Datta, Tomasula P.M. Emerging Dairy Processing Technologies. Wiley-Blackwell, 2019.
4. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» зі спеціальності «Харчові технології» денної та заочної форм навчання/ К.Є. Дацишин, О.М. Крупа, Г.В. Карпик, Л.А. Сторож Тернопіль: ТНТУ, 2025. 38 с.
5. Економіка та організація підприємств харчової промисловості : підручник / за ред. П.Л. Юхименка. Київ : Центр учбової літератури, 2021. 448 с.
6. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Економіка та менеджмент харчових технологій» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньою програмою 181 «Харчові технології» / Укладач: Г.В. Ціх. Тернопіль: ТНТУ. 2023. 94 с.
7. Романенко Л. П., Романенко І. Л. Молоко і молочні продукти: технологія та контроль якості. Київ : Кондор, 2010. 350 с.
8. Склад масляної пасти для хворих на цукровий діабет: пат. 85510 Україна: А23С15/16; заявл. 30.04.2013; опубл. 25.11.2013. 8 с.
9. Спосіб виробництва ферментованого напою: пат. 124110 Україна: А23С17/00; заявл. 08.04.2019; опубл. 22.07.2021. 5 с.
10. Метод. вказівки до виконання практичних робіт із дисципліни «Технологія молока і молочних продуктів. Частина 1» для здобувачів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» денної та заочної форм навчання спеціальності 181 «Харчові технології» / Уклад.: К.Є. Дацишин, О.М. Крупа, Л.А/ Сторож Т.: ТНТУ, 2022. 86 с.

11. Поліщук Г.Є., Грек О.В., Скорченко Т.А. Технологічні розрахунки у молочній промисловості: навч. посіб. Київ: НУХТ, 2013. 343 с.
12. ДСТУ 3662:2018. Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови. [Чинний від 01-01-2019]. Вид. офіц. Київ, 2018: ТК 140, 2018. 12 с.
13. ДСТУ 8131-2015. Вершки-сировина. Технічні умови. Вид. офіц. Київ: Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості», 2017. 14 с.
14. Кухтин М.Д., Кравченко Х.Ю. Лабораторний практикум з мікробіології молока і молочних продуктів: навчальний посібник. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2023. 157 с.
15. Кухтин М., Горюк Ю. Мікробіологія молочних продуктів вироблених з молока коров'ячого сирого: монографія. Кам'янець-Подільський: ЗВО ПДУ, 2023. 150 с.
16. Грек О.В. Технологія продуктів зі знежиреного молока, молочної сироватки і маслянки: навчальний посібник / О.В. Грек, Г.Є. Поліщук, О.О. Онопрійчук. К. : НУХТ, 2011. 210 с.
17. ДСТУ 7033:2009
18. Юкало В.Г. Біологічна активність протеїнів і пептидів молока: монографія. Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 372 с.
19. ДСТУ 4399-2005. Масло вершкове. Технічні умови. Офіц. вид. Вперше; чинний від 28.04.2005. К.: Держспоживстандарт України, 2006. 15 с.
20. Юкало В.Г. Лабораторний практикум з хімії та фізики молока і молочних продуктів: навчальний посібник. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. 176 с.
21. ТУ У 02070938-009-98 Масло вершкове з пектином, інуліном і кріопорошками рослинними харчовими.
22. Ромоданова В.О., Костенко Т.П. Лабораторний практикум з технохімічного контролю підприємств молочної промисловості: Навч. посіб. Київ: НУХТ, 2003. 168 с.

23. Крупа О. Проектування підприємств молочної промисловості : навч. посіб. / уклад. О. Крупа. Київ : Видавничий дім «Кондор», 2025. 198 с.
24. Єресько Г.О., Шинкарик М.М., Ворощук В.Я. Технологічне обладнання молочних виробництв, Київ.: Фірма «Інкос», 2007. 344 с.
25. Шульга Н. М., Млечко Л. А. Санітарія та гігієна. Навчальний посібник. Київ : ІПДО НУХТ, 2011, 34 с. 19.
26. Грибан В.Г., Фоменко А.Є., Казначеев Д.Г. Безпека життєдіяльності та охорона праці : підруч. / В.Г. Грибан, А.Є. Фоменко, Д.Г. Казначеев. Дніпро : Дніпроп. держ. ун-т внутр. справ, 2022. 388 с.
27. Навчально-методичний посібник до практичних заняття з дисципліни «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці» для студентів освітнього ступеня «бакалавр» усіх спеціальностей та форм навчання / Укладачі: О.Я. Гурик, І.Б. Окіпний, В.С. Сенчишин, С.Ю. Мариненко, О.І. Король. Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2025. 123 с.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Таблиця А1 – Умовні позначення сировини і готових продуктів

Потік	Назва потоків
T91 – 1	Молоко незбиране
T91 – 2	Молоко незбиране, очищене, охолоджене
T92 – 1	Молоко незбиране, підігрите до температури сепарування
T92 – 2	Молоко знежирене
T92 – 3	Вершки (м.ч.ж. 35%)
T92 – 4	Вершки (м.ч.ж. 35%) охолоджені
T92 – 5	Молоко знежирене, підігрите до температури пастеризації
T92 – 6	Молоко знежирене, пастеризоване
T92 – 7	Молоко знежирене недопастеризоване
T92 – 8	Молоко знежирене, охолоджене до температури фасування
T92 – 9	Молоко знежирене, розфасоване
T93 – 1	Вершки (м.ч.ж. 35%) нагріті до температури дезодорації
T93 – 2	Вершки після дезодорації
T93 – 4	Вершки (м.ч.ж. 35%) пастеризовані
T93 – 5	Маслянка
T93 – 6	ВЖВ для масла «Екстра»
T93 – 7	ВЖВ для масла «Рожеве»
T93 – 8	ВЖВ нормалізовані для масла «Екстра»
T93 – 9	ВЖВ нормалізовані для масла «Рожеве»
T93 – 10	Масло «Екстра»
T93 – 10a	Масло «Екстра», розфасоване в ящики
T93 – 11	Масло «Рожеве»
T93 – 11a	Масло «Рожеве», розфасоване в ящики
T93 – 12	Масло «Екстра» з термостатної камери
T93 – 13	Масло «Рожеве» з термостатної камери
T93 – 14	Масло «Екстра», розфасоване в брикети
T93 – 15	Масло «Рожеве», розфасоване в брикети
T93 – 16	Нормалізована суміш для масляної пасти
T93 – 17	Гомогенізована суміш для масляної пасти
T93 – 18	Масляна паста
T93 – 19	Масляна паста, розфасована в ящики
T93 – 20	Масляна паста з термостатної камери
T93 – 21	Масляна паста, розфасована в брикети
T94 – 1	Маслянка охолоджена
T94 – 2	Маслянка, підігрита до температури пастеризації
T94 – 3	Пастеризована маслянка
T94 – 4	Недопастеризована маслянка
T94 – 5	Маслянка пастеризована, охолоджена до температури сквашування
T94 – 6	Напій з маслянки сквашений з пюре буряка
T94 – 7	Напій з маслянки зі пюре буряка розфасований

T95 – 1	Кріопорошок з буряка
T95 – 2	Льон сухий
T95 – 3	Інулін
T95 – 4	Кріопорошок з буряка зважений
T95 – 5	Льон сухий зважений
T95 – 6	Інулін зважений
T95 – 7	Кріопорошок з буряка просіяний
T95 – 8	Льон сухий просіяний
T95 – 9	Інулін просіяний
T95 – 10	Суспензія з кріопорошку з буряка
T95 – 11	Суспензія з льону сухого
T95 – 12	Суспензія з інуліну
T95 – 13	Сироп калини на сорбіті
T95 – 14	Молоко сухе, знежирене
T96 – 1	Пюре буряка