

Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет
Факультет митної справи, матеріалів, технологій та гостинності
Кафедра харчових технологій та хімії

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»

**ПРОЄКТ ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА
МОЛОЧНИХ НАПОЇВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО
ПРИЗНАЧЕННЯ**

спеціальність 181 «Харчові технології»

освітня програма «Харчові технології»

Виконав: здобувачка вищої освіти
групи ХТ-41
Кравчук Яна Миколаївна

(підпис)

Керівник:
к.т.н., доцент
Тараймович Ірина Володимирівна

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 2026 р.
Гарант освітньої програми:
к.т.н., доцент
Тараймович Ірина Володимирівна

(підпис)

Луцьк – 2026 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет митної справи, матеріалів та технологій

Кафедра харчових технологій та хімії

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Галузь знань: 18 Виробництво та технології

Спеціальність: 181 Харчові технології

Освітня програма: Харчові технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ХТХ,

д.т.н., професор

_____ І.М. Дударев

06 січня 2026 р.

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

Кравчук Яні Миколаївні

1. Тема кваліфікаційної роботи: **Проект цеху з виробництва молочних напоїв функціонального призначення**

Керівник роботи: к.т.н., доцент Тараймович Ірина Володимирівна

затвержені наказом вищого навчального закладу від 20 грудня 2025 р. № 956/01-07.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи: 16 червня 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи: Розробити проект цеху з виробництва молочних напоїв функціонального призначення для задоволення потреб споживачів на території м. Луцьк чисельністю 150 000 осіб. Кількість робочих днів на рік приймається міських молокозаводів та цехів із випуском незбираної продукції менших підприємств (до 15 т/змін) – 300 змін на рік. При розрахунку виробничої потужності цехів приймається 8-годинна робоча зміна.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити): Проаналізувати стан виробництва молочної продукції в Україні та світі, подати характеристику сировини та вимоги до показників якості готової продукції; розрахувати потребу споживачів виробів в продукції цеху; розробити технологічну схему виробництва та розрахувати витрати сировини на виробництво молочних напоїв, скласти машино-апаратурну схему виробництва та підібрати технологічне обладнання в лінію; розрахувати площі виробничого та побутового приміщень цеху, складських приміщень; розробити компоновальний план цеху з розташуванням обладнання в цеху; скласти схеми технохімічного та мікробіологічного контролю виробництва; розробити заходи контролю якості та безпечності продукції відповідно до вимог НАССР; розглянути питання екологізації виробництва та організації охорони праці на ньому.

5. Перелік графічного матеріалу (2 аркуші формату А1): машинно-апаратурна схема виробництва молочних напоїв функціонального призначення; план цеху з розташуванням технологічного обладнання.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Сидорук Т.Є., асистент кафедри ХТХ		

7. Дата видачі завдання: 06 січня 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Ознайомлення з матеріалами за темою кваліфікаційної роботи з різних джерел інформації. Аналіз асортименту молочних напоїв. Визначення мети та завдань роботи	06.01.26-15.01.26 10.02.26-25.02.26	
2	Аналіз характеристик сировини для виробництва продукції цеху. Розрахунок потреб населення в продукції цеху	26.02.26-15.03.26	
3	Розроблення технологічної схеми виробництва продукції, опис технології виробництва продукції	16.03.26-26.03.26	
4	Проведення технологічних розрахунків	27.03.26-15.04.26	
5	Складання машино-апаратної схеми виробництва продукції та вибір технологічного обладнання в лінію	16.04.26-01.05.26	
6	Розрахунок площ цеху різного призначення та розроблення плану цеху з розташуванням обладнання	02.05.26-16.05.26	
7	Складання схем технохімічного та мікробіологічного контролю виробництва. Розроблення заходів контролю якості та безпеки продукції відповідно до вимог НАССР	17.05.26-27.05.26	
8	Розгляд питань екологізації виробництва та організації охорони праці на ньому. Формулювання загальних висновків	28.05.26-05.06.26	
9	Оформлення пояснювальної записки та виконання креслень	06.06.26-16.06.26	
10	Нормоконтроль кваліфікаційної роботи	17.06.26-20.06.26	
11	Перевірка кваліфікаційної роботи на наявність ознак плагіату, рецензування	17.06.26-20.06.26	

Здобувачка вищої освіти _____ (Кравчук Я.М.)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ (Тараймович І.В.)

АНОТАЦІЯ

Кравчук Я.М. Проєкт цеху з виробництва молочних напоїв функціонального призначення. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Харчові технології» спеціальності 181 «Харчові технології». Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2026.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з вступу, п'яти розділів, загальних висновків та списку використаних джерел.

У кваліфікаційній роботі бакалавра розроблено проєкт цеху з виробництва молочних напоїв з сироватки функціонального призначення, зокрема продукції наступного асортименту: сир кисломолочний, збагачений йодказеїном нежирний; напій «Апельсиновий»; сироватка пастеризована та плодово-ягідне желе.

У кваліфікаційній роботі здійснено аналіз сучасного рівня розвитку виробництва молочної продукції та охарактеризовано основні напрями формування її асортименту, обґрунтовано необхідну добову продуктивність проєктованого цеху.

Окрему увагу приділено опису технології виготовлення запропонованого асортименту молочних напоїв та розробленню відповідних технологічних схем. Проведено розрахунок виробничої рецептури, визначено жировий баланс виробництва та виконано продуктові розрахунки. На підставі обраної технології складено машинно-апаратну схему виготовлення молочних напоїв функціонального призначення та здійснено вибір необхідного технологічного обладнання.

У роботі розраховано площі виробничих і побутових приміщень, розроблено компонувальне рішення цеху та визначено раціональне розміщення обладнання. Крім того, наведено схеми технохімічного й мікробіологічного контролю, що забезпечують якість і безпечність виробництва молочних продуктів лікувально-профілактичного призначення.

Розглянуті питання екологізації та організації охорони праці на виробництві.

Ключові слова: молочні напої функціонального призначення, йодказеїн, сироватка, сир кисломолочний.

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Пояснювальна записка Проєкт цеху з виробництва молочних напоїв функціонального призначення	Літера	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Кравчук Я.М.					Л	3	73
Перевір.	Тараймович І.В.							
Н. контр.	Сидорук Т.Є.							
Затверд.	Дударев І.М.							
						ЛНТУ,	ФММТ	
						каф. ХТХ,	гр. ХТ-41	

ANNOTATION

Kravchuk Ya.M. Project of a Plant for the Production of Functional Dairy Beverages. Manuscript.

Bachelor's qualification work OP "Food Technologies" specialty 181 "Food Technologies". Lutsk National Technical University. Lutsk, 2026.

A bachelor's qualification work consists of an introduction, five chapters, general conclusions and a list of sources used.

In the bachelor's qualification work, a project of a workshop for the production of functional whey dairy drinks was developed, in particular products of the following range: low-fat sour-milk cheese enriched with iodocasein; "Orange" drink; pasteurized whey and fruit and berry jelly.

In the qualification work, an analysis of the current level of development of dairy production was carried out and the main directions of forming its assortment were characterized, the necessary daily productivity of the designed workshop was justified.

Special attention is paid to the description of the technology for manufacturing the proposed range of dairy drinks and the development of the corresponding technological schemes. The production recipe was calculated, the fat balance of production was determined, and product calculations were performed. Based on the selected technology, a machine and equipment scheme for the production of functional dairy drinks was drawn up and the necessary technological equipment was selected.

The work calculated the areas of production and household premises, developed a layout solution for the workshop, and determined the rational placement of equipment. In addition, schemes for technochemical and microbiological control are provided, ensuring the quality and safety of the production of dairy products for medical and prophylactic purposes.

Issues of environmental protection and organization of labor protection in production are considered.

Keywords: functional dairy drinks, iodocasein, whey, sour milk cheese.

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОБНИЦТВА МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ.....	8
1.1 Асортимент і характеристика продукції	8
1.2 Характеристика сировини для виробництва продукції.....	11
1.3 Розрахунок потреби населення в продукції цеху, що проектується	13
1.4 Мета та завдання роботи.....	15
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	17
2.1 Технологія виробництва продукції.....	17
2.2 Технологічні розрахунки	27
2.3 Машинно-апаратурна схема виробництва	33
2.4 Вибір технологічного обладнання	36
2.5 Висновки до розділу 2	39
3 БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА	41
3.1 Розрахунок площ виробничих та складських приміщень цеху.....	41
3.2 Розроблення плану апаратного відділення цеху та розташування обладнання.....	47
3.3 Висновки до розділу 3.....	49
4 ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ЯКІСНОГО ТА БЕЗПЕЧНОГО ХАРЧОВОГО ПРОДУКТУ.....	51
4.1 Технохімічний та мікробіологічний контроль	51
4.2 Контроль якості та безпечності продукту відповідно до вимог НАССР.....	55
4.3 Висновки до розділу 4	58
5 ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ.....	59
5.1 Екологізація виробництва	59
5.2 Організація охорони праці на виробництві.....	61
5.3 Висновки до розділу 5.....	63
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	66
ДОДАТКИ.....	71
ДОДАТОК А.....	72
ДОДАТОК Б.....	73

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ВСТУП

Молочні напої є важливим елементом раціону населення України. На відміну від традиційних молочних продуктів, функціональні молочні напої поєднують харчову та лікувально-профілактичну функції: вони слугують джерелом білків, вітамінів, біоактивних речовин та одночасно сприяють зміцненню імунітету, нормалізації обміну речовин, профілактиці дефіцитів мікроелементів. Сучасні тенденції харчової промисловості зумовлюють швидкий розвиток сегмента функціональних напоїв; попит зростає завдяки прагненню споживачів до здорового способу життя та профілактики неінфекційних захворювань [1].

Волинська область належить до регіонів із природним йодним дефіцитом. Це зумовлено недостатнім вмістом сполук йоду в ґрунтах, воді та повітрі, що відповідно впливає і на знижений рівень цього мікроелемента у продуктах харчування місцевого походження. Добова фізіологічна потреба дорослої здорової людини в йоді становить приблизно 150 мкг.

Останніми роками спостерігається помітне зростання кількості людей із порушеннями функціонування щитоподібної залози, що значною мірою пов'язано з недостатнім надходженням йоду до організму. Дефіцит цього мікроелемента може спричинити порушення гормонального обміну, зниження працездатності, погіршення загального самопочуття та розвиток ендокринних захворювань.

Відомо, що значна частина потреби організму в йоді може забезпечуватися за рахунок споживання молока та молочних продуктів. У молоці йод перебуває переважно у зв'язаному з казеїном стані. Казеїн є молочним білком, багатим на амінокислоти, які здатні утворювати з йодом стійкі сполуки. Після надходження таких сполук до шлунково-кишкового тракту та печінки відбувається поступове відщеплення йоду під дією ферментів, що сприяє його засвоєнню організмом.

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Додаткове збагачення продуктів на основі сироватки β -каротином дає змогу підвищити їх біологічну та харчову цінність. β -каротин є провітаміном А і в організмі може перетворюватися на вітамін А, який бере участь у регуляції обміну речовин, імунних реакцій, процесів росту, оновлення тканин та підтримання нормального стану шкіри і слизових оболонок.

Добова потреба дорослої людини у вітаміні А становить близько 1,5 мг. При цьому приблизно третина цієї потреби має забезпечуватися безпосередньо вітаміном А, а решта – за рахунок його провітаміну, зокрема β -каротину.

β -каротин також застосовують як натуральний харчовий барвник, дозволений до використання у харчовій промисловості. Його введення до складу продуктів із сироватки дає змогу не лише поліпшити їх зовнішній вигляд, надавши привабливого жовто-оранжевого відтінку, а й підвищити функціональну спрямованість продукту. Такі вироби можуть бути рекомендовані для профілактики авітамінозу, зміцнення захисних сил організму та зниження негативного впливу несприятливих екологічних чинників.

Під час виконання кваліфікаційної роботи бакалавра було використано інструменти штучного інтелекту (ШІ) виключно для уточнення формулювань та опрацювання джерел інформації. Усі твердження, висновки та результати досліджень належать автору та ґрунтуються на власному аналізі, а отримані результати від генеративного ШІ були перевірені на вірогідність та відповідність академічній доброчесності.

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОБНИЦТВА МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ

1.1 Асортимент і характеристика продукції

Функціональні молочні напої можна поділити на декілька груп: напої з пробіотичними культурами (кефір, біокефір, йогуртові напої), напої з додаванням вітамінів і мінералів (збагачені кальцієм, залізом, йодом, селеном), напої з антиоксидантами (бета-каротин, поліфеноли), протеїнові коктейлі та комбіновані продукти з рослинними компонентами. Напої на основі молочної сироватки мають високу біологічну цінність завдяки наявності сироваткових білків та лактоферину, при цьому містять менше жирів і швидко засвоюються [5, 7].

У світі зростає популярність пробіотичних напоїв. Кефір та напої на основі кефірних грибків містять широкий спектр молочнокислих бактерій та дріжджів. Регулярне споживання кефіру покращує склад кишкової мікробіоти та імунну відповідь, що сприяє підтриманню здоров'я травної системи. Ряд клінічних досліджень показав, що вживання молочного кефіру сприяє зниженню рівня глюкози в крові й покращенню чутливості до інсуліну у хворих на діабет 2 типу. Традиційним продуктом українського ринку є кефір, збагачений йодованим білком. Для такого продукту йодказеїн додають у пастеризоване молоко перед сквашуванням; розчин готують із розрахунку 5 г йодказеїну на 1 л молока при 50–60 °С. У процесі розчинення суміш періодично перемішують, а масова концентрація йоду в готовому кефірі становить $0,2 \pm 0,05$ мг/кг. Збагачення молочних напоїв йодованим казеїном допомагає покривати дефіцит йоду в раціонах населення; 100 мл такого напою забезпечує близько 13 % добової потреби у йоді.

За кордоном поширені напої, збагачені вітаміном D і омега-3 жирними кислотами. Наукові публікації свідчать, що регулярне споживання омега-3-фортифікованого молока протягом 12 тижнів покращує когнітивні функції у літніх людей. У Канаді та США молоко стандартно збагачують вітаміном D для профілактики остеопорозу та рахіту.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

В останні роки розробляють напої з додаванням каротиноїдів. Каротиноїди (бета-каротин та лютеїн) становлять основну групу пігментів у коров'ячому молоці; бета-каротин міститься у кількості 75–90 % від загальної маси каротиноїдів, є попередником вітаміну А та має антиоксидантні властивості. Додавання бета-каротину надає напоям приємного жовтого відтінку та підвищує їх поживну цінність.

На сучасному ринку функціональних молочних напоїв активно розвиваються нові напрямки, що поєднують класичну молочну основу з біологічно активними речовинами. Окрім ферментованих продуктів, популярності набувають неферментовані молочні напої з живими пробіотиками, які зберігають природний смак молока й слугують альтернативою кисломолочним продуктам. Велике значення мають також напої, збагачені мінералами, вітамінами, антиоксидантами та омега-3 жирними кислотами, що допомагають покривати дефіцити поживних речовин у раціоні.

У таблиці 1.1 наведено аналіз основних різновидів функціональних молочних напоїв, їх характерних біоактивних компонентів та очікуваного оздоровчого ефекту.

Таблиця 1.1 – Асортимент функціональних молочних напоїв

Вид функціонального напою	Функціональні компоненти	Оздоровчий ефект
Пробіотичні ферментовані напої (кефір, йогурти)	Молочнокислі бактерії та дріжджі (<i>Lactobacillus</i> , <i>Bifidobacterium</i> , кефірні грибки)	Покращують мікробіоту та імунну відповідь, сприяють регуляції рівня глюкози, знижують холестерин; забезпечують джерело кальцію, фосфору, вітамінів А, В ₂ , В ₁₂
Збагачене вітаміном D та ω-3 молоко	Вітамін D, ω-3 жирні кислоти	Підтримує здоров'я кісток і профілактує рахіт та остеопороз; омега-3 покращує когнітивні функції та стан серцево-судинної системи

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1	2	3
Йодоване молоко та напої	Йодказеїн (органічна сполука йоду)	Усунення дефіциту йоду, нормалізація роботи щитоподібної залози; 100 мл напою забезпечує $\approx 13\%$ добової потреби у йоді
Напої з бета-каротином та антиоксидантами	Бета-каротин, лютеїн, поліфеноли	Бета-каротин є провітаміном А та антиоксидантом; надає напою жовтий колір, захищає від окиснення та збагачує вітаміном А
Неферментоване пробіотичне молоко	Пробіотичні культури (<i>L. acidophilus</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>B. lactis</i>) без процесу ферментації	Зберігає смак молока, забезпечує доставку живих пробіотиків, має антиоксидантні властивості; пропонується як альтернатива ферментованим продуктам
Комбіновані та синбіотичні напої	Пробіотики, пребіотики, омега-3, каротиноїди та інші біоактивні речовини	Синергічно підсилюють оздоровчий ефект: зміцнюють імунітет, нормалізують травлення, покращують антиоксидантний захист

Джерело: розроблено автором

Підсумовуючи, сучасний асортимент функціональних молочних напоїв є різноманітним та динамічним. Ринок зростає за рахунок поєднання традиційних молочних технологій із додаванням пробіотиків, пребіотиків, вітамінів, мінералів та омега-3 жирних кислот. Особливий інтерес викликають неферментовані пробіотичні напої, які зберігають смак молока та одночасно містять живі культури. Зростання популярності продуктів, збагачених вітаміном D, йодом і каротиноїдами, свідчить про орієнтацію виробників на профілактику дефіцитів мікронутрієнтів і задоволення потреб споживачів у здоровому харчуванні.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1.2 Характеристика сировини для виробництва продукції

Для виробництва молочних продуктів використовують наступну сировину та матеріали:

- Молоко-сировину коров'яче не нижче I гатунку згідно з ДСТУ 3662:2015;
- молоко знежирене кислотністю не більше 19,0 °Т, отримане з молока не нижче I гатунку згідно з ДСТУ 3662:2015;
- вершки-сировину із коров'ячого молока з масовою часткою жиру не більше 30%, кислотністю не більше 19,0°Т згідно ДСТУ 8131:2015.

За фізико-хімічними, санітарно-гігієнічними та мікробіологічними показниками якості молоко розподіляють на три гатунки: вищий, перший та другий згідно з вимогами, що вказані в таблиці 1.2 [29].

Таблиця 1.2 – Фізико-хімічні, санітарно-гігієнічні та мікробіологічні показники молока

Назва показника якості, одиниця вимірювання.	Норма для гатунків		
	вищий	перший	другий
Кислотність, °Т.	16...17	<19	<30
Ступінь частоти за еталоном, група.	1	1	1
Загальне бактеріальне обсіменіння, тис/см ³ .	≤300	≤500	≤3000
Температура, °С.	≤8	≤10	≤10
Масова частка сухих речовин, %.	≥11,8	≥11,5	≥10,6
Кількість соматичних клітин, тис/см ³ .	≤400	≤600	≤800

Джерело: укладено автором з використанням даних [19]

Базова загальна норма масової частки жиру молока – 3,4%, базова норма масової частки білка – 3,0%.

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Для виробництва продуктів з сироватки використовують наступну сировину та матеріали:

- сироватка молочна (ДСТУ 7515:2014 Сироватка молочна. Технічні умови);
- цукор-пісок (ДСТУ 4623:2006 Цукор білий. Технічні умови. Із Поправками та Зміною № 1);
- плодово-ягідне желе (ДСТУ 6094:2009 Желе фруктові. Технічні умови);
- β-каротин;
- ароматизатори.

Характеристика сирної сироватки

Сирна сироватка є цінною вторинною молочною сировиною, що утворюється під час виробництва кисломолочного сиру. Її раціональне використання має важливе технологічне, економічне та екологічне значення, оскільки дає змогу зменшити втрати поживних речовин молока та розширити асортимент продукції оздоровчого призначення.

У межах даної кваліфікаційної роботи сирну сироватку доцільно розглядати як основну сировинну основу для виготовлення профілактичних напоїв і десертних продуктів, зокрема напою «Апельсиновий», збагаченого β-каротином, а також плодово-ягідного желе.

Молочна сироватка утворюється як побічний продукт під час виробництва кисломолочного сиру, твердих сирів і казеїну. Залежно від виду основного продукту розрізняють сирну, підсирну та казеїнову сироватку. У процесі перероблення молока в сироватку переходить значна частина його сухих речовин, зокрема лактоза, мінеральні солі, частина білкових сполук і водорозчинні вітаміни. У середньому до сироватки може переходити близько половини сухих речовин молока, що підтверджує її високу харчову цінність і доцільність подальшого промислового використання.

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Основним компонентом сухих речовин сирної сироватки є лактоза, частка якої становить понад 70 % від загальної кількості сухого залишку. Лактоза має важливе фізіологічне значення: вона повільніше гідролізується у кишківнику, сприяє розвитку корисної мікрофлори, зменшує інтенсивність небажаних процесів бродіння та гниття, а також обмежує надмірне газоутворення. Крім того, лактоза меншою мірою використовується організмом для синтезу жирових запасів, що підвищує дієтичну цінність продуктів на її основі.

Сирна сироватка містить комплекс біологічно важливих речовин: вуглеводи, мінеральні солі, білкові азотисті сполуки, ліпіди та вітаміни. Завдяки такому складу продукти, виготовлені на її основі, можуть мати дієтичні, відновлювальні та лікувально-профілактичні властивості. Напої й десерти із сироватки рекомендовано використовувати у харчуванні людей різних вікових груп, оскільки вони поєднують легку засвоюваність, помірну енергетичну цінність і наявність цінних нутрієнтів.

1.3 Розрахунок потреби населення в продукції цеху, що проектується

Річна потреба населення в молоці та цільномолочних продуктах розраховуємо з урахуванням фізіологічних норм споживання цільномолочної продукції на одну особу на рік:

$$P = B \cdot A, \quad (1.1)$$

де B – фізіологічна норма споживання цільномолочної продукції у перерахунку на молоко;

A – чисельність населення, $A = 150$ тис. чол.

Фізіологічні норми споживання молока і молочної продукції для різних груп населення України, затверджені Кабінетом Міністрів України 14.04.2000р., № 656, наведені в таблиці 1.3 [9]

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Таблиця 1.3 – Фізіологічні норми споживання молока і молочної продукції для різних груп населення України

Продукти	Розміри споживання, в кг на душу населення для		
	працездатного населення	непрацездатного населення	дитячого населення
Всього в перерахунку на молоко, в т. ч.:	262	-	-
молоко незбиране, кисломолочні напої	60	83	91,3
молоко знежирене	65	22	-
масло вершкове	5	3,9	7,7
сир м'який	14	7,6	18,25
сир твердий	3,6	-	1,8
сметана	5	4	2,7

Джерело: укладено автором з використанням даних [20]

Річна потреба населення в молоці та дієтичних продуктах:

$$П = 262 \cdot 150000 = 39300 \text{ т/рік}$$

Річна потреба населення в сирі кисломолочному:

$$П = 14 \cdot 150000 = 2100 \text{ т /рік}$$

Змінну потужність проектного підприємства з перероблення сировини (тон в зміну) визначаємо за формулою:

$$П_{н.м.} = \frac{Ч \cdot Н_{\phi}}{K_{зм.р.} \cdot 1000}, \quad (1.2)$$

де $П_{н.м.}$ – номінальна змінна потужність молочного підприємства, яке проектуємо, т/добу;

$Ч$ – розрахункова чисельність населення, для якого призначена продукція цеху, осіб;

$Н_{\phi}$ – середньорічна норма споживання продукції на одну особу, кг/особу;

$K_{зм.р.}$ – розрахункова кількість змін роботи підприємства на рік, змін.

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Отже,

$$P_{н.м.} = \frac{150000 \cdot 14}{300 \cdot 1000} = 7 \text{ т/добу.}$$

При розрахунку виробничої потужності підприємств молочної промисловості приймається 8-годинна робоча зміна.

Режим роботи підприємств приймають відповідно до інструкції [3]. Кількість змін роботи на рік приймається для: міських молочних заводів і цехів, що виробляють незбирано молочну продукцію, потужністю 15 т в зміну і вище – 600, потужністю до 15 т в зміну – 300.

Відповідно кількість змін роботи на добу місяця максимального завантаження при розрахунку середньорічної виробничої потужності на міських молочних заводах та цехах, що виробляють незбираномолочну продукцію потужністю 15 т в зміну і вище приймається 2 зміни на добу.

Нормативна змінна потужність підприємства визначається за формулою:

$$M = P_{н.м.} \cdot 0,75, \quad (1.3)$$

$$M = 7,0 \cdot 0,8 \approx 5,5 \text{ т/добу.}$$

1.4 Мета та завдання роботи

Метою кваліфікаційної роботи є обґрунтування й проектування цеху з виробництва функціональних молочних напоїв на основі коров'ячого молока та молочної сироватки, збагачених біологічно активними сполуками. Запропонований асортимент – це нежирний кисломолочний сир із додаванням йодказеїну та напої на основі сироватки.

Для досягнення поставленої мети в роботі необхідно вирішити такі завдання:

1. Провести аналітичний огляд сучасного стану виробництва функціональних молочних напоїв і проаналізувати вітчизняний та зарубіжний досвід використання пробіотичних культур, вітамінів, мінералів і антиоксидантів у рецептурі напоїв.
2. Охарактеризувати основну і допоміжну сировину (молоко, молочна сироватка, функціональні добавки) та вимоги нормативних документів до їхньої якості й безпеки.

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

3. Розрахувати потребу населення в продукції цеху, визначивши річну та змінну потужність підприємства на підставі фізіологічних норм споживання молочних продуктів і кількості населення.

4. Розробити рецептуру й технологію виготовлення функціональних молочних напоїв.

5. Виконати технологічні розрахунки: визначити кількість і склад сировини, продуктивність основного та допоміжного обладнання, матеріальні й теплові баланси, харчову та енергетичну цінність готових продуктів.

6. Скласти машинно-апаратурну схему й підібрати обладнання для виробничої лінії.

7. Розрахувати площі виробничих, складських і побутових приміщень та забезпечити потоковість руху сировини й готової продукції.

8. Запропонувати систему контролю якості та безпечності згідно з принципами НАССР. Передбачити технохімічний і мікробіологічний контроль якості на всіх етапах виробництва.

9. Оцінити вплив виробництва на довкілля та умови праці, розробити заходи з екологізації, а також заходи з охорони праці й пожежної безпеки відповідно до національних стандартів.

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Технологія виробництва продукції

Відповідно до технологічної схеми, для виробництва нежирного кисломолочного сиру, збагаченого йодованим білком, використовують якісне незбиране молоко з кислотністю не вище 21 °Т (рис. 2.1) [21, 26].

Після приймання молоко піддають первинному очищенню. Цю операцію здійснюють фільтруванням або за допомогою відцентрового сепаратора-молокоочисника. Для підвищення ефективності очищення молоко попередньо підігрівають до температури 40–45 °С. Після очищення його охолоджують до 4 ± 2 °С і направляють на короткочасне проміжне зберігання з дотриманням санітарних вимог та чинних технологічних норм. За необхідності молоко подають на сепаратор-вершковідокремлювач для отримання вершків із масовою часткою жиру близько 50 %.

Вершки, одержані в процесі сепарування, пастеризують за температури 88 ± 2 °С з витриманням 15–20 с. Після теплового оброблення їх охолоджують до 38 °С і перекачують у двостінний резервуар для подальшого зберігання. Якщо вершки охолоджені до температури 8 ± 2 °С, тривалість їх зберігання не повинна перевищувати 6 годин.

Знежирене молоко пастеризують за температури 78 ± 2 °С з витриманням 15–20 с, після чого охолоджують до температури, необхідної для внесення закваски. Перед початком сквашування до підготовленого знежиреного молока додають розчин йодказеїну, попередньо приготовлений на знежиреному молоці. Для його приготування йодказеїн вносять у частину молока, підігрітого до 50–60 °С, з розрахунку 5 ± 2 г йодказеїну на 1000 кг молока. Суміш періодично перемішують протягом 60–75 хв до повного розчинення добавки, підтримуючи температуру розчину в межах 50–60 °С [17–19].

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

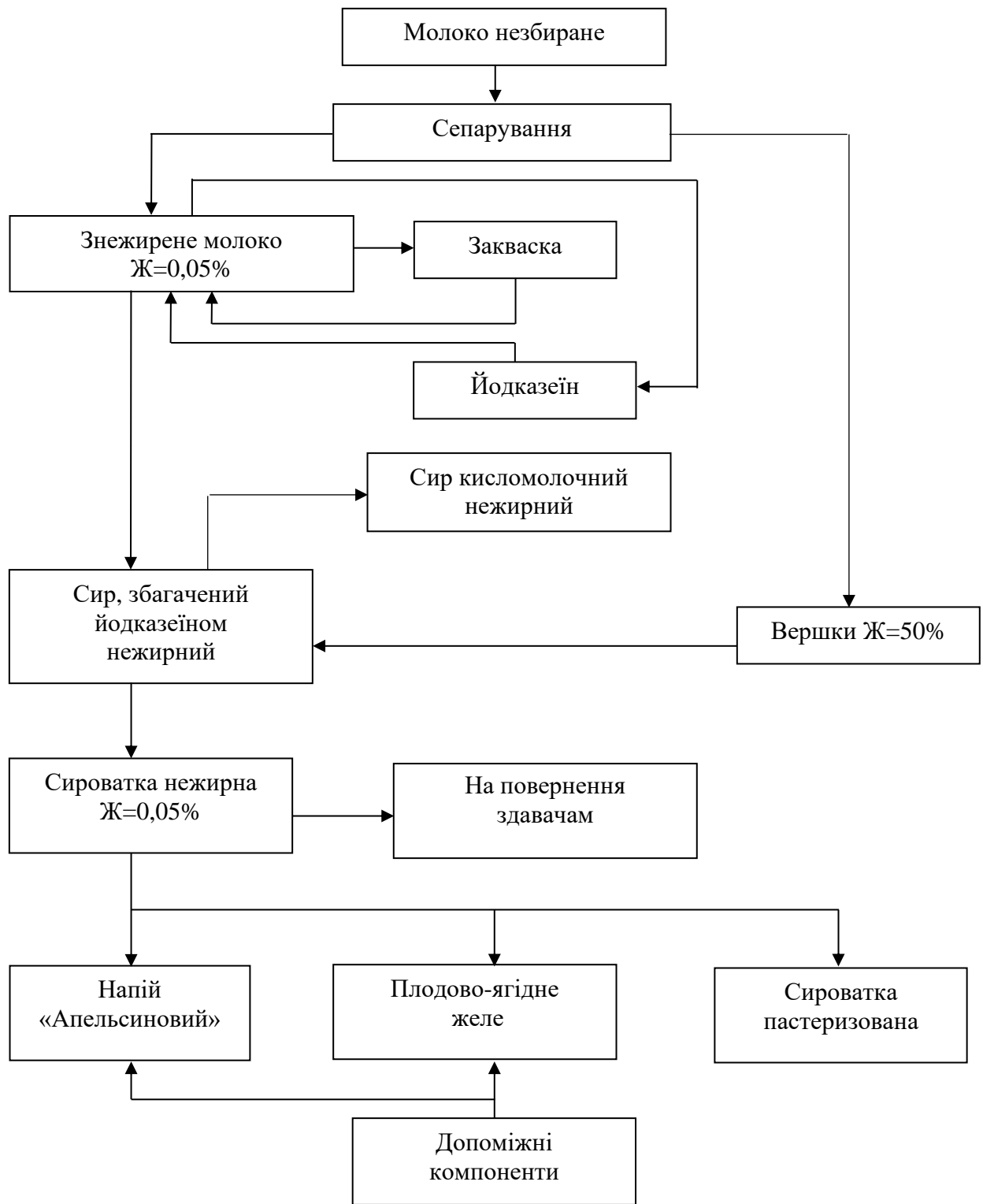


Рисунок 2.1 – Схема перероблення сировини

Джерело: розроблено автором

Підготовлений розчин йодказеїну вводять у молоко, призначене для сквашування, тонким струменем із дотриманням правил асептики. Кількість добавки становить $6,5 \pm 0,1$ г йодказеїну на 1000 кг готового сиру. Після внесення

розчину суміш перемішують упродовж 5–10 хв для рівномірного розподілу йодованого білка в об'ємі молока.

Заквашування проводять закваскою, виготовленою на чистих культурах мезофільних молочнокислих стрептококів. У холодний період року закваску вносять за температури молока 30 ± 2 °С, а в теплий період – за 28 ± 2 °С. Дозування закваски залежить від її активності та зазвичай становить 3–5 % від маси знежиреного молока [15, 21].

Після внесення закваски молоко ретельно перемішують для рівномірного розподілення заквашувальної мікрофлори в усьому об'ємі суміші. Якщо в процесі сквашування утворюється слабкий або недостатньо щільний згусток, допускається додавання хлористого кальцію. Його вносять із розрахунку 400 г безводного хлористого кальцію на 1000 кг молока, призначеного для заквашування. Перед внесенням хлористий кальцій розчиняють у воді, готуючи розчин із масовою часткою солі 30–40 %. Закваску та розчин хлористого кальцію додають при постійному та рівномірному перемішуванні молока (рис. 2.2).

Перемішування суміші продовжують протягом 10–15 хв, після чого молоко залишають у спокої до формування згустку. Для виробництва нежирного кисломолочного сиру оптимальна кислотність готового згустку становить близько 85 °Т.

За кислотного способу сквашування згусток утворюється внаслідок накопичення молочної кислоти. Вона формується під час життєдіяльності молочнокислих мікроорганізмів, які розщеплюють молочний цукор – лактозу – до простіших вуглеводів, зокрема глюкози та галактози, з подальшим утворенням молочної кислоти. Тривалість сквашування молока за кислотного способу зазвичай становить 6–8 год.

Після досягнення необхідної кислотності готовий згусток розрізають дротяними ножами на кубики розміром приблизно $2,0 \times 2,0 \times 2,0$ см. Для інтенсифікації виділення сироватки згусток додатково підігрівають протягом 30–60 хв. Нагрівання здійснюють шляхом подачі пари або гарячої води в міжстінний простір ванни.

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

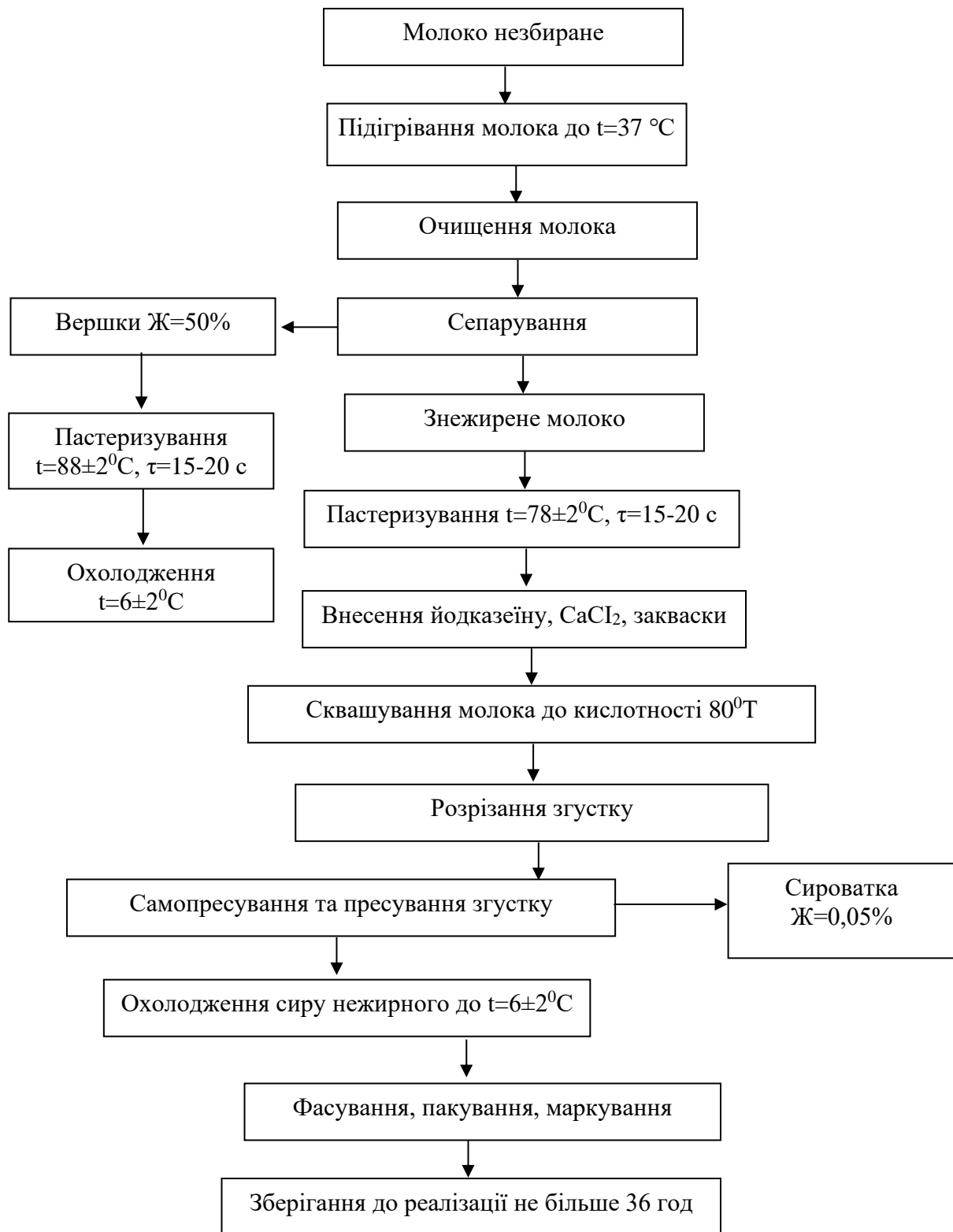


Рисунок 2.2 – Технологічна схема виробництва сиру нежирного кисломолочного, збагаченого йодказеїном

Температура нагрівання згустку становить 40 ± 2 °С. Після нагрівання його витримують протягом 20–40 хв, а потім охолоджують до температури близько 30 °С за допомогою холодної або крижаної води, яку пропускають через міжстінний простір ванни [21, 23].

Сироватку, що відокремилася під час оброблення згустку, видаляють із ванни сифоном або через спеціальний штуцер і збирають в окрему ємність. Отриманий сирний згусток розливають у бязеві або лавсанові мішки розміром 40×80 см, заповнюючи їх приблизно на три чверті об'єму. Далі мішки викладають на серп'янку, натягнуту на прес-візок.

Заповнені мішки зав'язують і розміщують у прес-візку для самопресування та подальшого пресування. Тривалість пресування становить від 1 до 4 год і залежить від якості згустку, його вологості та виду застосованого холодоносія, зокрема крижаної води або розсолу. Після завершення пресування сир охолоджують до температури 10 °С і направляють на фасування.

Маркування готової продукції здійснюють відповідно до вимог чинних технічних умов. Після фасування продукт переміщують у холодильну камеру для остаточного доохолодження та зберігання до моменту реалізації. Термін зберігання кисломолочного сиру не повинен перевищувати 36 год за температури не вище 8 °С і відносної вологості повітря 80–85 %.

Виробництво напою «Апельсиновий», збагаченого β -каротином (рис. 2.4). Для виготовлення напою «Апельсиновий», збагаченого β -каротином, використовують свіжу неосвітлену сирну сироватку, що утворюється під час виробництва нежирного кисломолочного сиру з додаванням йодказеїну (рис. 2.4). Сироватка повинна відповідати встановленим вимогам якості: мати кислотність не вище 85 °Т та масову частку жиру близько 0,05 %. Для виробництва однієї партії напою передбачено використання 2000 кг сирної сироватки.

Технологія отримання напою передбачає послідовне виконання таких операцій: збирання сироватки, її підігрівання, внесення цукру-піску, теплове оброблення, гомогенізацію, охолодження, додавання ароматизатора «Апельсин» і препарату β -каротину, фасування та кінцеве доохолодження готового продукту.

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

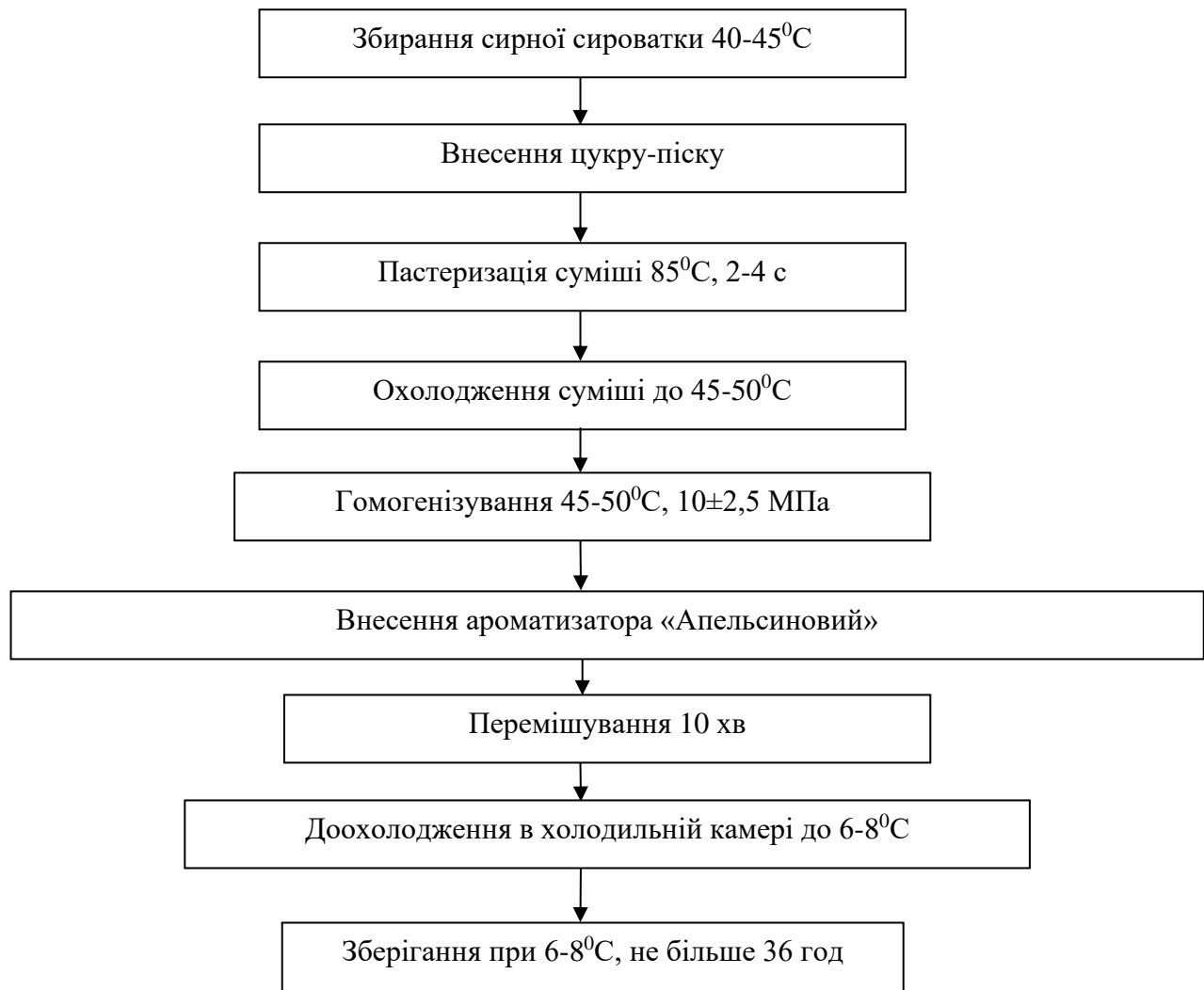


Рисунок 2.3 – Технологічна схема виробництва напою «Апельсиновий»

На початковому етапі сирну сироватку підігрівають до температури 40–45 °С. Після цього згідно з рецептурою додають цукор-пісок у кількості 203,09 кг на 2000 кг сироватки. Суміш перемішують протягом 15–20 хв до повного розчинення цукру та отримання однорідної рідкої основи.

Після підготовлення суміш пастеризують при температурі 85 °С з короткочасним витримуванням 2–4 с. Такий режим забезпечує зниження кількості сторонньої мікрофлори та підвищує мікробіологічну безпечність напою. Після пастеризування продукт охолоджують до 45–50 °С і направляють на гомогенізування. Гомогенізування здійснюють при тиску 10±2,5 МПа, що сприяє рівномірному розподіленню компонентів, покращенню консистенції та стабільності напою під час зберігання.

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Як функціональний барвник та джерело провітаміну А використовують препарат β -каротину. Його додають відповідно до рецептури у кількості 0,006 кг. β -каротин надає напою привабливого оранжевого відтінку та підвищує його біологічну цінність.

Для формування характерного смаку й аромату до пастеризованої сирної сироватки вносять ароматизатор «Апельсин» у кількості 0,99 кг на 2000 кг сировини. Після внесення ароматизатора та β -каротину суміш ретельно перемішують до рівномірного розподілення всіх компонентів.

Напій «Апельсиновий», збагачений β -каротином та вітамінними компонентами, може бути рекомендований для споживання людьми різних вікових груп як продукт функціонального спрямування, зокрема для збагачення раціону провітаміном А та попередження проявів авітамінозу.

Готовий продукт після перемішування подають на фасування в автомат типу «Тетра-Брік Асептик». Розливання здійснюють в асептичних умовах, що забезпечує мікробіологічну стабільність і подовжує безпечність зберігання напою. Після фасування продукт охолоджують до температури 6 ± 2 °С і направляють у холодильну камеру. Термін зберігання напою до реалізації становить не більше 36 год за дотримання встановленого температурного режиму.

Технологічний процес виробництва плодово-ягідного желе. Для виготовлення плодово-ягідного желе як основну сировину використовують свіжу неосвітлену сирну сироватку. Вона повинна мати кислотність не вище 85 °Т та масову частку жиру близько 0,05 %. Відповідно до рецептури, для виробництва однієї партії желе необхідно 1672,8 кг свіжої сирної сироватки.

Технологічний процес виробництва плодово-ягідного желе передбачає такі основні етапи: приймання та збирання сирної сироватки, її підігрівання до температури 45 °С, додавання плодово-ягідного сиропу, внесення попередньо підготовленого розчину желатину на основі сирної сироватки, ретельне перемішування суміші, пастеризування, охолодження до 45 °С, фасування у дрібну одноразову тару, подальше доохолодження та зберігання в холодильній камері при температурі 6–8 °С.

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Після отримання сирну сироватку подають у підігрівач, де її нагрівають до температури 45 °С. Далі до підігрітої сироватки додають плодово-ягідний сироп у кількості 307,2 кг на 2000 кг сироватки. Окремо готують розчин желатину на сирній сироватці та вводять його у суміш у кількості 42 кг. Після внесення всіх рецептурних компонентів масу ретельно перемішують до отримання однорідної консистенції та рівномірного розподілення желуючих і смакових речовин.

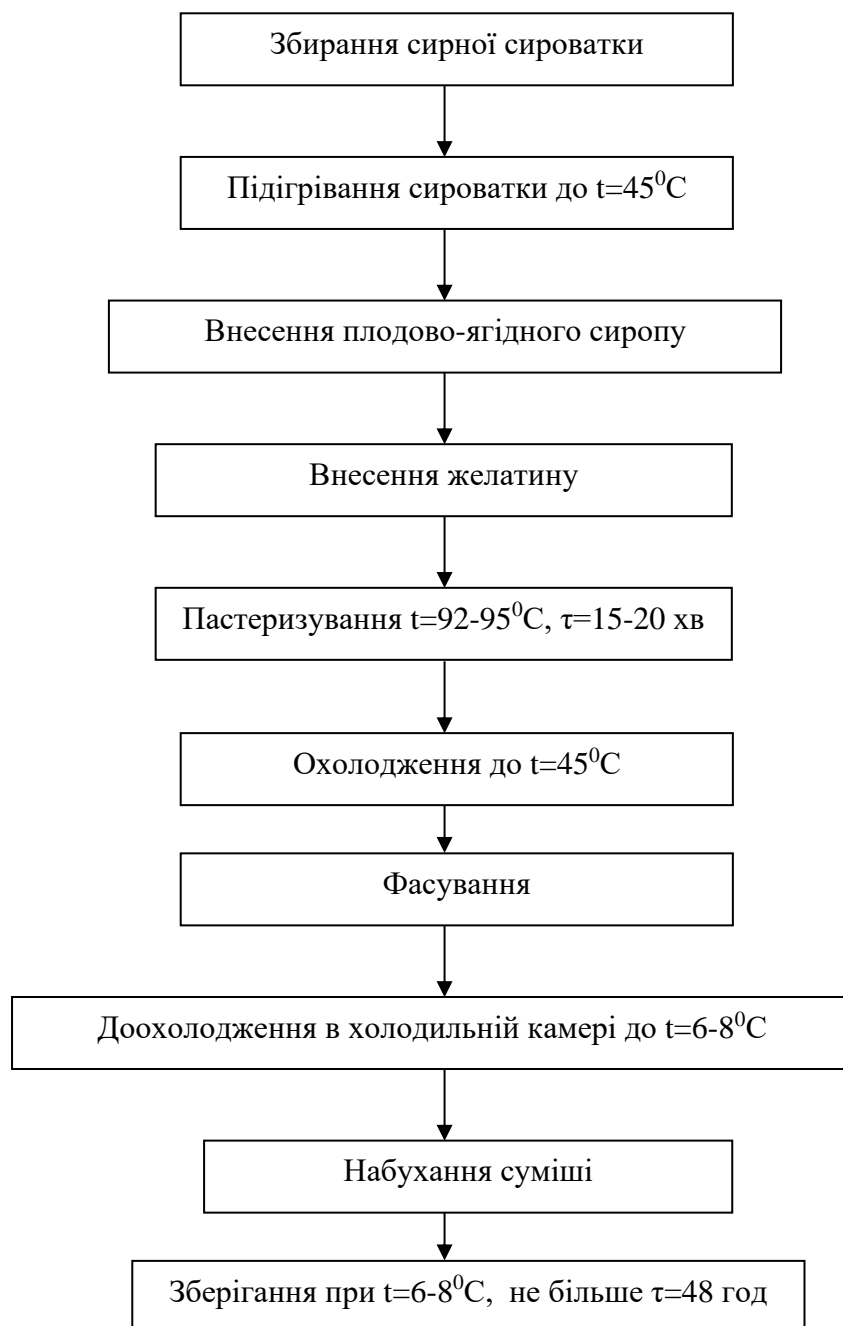


Рисунок 2.4 – Технологічна схема виробництва плодово-ягідного желе

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Підготовлену суміш пастеризують при температурі 92–95 °С протягом 15–20 хв. Такий режим теплового оброблення забезпечує мікробіологічну безпечність продукту та сприяє стабільності желейної структури. Після пастеризування суміш охолоджують до 45 °С і без затримки направляють на фасування у дрібну одноразову упаковку.

Після фасування продукт поміщають у холодильну камеру, де відбуваються процеси остаточного охолодження та формування желейної структури. Готове плодово-ягідне желе зберігають за температури 6–8 °С до моменту реалізації.

Готове плодово-ягідне желе повинно мати приємний чистий солодкий смак і виразний аромат використаного плодово-ягідного наповнювача. Його консистенція має бути драгелеподібною, пружною, еластичною та рівномірною за всією масою продукту. Завдяки використанню сирної сироватки, плодово-ягідної сировини та желатину такий продукт характеризується добрими поживними й дієтичними властивостями (рис. 2.5).

Плодово-ягідний сироп готують із попередньо очищених і промитих ягід. Брусницю, лохину або журавлину спочатку звільняють від сторонніх домішок, листочків та інших механічних включень, після чого ретельно промивають питною водою. Підготовлену ягідну сировину направляють у соковитискач для отримання натурального соку.

Отриманий ягідний сік підігрівають до температури близько 40 °С, після чого вносять цукор-пісок із розрахунку 1,5 кг цукру на 1 кг соку. Суміш інтенсивно перемішують до повного розчинення цукру та утворення однорідного сиропу. Після цього сироп пастеризують при температурі $t=92\pm 3$ °С, охолоджують до 8–10 °С, фасують у бідони та передають на зберігання в холодильну камеру. При температурі 4–6 °С такий сироп може зберігатися протягом 3–5 міс.

Організація заквашувального виробництва. Смак, запах, консистенція та загальні органолептичні властивості кисломолочних продуктів значною мірою залежать від якісного й кількісного складу мікрофлори, що бере участь у процесі сквашування. При виробництві продуктів із пастеризованого молока основним

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

джерелом корисної мікрофлори є бактеріальні закваски та спеціальні бактеріальні препарати.

У промислових умовах закваски переважно виготовляють із коров'ячого молока шляхом його сквашування чистими культурами молочнокислих бактерій. Для цього можуть використовувати сухі або розморожені бактеріальні концентрати, а також окремі штами молочнокислих мікроорганізмів.

На проєктованому підприємстві для виробництва кисломолочного сиру передбачається застосування сухого бактеріального концентрату сублимаційного сушіння, отриманого зі спеціалізованих лабораторій. Такий концентрат може використовуватися як альтернатива традиційній виробничій заквасці шляхом безпосереднього внесення у підготовлене молоко для сквашування. Це дає змогу виключити етапи приготування лабораторної та виробничої заквасок, скоротити тривалість підготовчих операцій і забезпечити високу чистоту молочнокислих культур.

За умови правильного зберігання сухий бактеріальний концентрат містить дуже велику кількість життєздатних клітин в одиниці маси. Безпосередньо перед використанням його розчиняють у стерилізованому молоці, як правило, у флаконі або іншій стерильній ємності. Кількість бактеріального концентрату, що вноситься у молоко, визначають з урахуванням конкретних умов виробництва, активності препарату та обсягу молочної сировини.

Після внесення розчиненого бактеріального концентрату молоко ретельно перемішують для рівномірного розподілення мікрофлори, а потім залишають у спокої до утворення згустку. Температурний режим та тривалість сквашування залежать від виду кисломолочного продукту та властивостей використаних культур. Для виробництва кисломолочного сиру оптимальною є температура 28–30 °С, а тривалість сквашування зазвичай становить 4–6 год.

За потреби з бактеріального концентрату можна також приготувати виробничу закваску. У цьому випадку розчинений бактеріальний препарат вносять у молоко з розрахунку 1 г сухого або замороженого концентрату на 300 л молока. Під час приготування виробничої закваски до молока додатково можуть вносити 0,5–1,0 % лабораторної закваски.

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Після внесення сухої або рідкої закваски, лабораторної закваски чи бактеріального концентрату молоко залишають для сквашування. Залежно від активності мікрофлори та технологічного режиму цей процес може тривати до 24 год.

Закваску на підприємстві зазвичай готують щоденно в кількості, достатній для сквашування молока, що переробляється протягом однієї доби. Тривале використання закваски з однаковим складом культур може сприяти поступовому накопиченню бактеріофагів, що негативно впливає на активність мікрофлори та стабільність технологічного процесу.

Під час усіх операцій, пов'язаних із приготуванням і використанням закваски, необхідно суворо дотримуватися санітарно-гігієнічних вимог. Порухення чистоти може призвести до зниження активності закваски, появи сторонньої мікрофлори, а також дефектів смаку й запаху. У разі ослаблення активності закваски або виявлення небажаних органолептичних ознак її необхідно замінити новою, приготовленою зі свіжих рідких або сухих культур. До використання закваску зберігають у сухому прохолодному приміщенні за температури близько 6 °С.

2.2 Технологічні розрахунки

Метою продуктового розрахунку є встановлення кількості готової продукції, яку можна отримати із заданого обсягу сировини, з урахуванням рецептурного складу та технологічних втрат на окремих етапах виробництва (таблиця 2.1).

Результати такого розрахунку використовують для визначення виробничої потужності технологічного обладнання, розрахунку необхідної площі холодильних камер і складських приміщень, а також для встановлення потреби підприємства у воді, парі, холоді та електроенергії [20, 21].

Продуктовий розрахунок виконують на основі рівнянь матеріального балансу. При цьому враховують норми втрат сировини та напівфабрикатів під час технологічних операцій, а також вимоги затверджених рецептур.

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо кількість вершків із масовою часткою жиру 50 %, які утворюються під час сепарування молока:

$$K_{\text{вер}} = K_{\text{цм}}(J_{\text{цм}} - J_{\text{зн.м}}) / (J_{\text{вер}} - J_{\text{зн.м}}), \quad (2.1)$$

де $K_{\text{цм}}$ – кількість цільного молока, т;

$J_{\text{цм}}$ – жирність цільного молока, %;

$J_{\text{зн.м}}$ – масова частка жиру в знежиреному молоці, %;

$J_{\text{вер}}$ – жирність вершків, %.

Після підставлення числових значень, для нежирного кисломолочного сиру збагаченого йодказеїном, отримуємо:

$$K_{\text{вер}} = 5500 (3,4 - 0,05) / 50 - 0,05 = 368,9 \text{ кг.}$$

Таблиця 2.1 – Асортимент, що розробляється

Асортимент	Масова частка, %		Кислотність, %	Направлення на перероблення	
	жиру	вологи		%	кг
Сир кисломолочний нежирний	-	80,0	240	58	5500
Напій «Апельсиновий»	0,05		140	21	2000
Плодово-ягідне желе	0,05		100	21	2000
Сироватка пастеризована	0,05		75		1000

Кількість знежиреного молока, що утворюється у процесі сепарування, визначаємо як різницю між масою незбираного молока та масою отриманих вершків [20]:

$$K_{\text{зн.м}} = K_{\text{цм}} - K_{\text{вер}}, \quad (2.2)$$

де $K_{\text{зн.м нежир.}} = 5500 - 368,9 = 5131,1 \text{ кг.}$

Отже, після сепарування одержують 5131,1 кг знежиреного молока.

Далі розраховуємо масу закваски, необхідної для виробництва нежирного кисломолочного сиру:

$$Z_{\text{ак}} = K_{\text{зн.м}} \cdot 5\%/100, \quad (2.3)$$

де 5% – норма внесення закваски від маси знежиреного молока.

$$Z_{\text{ак нежир.}} = 5131,1 \cdot 5/100 = 256,6 \text{ кг};$$

Таким чином, для сквашування 5131,1 кг знежиреного молока потрібно внести 256,6 кг закваски.

Наступним етапом визначаємо кількість сичужного ферменту активністю 100 тис. од.:

$$K_{\text{ф}} = K_{\text{зн.м}} \cdot 1\%/1000, \quad (2.4)$$

де 1% – норма внесення ферменту на 1000 кг знежиреного молока;

$$K_{\text{ф}} = 5131,1 \cdot 1/1000 = 5,13 \text{ кг}.$$

Отже, для даної кількості знежиреного молока необхідно 5,13 кг сичужного ферменту.

Кількість хлористого кальцію CaCl_2 , що додається до молока під час сквашування, визначаємо за формулою:

$$K_{\text{CaCl}_2} = K_{\text{об.м}} \cdot 0,4/1000, \quad (2.5)$$

де 0,4 – норма внесення CaCl_2 на 1000 кг молока.

$$K_{\text{CaCl}_2 \text{ нежир.}} = 5131,1 \cdot 0,4/1000 = 2,05 \text{ кг}.$$

Отже, для забезпечення формування щільного згустку необхідно внести 2,05 кг хлористого кальцію.

Після цього визначаємо кількість йодказеїну, необхідного для збагачення 1000 кг знежиреного молока:

$$K_{\text{ік}} = K_{\text{зн.м}} \cdot 0,0065/1000, \quad (2.6)$$

де 0,0065 – норма внесення йодказеїну, необхідна для збагачення 1000 кг знежиреного молока.

$$K_{\text{ік нежир.}} = 5131,1 \cdot 0,0065/1000 = 0,033 \text{ кг}.$$

Отже, для збагачення заданої кількості знежиреного молока потрібно 0,033 кг йодказеїну.

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наступним етапом визначаємо кількість нормалізованої суміші, що використовується для виробництва кисломолочного сиру:

$$K_{\text{нс}} = K_{\text{зн.м}} + Z_{\text{ак}}, \quad (2.7)$$

$$K_{\text{нс нежир.}} = 5131,1 + 256,6 = 5387,7 \text{ кг.}$$

Кількість готового кисломолочного сиру визначаємо за формулою:

$$K_{\text{сир}} = K_{\text{нс}} \cdot 1000 / 7401, \quad (2.8)$$

де 7401 – витрата знежиреного молока, необхідна для отримання 1000 кг кисломолочного сиру.

$$K_{\text{сир нежир.}} = 5387,7 \cdot 1000 / 7401 = 727,9 \text{ кг.}$$

Далі визначаємо масу допустимих втрат під час виробництва кисломолочного сиру та вершків із масовою часткою жиру 50 % [20]:

$$V_{\text{сир}} = K_{\text{тв}} \cdot 0,7 / 100 \quad (2.9)$$

де 0,7 – нормативна величина втрат для кисломолочного сиру;

$$V_{\text{сир нежир.}} = 727,9 \cdot 0,7 / 100 = 5,1 \text{ кг.}$$

Кількість сирної сироватки, яка виділяється під час виробництва кисломолочного сиру, розраховуємо за формулою:

$$K_{\text{сиров.}} = K_{\text{зн.м}} \cdot 75 / 100, \quad (2.11)$$

де 75% – орієнтовний вихід сироватки від маси знежиреного молока;

$$K_{\text{сиров. нежир.}} = 5131,1 \cdot 75 / 100 = 3848,3 \text{ кг.}$$

На виробництво напою «Апельсинового» потрібно 1828,15 кг сироватки нежирної 0,05% жирності, на виробництво плодово-ягідного желе – 1672,81 кг.

Дані продукти виробляють згідно рецептури.

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 – Рецепттура на напій «Апельсиновий»

Компоненти	Норма витрат сировини на 1 тонну	Кількість компонентів (кг) на 2000 кг продукту з врахуванням втрат
Сироватка сирна нежирна	939,075	1878,15
Цукор-пісок	101,55	203,10
β-каротин	0,003	0,006
Ароматизатор «Апельсин»	0,51	1,02
Всього	1041,138	2082,33
Вихід	1000	2000

Джерело: розроблено автором

Таблиця 2.3 – Рецепттура на плодово-ягідне желе

Компоненти	Норма витрат сировини на 1 тонну	Кількість компонентів (кг) на 2000 кг продукту з врахуванням втрат
Сироватка сирна нежирна	970,15	1940,3
Плодово-ягідний сироп	153,6	307,2
Желатин	21,0	42,0
Всього	1144,75	2289,5
Вихід	1000	2000

Джерело: розроблено автором

Далі проведемо розрахунки жирового балансу згідно формули обчислення кількості молочного жиру, тобто для обчислення кількості чистого жиру в молоці потрібно помножити кількість молока, виражене в кілограмах ($M_{кг}$), на утримання в ньому жиру ($Ж_M$) і розділити на 100 [20, 21].

$$K_{жир} = (M_{кг} \times Ж_M) / 100. \quad (2.12)$$

Таким чином, $278,48 + 229,78 = 508,26$ кг

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

509,89-508,26=1,63 кг – це складають втрати жиру при виробництві сиру кисломолочного, що в межах норми.

Таблиця 2.4 – Таблиця продуктового розрахунку отримання сироватки

Статті	Вироблено продукції, кг
Вироблено продукції в зміну, кг	1282,8 (сир кисломолочний) 3848,3 (сирна сироватка)
Витрачено на виробництві, кг	
Цільне молоко	5500,0
Знежирене молоко	5131,1
Вершки 50%	368,9
Закваска	256,6
Йодказеїн	0,033
CaCl ₂	2,05
Сичужний фермент	5,13
Закваска	256,6

Джерело: розроблено автором

Таблиця 2.5 – Зведена таблиця продуктового розрахунку

Статті	Вироблено продукції, кг			
	Напій «Апельсиновий»	Плодово- ягідне желе	Сироватка пастеризована	Всього
Вироблено продукції в зміну, кг	2000	1000	1000	4000
Сироватка сирна	1878,15	970,15	1050	3848,3
Цукор-пісок	203,1	-		203,1
Желатин	-	21,0		21,0
Ароматизатор «Апельсин»	1,02	-		1,02
Барвник β-каротин	0,006	-		0,006
Плодово-ягідний сироп	-	153,6		153,6

Джерело: розроблено автором

2.3 Машинно-апаратурна схема виробництва

Кисломолочний сир, збагачений йодказеїном, доцільно виготовляти роздільним способом. За такого підходу технологічна лінія, окрім стандартного обладнання для виробництва кисломолочного сиру, повинна містити додаткові апарати для оброблення вершків і знежиреного молока. Зокрема, передбачається використання резервуара для вершків В2-ОМВ-2,5, сепаратора-вершковідокремлювача Ж5-ОС2-НС, пастеризаційно-охолоджувальної установки А1-ОКЛ-2 для теплового оброблення вершків та пастеризаційно-охолоджувальної установки А1-ОК2Л-5 для пастеризування знежиреного молока [21].

При роздільному способі виробництва молочну сировину спочатку подають із ємності у вирівнювальний резервуар за допомогою насоса. Далі цим самим насосом її направляють у секцію рекуперації пастеризаційної установки, де молоко підігрівають до температури 40–45 °С. Після досягнення необхідного температурного режиму молоко надходить у сепаратор-вершковідокремлювач, де відбувається його розділення на дві фракції: знежирене молоко та вершки з масовою часткою жиру не менше 50–55 %.

Одержані вершки спочатку перекачують у проміжну ємність, після чого насосом подають у пластинчасту пастеризаційно-охолоджувальну установку. У ній вершки пастеризують за температури 85–90 °С протягом 15–20 с, а потім охолоджують до 2–4 °С. Після охолодження вершки направляють у двостінний резервуар для короткочасного зберігання, де вони перебувають до моменту подальшого змішування з сирною масою.

Знежирене молоко, яке виходить із сепаратора, надходить у пластинчасту пастеризаційно-охолоджувальну установку. Спочатку його пастеризують за температури 78 °С з витримуванням 15–20 с, після чого охолоджують до 30–34 °С. Далі підготовлене молоко подають у резервуар-накопичувач для сквашування, де воно постійно переміщується спеціальною мішалкою.

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

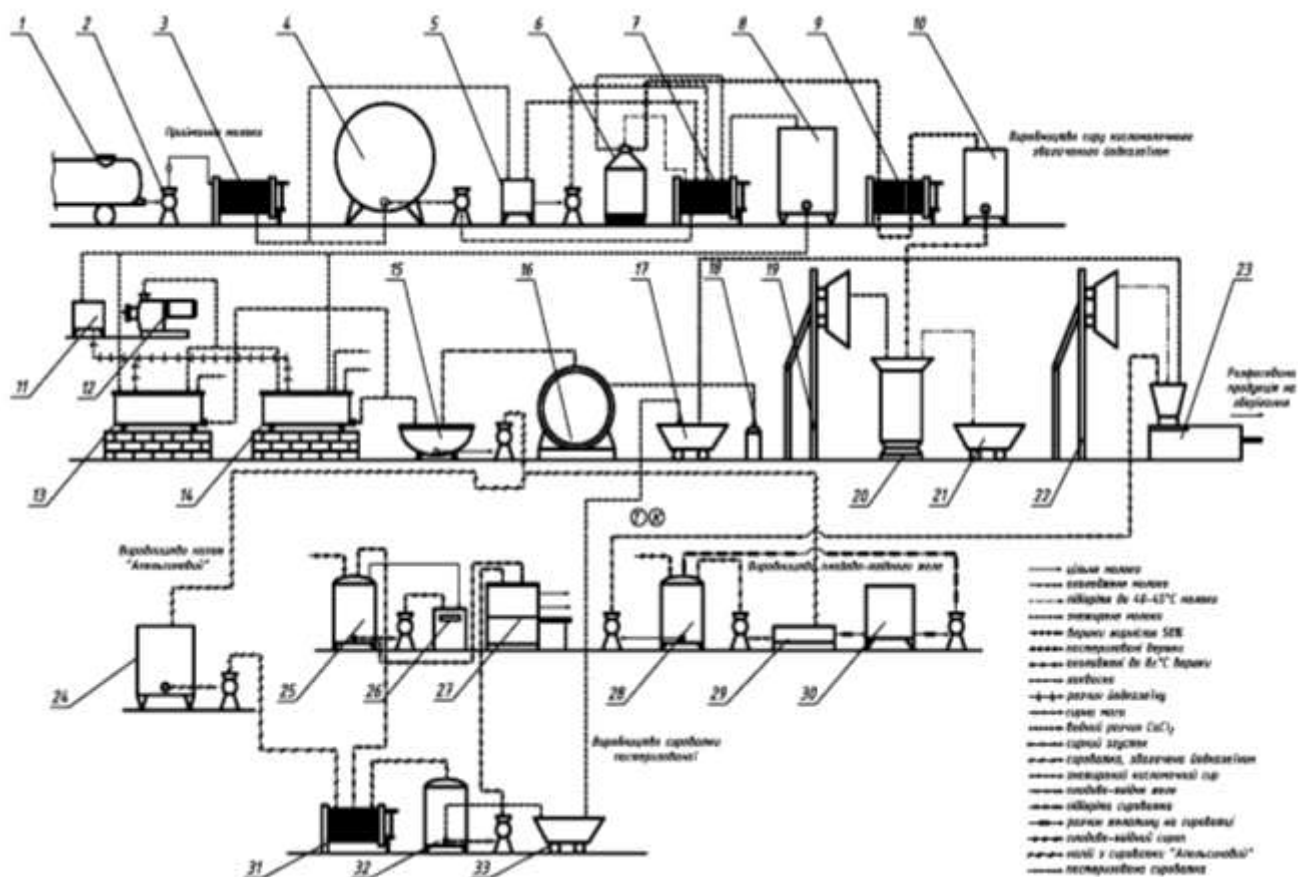


Рисунок 2.5 – Машинно-апаратна схема виробництва молочних напоїв функціонального призначення: 1 – автомобільна цистерна; 2 – відцентровий насос; 3 – пластинчастий теплообмінник; 4 – резервуар для проміжного зберігання молока; 5 – резервуар для знежиреного молока; 6 – сепаратор-вершковідокремлювач; 7 – пастеризаційно-охолоджувальна установка для вершків; 8 – резервуар для проміжного зберігання вершків; 9 – пастеризаційно-охолоджувальна установка для знежиреного молока; 10 – проміжний резервуар; 11 – ємкість для приготування розчину йодказеїну; 12 – ламінарний бокс для внесення заквашувальних культур; 13, 14 – сирні ванни; 15 – ємкість для сироватки; 16 – змішувач-подрібнювач; 17, 21, 33 – прес-візок; 18 – ваги; 19, 22 – підйомник; 20 – ємкість для приготування сиру необхідної жирності; 23 – фасувальний автомат; 24 – ємкість для сироватки; 25, 32 – резервуар; 26 – гомогенізатор, 27 – машина для приготування розчину желатина на сирній сироватці; 28 – ємкість для приготування суміші плодово-ягідного желе; 29 – пастеризатор; 30 – проміжний резервуар; 31 – пастеризаційно-охолоджувальна установка для напоїв з сироватки

Джерело: розроблено автором

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			34

Закваску, попередньо приготовлену у заквашувальному апараті, подають у резервуар для сквашування за допомогою насоса. Одночасно до молока вносять хлористий кальцій і ферментні препарати у кількості, передбаченій рецептурою. Після внесення всіх компонентів суміш ретельно перемішують для рівномірного розподілу закваски, солей кальцію та ферментів.

Сквашування проводять до досягнення сирною масою необхідної кислотності. За звичайного режиму кислотність становить 90–116 °Т, а при прискореному способі сквашування – 85–90 °Т. Слід враховувати, що під час сепарування сирної маси зі зниженою кислотністю може виникати засмічення форсунок сепаратора, тому контроль кислотності є важливою умовою стабільної роботи обладнання та якості готового продукту.

Сформований згусток ретельно перемішують, після чого за допомогою насоса подають у пластинчастий теплообмінник. У теплообміннику згусток нагрівають до температури 60–62 °С, що сприяє більш інтенсивному відокремленню сироватки від білкової частини. Після теплового оброблення масу охолоджують до 25–32 °С і направляють на розділення. У результаті процесу одержують дві фракції: білкову частину, яка є основою кисломолочного сиру, та сирну сироватку.

Із теплообмінника згусток проходить через сітчастий фільтр, який затримує можливі механічні домішки та забезпечує більш рівномірну подачу маси. Далі під тиском його транспортують у сепаратор, де відбувається остаточне розділення на сироватку та кисломолочний сир.

Для організації виробництва продуктів на основі сирної сироватки доцільно передбачити встановлення трьох резервуарів Г6-ОПА-1000, а також резервуара В2-ОМВ-6,3, призначеного для збирання сироватки. Резервуари Г6-ОПА-1000 обладнані мішалкою та теплообмінною сорочкою, що дає змогу використовувати їх не лише для перемішування, а й для теплового оброблення та охолодження продукту. Завдяки цьому такі ємності можуть виконувати функції як пастеризаційного, так і охолоджувального обладнання.

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

2.4 Вибір технологічного обладнання

Вихідними даними для проектування технологічної лінії з виробництва молочних напоїв функціонального призначення є прийнята продуктивність цеху. Вона становить 9 т молока-сировини за зміну, або 190 т за місяць. Запланований асортимент продукції включає: нежирний кисломолочний сир, збагачений йодказеїном, у кількості 0,70 т/зміну; напій «Апельсиновий» - 2,00 т/зміну; плодово-ягідне желе – 1,00 т/зміну, сироватки пастеризованої – 1,00 т/зміну.

Під час визначення необхідної кількості основного та допоміжного обладнання спочатку розраховують годинну продуктивність основної технологічної лінії за формулою [20]:

$$Q_r = \frac{Q_m}{n_d \cdot n_z \cdot t_z}, \quad (2.13)$$

де Q_m – місячна продуктивність технологічної лінії, кг/міс.;

n_d – кількість робочих днів у місяці;

n_z – кількість змін;

t_z – тривалість робочої зміни, год.

За умови, що підприємство працює 21 робочий день на місяць в одну 8-годинну зміну, годинна продуктивність становитиме:

$$Q_r = 950000 / (21 \cdot 1 \cdot 8) = 5655 \text{ кг/год.}$$

Отже, розрахункова продуктивність основної лінії дорівнює 5655 кг/год.

До складу основного технологічного обладнання лінії з виробництва молочних продуктів функціонального призначення входять: пластинчастий охолоджувач, резервуари для зберігання молока, сепаратор-вершковідокремлювач, пастеризаційно-охолоджувальна установка, сирна ванна, прес-візок, охолоджувач для кисломолочного сиру, подрібнювач-змішувач, фасувально-пакувальний автомат, гомогенізатор і розливний автомат [21].

Кількість обладнання безперервної дії, K , шт., визначають за формулою:

$$K = \frac{M_{np}}{P}, \quad (2.14)$$

де M_{np} – маса продукту, кг;

P – продуктивність технологічного обладнання, кг/год.

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Кількість обладнання періодичної дії K , шт., визначаємо за формулою:

$$K = \frac{M_{np}}{V}, \quad (2.15)$$

де V – об'єм резервуару, м³.

Кількість резервуарів марки В2-ОМГ-10 визначаємо за формулою (2.14):

$$K_p = \frac{9500}{10000} = 0,95 \approx 1 \text{ шт.}$$

Отже, для зберігання молока доцільно прийняти 1 резервуар В2-ОМГ-10.

Кількість пластинчастих пастеризаційно-охолоджувальних установок марки А1-ОК2Л-5 становить::

$$K_{паст} = \frac{9500}{5000} = 2 \text{ шт.}$$

Отже, для забезпечення необхідної продуктивності приймаємо 2 пастеризаційно-охолоджувальні установки.

Кількість гомогенізаторів марки А1-ОГМ-5 розраховуємо так:

$$K_z = \frac{9500}{5000,0} = 2 \text{ шт.}$$

Отже, для технологічної лінії необхідно передбачити 2 гомогенізатори.

Кількість пластинчастих охолоджувачів марки 001-У10 визначаємо за формулою: $K_{н.о} = \frac{9500}{10000 \cdot 1,5} = 1,0 \text{ шт.}$

Таблиця 2.6 – Зведена таблиця встановленого обладнання

№п/п	Назва	Кількість	Марка
1	2	3	4
1	Відцентровий насос	10	Г2-ОПБ
2	Індуктивний лічильник рідини	1	
3	Пластинчастий охолоджувач	1	001-У10
4	Резервуар для зберігання молока	2	В2-ОМГ-10
5	Сепаратор-вершковідокремлювач	2	Ж5-ОС2-НС
6	Пастеризаційно-охолоджувальна установка	2	А1-ОК2Л-5
7	Резервуар	2	В2-ОМВ-6,3
8	Пастеризаційно-охолоджувальна установка	1	А1-ОКЛ-2

1	2	3	4
9	Резервуар	1	В2-ОМБ-2,5
10	Сирна ванна	8	ВК-2,5
11	Прес-візок	1	
12	Охолоджувач для сиру кисломолочного	3	УПТ
13	Підйомник	2	
14	Подрібнювач-змішувач	1	ИС-80
15	Фасувально-пакувальний автомат	2	М6-ОР2-Д2
16	Ванна пастеризаційна	3	Г6-ОПА-1000
17	Гомогенізатор	3	А1-ОГМ-5
18	Розливальний автомат	2	ТБА/8-100V
19	Трубчастий підігрівач	1	ПТ-2,5

Джерело: розроблено автором

Кількість сепараторів-вершковідокремлювачів марки Ж5-ОС2-НС $K_{сен}$, шт.:

$$K_{сен} = \frac{9500}{10000,0} \approx 2 \text{ шт.}$$

Готова продукція підприємства повинна відповідати очікуванням споживачів не лише за показниками якості, безпеки та харчової цінності, а й за характеристиками пакування. Важливими вимогами до тари є зручність використання, герметичність, привабливий зовнішній вигляд і здатність зберігати властивості продукту протягом установленого терміну реалізації. З урахуванням цього продукти, виготовлені на основі сирної сироватки, доцільно фасувати в одноразове пакування типу «Тетра-Брік».

Розливання продукції пропонується здійснювати на фасувальному автоматі фірми «Тетра-Пак». Використання такого обладнання дає змогу проводити пакування в асептичних умовах, зменшити ризик вторинного мікробіологічного забруднення, зберегти смак, аромат, колір і консистенцію продукту, а також підвищити його стабільність під час транспортування та зберігання.

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Для підтримання необхідних температурних режимів під час технологічного процесу, доохолодження та зберігання готової продукції передбачається встановлення холодильної машини марки ХМФВ 20/1, яка має такі основні технічні характеристики:

Холодопродуктивність	25600 Вт
Потужність, що споживається	8,6 кВт
Конденсатор	КТР-12
Охолодження конденсатора	водяне
Витрата води	14,4 м ³ /год
Випарник	ИТР-18
Поверхня охолодження	18 м ²
Кількість випарників	1

Запропонований набір технологічного обладнання забезпечує узгоджену, стабільну та безперервну роботу виробничої лінії. Його використання дає змогу підтримувати задані технологічні параметри на всіх етапах виробництва та отримувати готову продукцію з високими показниками якості й безпечності.

Підібране обладнання є обґрунтованим з технологічної точки зору, зручним для щоденної експлуатації, технічного обслуговування, миття та дезінфекції. Воно дозволяє виконувати всі операції, передбачені технологічною схемою, із мінімальними втратами сировини, достатнім рівнем механізації процесів і дотриманням санітарно-гігієнічних вимог.

2.5 Висновки до розділу 2

У розділі розглянуто технологічні особливості виробництва молочних напоїв функціонального призначення, що виготовляються на основі сироватки після виробництва нежирного кисломолочного сиру, збагаченого йодказеїном.

1. Для раціонального використання вторинної молочної сировини передбачено перероблення сирної сироватки у продукти функціонального призначення – напій «Апельсиновий», збагачений β-каротином, та плодово-

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ягідне желе. Для запропонованого асортименту розроблено технологічну схему виробництва, яка забезпечує отримання продукції належної якості. Обрана схема сприяє безперервному перебігу технологічного процесу, підвищенню рівня механізації й автоматизації, а також покращенню екологічності та безпечності виробництва.

2. Проведено технологічні розрахунки для виробництва молочних напоїв функціонального призначення. Зокрема, визначено виробничі рецептури для кожного виду продукції, розраховано витрати основної та допоміжної сировини, а також виконано продуктивний розрахунок запропонованого асортименту.

3. На основі розробленої технологічної схеми сформовано машинно-апаратурну схему виробництва. У ній відображено послідовність виконання основних технологічних операцій, рух сировини та напівфабрикатів, а також наведено перелік обладнання, необхідного для реалізації виробничого процесу.

4. З урахуванням добової продуктивності цеху та вимог машинно-апаратурної схеми здійснено підбір основного технологічного обладнання для лінії виробництва молочних напоїв функціонального призначення. Для обраного обладнання наведено технічні характеристики та обґрунтовано доцільність його використання в умовах проєктованого підприємства.

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

3 БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок площ виробничих та складських приміщень цеху

Головний виробничий корпус підприємства передбачається виконати в одноповерховому варіанті. До його складу входять основний виробничий цех, відділення приймання молока, біохімічна та мікробіологічна лабораторії, складські приміщення для тари й допоміжних матеріалів, окрема зона для зберігання мийних і дезінфекційних засобів, а також приміщення для приготування їх робочих розчинів. Додатково у структурі корпусу передбачено кабінет технолога, кімнату відпочинку для працівників, холодильну камеру, експедиційне відділення, побутові та інші допоміжні приміщення.

Запропоноване планування та склад приміщень забезпечують раціональну організацію виробництва, послідовне проходження технологічних операцій і відповідність чинним нормам проектування. Усі приміщення функціонально пов'язані між собою, що створює умови для зручного переміщення сировини, напівфабрикатів, готової продукції та персоналу без перехрещення потоків і порушення санітарно-гігієнічних вимог [28].

Для встановлення необхідної площі виробничого цеху визначають сумарну площу, потрібну для розміщення основного та допоміжного технологічного обладнання [20]. Результати відповідного розрахунку подають у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Розрахунок площі

Назва	Кіл-ть	Марка	Площа одиниці обладнання, м ²	Загальна площа, м ²
1	2	3	4	5
Відцентровий насос	10	Г2-ОПБ	0,13	1,3
Пластинчастий охолоджувач	1	001-У10	1,3	1,3
Резервуар для зберігання молока	2	В2-ОМГ-10	9,53	19,06

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

1	2	3	4	5
Сирна ванна	8	ВК-2,5	4,21	33,67
Сепаратор-вершковідокремлювач	2	Ж5-ОС2-НС	1,02	2,04
Пастеризаційно-охолоджувальна установка	2	А1-ОК2Л-5	12,25	24,5
Резервуар	2	В2-ОМВ-6,3	5,3	10,6
Пастеризаційно-охолоджувальна установка	1	А1-ОКЛ-3	12,25	12,25
Резервуар	1	В2-ОМБ-2,5	2,8	2,8
Охолоджувач для сиру кисломолочного	3	УПТ	4,75	14,25
Подрібнювач-змішувач	1	ИС-80	1,04	1,04
Фасувально-пакувальний автомат	2	М6-ОР2-Д2	5,97	11,95
Ванна пастеризаційна	3	Г6-ОПА-1000	2,65	7,95
Гомогенізатор	3	А1-ОГМ-5	1,67	5,02
Розливальний автомат	2	ТБА/8-100V	10	20
Всього				167,73

Джерело: розроблено автором

Площу виробничого цеху визначають на основі сумарної площі, яку займає технологічне обладнання, з урахуванням коефіцієнта запасу. Цей коефіцієнт передбачає додатковий простір для проходів, зон обслуговування, ремонту, санітарного оброблення та безпечної експлуатації обладнання:

$$F=f \cdot n, \quad (3.1)$$

де $f = 167,73 \text{ м}^2$ – площа, зайнята обладнанням;

$n = 4,0$ – коефіцієнт запасу площі.

$$F=167,73 \cdot 4,0=670,9 \text{ м}^2.$$

Отже, розрахункова площа виробничого приміщення становить $670,9 \text{ м}^2$. З урахуванням конструктивної сітки колон, вимог раціонального компоновання

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

обладнання та забезпечення зручного руху виробничих потоків приймаємо площу основного цеху 702 м².

У складі цеху з виробництва молочних напоїв передбачено три основні складські зони: склад сировини, склад пакувальних і допоміжних матеріалів, а також склад готової продукції. Для обґрунтування їх площі враховують виробничу програму підприємства (таблиця 3.2), потребу в основній сировині (таблиця 3.4) та обсяг пакувальних матеріалів, які необхідно зберігати на підприємстві (таблиця 3.5).

Площу складу пакувальних і допоміжних матеріалів приймаємо 72 м². Для компресорного відділення передбачаємо площу 6 м².

Таблиця 3.2 – Виробнича програма

№ п/п	Асортимент продукції	Випуск продукції в зміну, т.	Кількість змін в році	Випуск продукції за рік, т.
1	Сир кисломолочний, збагачений йодказеїном, нежирний	0,70	250,00	175,00
2	Напій «Апельсиновий»	2,00	250,00	500,00
3	Флодово-ягідне желе	2,00	250,00	500,00
4	Сироватка пастеризована	2,00	250,00	500,00
	Всього			1175,00

Джерело: розроблено автором

Площу холодильної камери, призначеної для зберігання готової продукції, визначають з урахуванням обсягу її добового виробництва та умов зберігання, наведених у таблиці 3.3.

Для зберігання кисломолочного сиру, збагаченого йодказеїном:

$$F_1 = 1,2 \cdot \frac{A \cdot p \cdot t}{24 \cdot q}, \quad (3.2)$$

де A – кількість продукції, що зберігається;

t – тривалість зберігання продукту в камері.

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_1 = 1,2 \cdot \frac{2 \cdot 540 \cdot 36}{24 \cdot 400} = 11,43 \text{ м}^2$$

- для зберігання продуктів з сироватки:

$$F_2 = 1,2 \cdot \frac{6000 \cdot 48 \cdot 1}{24 \cdot 250} = 57,60 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{заг}} = F_1 + F_2 = 11,43 + 57,6 = 69 \text{ м}^2 \approx 70 \text{ м}^2$$

Отже приймаємо розмір холодильної камери $F=70 \text{ м}^2$; $7 \times 10 \text{ м}$.

Таблиця 3.3 – Умови зберігання молочної продукції

Асортимент продукції	Добове надходження продукції, т	Температура зберігання, °С	Тривалість зберігання, год
Сир кисломолочний, збагачений йодказеїном, нежирний	0,70	4±2	36
Напій «Апельсиновий»	2,0	6±2	48
Фруктово-ягідне желе	2,0	6±2	48
Сироватка пастеризована	2,0	6±2	48

Джерело: розроблено автором

Таблиця 3.4 – Витрата сировини та основних матеріалів в розрахунку на 1 т

№ п/п	Назва продукції	Сировина та основні матеріали	Норми витрати сировини на 1 тону продукції, т	Норми витрати сировини на обсяг випуску продукції на 1 міс., т
1	Сир кисломолочний, збагачений йодказеїном, нежирний	молоко цільне	0,79	9,875
		закваска	0,21	2,625
		сичужний фермент	0,0017	0,021
		хлорид кальцію	0,000028	0,0004
		йодказеїн	0,000028	0,0004

1	2	3	4	5
2	Напій «Апельсиновий»	сироватка нежирна	0,91	37,31
		цукор-пісок	0,10	4,1
		«β»-каротин	0,000003	0,00012
		ароматизатор «Апельсин»	0,0005	0,021
3	Флодово-ягідне желе	сироватка нежирна	0,84	34,44
		плодово-ягідний сироп	0,15	6,15
		желатин	0,02	0,82
4	Всього	молоко цільне	2,29	39,715
		закваска	0,7	12,545
		сичужний фермент	0,0114	0,218
		хлорид кальцію	0,004	0,08
		йодказеїн	0,000091	0,0017
		сироватка нежирна	2,79	105,37
		цукор-пісок	0,10	4,1
		«β»-каротин	0,000003	0,00012
		ароматизатор «Апельсин»	0,0005	0,021
		плодово-ягідний сироп	0,15	6,15
		желатин	0,02	0,82

Джерело: розроблено автором

Прийнятий коефіцієнт запасу площі підтверджує, що у виробничому приміщенні передбачено необхідний простір для раціонального розміщення обладнання, його безпечної експлуатації, технічного обслуговування та санітарного оброблення. Під час компонування цеху дотримано принципу потоковості, який передбачає послідовне переміщення сировини, напівфабрикатів і готової продукції без зустрічних та перехресних потоків.

Виготовлення запроєктованого асортименту продукції планується здійснювати у виробничому цеху площею 702 м². Така площа забезпечує достатні умови для нормального проходження технологічних процесів, розміщення основного й допоміжного обладнання, а також організації робочих місць і зон обслуговування.

Машина та апарати в цеху розміщено компактно, але з урахуванням зручності експлуатації, монтажу, ремонту, миття і дезінфекції. Запропоноване компонування технологічного обладнання відповідає вимогам охорони праці, виробничої санітарії та правилам безпечної роботи з обладнанням.

Під час компонування технологічного обладнання передбачено максимально короткий і раціональний шлях руху сировини — від її приймання та первинного оброблення до завершальних операцій виробництва готової продукції. Таке розміщення обладнання дає змогу зменшити довжину трубопроводних комунікацій, скоротити втрати продукту під час транспортування, спростити процес миття та санітарного оброблення ліній, а також підвищити загальну ефективність роботи виробничого цеху.

Площу цеху доцільно виразити у будівельних квадратах за формулою:

$$B_K = \frac{F_{ц}}{F_{кв}}, \quad (3.3)$$

де $F_{кв}$ – площа одного будівельного квадрата, яка становить 36 м².

$$B_K = \frac{702}{36} = 19,5 \approx 20 \text{ квадратів.}$$

Оскільки у виробничому цеху передбачено використання електрокара для транспортування сировини, напівфабрикатів і готової продукції, під час планування необхідно забезпечити достатню ширину проходів та проїздів. Це дає змогу організувати безпечне переміщення транспорту й персоналу, а також підтримувати безперервність технологічного процесу. З цією метою компонувальну площу цеху приймаємо більшою на один будівельний квадрат.

Відповідно до формули (3.3), для холодильної камери орієнтовно передбачаємо 2 будівельні квадрати. Загальну кількість будівельних квадратів,

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

необхідних для розміщення технологічного обладнання, організації проходів, проїздів і зони зберігання готової продукції, визначаємо за формулою:

$$B_K = 20 + 2 + 1 = 23 \text{ квадратів} \quad (3.4)$$

Отже, для ефективного розміщення основного технологічного обладнання, забезпечення необхідних проходів і організації зони зберігання готової продукції потрібно передбачити 23 будівельні квадрати.

Відповідно, загальна компоувальна площа виробничого цеху становить 828 м².

З урахуванням розрахункових даних площі окремих приміщень приймаємо конструктивно такими:

- мийне відділення $F = 30 \text{ м}^2$;
- лабораторія $F = 18 \text{ м}^2$;
- вагова $F = 16 \text{ м}^2$;
- апаратний цех $F = 360 \text{ м}^2$;
- приймальне відділення та склад зберігання сировини $F = 72 \text{ м}^2$;
- склад матеріалів $F = 36 \text{ м}^2$;
- склад готової продукції $F = 50 \text{ м}^2$;
- побутові приміщення $F = 23,2 \text{ м}^2$.

3.2 Розроблення плану апаратного відділення цеху та розташування обладнання

Виробничий цех передбачено у вигляді одноповерхової будівлі прямокутної конфігурації. Основні розміри будівлі становлять: ширина – 27 м, довжина – 54 м, висота до нижнього рівня несучих конструкцій – 4,8 м. Конструктивне рішення передбачає використання сітки колон 6×9 м.

Габарити будівлі та планувальна структура цеху визначені з урахуванням послідовності технологічних операцій і особливостей розміщення виробничої лінії. Довжину приміщення прийнято відповідно до протяжності найбільшої технологічної лінії, ширину прольоту – з урахуванням габаритів обладнання,

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

проходів і зон обслуговування, а висоту цеху – відповідно до розмірів технологічних апаратів та вимог їх безпечної експлуатації.

За будівельно-технічними характеристиками виробнича будівля відповідає таким показникам: ступінь вогнестійкості – II, ступінь довговічності – II, клас капітальності – II. За рівнем пожежної небезпеки окремі приміщення можуть належати до категорій А, В або Д залежно від виду технологічних операцій, властивостей сировини, допоміжних матеріалів і умов їх зберігання.

До складу побутових приміщень підприємства IV групи включено гардеробні, душові, санітарні вузли, комори та кімнати для обслуговуючого персоналу. Таке планування забезпечує працівникам належні санітарно-побутові умови та сприяє раціональній організації виробничого процесу.

Гардеробні для спеціального виробничого одягу запроєктовано окремо від гардеробних, призначених для зберігання вуличного та домашнього одягу працівників. Відстань між рядами шаф у гардеробних приміщеннях прийнято 1,5 м, що забезпечує зручність користування шафами та вільне пересування персоналу. Кількість місць у гардеробних визначено відповідно до загальної чисельності працівників підприємства і прийнято на рівні 40 місць.

Душові приміщення розміщують суміжно з вбиральнями. Перед душовими передбачають переддушові зони, які забезпечують зручність користування санітарно-побутовими приміщеннями та сприяють дотриманню гігієнічних вимог. Душові обладнують закритими кабінами розміром 0,9×0,9 м. Кабіни відокремлюють перегородками висотою 1,6 м, які не доходять до підлоги на 0,2 м. Необхідну кількість душових кабін визначають із розрахунку одна кабіна на 5 працівників; для проєктованого цеху приймаємо 3 душові кабіни.

Кімнату для відпочинку персоналу передбачено площею 8,0 м². Такий розмір приміщення прийнято з розрахунку 0,2 м² на одного працівника та вважається достатнім для організації короткочасного відпочинку під час робочої зміни.

Проєктована ділянка з виробництва молочних напоїв функціонального призначення включає основні виробничі відділення, що належать до робочої площі цеху. До їх складу входять лабораторія, апаратне відділення та фасувальне відділення.

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

До складської групи приміщень належать склад допоміжних матеріалів, склад тари та склад готової продукції. Їх розміщення прийнято з урахуванням зручності подавання сировини й матеріалів у виробництво, а також раціональної організації відвантаження готової продукції.

Окрім основних виробничих і складських зон, у плані цеху передбачено допоміжні приміщення. До них належать санітарно-побутові приміщення, кімната майстрів і ремонтна майстерня. Їх наявність забезпечує належну організацію роботи персоналу, оперативне управління виробництвом і технічне обслуговування обладнання.

Систему вентиляції проєктують з урахуванням призначення кожного приміщення, санітарних вимог і характеру технологічних процесів. У відділенні підготовки сировини передбачається загальнообмінна механічна витяжна вентиляція з видаленням повітря з нижньої зони приміщення. У холодний і перехідний періоди року приплив повітря здійснюється механічним способом із подачею у верхню зону, а в теплий період допускається природне надходження повітря.

У фасувальному відділенні передбачають механічну загальнообмінну витяжну вентиляцію з верхньої зони, а також місцеві відсмоктувачі в місцях можливого утворення надлишкової вологи, тепла чи аерозольних частинок. У холодний і перехідний періоди приплив повітря забезпечується механічною загальнообмінною системою з подачею у робочу зону. У теплу пору року допускається організація природного припливу повітря.

3.3 Висновки до розділу 3

1. У розділі проведено розрахунок площ основних виробничих, допоміжних і складських приміщень цеху з виробництва молочних продуктів функціонального призначення. Розрахунки виконано з урахуванням витрат основної сировини та допоміжних матеріалів на 1 т готової продукції (таблиця 3.4). Визначено, що для раціонального розміщення технологічного обладнання, організації проходів, проїздів і зберігання готової продукції необхідно передбачити 23 будівельні квадрати, що відповідає загальній площі 828 м².

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

З урахуванням установлених умов зберігання молочної продукції розраховано площу холодильної камери, яка становить 70 м² (таблиця 3.3).

2. Розроблено план апаратного відділення з розміщенням основного технологічного обладнання. Машини та апарати розташовано компактно, але з урахуванням зручності експлуатації, монтажу, санітарного оброблення, технічного обслуговування та ремонту. Запропоноване компонування відповідає вимогам охорони праці, виробничої санітарії та правилам безпечної експлуатації обладнання.

3. Під час компонування технологічної лінії забезпечено найкоротший і найбільш раціональний шлях переміщення сировини, напівфабрикатів і готової продукції від початкових до завершальних операцій. Це дає змогу скоротити довжину трубопроводів, зменшити втрати сировини, полегшити санітарне оброблення комунікацій і підвищити ефективність виробничого процесу.

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

4 ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ЯКІСНОГО ТА БЕЗПЕЧНОГО ХАРЧОВОГО ПРОДУКТУ

4.1 Технохімічний та мікробіологічний контроль

Основною метою технохімічного контролю є забезпечення стабільного випуску якісної та безпечної продукції, що відповідає вимогам чинних стандартів, технічних умов і нормативної документації. Працівники хімічної лабораторії, відповідно до інструкції з технохімічного контролю, здійснюють систематичний нагляд за всіма основними етапами виробництва.

Контроль передбачає перевірку технологічних процесів підготовки й оброблення сировини, напівфабрикатів і готової продукції, дотримання встановлених параметрів на різних стадіях виробництва, а також відповідність маси та об'єму фасованої продукції встановленим нормам. Окрему увагу приділяють контролю якості миття й дезінфекції технологічного обладнання, оскільки санітарний стан виробничих ліній безпосередньо впливає на безпечність і термін зберігання готових молочних продуктів [25].

Відповідно до ДСТУ ISO 22000 та НАССР визначають такі показники:

Сировина: кислотність, вміст жиру, білка, сухих речовин, мікробіологічні показники (кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів, відсутність кишкової палички, патогенних мікроорганізмів).

Пастеризаційний режим: контроль температури та часу витримання, перевірка щільності пастеризаційного обладнання.

Функціональні добавки: вміст йоду у розчині йодказеїну, стабільність емульсії бета-каротину, активність заквасочних культур.

Готовий продукт: органолептичні властивості (колір, запах, смак, консистенція), хімічні показники (масова частка жиру, білка, сухих речовин, кислотність), мікробіологічні показники (загальна кількість життєздатних мікроорганізмів, вміст пробіотичних бактерій), масова частка йоду.

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Таблиця 4.1 – Схема технічного контролю виробництва

Об'єкт контролю	Показник, що контролюється	ДСТУ	Періодичність контролю	Точка контролю	Категорія методу
1	2	3	4	5	6
Молоко сире	Сенсорні властивості	3662:2018	Щоденно в кожній партії молока, що надходить	Середня проба з кожної ємності транспортної одиниці	Візуальний
	Густина	7057:2009			Інструментальний
	Кислотність	8550:2015			Хімічний
	Температура	6066:2008			Інструментальний
	м.ч. жиру	7057:2009			Хімічний
	м.ч. білку	7057:2009			
	Група чистоти	6083:2009			
	Вміст пестицидів	3662:2018	Один раз в декаду		Хімічний
	Вміст інгібуючих речовин	7057:2009			
	Вміст соматичних клітин	7672:2014			
Молоко при зберіганні	Температура	6066:2008	Кожні три години	З кожного резервуару	Інструментальний
	Кислотність	3662:2018			Хімічний
Знежирене молоко	температура	6066:2008	Щодня у кожній партії	З кожного резервуару	Інструментальний
	кислотність	8550:2015			Хімічний
	м.ч. жиру	ISO 7208:2002			Хімічний
	густина	6082:2009			Хімічний
Вершки	кислотність	8131:2015	Щодня у кожній партії	З кожного резервуару	Хімічний
	температура	6066:2008			Інструментальний
	м.ч. жира	ISO 2450:2007			Хімічний

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6
Вершки та знежирене молоко у процесі пастеризування	температура термограма	6066:2008	Щоденно	Установка на щиті	Візуальний
Вершки пастеризовані під час зберігання	кислотність	7519:2014	Щоденно	3 кожного резервуару	Хімічний
	Температура	6066:2008	Кожні три години		Інструментальний
Пастеризоване знежирене молоко для сиру кисломолочного	сенсорні властивості	3662:2018	Щоденно	3 кожного резервуару	Візуальний
	кислотність	3662:2018			Хімічний
	температура	6066:2008			Інструментальний
	густина	7057:2009			Інструментальний
	ефективність пастеризації	7057:2009			Хімічний
Знежирене молоко у процесі сквашування	температура	6066:2008	Щодня у кожній партії	3 кожної ванни	Інструментальний
	кислотність	8550:2015			Хімічний
Згусток в момент готовності	температура	6066:2008	Щодня у кожній партії	Після охолодження	Інструментальний
	кислотність	8550:2015			Хімічний
Сир перед фасуванням	температура	6066:2008	Щодня у кожній партії	Після охолодження	Інструментальний
	кислотність	4554:2006			Хімічний
	м.ч. жиру	4554:2006			Інструментальний
	м.ч. вологи	4554:2006			Інструментальний

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6
Сироватка перед промисловим переробленням	густина	6082:2009	Щодня у кожній партії	3 резервуару	Інструментальний
	температура	6066:2008			Інструментальний
	кислотність	8550:2015			Хімічний
	м.ч. жиру	ISO 7208:2002			
	м.ч. с.р.	7515:2014			
в'язкість	7515:2014	Інструментальний			
Сироватка при зберіганні	температура	6066:2008	Кожні три години	3 кожного резервуару	Інструментальний
	кислотність	8550:2015			Хімічний
Сироватка у процесі пастеризування	температура	7515:2014	Щоденно	Установка на щиті резервуару	Інструментальний
	термограма	7515:2014			Візуальний
Сироватка після внесення наповнювачів	Температура	26754-85	Щоденно	3 резервуару	Інструментальний
	м.ч. цукру	2212:2003			Хімічний
	м.ч. жиру	7515:2014			
	м.ч. с.р.	8552:2015			
Суміш після охолодження	температура	8549:2015	Щоденно	3 резервуару	Інструментальний
	термограма				Візуальний
Продукт в процесі розливання	сенсорні властивості	8549:2015	Щодня у кожній партії	3 пакетів в процесі розливання	Візуальний
	температура	8549:2015			Інструментальний
	кислотність	8549:2015			Хімічний
Продукт в пакуванні	Сенсорні властивості	8549:2015	Щодня вибірковий контроль	Із пакетів в експедиції	Візуальний
	Температура				Інструментальний
	В'язкість				
	м.ч. сухих речовин				
	м.ч. жиру				
	Кислотність				

Мікробіологічний контроль спрямований на оцінювання санітарно-мікробіологічного стану сировини, напівфабрикатів і готової продукції, а також на забезпечення випуску якісних і безпечних молочних виробів із належними смаковими та поживними властивостями. Його проведення здійснюють працівники бактеріологічної лабораторії відповідно до затвердженої на підприємстві інструкції з мікробіологічного контролю.

Основними завданнями такого контролю є виявлення бактерій групи кишкової палички, визначення загального мікробного обсіменіння, наявності дріжджів і пліснявих грибів, а також установлення коли-індексу та коли-титру у досліджуваних пробах. Усі лабораторні дослідження виконують згідно з вимогами чинних стандартів, санітарних правил і нормативно-технічної документації.

4.2 Контроль якості та безпечності продукту відповідно до вимог НАССР

Система НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Point) ґрунтується на визначенні небезпечних факторів, встановленні критичних контрольних точок, їхнього моніторингу та впровадженні коригувальних дій. Згідно з керівництвом NCIMS, критичний контрольний пункт (ССР) — це етап, на якому контроль може бути застосовано і який є необхідним для запобігання або усунення загрози безпеці молочних продуктів або зниження її до прийняттого рівня. Критичний ліміт визначають як максимальне або мінімальне значення, до якого необхідно контролювати біологічний, хімічний чи фізичний параметр у ССР. НАССР є систематичним підходом до ідентифікації, оцінки та контролю значимих небезпек у молоці та молочних продуктах. Для кожної визначеної точки встановлюють процедури моніторингу, коригувальні дії, методи верифікації та ведення записів.

Розроблення НАССР-плану для виробництва напоїв передбачає здійснення попереднього аналізу ризиків, виділення критичних контрольних точок та встановлення критичних меж. Нижче наведено узагальнені кроки:

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Таблиця 4.2 – План НАССР для виробництва молочних напоїв функціонального призначення

Етап процесу	Ризики	Критичні межі	Моніторинг	Коригувальні дії
1	2	3	4	5
Приймання молока, сироватки та інших інгредієнтів	Б: патогенні бактерії, дріжджі, плісняви. Х: залишки антибіотиків, мийних засобів. Ф: сторонні включення.	Відсутність антибіотиків; загальна кількість мезофільних мікроорганізмів $<5 \times 10^3$ КОЕ/мл; температура при прийманні 4 ± 2 °C	Перевірка сертифікатів, лабораторний аналіз сировини, вимірювання температури	Відхилену партію ізолюють, повертають постачальнику або утилізують; повідомляють постачальника
Фільтрування та нормалізування	Ф: попадання сторонніх частинок	–	Візуальний контроль, очищення фільтрів	Замінити або очистити фільтри; відбракувати забруднену сировину
Пастеризування ККТ1	Б: вегетативні патогени; Х: термостійкі токсини	Температура ≥ 85 °C протягом ≥ 10 хв; тиск пари та відсутність протікання у теплообміннику	Безперервний контроль температури та часу за допомогою реєстратора; візуальний огляд теплообмінника	При недосягненні параметрів повернути партію на повторне пастеризування або утилізувати; перевірити обладнання

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6
Охолодження до внесення добавок	Б: ріст мікрофлори; Ф: забруднення	Температура охолодження 40–45 °С	Вимірювання температури перед внесенням добавок	У разі відхилення – коригувати температуру або повторно охолодити продукт	Охолодження до внесення добавок
Внесення йодказеїну та β-каротину	Х: передозування або недостатня кількість добавок; Ф: нерозчинені частинки	Дозування добавок	Дозування йодказеїну 6,5±0,1 г/1000 кг; β-каротину 0,006 кг/1000 кг; добавки повинні бути повністю розчинені	Зважування добавок, візуальна перевірка на відсутність нерозчинених частинок	При недовнесенні або перевищенні доз – коригувати дозування; при виявленні нерозчинених частинок – профільтрувати або відкоригувати технологію розчинення
Охолодження та фасування	Б: вторинне інфікування; Х: забруднення миючими засобами; Ф: порушення герметичності тари	Контроль фасувального відділу	Температура охолодження 6±2 °С; цілісність пакування (відсутність протікань); відсутність видимих дефектів тари	Вимірювання температури продукту та камери; візуальний огляд пакувальної лінії, контроль герметичності пакування	Негерметичну продукцію перепаковують або утилізують; при підвищенні температури – регулюють роботу холодильника

1	2	3	4	5	6
Зберігання та транспортування	Б: зростання мікрофлори; Ф: механічні пошкодження пакування	Контроль умов зберігання	Температура 4±2 °С; вологість 75–85 %; відсутність перепаду температур	Постійний контроль температури та вологості, регулярний огляд складських стелажів	При відхиленні температури – регулювати холодильні установки; пошкоджену упаковку вилучити; бракувати прострочений продукт

Джерело: розроблено автором

Розроблений НАССР-план допомагає попередити або знизити до прийняттого рівня біологічні, хімічні та фізичні небезпеки, забезпечуючи безпечність і високу якість готового функціонального напою.

4.3 Висновки до розділу 4

1. Розглянуто вимоги чинної нормативно-технічної документації до якості готової продукції та подано схему технохімічного контролю виробництва молочних напоїв функціонального призначення. Зокрема, контроль охоплює такий асортимент продукції: нежирний кисломолочний сир, збагачений йодказеїном; напій «Апельсиновий», плодово-ягідне желе та сироватка пастеризована.

2. Розглянуто схему мікробіологічного контролю під час виробництва молочних напоїв функціонального призначення. Її впровадження спрямоване на забезпечення стабільно високої якості продукції, поліпшення її смакових і поживних властивостей, а також гарантування безпечності готових виробів для споживача..

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

5 ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Екологізація виробництва

Виробництво функціональних молочних напоїв несе значне екологічне навантаження, оскільки споживає великі обсяги води та енергії, генерує концентровані стоки та твердий побічний продукт – сирну сироватку. Органічне навантаження сироватки дуже високе (хімічне споживання кисню 50–80 г/л, біологічне 40–60 г/л), тому її безконтрольне скидання у каналізацію розглядається як забруднення. Політика ЄС забороняє захоронення сироватки на полігонах, що стимулює перероблення її на цінні продукти, утворення інтегрованих біорефінерій і запровадження підходу «нульових відходів». У проєктованому цеху пропонується комплекс заходів для мінімізації впливу на довкілля та забезпечення відповідності цілям сталого розвитку (ЦСР).

Ресурсоефективність і водозбереження. Дослідження показують, що на перероблення 1 м³ молока може припадати 1–10 м³ води, тому зменшення споживання є критичним для регіонів з дефіцитом водних ресурсів. У цеху запроваджується система циркуляційного водопостачання: після використання у мийних системах вода очищується механічними решітками, відстоюванням та біофільтрами і повторно подається на менш критичні операції. Промивні стоки відокремлюють від виробничих для запобігання змішанню харчових залишків і хімічних реагентів, а двоступеневе біологічне очищення забезпечує зниження показників ХСК/БСК до нормативних рівнів. Для миття трубопроводів використовується автоматична система СІР (Clean-in-Place), яка за рекомендаціями Міжнародної фінансової корпорації дозволяє скоротити витрати води, миючих засобів та енергії. Частина очищеної води спрямовується на зрошення зелених насаджень підприємства.

Енергоефективність та скорочення викидів. Енергоносії в молочному виробництві використовуються для пастеризації, охолодження та перекачування. Щоб зменшити енерговитрати, у проєкті передбачено:

- рекуперацію тепла. При пастеризуванні та охолодженні застосовуються пластинчасті теплообмінники з регенерацією тепла, які дозволяють повернути понад 90 % енергії нагрітого продукту;

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

- оптимізування режимів. Використання частотних перетворювачів для насосів, мішалок та компресорів дозволяє адаптувати споживання енергії до фактичного навантаження. Оптимізування виробничого графіка та автоматизовані системи управління мінімізують втрати тепла, води та сировини.

- використання відновлюваних джерел. На даху цеху розміщуються сонячні колектори, що підігрівають технічну воду; розглядається встановлення біогазового реактора для перероблення органічних відходів та виробництва метану з подальшим використанням у котельні.

Розроблена продукція з використанням йодказеїну та β -каротину робить внесок у продовження терміну зберігання молочних напоїв, що допомагає зменшити харчові втрати. Згідно з дослідженнями, приблизно третина вироблених продуктів харчування у світі втрачається або псується на етапах виробництва та споживання; використання стабілізаторів та біологічно активних речовин у напоях сприяє зниженню цього показника.

Відходи, сироватка та концепція циркулярної економіки

За оцінками, лише близько 50 % світової сирної сироватки спрямовується на виробництво цінних продуктів, тоді як решта становить потенційно небезпечний відхід. Друга половина відходів часто потрапляє в навколишнє середовище, створюючи проблеми очищення. У проєктованому виробництві сирна сироватка служить основною сировиною для виготовлення функціональних напоїв та десертів. Такий підхід відповідає концепції «нульових відходів»: окрім напою «Апельсиновий», збагаченого β -каротином, та плодово-ягідного желе, планується виробництво протеїнових концентратів, біоетанолу та біопластиків, що демонструє ідею інтегрованої біорефінерії. Сироватковий осад та кефірні грибки, що залишаються після ферментування, передаються на корм тваринам або компостуються.

Тверді побічні матеріали (поліетиленові пакування, картон) сортуються на місці та відправляються на перероблення. Перехід на одноразову упаковку з біорозкладних матеріалів та багаторазову тари скорочує обсяг пластичних відходів. Упроваджується система обліку відходів і звітності, що відповідає концепції ЦСР 12 (відповідальне споживання та виробництво).

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Охорона повітряного середовища та контроль викидів

Під час ферментування та пастеризування утворюються водяна пара та леткі органічні сполуки. У цеху встановлено припливно-витяжну вентиляцію з багатоступеневою фільтрацією: грубі фільтри затримують аерозольні частинки, а адсорбційні патрони фільтрують запахи. На території підприємства проводиться озеленення та висаджуються дерева для поглинання CO₂. Викиди парникових газів моніторяться шляхом обліку спожитих енергоносіїв та викидів метану. Для зменшення викидів метану зброжені відходи подаються у біогазовий реактор, газ з якого використовується як паливо.

Програма екологізації орієнтована на кілька ключових цілей сталого розвитку:

1. ЦСР 6 «Чиста вода та належні санітарні умови». Очищення й повторне використання технологічної води, впровадження СІР та скорочення утворення забруднених стоків сприяють раціональному водокористуванню.

2. ЦСР 7 та 13 «Дешеві та чисті енергії, пом'якшення наслідків зміни клімату». Використання сонячної енергії, рекуперація тепла та біогазові установки скорочують споживання викопного палива та викиди парникових газів, у тому числі метану.

3. ЦСР 9 «Промисловість, інновації та інфраструктура». Запровадження інтегрованих біорефінерій і сучасних енергоощадних технологій робить виробництво інноваційним та конкурентоспроможним.

4. ЦСР 12 «Відповідальне споживання та виробництво». Перероблення сирної сироватки у функціональні продукти та мінімізація харчових втрат демонструє раціональне використання ресурсів і слідування принципам кругової економіки.

5.2 Організація охорони праці на виробництві

Молочне виробництво характеризується комплексом небезпечних та шкідливих виробничих чинників: мокрі підлоги, рухомі машини, робота з гарячим обладнанням, холод, шум, контакт з миючими хімікатами і біологічними агентами. Згідно з дослідженнями, у галузі високий рівень виробничого травматизму, зокрема падіння з висоти та теплові ураження; запровадження

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

комплексних заходів (аналіз безпеки робіт, ієрархія контролю ризиків) дозволяє зменшити кількість падінь на 87,71 % і випадків перегрівання на 73,21 %.

Ідентифікація та оцінка ризиків

У проєктованому цеху впроваджується система управління охороною праці, що ґрунтується на аналізі небезпек і критичних точок. Для кожної технологічної операції проводиться аналіз, який визначає можливі небезпеки: механічні пошкодження під час роботи з сепараторами та змішувачами, опіки від нагрітих поверхонь, удари під час переміщення обладнання, ковзання на мокрій підлозі, шум, вібрація, вплив високих і низьких температур, а також біоаерозолі. Отримані результати дозволяють визначити пріоритети впровадження технічних, організаційних і персональних заходів безпеки. Застосовується принцип ієрархії контролю: від усунення або заміни небезпечної операції до використання засобів індивідуального захисту.

Технічні та організаційні заходи

1. Запобігання ковзанню та падінням. Підлоги виконані з протиковзких матеріалів, передбачено системи відведення рідин. Персонал забезпечується спеціальним взуттям з антиковзкими підошвами. Шляхи руху чітко промарковані, забезпечується достатнє освітлення, особливо у зонах підвищеної вологості.

2. Безпечна робота з обладнанням. Усі машини оснащені захисними кожухами та аварійними вимикачами, проводиться регулярне технічне обслуговування. Для підняття та переміщення вантажів застосовуються механічні пристрої (талі, рокли) для уникнення перенавантаження працівників.

3. Контроль хімічних та біологічних факторів. При митті та дезінфекції використовуються сертифіковані мийні засоби; для їхнього приготування встановлено окреме приміщення. Вентиляційні системи знижують концентрацію аерозолів; працівники забезпечуються респіраторами, рукавицями та окулярами.

4. Термічні режими та мікроклімат. Для запобігання тепловому стресу робочі місця обладнані кондиціонерами та тепловими екранами; вводяться перерви, які чергують роботу в гарячих і холодних зонах. Працівникам надаються напої для гідратації. Зменшення теплових навантажень також досягається

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

завдяки використанню теплоізолюваного обладнання та автоматизованих СІР-систем, що скорочують тривалість ручної роботи з гарячими рідинами.

5. Пожежна та електробезпека. У цеху діє автоматична пожежна сигналізація та система оповіщення; встановлено пожежні гідранти та вогнегасники. Усі електроприлади заземлені, проводиться регулярний контроль ізоляції.

6. Профілактичні медичні огляди та навчання. Персонал проходить медогляди, вакцинацію та інструктажі з охорони праці, зокрема щодо роботи з біологічними культурами. На видному місці розміщені схеми евакуації, алгоритми надання першої допомоги. У рамках програми сталого розвитку підприємство співпрацює з місцевими навчальними закладами для організації курсової підготовки та підвищення кваліфікації.

5.3 Висновки до розділу 5

1. Проєктований цех з виробництва нежирного кисломолочного сиру, збагаченого йодказеїном, та функціональних напоїв із сирної сироватки демонструє модель екологічно орієнтованого та соціально відповідального підприємства. В основі концепції – перетворення побічного продукту (сирної сироватки) на джерело доданої вартості, що відповідає принципам циркулярної економіки і ЦСР 12. Реалізація заходів з водозбереження, енергоефективності, відновлюваної енергетики, очищення стоків та утилізації відходів дозволяє суттєво зменшити екологічний слід виробництва. Використання інтегрованих біорефінерій та сучасних технологій сприяє досягненню ЦСР 6, 7, 9, 12 та 13, а також виконує зобов'язання міжнародних угод, зокрема Декларації про молочний сектор.

2. Система управління охороною праці базується на аналізі ризиків, інженерних та організаційних заходах, що охоплюють усі аспекти виробничого процесу.

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Обґрунтовано необхідність розроблення нових молочних напоїв функціонального призначення для населення Волині, яке проживає в зоні природного йододефіциту. Використання йодказеїну як біодоступного джерела йоду та β -каротину як провітаміну А дозволяє створити продукти, що одночасно задовольняють харчові та профілактичні потреби.

2. Проект реалізує безвідходний принцип перероблення молока: сирну сироватку, яка є побічним продуктом виробництва кисломолочного сиру, використовують для виготовлення напою «Апельсиновий», плодово-ягідного желе та пастеризованої сироватки.

3. Розроблені рецептури забезпечують збалансований склад: сир збагачують йодказеїном, напої й десерти – β -каротином та фруктовими наповнювачами. Таким чином, продукти мають підвищену біологічну цінність і можуть сприяти профілактиці авітамінозу.

4. Запропоновано технологічні схеми для всіх видів продукції: низькожирного кисломолочного сиру з йодказеїном, напою «Апельсиновий», плодово-ягідного желе та пастеризованої сироватки. Розрахунок продуктивності показав можливість переробляти 165 т молока на місяць при добовій продуктивності 5,5 т.

5. Проведено матеріальні розрахунки, визначено потребу в основному та допоміжному обладнанні, розраховано виробничі рецептури й обсяг сировини.

6. Підібрано обладнання безперервної дії (резервуари, пастеризаційно-охолоджувальні установки, сепаратори, гомогенізатори) та періодичної дії (сирні ванни, прес-візки, апарати для фасування). Рациональне компонування машин забезпечує мінімальні втрати сировини, компактність і можливість модернізації.

7. Розроблено план цеху зі складськими, виробничими, лабораторними та побутовими приміщеннями, який відповідає санітарно-гігієнічним та пожежним нормам.

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

8. В роботі описано технохімічний та мікробіологічний контроль для всіх видів продукції. Розроблено НАССР-план, визначено критичні контрольні точки та методи моніторингу.

9. Запропоновано комплекс заходів для скорочення споживання води, енергії та сировини, використання циркуляційних систем, регенеративних теплообмінників і СІР-миття, що зменшує обсяг стоків та енергоспоживання. Використання сирної сироватки як основи напоїв скорочує утворення відходів та сприяє циркулярній економіці, підтримуючи досягнення Цілей сталого розвитку (ЦСР 6, 7, 9, 12 та 13).

10. Оцінено та мінімізовано ризики на виробництві: фізичні (коливання, шум, небезпека падіння), хімічні (контакт із мийними засобами), біологічні (аерозолі, мікрофлора) та ергономічні. Забезпечено правильне використання засобів індивідуального захисту, вентиляцію, навчання персоналу й суворе дотримання санітарних норм.

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Головка, М. П., Власенко, І. Г., Головка, Т. М., & Семко, Т. В. (2021). Технологія молока та молочних продуктів з елементами НАССР: навчальний посібник. *Харків: Світ Книг, 290 с.*
2. Пивоваров, О.А., Ковальова, О.С., Кошулько, В.С., Тертишний, О.О. (2026). Інноваційні технології та обладнання переробки молока: навч. посіб.; *Дніпровський держ. аграр.-екон. ун-т. Дніпро : ДДАЕУ, 461 с.*
3. Соломон, А., Берник, І., & Бондар, М. (2021). Значення функціональних кисломолочних напоїв в дієтичному та профілактичному харчуванні. *Продовольчі ресурси, 9(16), 180-191.*
4. Корман, І. І., Лементовська, В. А., & Семенда, О. В. (2022). Маркетингове дослідження ринку молока та молочних продуктів України. *Економіка та держава, (4), 62-68.*
5. Gutsul, T., & Sulima, N. (2023). Analysis of the state and prospects of milk production and dairy products in Ukraine in the post-war period. *Animal Science and Food Technology, 14(3), 35-46.*
6. Паска, І., Сатир, Л., & Кепко, В. (2024). Оцінка цінової ситуації на ринку молока в умовах запровадження військового стану в країні. *Інститут бухгалтерського обліку, контроль та аналіз в умовах глобалізації, (3-4), 38-46.*
7. Стахурська С. В. (2023). Дослідження ринку молочної продукції України. *Журнал стратегічних економічних досліджень. № 2(13), 102-109.*
8. Hladiy, M. R., & Prosovych, O. (2022). Current state and prospect development of the dairy industry in Ukraine. *SEMI, 6(2), 20-31.*
9. Івашина, Л., Бишовець, Л., & Оліферчук, О. (2024). Ринок молочної продукції в Україні: асортимент та якість. *Інновації та технології в сфері послуг і харчування, (4 (14)), 16-24.*
10. Popko, O. (2020). Identification of problems and forecasting trends in the development of the Ukrainian dairy market. *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries, 1(11).*

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

11. ДСТУ 3662:2018 Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови. Чинний від 2019-01-01. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2018. 8 с
12. ДСТУ 4834:2007 Молоко та молочні продукти. Правила приймання, відбирання та готування проб до контролювання. Чинний від 2008-10-01. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2008. 14 с.
13. ДСТУ 8131:2015 Вершки-сировина. Технічні умови. Чинний від 2017-01-01. Київ : Держспоживстандарт України, 2016. 14 с.
14. ДСТУ 8549:2015. Напої із сироватки. Загальні технічні умови. [Чинний від 2017-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2015.
15. Про затвердження Вимог до безпечності та якості молока і молочних продуктів. Наказ Міністерства аграрної політики і продовольства України від 12.03.2019 № 118 за № 593/33564. URL: <https://document.vobu.ua/doc/14868> (дата звернення: 09.04.2026).
16. Про молоко та молочні продукти : Закон України від 01.10.2023 р. № 1870-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1870-15#Text> (дата звернення: 09.04.2026).
17. Цісарик, О. Й., Мусій, Л. Я., & Сливка, І. М. (2025). Розробка технології кисломолочного напою на основі вторинної молочної сировини. Матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції „Стан і перспективи харчової науки та промисловості “присвяченої 30-річчю заснування кафедри харчової біотехнології і хімії ТНТУ імені Івана Пулюя, 51-53.
18. Грек О.В., Онопрійчук О.О. (2020). Наукові основи безвідходних технологій відновлюваної сировини : підручник. Київ : НУХТ, 106 с.
19. Букша, О. О. (2018). Технологічні аспекти виробництва сухого молока в умовах ТОВ «Рихальський завод сухого молока». *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*, (10), 314-315.
20. Волошенко, П., Британ, А., & Корецька, І. (2024, January). Перспективи використання аналогів молока питного в технологіях дієтичних продуктів. In The 1st International scientific and practical conference “Advanced technologies for the implementation of new ideas”(January 09-12, 2024) *Brussels, Belgium. International Science Group (Vol. 349, pp. 296-303)*.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

21. Гребенюк, М. М., & Корецька, І. Л. (2024). Використання аналогів молока питного в технологіях дієтичних страв. *Тренди Lean-виробництва та пакування харчової продукції: матеріали 13-ї Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції, 17 вересня 2024 р., м. Київ, НУХТ, 241 с.*

22. Morklyak, V., & Bondar, M. (2020). Comparative characteristics of milk quality of different breeds of cows. *Annali d'Italia, (8-1), 60-63.*

23. Белінська, К. О., & Фалендиш, Н. О. (2020). Investigation of the influence of drying temperature on organoleptic indicators and chemical composition of milk. *Scientific Works of NUFT 2020. Volume 26, Issue 5, 113-122.*

24. Шаблій Л.М. (2024). Технологія переробки молока: навчальний посібник. *К.: Кондор, 308 с.*

25. Fournaise, T., Burgain, J., Perroud, C., Scher, J., Gaiani, C., & Petit, J. (2020). Impact of formulation on reconstitution and flowability of spray-dried milk powders. *Powder technology, 372, 107-116.*

26. Берник, І. М., Новгородська, Н. В., Соломон, А. М., Овсієнко, С. М., & Бондар, М. М. (2022). Інноваційні технології харчових виробництв. *Вінниця: Видавець ФОП Кушнір ЮВ 2022. 300 с.*

27. Савченко О.А., Грек О.В., Тимчук А.В. (2024). Загальні технології харчової промисловості. Ч.2. Інновації молокопереробної галузі: Підручник. *К.: ЦП «Компринт», 343 с.*

28. Sislene de Matos Reis, et al. (2021). Development of milk drink with whey fermented and acceptability by children and adolescents. *Food Sci Technol. 58 (7). 2847–2852. <http://dx.doi.org/10.1007/s13197-021-05003-w>*

29. Молочний портал. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://molokoportal.ru/normalizaciya-moloka/>

30. Потенціал українського молока на світовому ринку. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.agro-business.com.ua/ekonomichnyigektar/4669-potentsial-ukrainskogo-moloka-na-svitovomu-rynku.html>

31. Ладанюк А.П. Автоматизація технологічних процесів і виробництв харчової промисловості: Підручник. *Київ: Аграрна освіта, 2021. 224 с.*

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

32. Mirzakulova, A., Sarsembaeva, T., Suleimenova, Z., Kowalski, Ł., Gajdzik, B., Wolniak, R., & Bembenek, M. (2025). Whey: Composition, Processing, Application, and Prospects in Functional and Nutritional Beverages—A Review. *Foods*, 14(18), 3245.

33. Rejdlová, A., Lorencová, E., Mišková, Z., & Salek, R. N. (2025). Techno-Functional Properties and Recent Advances in the Manufacturing of Whey Beverages: A Review. *Applied Sciences*, 15(4), 1846.

34. Будник Н.В. та ін. (2025). Сучасна класифікація сумішей молочних сухих та вдосконалення їх технології / *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки, №2, С. 310-320.*

35. Dec, B., Kiełczewska, K., Smoczyński, M., Baranowska, M., & Kowalik, J. (2023). Properties and fractal analysis of high-protein milk powders. *Applied Sciences*, 13(6), 3573.

36. ДСТУ ISO 22000:2019. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-якої організації в ланцюгу виробництва харчових продуктів (ISO 22000:2018, IDT). Київ : ДП "УкрНДНЦ", 2019.

37. ДСТУ ISO 45001:2019. Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування (ISO 45001:2018, IDT). Київ : ДП "УкрНДНЦ", 2019.

38. Стріха Л.О. Технохімічний контроль виробництва харчової промисловості : курс лекцій. Миколаїв: МНАУ, 2022. 70 с.

39. Соломон А.М., Тузова С.Д., Казмірук Н.М. Мікробіологія харчових виробництв: навчальний посібник для студентів напряму підготовки «Харчові технології». Вінниця: РВВ ВНАУ. 2020. 312 с.

40. Agusti, G., Turrin, J., Roger, T., Perez Rodriguez, M., Gramatikoff, M. H., & Cogné, C. (2026). Physical and morphological properties of whole milk powder produced by dynamic freeze-drying. *Drying Technology*, 1-12.

41. Безвідходні технології продуктів з рослинної сировини та молока: конспект лекцій для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання за спеціальністю 181 «Харчові технології» ОПП «Харчові технології продуктів з рослинної сировини та молока для підприємств

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

харчового бізнесу» / уклад.: Г.А. Селютіна, А.М. Одарченко. Харків: ФОРТ, 2024. 83 с.

42. Технології захисту навколишнього середовища. Ч. 4.:Технології поводження з відходами харчових виробництв / за редакцією В.Г. Петрука та ін. Херсон: Олді-плюс, 2019, 520 с.

43. Тараймович , І. В., Вовк , Б. І. Zero-waste технології у переробці рослинної та молочної сировини. Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки, 2(1), 2026. С.230-247. <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2026.1.2.24>

44. Головка М. П., Власенко І.Г., Головка Т. М., Семко Т. В. Гігієна та санітарія переробних підприємств: навчальний посібник. Харків: Світ Книг, 2022. 218 с.

45. Барінов М.О., Олексієвець І.Л., Родная Д.В., Журавель Т.В., Коломієць С.В., Козлова І.А., Пархоменко Г.П. Практичні аспекти управління відходами в Україні. Посібник. К.: «Поліграф плюс», 2021. 118 с.

46. Тараймович, І. В., Логвиненко, Д., & Кривохижа, Є. М. Енергоефективні технології в харчовій промисловості. Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки, 2(4), 2025. С.187-197. <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2025.4.2.21>

47. Безпека життєдіяльності та охорона праці : підручник / В. В. Сокурєнко, О.М. Бандурка, С. М. Бортник та ін. ; за заг. ред. В. В. Сокурєнка ; Харків. нац.ун-т внутр. справ. Харків : ХНУВС, 2021. 308 с.

48. Правила охорони праці для працівників підприємств по переробці молока. НПАОП 15.5-1.05-99 (Затв. наказом Комітету по нагляду за охороною праці України 22.07.1999 № 137).

49. Кваліфікаційна робота бакалавра [Текст] : методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Харчові технології» галузі знань 18 Виробництво та технології спеціальності 181 Харчові технології денної та заочної форм навчання / уклад. І. М. Дударєв, С. Г. Панасюк. Луцьк : ЛНТУ, 2026. 37 с.

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

ДОДАТКИ

					ХТ.ЛВМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

