ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до кваліфікаційної роботи
ступеня вищої освіти «Бакалавр»
на тему:

Модернізація технологічної лінії з виробництва молока пастеризованого

Виконав: здобувач вищої освіти 4 курсу,
групи ХТ-2-22 освітньо-професійної програми
«Харчові технології» зі спеціальності 181
«Харчові технології»

_____ Маргарита КАПУСТА

Керівник: _____ Ігор КУДРЯВЦЕВ

Дніпро 2026

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій
Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»
Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»
Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
_____Віталій КОШУЛЬКО
(підпис)
«01» травня 2026 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЦІ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Капусті Маргариті Іванівні

1. Тема роботи: «Модернізація технологічної лінії з виробництва молока пастеризованого».
Керівник роботи: Кудрявцев Ігор Миколайович, доктор філософії, асистент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «01» травня 2026 року № 875.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 08 червня 2026 року.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва молока пастеризованого. 2. Наукова, нормативна, навчальна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Загальна частина. 2 Технологічна частина. 3 Проєктна частина. 4 Впровадження елементів системи НАССР. 5 Охорона праці захист навколишнього середовища. 6 Техніко-економічне обґрунтування. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Мета і завдання досліджень. 2 Технологічна частина. 3 Проєктна частина. 4 Впровадження елементів системи НАССР. 5 Карта безпеки праці. 6 Техніко-економічне обгрунтування. Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-6	Асистент КУДРЯВЦЕВ Ігор	01.05.26	08.06.26

7. Дата видачі завдання 01 травня 2026 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	01.05-04.05.26	виконано
2	Загальна частина	05.05-07.05.26	виконано
3	Технологічна частина	08.05-14.05.26	виконано
4	Проєктна частина	15.05-21.05.26	виконано
5	Впровадження елементів системи НАССР	22.05-31.05.26	виконано
6	Охорона праці захист навколишнього середовища	01.06-02.06.26	виконано
7	Техніко-економічне обгрунтування	02.06-03.06.26	виконано
8	Формулювання висновків по роботі та списку використаних джерел	04.06-05.06.26	виконано
9	Підготовка демонстраційного матеріалу	05.06-08.06.25	виконано

Здобувачка вищої освіти _____ Маргарита КАПУСТА
(підпис)

Керівник роботи _____ Ігор КУДРЯВЦЕВ
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: **«Модернізація технологічної лінії з виробництва молока пастеризованого»**

Кваліфікаційна робота містить: 63 сторінки, 8 рисунків, 17 таблиці, 0 додатків, 36 літературних джерел.

Метою дипломної роботи є удосконалення технологічної лінії з виробництва пастеризованого молока з метою підвищення ефективності переробки молочної сировини, покращення якості та безпечності готової продукції, зменшення виробничих втрат і забезпечення стабільності технологічного процесу.

Об'єктом досліджень є технологічний процес виробництва пастеризованого молока.

Предметом досліджень є технологічна лінія виробництва пастеризованого молока, режими механічної та теплової обробки молока, обладнання для очищення, нормалізації, пастеризації, охолодження і фасування, а також показники якості та безпечності готової продукції.

У роботі розглянуто сучасний стан молочної промисловості, охарактеризовано основні галузі переробки молока та визначено роль цільномолочного виробництва у забезпеченні населення питною молочною продукцією.

Проаналізовано технологічну схему виробництва пастеризованого молока, яка включає приймання молока, оцінювання його якості, очищення, нормалізацію, пастеризацію, охолодження, фасування та зберігання готової продукції. Обґрунтовано необхідність удосконалення технологічної лінії з метою підвищення продуктивності, покращення якості та безпечності пастеризованого молока, зниження виробничих втрат і раціонального використання молочної сировини.

Ключові слова: *молоко, пастеризація, нормалізація, очищення, охолодження, фасування, якість, безпечність, сировина, обладнання, лінія, технологія, переробка, виробництво, модернізація.*

ЗМІСТ

ВСТУП 7
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА 9
1.1 Сучасний стан молочної промисловості та значення цільномолочної галузі у виробництві питного молока 9
1.2 Характеристика молока як основної сировини для виробництва пастеризованого молока 13
Висновки за розділом 15
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА 16
2.1 Характеристика досліджуваної технологічної лінії з виробництва пастеризованого молока 16
2.2 Пропозиції щодо модернізації технологічної лінії з виробництва пстеризованого молока 19
2.3 Характеристика технологічної лінії після модернізації 20
2.4 Характеристика готового продукту 23
Висновки за розділом 26
3 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА 27
3.1 Технологічний розрахунок 27
3.2 Перевірочний розрахунок необхідної кількості технологічного обладнання 30
3.3 Характеристика обладнання лінії 33
3.4 Компонування технологічного обладнання у виробничому приміщенні цеху з виробництва пастеризованого молока 36
3.4.1 Перевірочний розрахунок площі виробничого приміщення 38
3.4.2 Перевірочний розрахунок висоти виробничого приміщення 40
3.4.3 Обґрунтування прийнятого компонування 41
Висновки за розділом 42
4 ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ НАССР 44
Висновки за розділом 45
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА 47

5.1 Розробка карти безпеки праці для оператора цеху з виробництва пастеризованого молока 47
5.2 Утилізація відходів підприємств з переробки молока 49
Висновки за розділом 50
6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ 51
6.1 Вихідні дані для розрахунку 51
6.2 Розрахунок капітальних вкладень 52
6.3 Розрахунок виробничих витрат 52
6.4 Розрахунок виручки та прибутку 54
6.5 Розрахунок рентабельності та строку окупності 55
6.6 Розрахунок точки беззбитковості 56
Висновки за розділом 57
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 58
БІБЛІОГРАФІЯ 60

ВСТУП

Молочна промисловість є однією з важливих складових харчової промисловості, оскільки забезпечує населення цінними продуктами щоденного споживання. До її основних галузей належать цільномолочна, маслоробна, молочноконсервна та сироробна. Особливе місце займає цільномолочна галузь, яка переробляє значну частину заготовлюваного молока та забезпечує виробництво питного молока і кисломолочної продукції [1, 2].

Пастеризоване молоко належить до найбільш поширених видів питної молочної продукції. Відповідно до вимог ДСТУ 2661:2010, питне молоко виробляють із молока-сировини, яке проходить нормалізацію, температурне оброблення, охолодження та пакування, після чого призначається для безпосереднього споживання [3]. Основними технологічними операціями під час виробництва пастеризованого молока є приймання сировини, оцінювання її якості, очищення, нормалізація за вмістом жиру, пастеризація, охолодження, фасування та зберігання готового продукту [1, 4].

Якість пастеризованого молока значною мірою залежить від якості молочної сировини, санітарного стану виробництва, ефективності теплової обробки, стабільності роботи технологічного обладнання та дотримання режимів охолодження і зберігання. Пастеризація дає змогу знизити кількість мікроорганізмів у молоці, підвищити його безпечність і подовжити термін придатності, зберігаючи при цьому харчову та біологічну цінність продукту [2, 4].

У сучасних умовах підприємства молочної промисловості потребують технічного оновлення, оскільки значна частина обладнання є енерговитратною, морально застарілою або недостатньо ефективною. Недостатній рівень фінансування реконструкції підприємств ускладнює впровадження сучасних технологічних рішень, однак саме модернізація ліній виробництва питного молока дає змогу підвищити продуктивність, зменшити втрати сировини, покращити якість готової продукції та забезпечити її відповідність чинним вимогам безпечності [5].

Отже, удосконалення технологічної лінії з виробництва пастеризованого молока є актуальним завданням, спрямованим на підвищення ефективності переробки молока, покращення якості готового продукту, раціональне використання сировини та забезпечення стабільної роботи підприємства.

Метою дипломної роботи є удосконалення технологічної лінії з виробництва пастеризованого молока з метою підвищення ефективності переробки молочної сировини, покращення якості та безпечності готової продукції, зменшення виробничих втрат і забезпечення стабільності технологічного процесу.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати сучасний стан молочної промисловості та визначити значення цільномолочної галузі у виробництві питного молока;
- охарактеризувати молоко як основну сировину для виробництва пастеризованого молока;
- проаналізувати існуючу технологічну схему виробництва пастеризованого молока;
- обґрунтувати доцільність удосконалення технологічної лінії виробництва пастеризованого молока;
- виконати перевірочні технологіні та проєктні розрахунки;
- розрахувати техніко-економічні показники проєкту модернізації технологічної лінії з виробництва пастеризованого молока.

Об’єктом досліджень є технологічний процес виробництва пастеризованого молока.

Предметом досліджень є технологічна лінія виробництва пастеризованого молока, режими механічної та теплової обробки молока, обладнання для очищення, нормалізації, пастеризації, охолодження і фасування, а також показники якості та безпечності готової продукції.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Сучасний стан молочної промисловості та значення цільномолочної галузі у виробництві питного молока

Молочна промисловість є однією з провідних галузей харчової промисловості України, оскільки забезпечує населення важливими продуктами щоденного споживання – питним молоком, кисломолочними виробами, вершковим маслом, сирами, сухими та згущеними молочними продуктами. Молоко і молочні продукти мають високу харчову та біологічну цінність, є джерелом повноцінного білка, молочного жиру, лактози, кальцію, фосфору, вітамінів і біологічно активних речовин [1, 2].

До основних напрямів молочної промисловості належать цільномолочна, маслоробна, сироробна та молочноконсервна галузі. Кожна з них має власні технологічні особливості, асортимент продукції та вимоги до якості молочної сировини. Водночас саме цільномолочна галузь має найбільше соціальне значення, оскільки забезпечує виробництво питного молока, кисломолочних напоїв, сметани, вершків та інших продуктів масового споживання [2, 3].

Сучасний стан молочної промисловості України формується під впливом низки економічних, технологічних і соціальних чинників. До основних проблем галузі належать скорочення поголів’я корів у господарствах населення, зростання вартості енергоносіїв, кормів, пакувальних матеріалів і логістики, нестабільність закупівельних цін на молоко-сировину, а також необхідність модернізації технологічного обладнання на молокопереробних підприємствах [4, 5].

Незважаючи на складні умови функціонування, молочна галузь України зберігає здатність забезпечувати внутрішній попит на основні види молочної продукції. За даними галузевих аналітичних джерел, у 2024 році виробництво молока в Україні становило близько 7,2 млн т. При цьому спостерігається різна динаміка за категоріями виробників: у сільськогосподарських підприємствах

виробництво молока зростає, тоді як у господарствах населення продовжує скорочуватися, таблиця 1.1 [4].

Таблиця 1.1 – Динаміка виробництва молока в Україні

Рік	Обсяг виробництва молока, млн т	Характеристика зміни
2020	9,3	Відносно високий рівень виробництва
2021	8,7	Початок поступового скорочення
2022	7,7	Зниження внаслідок воєнних та економічних чинників
2023	7,4	Подальше скорочення виробництва
2024	7,2	Уповільнення темпів падіння, стабілізація промислового сектору

За наведеними даними видно, що протягом 2020 – 2024 років загальний обсяг виробництва молока в Україні зменшився, рисунок 1.1. Основними причинами цього є скорочення поголів'я корів, зменшення кількості дрібних виробників, міграція населення, зростання собівартості виробництва та ускладнення логістики. Водночас позитивною тенденцією є посилення ролі промислового сектору, який забезпечує стабільнішу якість молока-сировини та краще відповідає вимогам переробних підприємств [4, 6].

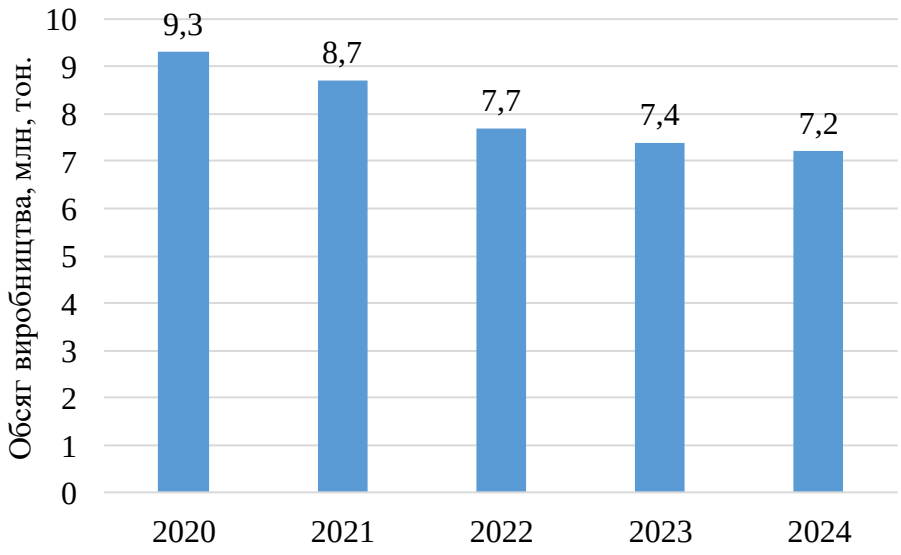


Рисунок 1.1 – Динаміка виробництва молока в Україні, млн т

Важливе значення для молокопереробної промисловості має не лише загальний обсяг виробництва молока, а й його якість. Молоко, що надходить із промислових молочнотоварних ферм, зазвичай має кращі показники безпечності, бактеріального обсіменіння, соматичних клітин і стабільності хімічного складу. У 2024 році понад 90 % молока-сировини, що надійшло на переробку, було отримано саме з промислових господарств, що свідчить про підвищення ролі організованого виробництва у забезпеченні молокозаводів якісною сировиною, таблиця 1.2 [6].

Таблиця 1.2 – Структура виробництва молока в Україні у 2024 році за категоріями виробників

Категорія виробників	Обсяг виробництва, млн т	Частка у загальному виробництві, %	Основна характеристика
Сільськогосподарські підприємства	3,0	41,7	Вища якість сировини, стабільні поставки на переробку
Господарства населення	4,2	58,3	Переважно власне споживання, нижча товарність
Разом	7,2	100,0	Загальний обсяг виробництва молока

Наведена структура свідчить, що господарства населення все ще формують значну частку валового виробництва молока, однак для промислової переробки найбільше значення має саме молоко, отримане від сільськогосподарських підприємств. Це пояснюється кращими умовами доїння, охолодження, первинного зберігання, транспортування та контролю якості сировини [5, 6].

Покращення якості молока-сировини є однією з ключових передумов розвитку виробництва питного пастеризованого молока. За даними галузевих джерел, у 2024 році 55 % молока, зданого на переробку, належало до ґатунку «екстра», а 25,3 % - до вищого ґатунку. Це створює передумови для виготовлення

якісної питної молочної продукції, зокрема пастеризованого молока, таблиця 1.3 [6].

Таблиця 1.3 – Якісна структура молока, що надходить на переробку

Ґатунок молока	Частка, %	Значення для виробництва питного молока
Екстра	55,0	Найбільш придатне для виробництва високоякісної питної продукції
Вищий	25,3	Придатне для більшості видів молочної продукції
Інші ґатунки	19,7	Потребує посиленого контролю та обмеженого використання

Цільномолочна галузь займає особливе місце у структурі молочної промисловості, оскільки її продукція належить до товарів щоденного попиту. Основним продуктом цієї галузі є питне молоко, зокрема пастеризоване, яке проходить механічну та теплову обробку з метою забезпечення безпечності, стабільності якості та подовження терміну придатності. Технологічний процес виробництва пастеризованого молока включає приймання сировини, оцінювання її якості, очищення, нормалізацію за вмістом жиру, пастеризацію, охолодження, фасування та зберігання готового продукту [1, 3].

Виробництво питного пастеризованого молока має важливе соціально-економічне значення. По-перше, воно забезпечує населення доступним продуктом високої харчової цінності. По-друге, стимулює розвиток молочного скотарства та стабільний збут молока-сировини. По-третє, сприяє функціонуванню переробних підприємств, створенню робочих місць і розвитку суміжних галузей – пакувальної, логістичної, машинобудівної та торговельної [2, 5].

Разом із тим виробництво пастеризованого молока потребує постійного технічного вдосконалення. На багатьох підприємствах актуальними залишаються питання зниження енерговитрат, підвищення продуктивності обладнання, поліпшення санітарно-гігієнічного стану виробництва, автоматизації контролю температурних режимів, зменшення втрат сировини та підвищення стабільності

якості готової продукції. Саме тому модернізація технологічної лінії з виробництва пастеризованого молока є доцільною і практично значущою [5, 7].

Отже, сучасний стан молочної промисловості України характеризується скороченням загальних обсягів виробництва молока, але водночас – посиленням ролі промислового сектору, підвищенням якості молока-сировини та збереженням стабільного попиту на цільномолочну продукцію. Цільномолочна галузь має важливе значення у забезпеченні населення питним молоком, а удосконалення технологічних ліній його виробництва є необхідною умовою підвищення ефективності роботи молокопереробних підприємств.

1.2 Характеристика молока як основної сировини для виробництва пастеризованого молока

Молоко є основною сировиною для виробництва пастеризованого питного молока. Це складна біологічна система, до складу якої входять вода, білки, жири, лактоза, мінеральні речовини, вітаміни, ферменти та інші біологічно активні сполуки. Висока харчова цінність молока зумовлена наявністю повноцінних білків, легкозасвоюваного молочного жиру, кальцію, фосфору та вітамінів [8].

Для виробництва пастеризованого молока використовують коров’яче молоко-сировину, яке повинно відповідати вимогам ДСТУ 3662:2018. Воно має бути натуральним, одержаним від здорових тварин, без сторонніх домішок, консервантів, інгібувальних речовин, нехарактерних запахів і присмаків [3]. Згідно з ДСТУ 2661:2010, питне молоко виробляють із молока-сировини шляхом нормалізації, температурного оброблення, охолодження та пакування [4].

Хімічний склад молока залежить від породи, віку та фізіологічного стану тварин, умов годівлі, періоду лактації, сезону року, санітарних умов доїння, охолодження і транспортування. Найбільше технологічне значення мають масова частка жиру, білка, сухих речовин, кислотність, густина, термостійкість і мікробіологічні показники, таблиця 1.4 [1, 5].

Таблиця 1.4 – Середній хімічний склад коров'ячого молока

Компонент	Орієнтовний вміст, %	Значення
Вода	87,0 – 88,0	Основна складова молока
Сухі речовини	12,0 – 13,0	Визначають харчову цінність
Жир	3,2 – 4,0	Формує смак і енергетичну цінність
Білки	3,0 – 3,4	Впливають на харчову та біологічну цінність
Лактоза	4,6 – 4,8	Надає солодкуватого смаку
Мінеральні речовини	0,7 – 0,8	Підвищують біологічну цінність

Молочний жир перебуває у вигляді дрібних жирових кульок і значною мірою впливає на смак, аромат та консистенцію продукту. Під час виробництва пастеризованого молока вміст жиру нормалізують до встановленого рівня. Білки молока представлені переважно казеїном і сироватковими білками, які мають високу біологічну цінність. Лактоза формує природний солодкуватий смак молока та є поживним середовищем для мікроорганізмів [5].

За органолептичними показниками молоко-сировина повинно бути однорідною рідиною без осаду, пластівців білка та механічних домішок. Смак і запах мають бути чистими, властивими свіжому молоку, без сторонніх присмаків і запахів, а колір – білим або світло-кремовим, таблиця 1.5 [3].

Таблиця 1.5 – Основні показники якості молока-сировини

Показник	Технологічне значення
Масова частка жиру	Визначає необхідність нормалізації
Масова частка білка	Впливає на харчову цінність
Густина	Дає змогу оцінити натуральність молока
Кислотність	Характеризує свіжість сировини
Бактеріальне обсіменіння	Впливає на безпечність і термін зберігання
Соматичні клітини	Свідчать про якість і стан здоров'я тварин
Інгібувальні речовини	Мають бути відсутні
Температура	Визначає умови зберігання сировини

Особливе значення має мікробіологічна безпечність молока. Через високий вміст води, білків і лактози молоко є сприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів. Тому після доїння його необхідно швидко очистити та охолодити. Порушення температурних режимів призводить до підвищення кислотності, погіршення смаку, зниження термостійкості та скорочення терміну придатності [2, 5].

Для виробництва пастеризованого молока найбільш придатною є сировина високої якості з низьким бактеріальним обсіменінням, нормальною кислотністю, стабільним хімічним складом, високою термостійкістю та відсутністю інгібувальних речовин. Саме така сировина забезпечує ефективне проведення пастеризації, стабільність органолептичних властивостей і відповідність готового продукту вимогам нормативної документації [3, 4].

Отже, якість молока-сировини безпосередньо визначає якість пастеризованого молока, ефективність технологічного процесу та безпечність готової продукції. Тому під час приймання молока на підприємстві необхідно контролювати його органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники.

Висновки за розділом

Проаналізовано сучасний стан молочної промисловості України та встановлено, що галузь залишається важливою складовою харчової промисловості, оскільки забезпечує населення продуктами щоденного споживання. Визначено, що цільномолочна галузь має особливе значення у виробництві питного молока, зокрема пастеризованого, яке є доступним і цінним харчовим продуктом.

Охарактеризовано молоко як основну сировину для виробництва пастеризованого молока. Встановлено, що його якість залежить від хімічного складу, органолептичних, фізико-хімічних і мікробіологічних показників. Для отримання якісного пастеризованого молока сировина повинна бути натуральною, свіжою, без сторонніх домішок, інгібувальних речовин і відповідати вимогам нормативної документації.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика досліджуваної технологічної лінії з виробництва пастеризованого молока

Технологічна схема виробництва пастеризованого молока передбачає послідовне виконання операцій приймання молока-сировини, його обліку, охолодження, резервування, підігрівання, сепарування, нормалізації, пастеризації, охолодження та подавання готового продукту на фасування, рисунок 2.1. Для реалізації технологічного процесу передбачено використання переважно вітчизняного обладнання, що дає змогу спростити сервісне обслуговування, зменшити витрати на запасні частини та забезпечити адаптацію лінії до умов роботи підприємства.

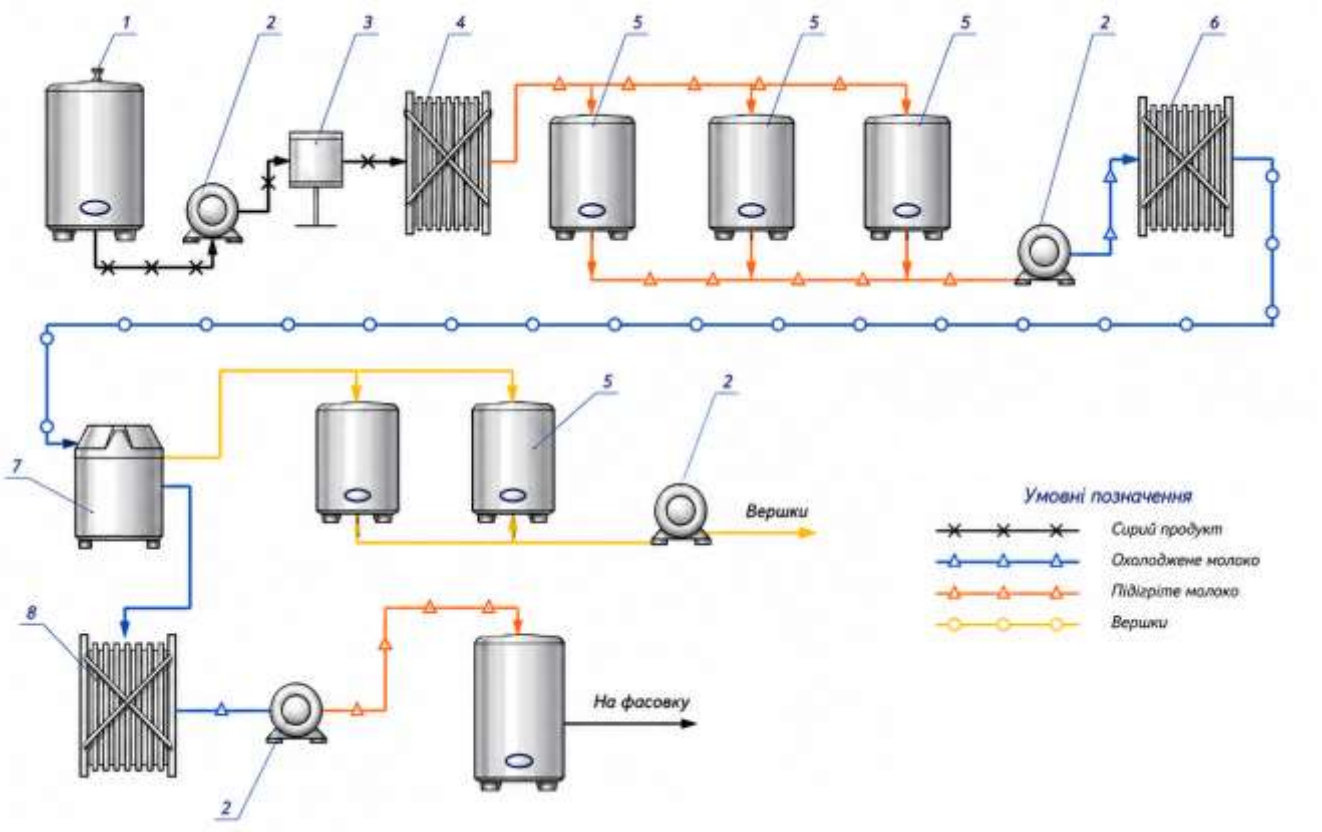


Рисунок 2.1 – Досліджувана схема технологічного процесу виробництва пастеризованого молока

Молоко-сировина надходить у молочний танк 1 марки ОХЕ-25. У ньому здійснюється приймання та короткочасне зберігання молока перед подальшою переробкою. Температура молока під час приймання і зберігання повинна становити 4±2 °С. На цій стадії контролюють органолептичні показники, температуру, кислотність, густину, масову частку жиру, відсутність інгібувальних речовин і механічних домішок.

Із танка 1 молоко подається насосом 2 марки ОНЦ-25/32. Насос призначений для транспортування молока по закритих трубопроводах. Перекачування повинно здійснюватися рівномірно, без значного піноутворення, оскільки надмірна механічна дія може погіршити якість молока та сприяти частковому руйнуванню жирових кульок.

Далі молоко надходить до лічильника 3 марки ДУЕТ-25РС. Він призначений для приймання, відпускання та обліку молока в потоці на підприємствах молочної промисловості й молокоприймальних пунктах. На цій стадії здійснюється кількісний облік молока, що надходить у виробництво.

Після обліку молоко направляється в охолоджувач 4 марки ОПМ. В охолоджувачі молоко доводять до температури 4±2 °С. Швидке охолодження необхідне для сповільнення розвитку мікрофлори та збереження якості сировини до моменту її подальшої переробки.

Охолоджене молоко надходить у ємності 5 марки ОСВ-63. За схемою передбачено шість таких ємностей, що забезпечує можливість резервування сировини, вирівнювання її складу та організації безперервної роботи лінії. У ємностях підтримують температуру молока 4±2 °С. Ємності мають бути обладнані мішалками, датчиками рівня і температури, а також мийними головками для проведення CIP-мийки.

Із ємностей 5 молоко насосом 2 марки ОНЦ-25/32 подається на пастеризаційно-охолоджувальну установку 6, марки ПОУ-КМЗ. У першій секції установки молоко підігрівається до температури 40 – 45 °С, що є оптимальним для подальшого сепарування та нормалізації.

Підігріте молоко надходить у сепаратор 7, марки Ж5-ОС2Т-3, який призначений для безперервного розділення молока на вершки та знежирене молоко з одночасним очищенням від механічних домішок. Сепарування проводять за температури 40 – 45 °С. У процесі сепарування молоко розділяється на вершки та знежирене молоко. Частину вершків повертають у потік для нормалізації, що дає змогу отримати молоко із заданою масовою часткою жиру 3,2 %.

Вершки, отримані на сепараторі 7, відводяться окремим потоком за допомогою насоса 2, марки ОНЦ-25/32. Вони можуть бути спрямовані на подальшу переробку або використані для нормалізації молока. За необхідності вершки охолоджують в охолоджувачі 8, марки ОПМ. Температура охолодження вершків повинна становити 4±2 °С.

Нормалізоване молоко після сепарування повертається на пастеризаційно-охолоджувальну установку 6, де проходить основну теплову обробку. Для виробництва пастеризованого питного молока рекомендується застосовувати короткочасну пастеризацію за температури 76±2 °С з витримуванням 15 – 20 с. Такий режим забезпечує зниження кількості вегетативних форм мікроорганізмів, підвищує безпечність продукту та дає змогу зберегти його харчову цінність.

Після пастеризації молоко охолоджується у секціях пастеризаційно-охолоджувальної установки, а за необхідності додатково проходить через охолоджувач 8. Температура готового пастеризованого молока після охолодження повинна становити 4±2 °С. Швидке охолодження після теплової обробки є обов’язковим, оскільки воно запобігає розвитку залишкової мікрофлори та забезпечує стабільність якості продукту.

Охолоджене пастеризоване молоко насосом 2 марки ОНЦ-25/32 подається в ємність 5 марки ОСВ-63 для короткочасного накопичення перед фасуванням. У цій ємності підтримується температура 4±2 °С, а продукт перемішується для збереження однорідності. Далі молоко направляється на фасування у споживчу тару. Фасування повинно здійснюватися в санітарно підготовлену тару в умовах, що виключають повторне забруднення продукту.

Основні технологічні параметри процесу представлені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Основні технологічні параметри процесу

Операція	Рекомендований параметр
Приймання молока	температура не вище 4±2 °С
Зберігання молока-сировини	4±2 °С
Підігрівання перед сепаруванням	40 – 45 °С
Сепарування та нормалізація	40 – 45 °С; жирність 3,2 %
Пастеризація	76±2 °С, витримування 15 – 20 с
Охолодження пастеризованого молока	до 4±2 °С
Охолодження вершків	до 4±2 °С
Зберігання готового продукту перед фасуванням	4±2 °С

2.2 Пропозиції щодо модернізації технологічної лінії з виробництва пстеризованого молока

Аналіз досліджуваної технологічної схеми виробництва пастеризованого молока показав, що лінія забезпечує виконання основних технологічних операцій: приймання сировини, облік, охолодження, резервування, підігрівання, сепарування, нормалізацію, пастеризацію, охолодження та подавання продукту на фасування. Основним апаратом, який визначає безпечність і стабільність якості готового продукту, є пастеризаційно-охолоджувальна установка 6 марки ПОУ-КМЗ.

Незважаючи на працездатність існуючої схеми, її недоліком є обмежений рівень автоматизації теплової обробки, можливі коливання температурного режиму, залежність якості пастеризації від точності роботи оператора, а також підвищені витрати енергоносіїв під час нагрівання та охолодження молока. Крім того, для сучасного виробництва питного молока важливими є автоматичний контроль температури пастеризації, наявність системи повернення недопастеризованого продукту, реєстрація параметрів процесу та ефективна CIP-мийка обладнання.

З метою удосконалення технологічної схеми пропонується замінити пастеризаційно-охолоджувальну установку марки ПОУ-КМЗ на сучасну

закордонну пастеризаційну установку Tetra Pak Pasteurizer D Base. Це обладнання призначене для пастеризації молока, йогуртного молока та вершків і має продуктивність для молока 5000 – 15000 л/год. Установка працює за принципом безперервної теплової обробки у пластинчастому теплообміннику, забезпечує точне підтримання температурних режимів, регенерацію тепла, автоматичне керування процесом і санітарну обробку обладнання.

2.3 Характеристика технологічної лінії після модернізації

Удосконалена технологічна схема виробництва пастеризованого молока передбачає послідовне виконання операцій приймання молока-сировини, кількісного обліку, охолодження, резервування, підігрівання, сепарування, нормалізації, пастеризації, охолодження та подавання готового продукту на фасування, рисунок 2.2. Основним технічним рішенням удосконалення є заміна пастеризаційно-охолоджувальної установки ПОУ-КМЗ на сучасну автоматизовану пастеризаційну установку Tetra Pak Pasteurizer D Base, що дає змогу підвищити стабільність температурних режимів, якість пастеризації та безпечність готової продукції.

Молоко-сировина надходить у молочний танк 1 марки ОХЕ-25, де здійснюється його приймання та короткочасне зберігання. Температура молока під час приймання повинна становити 4±2 °С. На цій стадії контролюють органолептичні показники, температуру, кислотність, густину, масову частку жиру, відсутність інгібувальних речовин і механічних домішок.

Із танка 1 молоко насосом 2 марки ОНЦ-25/32 подається до лічильника 3 марки ДУЕТ-25РС. Насос забезпечує рівномірне транспортування молока по закритих трубопроводах, а лічильник виконує кількісний облік молока, що надходить у виробництво. Перекачування необхідно здійснювати без інтенсивного піноутворення, щоб не погіршувати якість сировини.

Після обліку молоко надходить в охолоджувач 4 марки ОПМ, де охолоджується до температури 4±2 °С. Швидке охолодження молока необхідне для

сповільнення розвитку мікрофлори та збереження якості сировини до подальшої переробки.

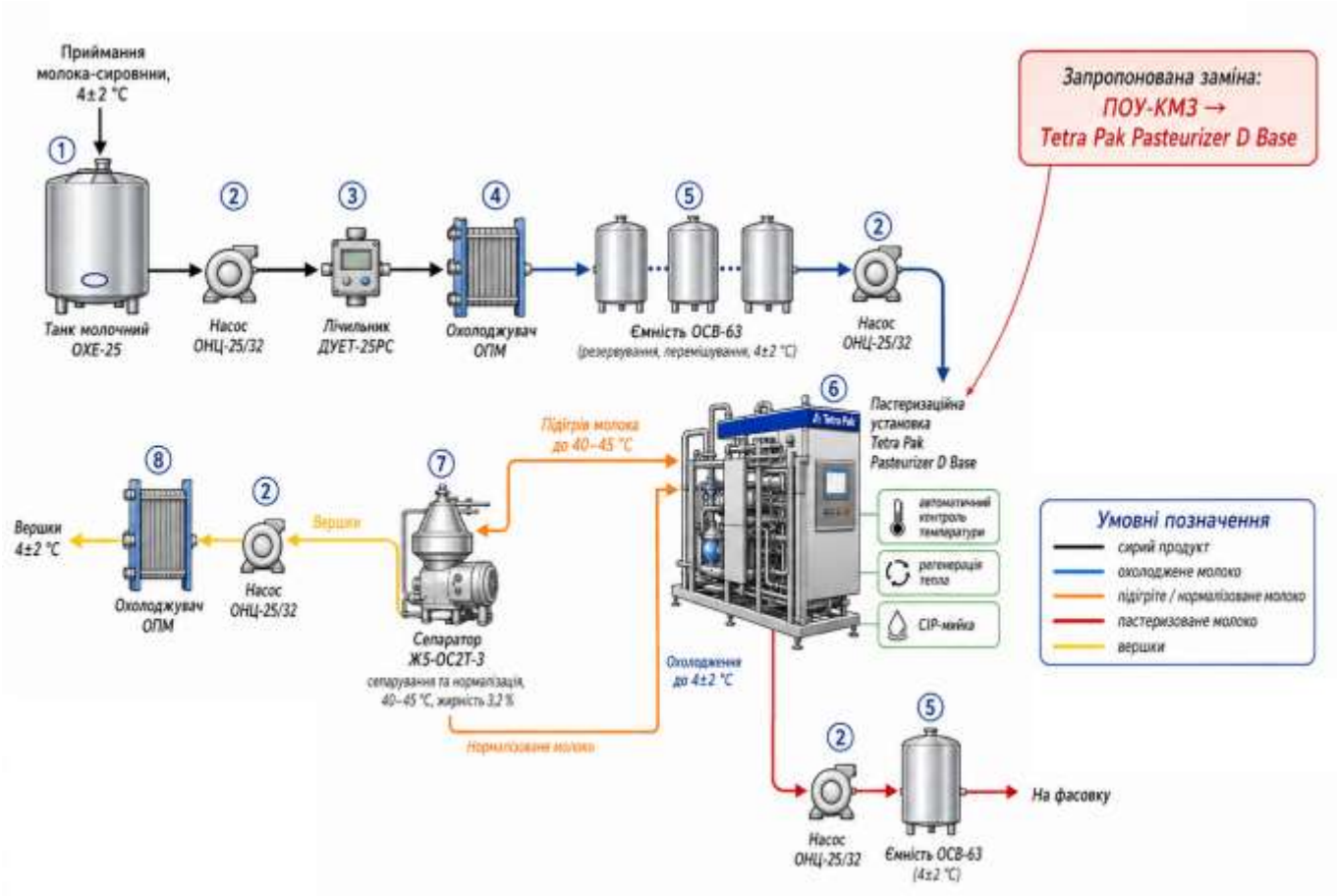


Рисунок 2.2 – Схема технолоінчого процесу виробництва патсеризованого молока після удосконалення

Охолоджене молоко направляється в ємності 5 марки ОСВ-63. У схемі передбачено шість таких ємностей, що забезпечує резервування сировини, вирівнювання її складу та безперервність роботи технологічної лінії. У ємностях молоко зберігається за температури 4±2 °C із періодичним або постійним перемішуванням для запобігання відстоюванню жиру.

Із ємностей 5 молоко насосом 2 марки ОНЦ-25/32 подається на пастеризаційну установку 6 марки Tetra Pak Pasteurizer D Base. У секції регенерації установки молоко попередньо підігрівається до температури 40 – 45 °C, що є оптимальним для подальшого сепарування та нормалізації.

Підігріте молоко надходить у сепаратор 7 марки Ж5-ОС2Т-3. У сепараторі здійснюється розділення молока на вершки та знежирене молоко з одночасним очищенням від механічних домішок. Сепарування проводять за температури 40 – 45 °С. Після сепарування частину вершків повертають у потік для нормалізації молока до заданої масової частки жиру 3,2 %.

Вершки, отримані під час сепарування, відводяться окремим потоком за допомогою насоса 2 марки ОНЦ-25/32 і направляються в охолоджувач 8 марки ОПМ. В охолоджувачі вершки охолоджують до температури 4±2 °С, після чого їх можна використовувати для нормалізації молока або направляти на подальшу переробку.

Нормалізоване молоко після сепаратора 7 повертається до пастеризаційної установки 6 марки Tetra Pak Pasteurizer D Base, де проходить основну теплову обробку. Пастеризацію проводять за температури 76±2 °С з витримуванням 15 – 20 с. Такий режим забезпечує зниження кількості вегетативних форм мікроорганізмів, підвищує мікробіологічну безпечність продукту та сприяє збереженню його харчової цінності.

Після пастеризації молоко охолоджується в секціях пастеризаційної установки 6 до температури 4±2 °С. Використання установки Tetra Pak Pasteurizer D Base забезпечує автоматичний контроль температури, регенерацію тепла та можливість проведення CIP-мийки, що підвищує санітарну надійність процесу і зменшує ризик потрапляння недопастеризованого молока в готовий продукт.

Охолоджене пастеризоване молоко насосом 2 марки ОНЦ-25/32 подається в ємність 5 марки ОСВ-63 для короткочасного накопичення перед фасуванням. У цій ємності підтримується температура 4±2 °С, а продукт перемішується для збереження однорідності. Далі пастеризоване молоко направляється на фасування у споживчу тару.

Отже, удосконалена технологічна схема забезпечує повний цикл виробництва пастеризованого молока із заданою масовою часткою жиру 3,2 %. Заміна установки ПОУ-КМЗ на Tetra Pak Pasteurizer D Base дає змогу підвищити точність підтримання режимів пастеризації, забезпечити автоматичний контроль

критичних параметрів, поліпшити якість і безпечність готового продукту, зменшити енерговитрати завдяки регенерації тепла та підвищити загальну ефективність роботи лінії.

Основнв технологічні паратметри удосконаленої схеми приведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Основні технологічні параметри удосконаленої схеми

Операція	Ркомендований параметр
Приймання молока-сировини	4±2 °С
Перекачування молока	рівномірне транспортування без піноутворення
Облік молока	кількісний облік у потоці
Охолодження молока	до 4±2 °С
Резервування молока	4±2 °С, перемішування
Попереднє підігрівання	40 – 45 °С
Сепарування та нормалізація	40 – 45 °С, жирність 3,2 %
Охолодження вершків	до 4±2 °С
Пастеризація	76±2 °С, 15 – 20 с
Охолодження пастеризованого молока	до 4±2 °С
Зберігання перед фасуванням	4±2 °С
Подавання на фасування	Подача готового продукту в тару

2.4 Характеристика готового продукту

Готовим продуктом у роботі є молоко коров'яче питне пастеризоване з масовою часткою жиру 3,2 %. Відповідно до ДСТУ 2661:2010 «Молоко коров'яче питне. Загальні технічні умови», питне молоко виробляють із молока-сировини коров'ячого, яке підлягає нормалізації, температурному обробленню, пакуванню та охолодженню до встановлених режимів. Продукт призначений для безпосереднього споживання в їжу [1].

Пастеризоване молоко жирністю 3,2 % належить до цільномолочної продукції масового споживання. Його отримують шляхом нормалізації молока за масовою часткою жиру, очищення, теплового оброблення за температури 76±2 °С

з витримуванням 15 – 20 с, охолодження до температури 4±2 °С і фасування у споживчу тару. Такий режим пастеризації забезпечує зниження кількості вегетативних форм мікроорганізмів, підвищення безпечності продукту та збереження його харчової цінності [2, 3].

За органолептичними показниками пастеризоване молоко повинно мати однорідну рідку консистенцію без осаду, пластівців білка та сторонніх домішок. Смак і запах мають бути чистими, властивими свіжому пастеризованому молоку, без сторонніх присмаків і запахів. Колір продукту – білий або з легким кремовим відтінком, рівномірний по всій масі, таблиця 2.3 [1, 4].

Таблиця 2.3 – Органолептичні показники пастеризованого молока жирністю 3,2 %

Показник	Характеристика
Зовнішній вигляд і консистенція	Однорідна рідина без осаду, пластівців білка та сторонніх домішок
Смак і запах	Чисті, властиві пастеризованому молоку, без сторонніх присмаків і запахів
Колір	Білий або світло-кремовий, рівномірний по всій масі

Фізико-хімічні показники пастеризованого молока визначають його якість, харчову цінність і відповідність нормативним вимогам. Основним показником для досліджуваного продукту є масова частка жиру 3,2 %, яка формується під час нормалізації молока. Також важливими є кислотність, густина, температура під час випуску з підприємства та відсутність сторонніх домішок, таблиця 2.4 [1, 2].

Харчова цінність пастеризованого молока зумовлена наявністю повноцінних білків, молочного жиру, лактози, мінеральних речовин і вітамінів. Молочний білок містить незамінні амінокислоти, молочний жир добре засвоюється організмом, а кальцій і фосфор мають важливе значення для формування кісткової тканини та нормального функціонування організму. Завдяки цьому пастеризоване молоко є цінним продуктом для щоденного харчування, таблиця 2.5 [2, 5].

Таблиця 2.4 – Основні фізико-хімічні показники пастеризованого молока жирністю 3,2 %

Показник	Нормативна характеристика
Масова частка жиру	3,2 %
Консистенція	Однорідна, рідка
Кислотність	У межах, установлених ДСТУ 2661:2010
Температура під час реалізації	4±2 °С
Сторонні домішки	Не допускаються
Фосфатаза	Не допускається, що підтверджує ефективність пастеризації

Таблиця 2.5 – Орієнтовна харчова та енергетична цінність пастеризованого молока 3,2 % жирності на 100 г продукту

Показник	Орієнтовне значення
Білки, г	2,8 – 3,0
Жири, г	3,2
Вуглеводи, г	4,7
Енергетична цінність, ккал	58 – 60
Енергетична цінність, кДж	240 – 250

Безпечність пастеризованого молока забезпечується якістю молока-сировини, дотриманням режимів теплової обробки, санітарним станом обладнання, герметичністю пакування та підтриманням температури зберігання. Після пастеризації продукт повинен бути швидко охолоджений до 4±2 °С, оскільки підвищення температури зберігання може сприяти розвитку залишкової мікрофлори та скороченню терміну придатності [3, 5].

Пастеризоване молоко жирністю 3,2 % фасують у споживчу тару, дозволену для контакту з харчовими продуктами. Пакування має бути чистим, герметичним, без пошкоджень і забезпечувати захист продукту від повторного забруднення, дії світла, повітря та сторонніх запахів. Зберігати готовий продукт необхідно за температури 4±2 °С протягом терміну, встановленого виробником відповідно до нормативної документації та умов виробництва [1].

Отже, пастеризоване молоко жирністю 3,2 % є готовим до споживання харчовим продуктом високої біологічної та харчової цінності. Його якість визначається відповідністю органолептичних, фізико-хімічних і мікробіологічних показників вимогам ДСТУ 2661:2010, а також дотриманням технологічних режимів нормалізації, пастеризації, охолодження, фасування і зберігання.

Висновки за розділом

Охарактеризовано досліджувану технологічну лінію виробництва пастеризованого молока, яка включає приймання молока-сировини, облік, охолодження, резервування, підігрівання, сепарування, нормалізацію, пастеризацію, охолодження та подавання готового продукту на фасування.

Встановлено, що основним обладнанням, яке визначає якість і безпечність пастеризованого молока, є пастеризаційно-охолоджувальна установка. З метою удосконалення лінії запропоновано замінити установку ПОУ-КМЗ на сучасну автоматизовану установку Tetra Pak Pasteurizer D Base, що забезпечує точніше підтримання температурних режимів, автоматичний контроль процесу, регенерацію тепла та можливість CIP-мийки.

Описано удосконалену технологічну схему виробництва пастеризованого молока жирністю 3,2 %. Визначено основні технологічні параметри процесу: приймання і зберігання молока за температури 4±2 °С, підігрівання перед сепаруванням до 40 – 45 °С, нормалізація до жирності 3,2 %, пастеризація за температури 76±2 °С з витримуванням 15 – 20 с та охолодження готового продукту до 4±2 °С.

Охарактеризовано готовий продукт – пастеризоване молоко жирністю 3,2 %, яке повинно мати однорідну консистенцію, чистий смак і запах, білий або світло-кремовий колір, відповідати вимогам ДСТУ 2661:2010 та бути безпечним для споживання.

3 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

3.1 Технологічний розрахунок

Маса готового продукту становить 1500 кг. Для виробництва використовується молоко з масовою часткою жиру 3,5 %.

На основі маси готової продукції визначаємо необхідну кількість нормалізованого молока з урахуванням допустимих втрат під час приймання, технологічної обробки та фасування:

$$M_н = \frac{M_{гп} \cdot P}{1000}, \tag{3.1}$$

де $M_н$ – маса нормалізованого молока, кг;

$M_{гп}$ – маса готового продукту, кг;

P – норма витрати нормалізованого молока на 1 т готової продукції, кг/т, ($P = 1008,6$).

$$M_н = \frac{1500 \cdot 1008,6}{1000} = 1512,9 \text{ кг.}$$

Масову частку жиру в нормалізованому молоці розраховуємо за формулою:

$$Ж_н = Ж_{гп} + 0,05, \tag{3.2}$$

де $Ж_н$ – масова частка жиру в нормалізованому молоці, %;

$Ж_{гп}$ – масова частка жиру в готовому продукті, %.

$$Ж_н = 3,2 + 0,05 = 3,25 \text{ %}$$

Оскільки масова частка жиру в нормалізованому молоці становить 3,25 %, а жирність незбираного молока – 3,5 %, тобто: $Ж_н = 3,25\ \% < Ж_ц = 3,5\ \%$ нормалізацію доцільно проводити шляхом змішування незбираного молока із знежиреним молоком.

Розрахунок кількості компонентів нормалізації, а саме незбираного та знежиреного молока, виконують за відповідними формулами. Спочатку визначають масу незбираного молока:

$$M_ц = \frac{M_н\left(Ж_н - Ж_о\right)}{Ж_ц - Ж_о}, \tag{3.3}$$

де $M_ц$ – маса незбираного молока, кг;

$Ж_ц$ – масова частка жиру в незбираному молоці, %;

$Ж_о$ – масова частка жиру в знежиреному молоці, %.

За результатами розрахунку маса незбираного молока становить:

$$M_ц = \frac{1512,9 \cdot \left(3,25 - 0,05\right)}{3,5 - 0,05} = 1403,3 \text{ кг}$$

Масу знежиреного молока визначають за формулою:

$$M_о = \frac{M_н\left(Ж_ц - Ж_н\right)}{Ж_ц - Ж_о}, \tag{3.4}$$

За результатами розрахунку:

$$M_о = \frac{1512,9 \cdot \left(3,5 - 3,25\right)}{3,5 - 0,05} = 109,6 \text{ кг}$$

Перевірку правильності розрахунків проводять за рівнянням:

$$M_н = M_ц + M_о, \tag{3.5}$$

Отже:

$$1403,3 + 109,6 = 1512,9 \text{ кг}$$

Отримане значення підтверджує правильність визначення мас компонентів для нормалізації молока.

Знежирене молоко отримують у процесі сепарування незбираного молока. Розрахунок кількості знежиреного молока та вершків проводять з урахуванням втрат під час сепарування. Для цього використовують формули:

$$M_ц = \frac{M_о\left(Ж_с - Ж_о\right)}{Ж_с - Ж_ц} \cdot \frac{100}{100 - П_3}, \tag{3.6}$$

де $Ж_с$ – масова частка жиру у вершках, %, $Ж_с = 30\%$;

$П_3$ – втрати знежиреного молока під час його отримання на підприємстві, %, $П_3 = 0,4$.

$$M_ц = \frac{109,6 \cdot \left(30 - 0,05\right)}{30 - 3,5} \cdot \frac{100}{100 - 0,4} = 112,4 \text{ кг}$$

Масу вершків визначаємо за формулою:

$$M_с = \frac{M_ц\left(Ж_ц - Ж_о\right)}{Ж_с - Ж_о} \cdot \frac{100 - П_2}{100} \tag{3.7}$$

де $П_2$ – втрати знежиреного молока при його отриманні на заводі, ($П_2$ = 0,27).

$$M_c = \frac{112,4 \cdot (3,5 - 0,05)}{30 - 0,05} \cdot \frac{100 - 0,27}{100} = 14,33 \text{ кг}$$

За результатами розрахунків визначають кількість знежиреного молока та вершків. Кількість вершків, що залишаються після виробництва пастеризованого молока жирністю 3,2 %, становить 14,33 кг.

Результати продуктового розрахунку наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати продуктового розрахунку

Продукт	Витрачено нормалізованого молока, кг	Незбиране молоко, кг	Знежирене молоко, кг	Отримано готового продукту, кг
Молоко пастеризоване жирністю 3,2 %	1512,9	1409,3	109,6	1500

У результаті виробництва пастеризованого молока жирністю 3,2 % утворюється залишок вершків жирністю 30 % у кількості 14,33 кг. Ці вершки доцільно використовувати для нормалізації інших партій молока або направляти на виробництво іншої молочної продукції, зокрема сметани, вершків питних чи масла. У разі відсутності технологічної потреби їх можна передавати для використання у тваринництві.

3.2 Перевірочний розрахунок необхідної кількості технологічного обладнання

Перевірочний розрахунок технологічного обладнання виконано з метою встановлення відповідності прийнятого обладнання розрахунковій кількості

сировини та готового продукту. Відповідно до продуктового розрахунку, маса готового пастеризованого молока жирністю 3,2 % становить 1500 кг, а необхідна маса нормалізованого молока з урахуванням втрат – 1512,9 кг.

Для перевірочного розрахунку приймаємо, що переробка розрахункової кількості нормалізованого молока здійснюється протягом 1 години. Густину молока приймаємо ρ = 1030 кг/м^3.

Об'єм нормалізованого молока визначаємо за формулою:

$$V_н = \frac{M_н}{\rho}, \tag{3.8}$$

де $V_н$ – об'єм нормалізованого молока, м³;

$M_н$ – маса нормалізованого молока, кг;

ρ – густина молока, кг/м³.

$$V_н = \frac{1512,9}{1030} = 1,47 \text{ м}^3$$

Отже, для виробництва 1500 кг пастеризованого молока необхідно переробити приблизно 1,47 м³ нормалізованого молока.

Годинну продуктивність лінії визначаємо за формулою:

$$Q_л = \frac{V_н}{\tau}, \tag{3.9}$$

де $Q_л$ – годинна продуктивність лінії, м³/год;

τ – тривалість переробки партії, год.

$$Q_л = \frac{1,47}{1} = 1,47 \text{ м}^3/\text{год}$$

Отже, розрахункова продуктивність технологічної лінії становить 1,47 м³/год.

Основним обладнанням модернізованої лінії є пастеризаційна установка марки Tetra Pak Pasteurizer D Base. Її продуктивність для молока становить 5000 – 15000 л/год, тобто 5 – 15 м^3/год.

Мінімальна продуктивність установки становить, $Q = 5,0$ м^3/год.

Коефіцієнт запасу продуктивності:

$$K_n = \frac{5,0}{1,47} = 3,40$$

Отже, пастеризаційна установка Tetra Pak Pasteurizer D Base забезпечує необхідну продуктивність лінії. За розрахункової кількості молока 1,47 м^3 установка має достатній запас продуктивності. При роботі на мінімальній продуктивності 5 м^3/год переробка заданої партії нормалізованого молока триватиме:

$$\tau = \frac{V_н}{Q_n}, \qquad (3.10)$$

$$\tau = \frac{1,47}{5,0} = 17,6 \text{ хвилин}$$

Таким чином, пастеризаційна установка здатна обробити розрахункову кількість молока приблизно за 18 хвилин.

Для забезпечення режиму пастеризації необхідно передбачити витримування молока протягом 15 – 20 с за температури 76 °С. Об’єм витримувача при розрахунковій продуктивності визначаємо за формулою:

$$V_{витр} = \frac{Q_л \cdot t}{3600}, \quad (3.11)$$

де $V_{витр}$ – необхідний об'єм витримувача, м³;

$Q_л$ – продуктивність лінії, м³/год;

t – тривалість витримування, с.

$$V_{витр} = \frac{1,47 \cdot 20}{3600} = 0,0082 \text{ м}^3$$

$$V_{витр} = 8,2 \text{ л}$$

Отже, для забезпечення витримування молока протягом 20 с необхідний об'єм витримувальної секції не менше 8,2 л. Пастеризаційна установка Tetra Pak Pasteurizer D Base забезпечує необхідний режим теплової обробки.

За результатами перевірочного розрахунку встановлено, що прийняте технологічне обладнання забезпечує виробництво 1500 кг пастеризованого молока жирністю 3,2 %. Розрахункова продуктивність лінії становить 1,47 м^3/год. Усі основні апарати мають достатній запас продуктивності або місткості. Найбільше значення для стабільності виробництва має пастеризаційна установка Tetra Pak Pasteurizer D Base, яка забезпечує необхідний режим теплової обробки 76±2 °С протягом 15 – 20 с, автоматичний контроль температури, регенерацію тепла та підвищення безпечності готового продукту.

3.3 Характеристика обладнання лінії

Для удосконалення технологічної лінії виробництва пастеризованого молока запропоновано встановити пастеризаційну установку Tetra Pak Pasteurizer D Base, рисунок 3.1. Це сучасне обладнання, призначене для безперервної пастеризації

молока, йогуртного молока, вершків та інших рідких молочних продуктів з низькою кислотністю.



Рисунок 3.1 – Загальний вигляд установки пастризаційної Tetra Pak Pasteurizer D Base

Установка Tetra Pak Pasteurizer D Base спеціально розроблена для молочних підприємств із продуктивністю до 15000 л/год молока. Вона має компактну конструкцію, високий рівень автоматизації, забезпечує безпечну експлуатацію, стабільне дотримання технологічних режимів і зручне технічне обслуговування. Обладнання може використовуватися як самостійна пастеризаційна установка або як частина комплексної технологічної лінії виробництва питного молока.

Основними перевагами установки є автоматичний контроль процесу, наявність інтегрованої системи CIP-мийки, можливість регенерації тепла, контроль перепаду тиску, зручний інтерфейс оператора та стабільність теплової обробки. Завдяки автоматизованому керуванню зменшується вплив людського чинника на процес пастеризації, підвищується безпечність готової продукції та знижується ризик потрапляння недопастеризованого молока у потік готового продукту, таблиця 3.2.

Таблиця 3.2 – Технічна характеристика Tetra Pak Pasteurizer D Base

Показник	Характеристика
Назва обладнання	Пастеризаційна установка
Марка	Tetra Pak Pasteurizer D Base
Призначення	Пастеризація молока, йогуртного молока, вершків та інших рідких молочних продуктів
Тип процесу	Безперервна теплова обробка
Тип теплообмінника	Пластинчастий теплообмінник
Продуктивність	До 15000 л/год молока
Рекомендований режим для пастеризованого молока	76±2 °С, витримування 15 – 20 с
Основні функції	Нагрівання, витримування, регенерація тепла, охолодження
Система керування	Автоматизована
Санітарна обробка	Інтегрована CIP-мийка
Основні переваги	Стабільність режимів, безпечність, енергоефективність, компактність

Принцип роботи установки ґрунтується на безперервному проходженні молока через секції пластинчастого теплообмінника. Спочатку молоко подається насосом у секцію регенерації, де воно попередньо підігрівається за рахунок теплоти вже пастеризованого гарячого молока. Це дає змогу зменшити витрати теплової енергії та підвищити енергоефективність процесу.

Після попереднього підігрівання до температури 40 – 45 °С молоко може направлятися на сепарування та нормалізацію. У сепараторі відбувається розділення молока на вершки та знежирене молоко, після чого нормалізоване молоко із масовою часткою жиру 3,2 % знову повертається до пастеризаційної установки.

Далі молоко надходить у секцію нагрівання, де за допомогою гарячої води нагрівається до температури пастеризації 76±2 °С. Після досягнення заданої температури продукт проходить через витримувач, у якому перебуває протягом 15 – 20 с. Саме поєднання температури та часу витримування забезпечує зниження

кількості вегетативних форм мікроорганізмів і підвищення мікробіологічної безпечності молока.

Після витримування пастеризоване молоко проходить через регенеративну секцію, де віддає частину теплоти холодному молоку, що надходить на пастеризацію. Завдяки цьому зменшуються витрати теплової енергії на нагрівання та холодоносія на охолодження. Після регенерації продукт остаточно охолоджується до температури 4±2 °С і направляється в ємність для короткочасного зберігання перед фасуванням.

Важливою особливістю установки Tetra Pak Pasteurizer D Base є автоматичний контроль температури пастеризації. Якщо молоко не досягає заданої температури або порушується режим витримування, система автоматично блокує подавання продукту в потік готового молока та повертає його на повторну теплову обробку. Це підвищує надійність процесу і запобігає випуску небезпечної продукції.

Після завершення виробничого циклу установка промивається за допомогою інтегрованої системи CIP-мийки. Санітарна обробка здійснюється без розбирання обладнання, що скорочує тривалість простоїв, підвищує гігієнічність процесу та зменшує ризик вторинного забруднення молока.

Отже, Tetra Pak Pasteurizer D Base є доцільним обладнанням для модернізації лінії виробництва пастеризованого молока. Її впровадження дає змогу забезпечити стабільний режим пастеризації, автоматизувати контроль критичних параметрів, підвищити мікробіологічну безпечність продукту, зменшити енерговитрати за рахунок регенерації тепла та покращити санітарний стан виробництва.

3.4 Компонування технологічного обладнання у виробничому приміщенні цеху з виробництва пастеризованого молока

Компонування технологічного обладнання у виробничому приміщенні цеху з виробництва пастеризованого молока виконують з урахуванням послідовності технологічного процесу, санітарно-гігієнічних вимог, зручності обслуговування

обладнання, можливості проведення CIP-мийки, ремонту, контролю якості продукції та безпечного пересування персоналу.

Удосконалена технологічна лінія передбачає виробництво пастеризованого молока жирністю 3,2 %. Основним рішенням модернізації є заміна пастеризаційно-охолоджувальної установки ПОУ-КМЗ на сучасну автоматизовану установку Tetra Pak Pasteurizer D Base, яка призначена для пастеризації молока, йогуртного молока та вершків. Установка має продуктивність для молока 5000 – 15000 л/год, забезпечує автоматичне керування процесом, можливість інтегрованої або під'єднаної CIP-мийки та стабільне підтримання технологічних режимів.

Обладнання в цеху розміщують відповідно до напрямку руху сировини та готового продукту. На початку лінії встановлюють молочний танк ОХЕ-25 для приймання і короткочасного зберігання молока-сировини. Далі за ходом технологічного процесу розміщують насос ОНЦ-25/32, лічильник ДУЕТ-25РС, охолоджувач ОПМ, ємності ОСВ-63, пастеризаційну установку Tetra Pak Pasteurizer D Base, сепаратор Ж5-ОС2Т-3, охолоджувач вершків ОПМ та ємність для короткочасного зберігання готового пастеризованого молока перед фасуванням.

Під час компонування обладнання необхідно забезпечити прямолінійність основних потоків, мінімальну довжину трубопроводів, відсутність зустрічного руху сировини й готової продукції, а також можливість санітарної обробки всіх ділянок лінії. Молоко-сировина повинно надходити в зону приймання, проходити облік, охолодження, резервування, підігрівання, сепарування, нормалізацію, пастеризацію, охолодження і далі направлятися на фасування.

Пастеризаційну установку Tetra Pak Pasteurizer D Base доцільно розміщувати в центральній частині виробничого приміщення, оскільки вона є основним апаратом лінії та потребує зручного доступу для обслуговування, контролю параметрів, підключення води, пари, холодоносія, електроживлення та системи CIP-мийки. Навколо установки необхідно передбачити проходи шириною не менше 1,0 м для обслуговування і ремонту.

Ємності ОСВ-63 розміщують групою вздовж однієї зі стін або у вигляді окремого резервуарного блоку. Між ємностями залишають проходи для огляду, санітарної обробки, підключення трубопроводів і контролю рівня продукту. Насоси встановлюють біля відповідних апаратів на фундаментах або опорних рамах так, щоб забезпечити мінімальну довжину всмоктувальних трубопроводів.

Сепаратор Ж5-ОС2Т-3 розміщують після секції попереднього підігрівання, оскільки сепарування молока проводять за температури 40 – 45 °С. Охолоджувач вершків ОПМ встановлюють поблизу сепаратора для скорочення довжини трубопроводу вершків і швидкого охолодження їх до температури 4±2 °С.

3.4.1 Перевірочний розрахунок площі виробничого приміщення

Площу виробничого приміщення визначають за сумарною площею, зайнятою обладнанням, з урахуванням проходів, зон обслуговування, трубопроводів і допоміжного простору.

Розрахункову площу цеху визначаємо за формулою:

$$F_ц = F_{об} \cdot К, \tag{3.12}$$

де $F_ц$ – розрахункова площа цеху, м²;

$F_{об}$ – сумарна площа, зайнята обладнанням, м²;

$К$ – коефіцієнт запасу площі, який враховує проходи, обслуговування, трубопроводи та санітарні зони.

Для молочних цехів із переважно закритим трубопровідним транспортуванням продукту коефіцієнт запасу площі приймаємо ($К$=3,0).

Таблиця 3.3 – Орієнтовна площа, зайнята технологічним обладнанням

№	Найменування обладнання	Марка	Кількість	Габаритна площа одиниці, м^2	Загальна площа, м^2
1	Танк молочний	ОХЕ-25	1	7,10	7,10
2	Насос	ОНЦ-25/32	4	0,32	1,28
3	Лічильник	ДУЕТ-25РС	1	0,48	0,48
4	Охолоджувач молока	ОПМ	1	0,72	0,72
5	Ємність	ОСВ-63	6	2,55	15,30
6	Пастеризаційна установка	Tetra Pak Pasteurizer D Base	1	8,00	8,00
7	Сепаратор	Ж5-ОС2Т-3	1	0,96	0,96
8	Охолоджувач вершків	ОПМ	1	0,72	0,72
	Разом				34,56

Сумарна площа, зайнята обладнанням, становить, $F_{об} = 34,56$ м^2.

Розрахункова площа виробничого приміщення, $F_ц = 34,56 \cdot 3,0 = 103,68$ м^2.

З урахуванням додаткового простору для санітарного обслуговування, зон підключення трубопроводів, електрощитів, проходів біля пастеризаційної установки та можливості демонтажу окремих вузлів приймаємо запас 10 – 15 %.

Отже,

$$F_{пр} = 103,68 \cdot 1,15 = 119,2 \text{ м}^2$$

Отже, для розміщення технологічної лінії виробництва пастеризованого молока з урахуванням встановлення нового пастеризатора Tetra Pak Pasteurizer D Base доцільно прийняти площу виробничого приміщення, $F_{пр} = 120$ м^2.

Приймаємо виробниче приміщення розмірами, $12 \cdot 10 = 120$ м^2.

Такі розміри забезпечують можливість раціонального розміщення обладнання, організації проходів, санітарного обслуговування, проведення ремонту, підведення інженерних комунікацій та безпечної роботи персоналу.

3.4.2 Перевірочний розрахунок висоти виробничого приміщення

Висоту виробничого приміщення визначають з урахуванням габаритної висоти найбільшого обладнання, розміщення трубопроводів, арматури, вентиляційних повітропроводів, освітлення та необхідного запасу для обслуговування.

Розрахункову висоту приміщення визначаємо за формулою:

$$H_{ц} = H_{об} + h_{з}, \tag{3.13}$$

де $H_{ц}$ – розрахункова висота виробничого приміщення, м;

$H_{об}$ – висота найбільшого обладнання, м;

$h_{з}$ – запас висоти для монтажу трубопроводів, арматури, вентиляції та обслуговування, м.

Найбільшу висоту в лінії має молочний танк ОХЕ-25. Орієнтовно приймаємо, $H_{об} = 4,2$ м.

Запас висоти для розміщення трубопроводів, запірної арматури, мийних комунікацій CIP, вентиляційних повітропроводів та освітлення приймаємо, $h_{з} = 0,8$ м.

Тоді:

$$H_{ц} = 4,2 + 0,8 = 5,0 \text{ м}.$$

З урахуванням будівельного модуля, зручності монтажу обладнання та можливості прокладання інженерних комунікацій приймаємо висоту виробничого приміщення, $H_{ц} = 5,4$ м.

Прийнята висота 5,4 м забезпечує розміщення молочного танка ОХЕ-25, ємностей ОСВ-63, пастеризаційної установки Tetra Pak Pasteurizer D Base, трубопроводів, арматури, вентиляційних систем і освітлювального обладнання. Також вона створює необхідні умови для санітарної обробки, огляду, ремонту та безпечної експлуатації технологічної лінії.

3.4.3 Обґрунтування прийнятого компонування

Запропоноване компонування виробничого приміщення передбачає поділ цеху на такі функціональні зони:

- зона приймання та обліку молока-сировини;
- зона охолодження і резервування сировини;
- зона теплової обробки, сепарування та нормалізації;
- зона пастеризації та охолодження готового продукту;
- зона короткочасного зберігання перед фасуванням;
- зона відведення та охолодження вершків.

Основний потік продукту організовано послідовно: від приймання сировини до фасування готового пастеризованого молока. Таке розміщення обладнання зменшує довжину трубопроводів, полегшує санітарну обробку, скорочує втрати продукту та знижує ризик перехресного забруднення.

Встановлення пастеризаційної установки Tetra Pak Pasteurizer D Base у центральній частині цеху є доцільним, оскільки саме вона є основним апаратом модернізованої лінії. Вона потребує підключення до гарячої води або пари, холодоносія, електроживлення, системи CIP-мийки та автоматизованого контролю. Навколо установки передбачено достатню площу для обслуговування, ремонту та доступу оператора до панелі керування.

Отже, перевірочний розрахунок показав, що для розміщення технологічного обладнання лінії виробництва пастеризованого молока з урахуванням встановлення нового пастеризатора необхідно передбачити виробниче приміщення площею 120 м^2 і висотою 5,4 м. Прийняті параметри забезпечують раціональне компонування обладнання, дотримання технологічної послідовності, зручність

обслуговування, можливість проведення CIP-мийки та безпечну експлуатацію цеху.

План виробничого приміщення представлено на рисунку 3.2.

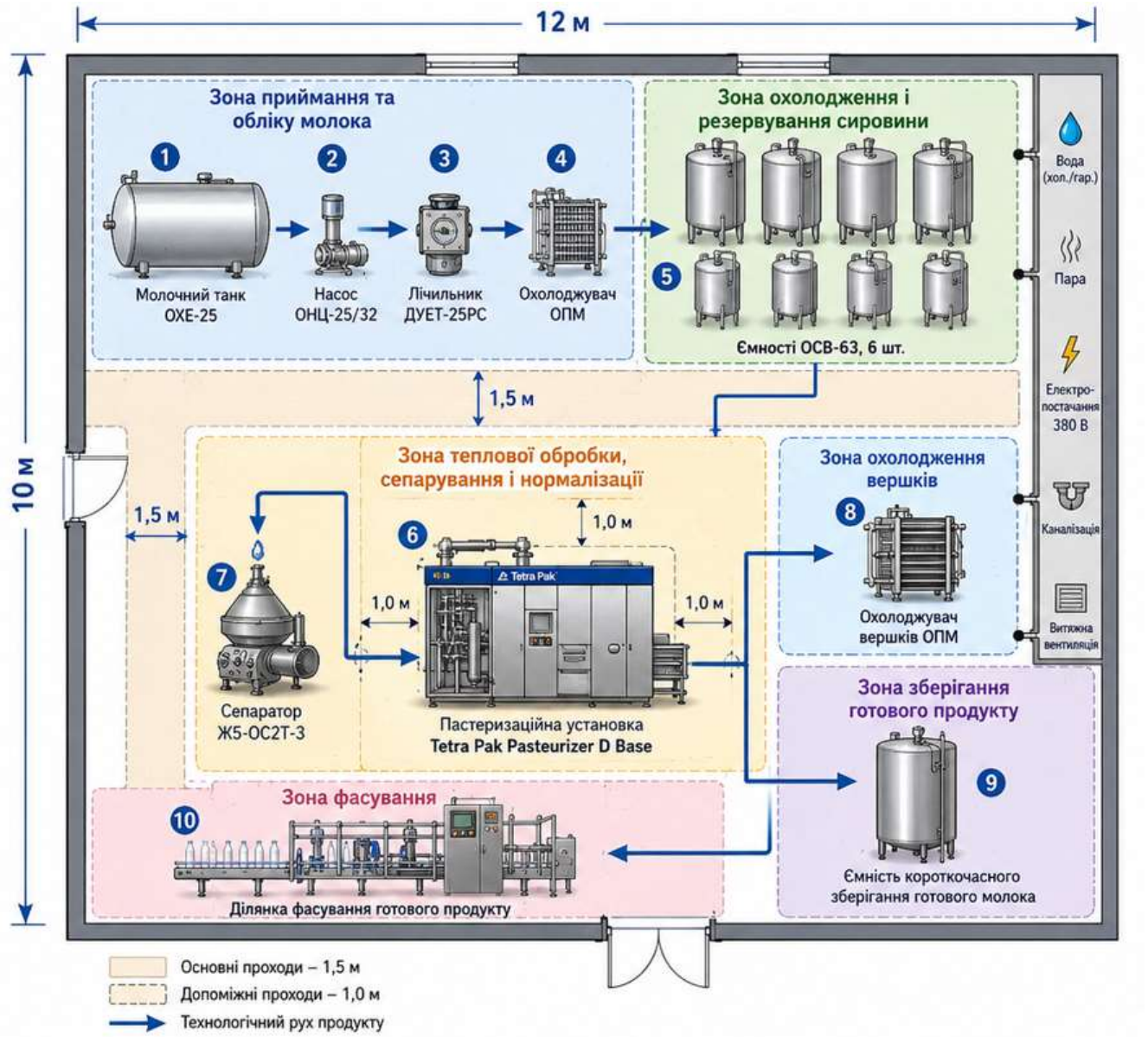


Рисунок 3.2 – План виробничого приміщення цеху з виробництва пастеризованого молока

Висновки за розділом

Виконано технологічний розрахунок виробництва пастеризованого молока жирністю 3,2 %. Встановлено, що для отримання 1500 кг готового продукту

необхідно 1512,9 кг нормалізованого молока, зокрема 1409,3 кг незбираного молока та 109,6 кг знежиреного молока. У процесі виробництва додатково утворюється 14,33 кг вершків жирністю 30 %.

Проведено перевірочний розрахунок технологічного обладнання та встановлено, що розрахункова продуктивність лінії становить 1,47 $м^3$/год. Пастеризаційна установка Tetra Pak Pasteurizer D Base забезпечує необхідну продуктивність і дає змогу обробити задану партію молока приблизно за 18 хвилин із дотриманням режиму пастеризації 76±2 °С протягом 15 – 20 с.

Охарактеризовано принцип роботи установки Tetra Pak Pasteurizer D Base, основними перевагами якої є автоматичний контроль температури, регенерація тепла, можливість CIP-мийки, стабільність теплової обробки та підвищення мікробіологічної безпечності готового продукту.

Виконано компонування обладнання у виробничому приміщенні цеху. Встановлено, що для розміщення модернізованої лінії доцільно прийняти площу цеху 120 $м^2$ за розмірів 12×10 м та висоту приміщення 5,4 м. Прийняті параметри забезпечують раціональне розміщення обладнання, зручність обслуговування, дотримання технологічної послідовності та безпечну експлуатацію лінії.

4 ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ НАССР

Виробництво пастеризованого молока потребує постійного контролю безпечності, оскільки молоко є сприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів. Впровадження елементів системи НАССР дає змогу своєчасно виявляти небезпечні чинники, контролювати критичні етапи технологічного процесу та запобігати випуску небезпечної продукції.

Під час виробництва пастеризованого молока основними небезпечними чинниками є біологічні, хімічні та фізичні. Біологічні небезпеки пов’язані з розвитком патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів у молоці. Хімічні небезпеки можуть виникати через наявність залишків мийних і дезінфекційних засобів, антибіотиків або інгібувальних речовин. Фізичні небезпеки пов’язані з можливим потраплянням у продукт сторонніх домішок, частинок металу, скла, пластику чи пакувальних матеріалів.

Основними критичними контрольними точками при виробництві пастеризованого молока є приймання молока-сировини, пастеризація, охолодження після пастеризації та фасування готового продукту. На етапі приймання контролюють якість сировини, температуру, кислотність, густину, масову частку жиру, відсутність інгібувальних речовин і механічних домішок. На етапі пастеризації необхідно забезпечити режим 76±2 °С з витримуванням 15 – 20 с. Після теплової обробки молоко швидко охолоджують до 4±2 °С. Під час фасування контролюють чистоту тари, герметичність пакування та санітарний стан обладнання, рисунок 4.1.

У разі відхилення від установлених параметрів передбачають коригувальні дії: недоброякісну сировину не допускають до переробки, продукт із порушеним режимом пастеризації повертають на повторну теплову обробку, а при порушенні умов фасування процес зупиняють і проводять санітарну обробку обладнання.

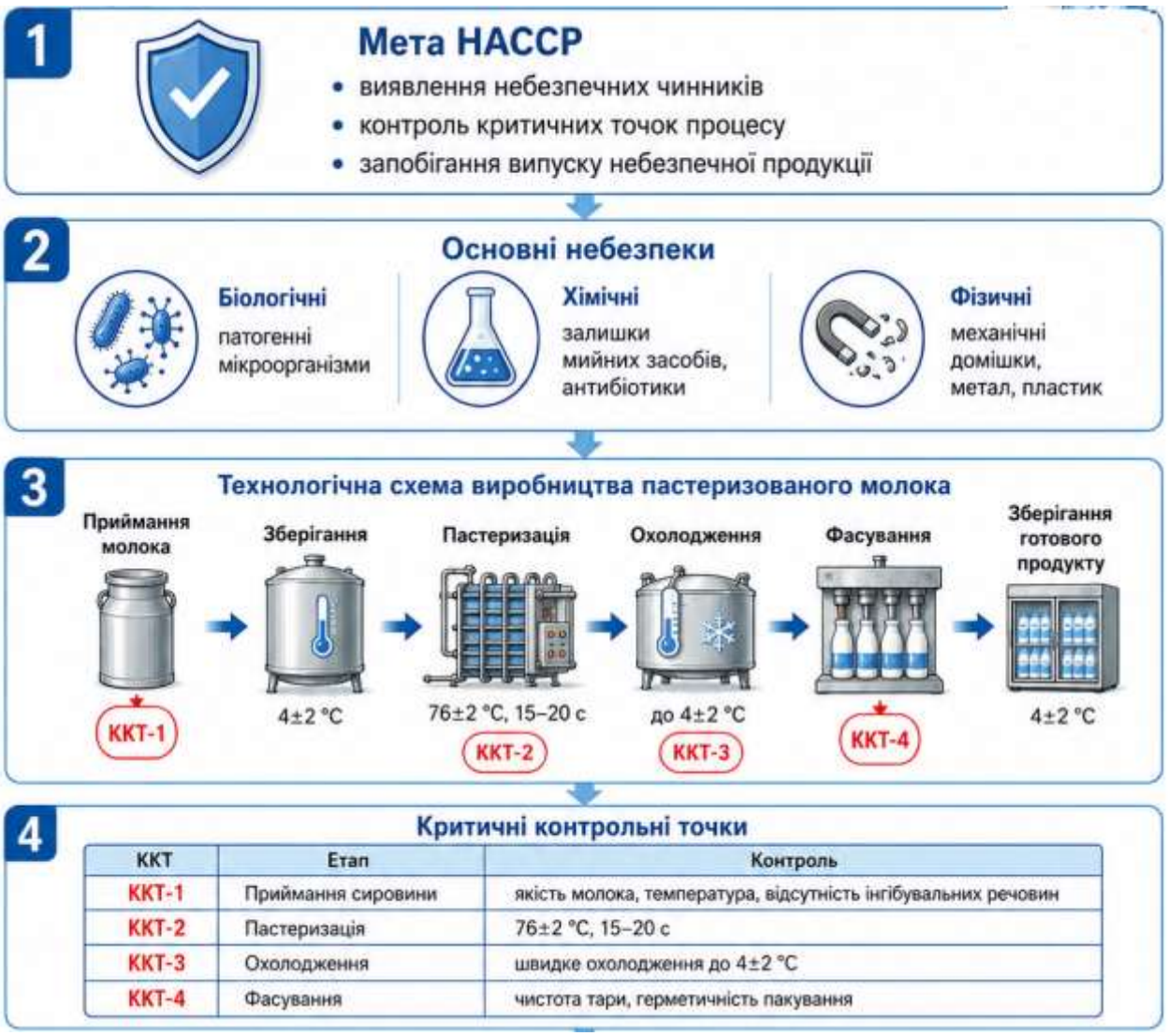


Рисунок 4.1 – Схема ККТ при виробництві пастеризованого молока

Отже, впровадження елементів системи HACCP при виробництві пастеризованого молока забезпечує контроль безпечності на всіх етапах технологічного процесу, знижує ризик мікробіологічного забруднення, підвищує якість готової продукції та гарантує її відповідність вимогам нормативної документації.

Висновки за розділом

Обґрунтовано необхідність впровадження елементів системи HACCP при виробництві пастеризованого молока, оскільки молоко є сприятливим

середовищем для розвитку мікроорганізмів і потребує постійного контролю безпечності.

Визначено основні небезпечні чинники виробництва: біологічні, хімічні та фізичні. Встановлено критичні контрольні точки технологічного процесу: приймання молока-сировини, пастеризація, охолодження після пастеризації та фасування готового продукту.

Обґрунтовано необхідність контролю режиму пастеризації за температури 76±2 °С з витримуванням 15 – 20 с, швидкого охолодження продукту до 4±2 °С, а також контролю чистоти тари й герметичності пакування.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1 Розробка карти безпеки праці для оператора цеху з виробництва пастеризованого молока

Розробка карти безпеки праці для оператора цеху з виробництва пастеризованого молока є необхідною, оскільки технологічний процес пов'язаний із використанням насосів, сепаратора, пастеризаційної установки, охолоджувачів, ємностей, трубопроводів, гарячої води, пари, холодоносія та мийних засобів. Під час роботи оператор може зазнавати дії механічних, термічних, електричних, хімічних і санітарно-гігієнічних небезпечних чинників.

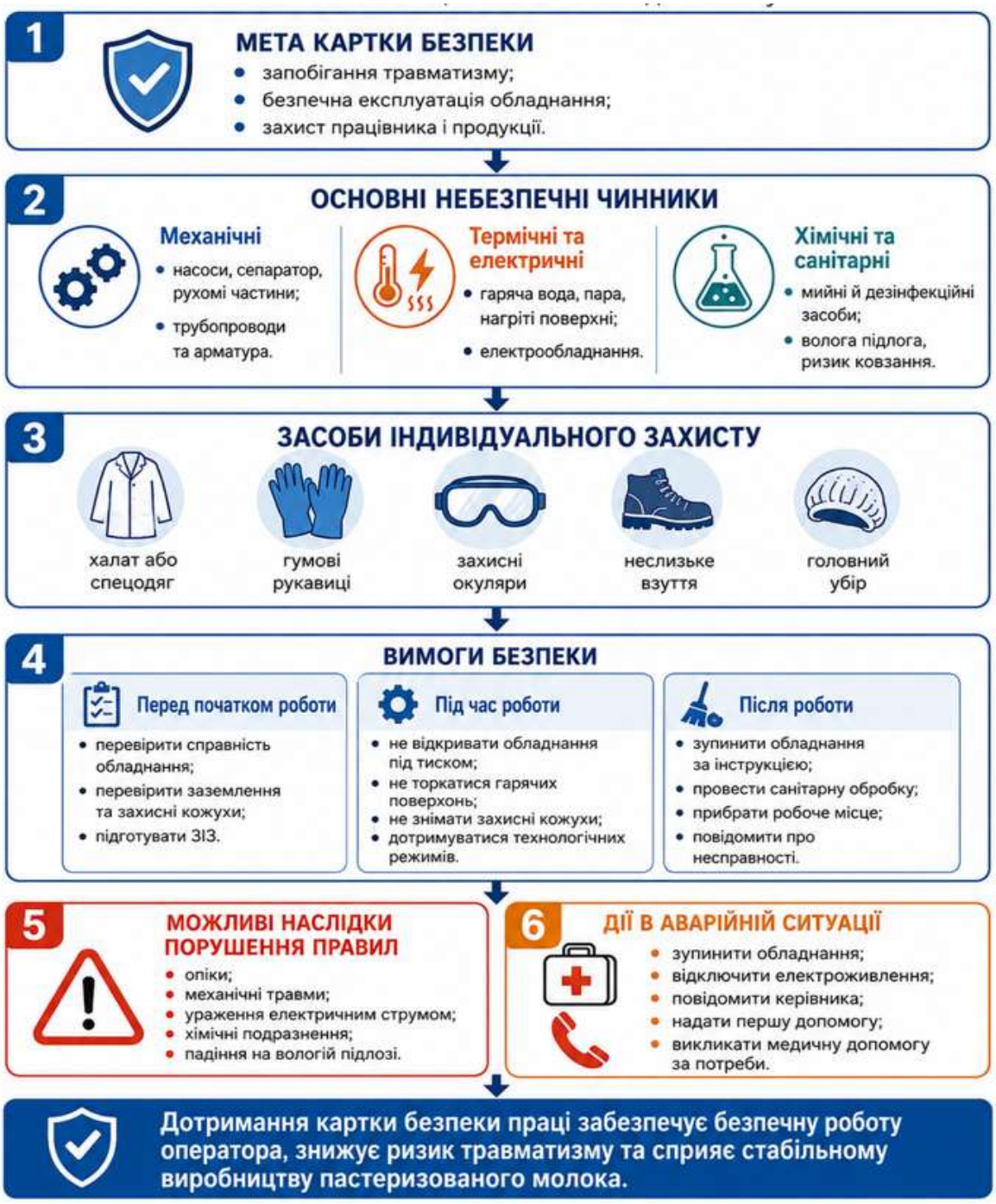
Основними небезпеками для оператора є опіки гарячими поверхнями та парою, травмування рухомими частинами обладнання, ураження електричним струмом, ковзання на вологій підлозі, контакт із мийними і дезінфекційними розчинами, а також можливість отримання травм під час обслуговування обладнання та трубопроводів.

Перед початком роботи оператор повинен перевірити справність обладнання, наявність захисних кожухів, герметичність трубопроводів, справність запірної арматури, датчиків температури і тиску, а також підготувати засоби індивідуального захисту. До роботи допускаються працівники, які пройшли інструктаж з охорони праці, знають правила експлуатації обладнання та порядок дій у разі аварійної ситуації.

Під час роботи необхідно дотримуватися технологічних режимів, не відкривати люки і трубопроводи під тиском, не торкатися гарячих поверхонь без захисних рукавиць, не проводити ремонт обладнання під час його роботи, не залишати працюючу лінію без нагляду. Особливу увагу слід приділяти пастеризаційній установці Tetra Pak Pasteurizer D Base, де контролюються температура пастеризації, тиск, робота клапанів повернення та система CIP-мийки.

Після завершення роботи оператор повинен зупинити обладнання відповідно до інструкції, провести санітарну обробку лінії, прибрати робоче місце, перевірити

відсутність протікань і повідомити відповідальну особу про виявлені несправності, рисунок 5.1.



Таблиця 5.1 – Карта безпеки праці оператора цеху

Отже, карта безпеки праці дає змогу систематизувати основні небезпечні чинники, визначити заходи захисту оператора та забезпечити безпечну експлуатацію обладнання під час виробництва пастеризованого молока.

5.2 Утилізація відходів підприємств з переробки молока

Під час переробки молока утворюються різні види відходів: залишки молока, сироватка, знежирене молоко, вершки, промивні води, осади після миття обладнання, використані пакувальні матеріали та побутові відходи. Їх необхідно збирати, сортувати та утилізувати відповідно до санітарних і екологічних вимог, рисунок 5.2.

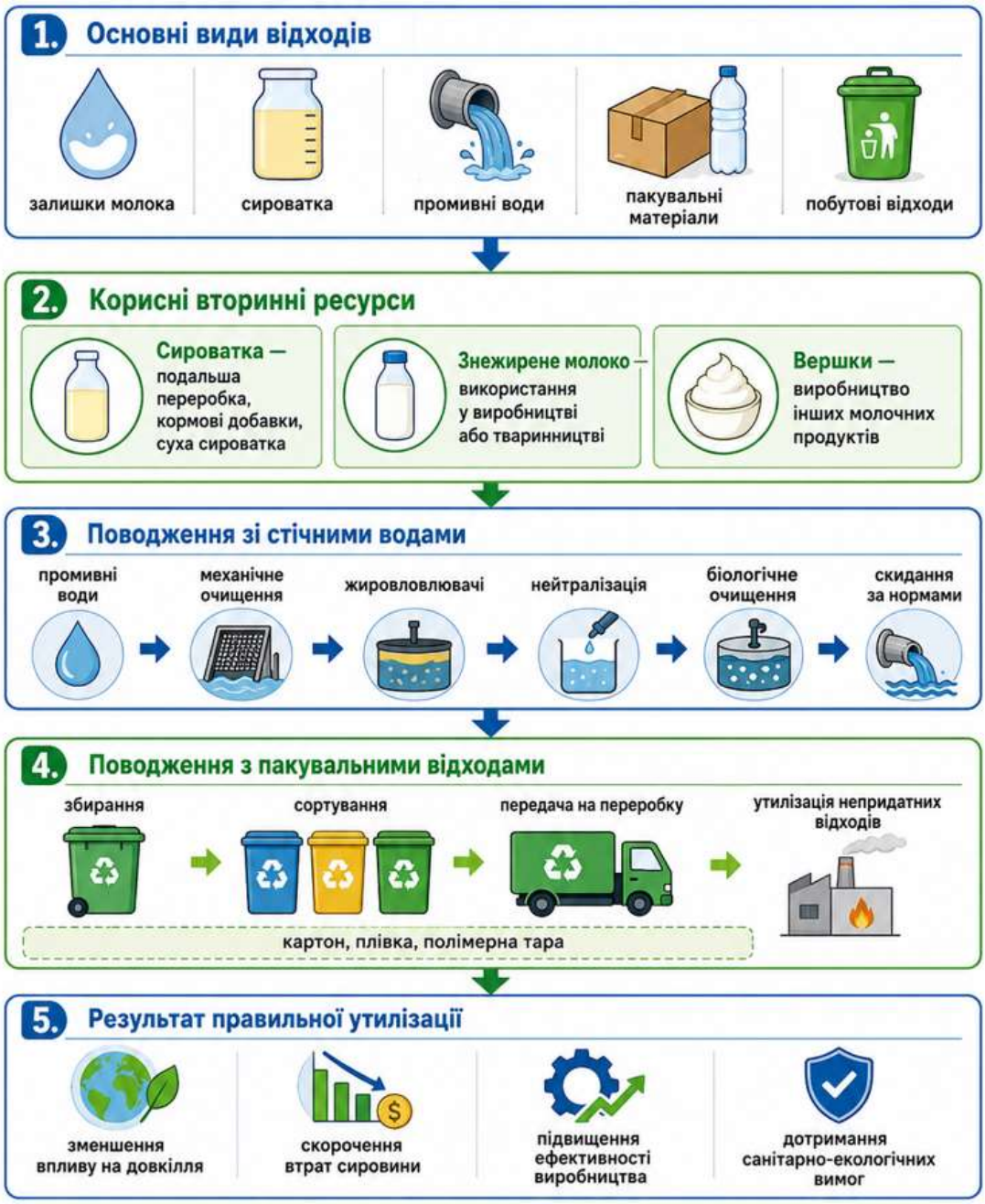


Рисунок 5.2 – Схема утилізації відходів виробництва пастеризованого молока

Найбільшу цінність мають вторинні молочні продукти – сироватка, знежирене молоко та вершки. Їх доцільно не утилізувати, а направляти на подальшу переробку: виробництво кисломолочних продуктів, кормових добавок, сухої сироватки, білкових концентратів або використовувати у тваринництві.

Промивні води після миття обладнання та трубопроводів містять залишки молока, мийних і дезінфекційних засобів, тому перед скиданням у каналізацію вони повинні проходити очищення. Для цього застосовують механічне очищення, жировловлювачі, нейтралізацію, біологічне очищення та контроль показників стічних вод.

Пакувальні матеріали, полімерна тара, картон і плівка підлягають окремому збиранню та передачі на переробку спеціалізованим підприємствам. Відходи, які не можуть бути повторно використані, утилізують відповідно до вимог природоохоронного законодавства.

Отже, раціональна утилізація відходів молокопереробних підприємств дає змогу зменшити негативний вплив на довкілля, скоротити втрати сировини, підвищити ефективність виробництва та забезпечити дотримання санітарно-екологічних вимог.

Висновки за розділом

Встановлено, що безпечна робота оператора забезпечується дотриманням інструкцій з експлуатації обладнання, використанням засобів індивідуального захисту, контролем справності насосів, сепаратора, пастеризаційної установки, трубопроводів і системи CIP-мийки.

Охарактеризовано основні види відходів молокопереробного підприємства: залишки молока, сироватку, знежирене молоко, вершки, промивні води та пакувальні матеріали. Визначено, що вторинні молочні продукти доцільно направляти на подальшу переробку або використання у тваринництві, а стічні води – очищати перед скиданням.

6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

6.1 Вихідні дані для розрахунку

Для оцінювання економічної доцільності модернізації цеху з виробництва пастеризованого молока жирністю 3,2 % прийнято такі вихідні дані, таблиця 6.1.

Таблиця 6.1 – Вихідні дані для техніко-економічного розрахунку

Показник	Значення
Продуктивність цеху за зміну, л	1500
Кількість робочих змін на рік	250
Річний обсяг виробництва, л	375000
Масова частка жиру готового продукту, %	3,2
Витрати нормалізованого молока на 1 л продукту, л	1,0086
Закупівельна ціна молока-сировини, грн/л	18,00
Відпускна ціна пастеризованого молока, грн/л	36,00
Вартість модернізації, тис. грн	6800,0

Річний обсяг виробництва пастеризованого молока визначаємо за формулою:

$$Q_р = Q_{зм} \cdot n, \tag{6.1}$$

де $Q_р$ – річний обсяг виробництва, л;

$Q_{зм}$ – продуктивність за зміну, л;

n – кількість робочих змін на рік.

$$Q_р = 1500 \cdot 250 = 375000 \text{ л}$$

Отже, річний обсяг виробництва пастеризованого молока жирністю 3,2 % становить 375000 л.

6.2 Розрахунок капітальних вкладень

Основним напрямом модернізації є заміна пастеризаційно-охолоджувальної установки ПОУ-КМЗ на сучасну автоматизовану установку Tetra Pak Pasteurizer D Base. До складу капітальних вкладень включено вартість обладнання, доставку, монтаж, підключення до інженерних мереж, пусконалагоджувальні роботи та навчання персоналу, таблиця 6.2.

Таблиця 6.2 – Розрахунок капітальних вкладень

Стаття витрат	Сума, тис. грн
Придбання пастеризаційної установки Tetra Pak Pasteurizer D Base	5400,0
Доставка, митні та логістичні витрати	450,0
Монтаж обладнання	450,0
Підключення до води, пари, холодоносія, електромережі та CIP-системи	300,0
Пусконалагоджувальні роботи і навчання персоналу	200,0
Разом капітальні вкладення	6800,0

Загальна сума капітальних вкладень у модернізацію цеху становить, $K = 6800,0$ тис. Грн.

6.3 Розрахунок виробничих витрат

Вартість молока-сировини на виробництво річного обсягу продукції визначаємо з урахуванням норми витрат нормалізованого молока:

$$B_м = Q_р \cdot Н \cdot Ц_м, \tag{6.2}$$

де $B_м$ – річна вартість молока-сировини, грн;

$Q_р$ – річний обсяг виробництва, л;

H – норма витрати нормалізованого молока на 1 л готового продукту;

$Ц_м$ – ціна молока-сировини, грн/л.

$$B_м = 375000 \cdot 1,0086 \cdot 18,00 = 6808050 \text{ грн.}$$

Отже, річні витрати на молоко-сировину становлять 6808,1 тис. грн, результати розрахунку представлені у таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Розрахунок річних виробничих витрат

Стаття витрат	Розрахунок	Сума, тис. грн
Молоко-сировина	375000 · 1,0086 · 18,00	6808,1
Пакувальні матеріали	375000 · 2,80	1050,0
Електроенергія	375000 · 0,40	150,0
Пара, вода, холодоносій	375000 · 0,75	281,3
Заробітна плата виробничого персоналу	375000 · 1,50	562,5
Нарахування на заробітну плату, 22 %	562,5 · 0,22	123,8
Амортизація обладнання, 10 %	6800,0 · 0,10	680,0
Ремонт і технічне обслуговування, 2 %	6800,0 · 0,02	136,0
Загальновиробничі витрати, 8 %	8975,6 · 0,08	718,0
Разом виробничі витрати		10509,6

Повна річна собівартість виробництва пастеризованого молока становить:

$C_р = 10509,6$ тис. грн

Собівартість 1 л готової продукції визначаємо за формулою:

$$C_{1л} = \frac{C_р}{Q_р}, \tag{6.3}$$

$$C_{1л} = \frac{10509594}{375000} = 28,03 \text{ грн/л}$$

Отже, розрахункова собівартість 1 л пастеризованого молока жирністю 3,2 % становить 28,03 грн/л.

6.4 Розрахунок виручки та прибутку

Річну виручку від реалізації продукції визначаємо за формулою:

$$B_р = Q_з \cdot Ц_р, \tag{6.4}$$

де $B_р$ – річна виручка, грн;

$Ц_р$ – відпускна ціна 1 л пастеризованого молока, грн.

$$B_р = 375000 \cdot 36,00 = 13500000 \text{ грн}$$

Отже, річна виручка від реалізації продукції становить 13500,0 тис. грн.

Прибуток до оподаткування:

$$П = B_р - C_р, \tag{6.5}$$

$$П = 13500,0 - 10509,6 = 2990,4 \text{ тис. грн}$$

Податок на прибуток приймаємо на рівні 18 %:

$$П_{под} = 2990,4 \cdot 0,18 = 538,3 \text{ тис. грн}$$

Чистий прибуток:

$$П_ч = 2990,4 - 538,3 = 2452,1 \text{ тис. грн}$$

Отже, очікуваний чистий прибуток від реалізації пастеризованого молока становить 2452,1 тис. грн на рік.

6.5 Розрахунок рентабельності та строку окупності

Рентабельність виробництва визначаємо за формулою:

$$P = \frac{P_ч}{\text{С}_р} \cdot 100, \tag{6.6}$$

$$P = \frac{2452,1}{10509,6} \cdot 100 = 23,3 \ \%$$

Строк окупності капітальних вкладень визначаємо за формулою:

$$T = \frac{K}{П_ч}, \tag{6.7}$$

де $T -$ строк окупності, років;

$K -$ капітальні вкладення, тис. грн;

$П_ч -$ чистий прибуток, тис. грн.

$$T = \frac{6800,0}{2452,1} = 2,77 \ \text{року}$$

Отже, строк окупності проєкту модернізації становить приблизно 2,8 року.

6.6 Розрахунок точки беззбитковості

Для визначення мінімального обсягу виробництва, за якого підприємство не матиме збитків, розраховуємо точку беззбитковості.

Змінні витрати на 1 л продукції:

$$B_{зм} = 18{,}15 + 2{,}80 + 0{,}40 + 0{,}75 = 22{,}10 \text{ грн/л}$$

Постійні витрати, $B_{пост} = 2220{,}3$ тис. Грн.

Точка беззбитковості:

$$Q_б = \frac{B_{пост}}{C_р - B_{зм}}, \quad (6.8)$$

$$Q_б = \frac{2220300}{36{,}00 - 22{,}10} = 159734 \text{ л}$$

Отже, мінімальний обсяг реалізації для беззбиткової роботи становить близько 159,7 тис. л на рік.

Рівень використання виробничої потужності в точці беззбитковості:

$$К_б = \frac{159734}{375000} \cdot 100 = 42{,}6 \ \%$$

Запас фінансової міцності:

$$З_ф = 100 - 42{,}6 = 57{,}4 \ \%$$

Отже, підприємство має достатній запас фінансової міцності, оскільки точка беззбитковості становить лише 42,6 % від річного обсягу виробництва.

Узагальнені техніко-економічні показники представлені у таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Основні техніко-економічні показники проєкту модернізації

Показник	Одиниця вимірювання	Значення
Продуктивність за зміну	л	1500
Кількість робочих змін на рік	змін	250
Річний обсяг виробництва	л	375000
Відпускна ціна 1 л продукції	грн/л	36,00
Собівартість 1 л продукції	грн/л	28,03
Річна виручка від реалізації	тис. грн	13500,0
Річні виробничі витрати	тис. грн	10509,6
Прибуток до оподаткування	тис. грн	2990,4
Чистий прибуток	тис. грн	2452,1
Капітальні вкладення	тис. грн	6800,0
Рентабельність виробництва	%	23,3
Строк окупності	років	2,8
Точка беззбитковості	тис. л/рік	159,7
Запас фінансової міцності	%	57,4

Висновки за розділом

Встановлено, що модернізація цеху з виробництва пастеризованого молока жирністю 3,2 % є економічно доцільною. За продуктивності 1500 л за зміну та річного обсягу виробництва 375000 л очікувана виручка становить 13500,0 тис. грн, собівартість 1 л продукції – 28,03 грн, а чистий прибуток – 2452,1 тис. грн на рік.

Встановлення пастеризаційної установки Tetra Pak Pasteurizer D Base потребує капітальних вкладень у розмірі 6800,0 тис. грн. Строк окупності проєкту становить 2,8 року, а рентабельність виробництва – 23,3 %. Отже, запропонована модернізація забезпечує підвищення ефективності виробництва, стабільності якості готової продукції та економічної результативності роботи цеху.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Проаналізовано сучасний стан молочної промисловості України та встановлено, що вона залишається важливою складовою харчової промисловості, оскільки забезпечує населення продуктами щоденного споживання.

Охарактеризовано молоко як основну сировину для виробництва пастеризованого молока. Встановлено, що якість готового продукту залежить від хімічного складу, органолептичних, фізико-хімічних і мікробіологічних показників молока-сировини.

Досліджено технологічну лінію виробництва пастеризованого молока, яка включає приймання, облік, охолодження, резервування, підігрівання, сепарування, нормалізацію, пастеризацію, охолодження та подавання готового продукту на фасування. Встановлено, що основним обладнанням, яке визначає якість і безпечність пастеризованого молока, є пастеризаційно-охолоджувальна установка.

Запропоновано модернізувати технологічну лінію шляхом заміни установки ПОУ-КМЗ на сучасну автоматизовану пастеризаційну установку Tetra Pak Pasteurizer D Base. Обґрунтовано, що впровадження Tetra Pak Pasteurizer D Base забезпечує точніше підтримання температурних режимів, автоматичний контроль процесу, регенерацію тепла, можливість CIP-мийки та підвищення мікробіологічної безпечності готового продукту.

Розроблено удосконалену технологічну схему виробництва пастеризованого молока жирністю 3,2 %. Основними параметрами процесу є: зберігання молока за температури 4±2 °С, підігрівання до 40 – 45 °С, нормалізація до жирності 3,2 %, пастеризація за температури 76±2 °С з витримуванням 15 – 20 с та охолодження готового продукту до 4±2 °С.

Охарактеризовано готовий продукт – пастеризоване молоко жирністю 3,2 %, яке повинно мати однорідну консистенцію, чистий смак і запах, білий або світло-кремовий колір та відповідати вимогам ДСТУ 2661:2010.

Виконано продуктовий розрахунок і встановлено, що для отримання 1500 кг пастеризованого молока жирністю 3,2 % необхідно 1512,9 кг нормалізованого молока, зокрема 1409,3 кг незбираного та 109,6 кг знежиреного молока.

Визначено, що в процесі виробництва додатково утворюється 14,33 кг вершків жирністю 30 %, які доцільно використовувати для подальшої переробки або нормалізації інших партій молока.

Проведено перевірочний розрахунок обладнання та встановлено, що розрахункова продуктивність лінії становить 1,47 $м^3$/год. Пастеризаційна установка Tetra Pak Pasteurizer D Base забезпечує необхідну продуктивність і може обробити задану партію молока приблизно за 18 хвилин.

Виконано компонування обладнання у виробничому приміщенні. Для розміщення модернізованої лінії прийнято площу цеху 120 $м^2$ за розмірів 12×10 м та висоту приміщення 5,4 м.

Обґрунтовано впровадження елементів системи HACCP при виробництві пастеризованого молока. Визначено основні критичні контрольні точки: приймання молока-сировини, пастеризація, охолодження після пастеризації та фасування готового продукту.

Розроблено заходи з охорони праці для оператора цеху, зокрема визначено основні небезпечні чинники та засоби захисту під час роботи з насосами, сепаратором, пастеризаційною установкою, трубопроводами і системою CIP-мийки. Охарактеризовано основні види відходів молокопереробного підприємства та визначено напрями їх раціонального використання. Вторинні молочні продукти доцільно направляти на подальшу переробку, а стічні води – очищати перед скиданням.

Проведено техніко-економічний розрахунок і встановлено, що модернізація цеху є економічно доцільною. За продуктивності 1500 л за зміну річний обсяг виробництва становить 375000 л, очікувана виручка – 13500,0 тис. грн, собівартість 1 л продукції – 28,03 грн, чистий прибуток – 2452,1 тис. грн на рік.

Встановлено, що капітальні вкладення у модернізацію становлять 6800,0 тис. грн, строк окупності проєкту – 2,8 року, а рентабельність виробництва – 23,3 %.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Іванов С. В. Молокопереробка. Промисловий інжиніринг : підручник / С. В. Іванов, О. В. Грек, Т. Г. Осьмак ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т харч. технол. Київ: НУХТ, 2017. 275 с.

2. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С., Тертишний О.О. Інноваційні технології та обладнання переробки молока: Навчальний посібник. Дніпро: ДДАЕУ, 2026. 461 с.

3. Грек О. В. Молокопереробка. Інновації : підручник / О. В. Грек, О. О. Красуля ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т харч. технол. Київ : НУХТ, 2017. 390 с.

4. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2022. 407 с.

5. Власенко В. В., Головко М. П., Семко Т. В., Головко Т. М. Технологія молока та молочних продуктів : навч. посіб. Харків : ХДУХТ, 2018. 202 с.

6. Семко Т.В., Власенко І.Г. Технологія молока та молочних продуктів з елементами НАССР. Київ: Світ книг, 2021. 290 с.

7. Грек О. В. Технологія комбінованих продуктів на молочній основі : підручник / О. В. Грек, Т. А. Скорченко ; Нац. ун-т харч. технол. Київ : НУХТ, 2012. 362 с.

8. Грек О. В. Технологія продуктів зі знежиреного молока, молочної сироватки і маслянки : навч. посібник / О. В. Грек, Г. Є. Поліщук, О. О. Онопрійчук ; МОН молоді та спорту України, Нац. ун-т харч. технол. Київ : НУХТ, 2011. 210 с.

9. Півоваров О. А., Ковальова О. С., Тертишний О. О., Кошулько В. С. Інноваційні технології у виробництві цукристих речовин та продуктів харчування: Навчальний посібник. Дніпро: 2026. 622 с.

10. Єресько Г. О. Технологічне обладнання молочних виробництв: навч. посіб. / Г. О. Єресько, М. М. Шинкарик, В. Я. Ворощук. Київ: Інкос, Центр навч. літ., 2007. 344 с.

11. Божидарнік Т. В. Розвиток молокопродуктового підкомплексу АПК в умовах лобалізації : теоретико-методологічні та прикладні аспекти : монографія / Т. В. Божидарнік. Луцьк : РВВ Луцького НТУ, 2011. 412 с.

12. Ветеринарно-санітарна експертиза з основами технології і стандартизації продуктів тваринництва : підручник / О. М. Якубчак, В. І. Хоменко, С. Д. Мельничук, В. М. Ковбасенко ; за ред. О. М. Якубчак, В. І. Хоменка. 2-е вид., випр., доп. Київ : Біопром, 2005. 800 с.

13. Кочубей-Литвиненко, О. В. Технологія отримання та первинного оброблення молока : підручник / О. В. КочубейЛитвиненко, Н. М. Ющенко ; Нац. ун-т харч. технол. Київ : НУХТ, 2013. 211 с.

14. Кузьмін Є. С. Ефективність інвестицій підприємств молочної промисловості: монографія / Є. С. Кузьмін. Київ : IAE, 2015. 254 с.

15. Методичні положення та норми продуктивності у виробництві молочних продуктів / В. В. Вітвіцький, Г. Т. Шкурін, В. І. Ковальчук, А. Є. Величко. Київ : Украгропромпродуктивність, 2005. 468 с.

16. Мікробіологія молока і молочних продуктів з основами ветеринарно-санітарної експертизи : навч. посіб. / О. М. Бергілевич, В. В. Касянчук, В. З. Салата и др. ; ред. В. В. Касянчук. Суми : Унів. кн., 2010. 320 с.

17. Молоко та молочні продукти (GMP. HACCP) : довідник / ред. О. М. Якубчак. Київ : Біопром, 2010. 168 с.

18. Практикум з технології молока та молочних продуктів : навч. посіб. / О. В. Грек, Н. М. Ющенко, Т. Г. Осьмак та ін. ; Мво освіти і науки України, Нац. ун-т харч. технол. Київ : НУХТ, 2015. 431 с.

19. Скорченко, Т. А. Технологія дитячих молочних продуктів : навч. посібник / Т. А. Скорченко, О. В. Грек ; Нац. ун-т харч. технол. Київ : НУХТ, 2012. 330 с.

20. Товарознавство молочних товарів : навч. посібник / А. Б. Рудавська, Г. В. Дейниченко, В. М. Козлов, Г. І. Дюкарева. Київ : Професіонал, 2004. 312 с.

21. Хімічний склад і фізичні характеристики молочних продуктів : довідник : навч. посібник / О. М. Скарбовійчук, О. В. Кочубей-Литвиненко, О. А.

Чернюшок, В. Г. Федоров ; МОН України ; Нац. ун-т харч. технол. Київ НУХТ, 2012. 311 с.

22. Цехмістренко С. І. Біохімія молока та молокопродуктів : навч. посібник / С. І. Цехмістренко, О. І. Кононський. Біла Церква : Білоцерк. кн. ф-ка, 2014. 168 с.

23. Півоваров О. А., Ковальова О. С., Тертишний О. О., Кошулько В. С. Інноваційні технології у виробництві цукристих речовин та продуктів харчування: Навчальний посібник. Дніпро: 2026. 622 с.

24. ДСТУ 2661:2010. Молоко коров'яче питне. Технічні умови : [вперше зі зміною № 1]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2011. 15 с.

25. ДСТУ 3662:2018. Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови. На заміну ДСТУ 3662:2015; чинний від 2019-01-01. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2018. 12 с.

26. ДСТУ 7356:2013. Молоко та молочні продукти. Методи визначення ефективності пастеризації. Вперше; чинний від 2014-07-01. Вид. офіц. Київ : Мінекономрозвитку України, 2014. 10 с.

27. ДСТУ EN 1672-2:2018. Обладнання для харчової промисловості. Основні поняття. Частина 2. Гігієнічні вимоги (EN 1672-2:2005+A1:2009, IDT). На заміну ДСТУ EN 1672-2:2014 ; чинний від 2019-02-01. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019.

28. Bylund G. Dairy Processing Handbook. 3rd ed. Lund : Tetra Pak Processing Systems AB, 2015. 486 p.

29. Walstra P., Wouters J. T. M., Geurts T. J. Dairy Science and Technology. 2nd ed. Boca Raton : CRC Press, 2005. 782 p.

30. Tamime A. Y. (Ed.). Milk Processing and Quality Management. Oxford : Wiley-Blackwell, 2009. 344 p.

31. Lewis M. J., Heppell N. J. Continuous Thermal Processing of Foods: Pasteurization and UHT Sterilization. Gaithersburg : Aspen Publishers, 2000. 448 p. ISBN 9780834212541.

32. Singh R. P., Heldman D. R. Introduction to Food Engineering. 5th ed. London : Academic Press, 2014. 892 p.

33. Kovaliova, O., Pivovarov, O., & Koshulko, V. (2022). Effect of plasma-chemically activated aqueous solutions on the process of disinfection of food production equipment.

34. Pivovarov, O., Kovalova, O., Koshulko, V., & Aleksandrova, A. (2021). Study of use of antiseptic ice of plasma-chemically activated aqueous solutions for the storage of food raw materials.

35. Fellows P. J. Food Processing Technology: Principles and Practice. 5th ed. Cambridge : Woodhead Publishing, 2022.

36. Fox P. F., McSweeney P. L. H. (Eds.). Dairy Chemistry and Biochemistry. 2nd ed. Cham : Springer, 2015. 585 p.