

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект цеху з виробництва ферментованих напоїв
потужністю 30 т за зміну готової продукції

Виконав: студент IV курсу, групи МЛ-41
спеціальності 181 «Харчові технології»

(шифр і назва спеціальності)

Супруненко М.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Крупа О.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

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

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологічна частина	к.т.н., доц. Лялик А.Т. к.т.н., доц. Крупа О.М.		
Техніко-економічне обґрунтування	к.т.н., доц. Лялик А.Т.		
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці			

7. Дата видачі завдання 26.01.2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

_____ (підпис)

Супруненко М.І.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Крупа О.М.

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Темою представленої роботи є: «Проект цеху з виробництва ферментованих напоїв потужністю 30 т за зміну готової продукції».

У межах проекту розроблено цех із виробництва функціональних ферментованих молочних напоїв, асортимент якого включає йогурти та кефіри різного призначення. Зокрема, передбачено випуск таких видів продукції: йогурт із додаванням порошку топінамбура, кефір для геродієтичного харчування, йогурт із прянощами, а також кефір, збагачений білковими компонентами. Виробництво організовано резервуарним способом із застосуванням сучасного високотехнологічного обладнання, що дозволяє забезпечити стабільну якість продукції, її безпечність та відповідність чинним стандартам харчової промисловості.

У першому розділі представлено техніко-економічне обґрунтування проекту. Проведено аналіз доцільності створення підприємства, обґрунтовано вибір місця його розташування, досліджено потенційний ринок збуту готової продукції та визначено сировинну базу для безперебійного функціонування виробництва.

Другий розділ присвячений технологічній частині проекту. У ньому виконано основні технологічні розрахунки, необхідні для організації виробництва ферментованих напоїв. Надано характеристику основної сировини – незбираного молока з масовою часткою жиру 3,9 %; описано технологічні схеми виготовлення кожного виду продукції, здійснено підбір технологічного обладнання та розрахунок площ виробничих приміщень. Окрему увагу приділено організації санітарно-гігієнічної обробки обладнання із застосуванням системи СІР-мийки, а також заходам контролю якості на всіх етапах виробничого процесу.

У третьому розділі розглянуто питання охорони праці, безпеки життєдіяльності персоналу та створення безпечних умов праці на підприємстві.

Проаналізовано потенційні виробничі ризики та запропоновано заходи щодо їх мінімізації.

Отримані результати можуть бути використані під час проектування та модернізації підприємств молочної промисловості, що спеціалізуються на виробництві сучасних функціональних ферментованих напоїв. Запропоновані рішення спрямовані на підвищення ефективності виробництва, розширення асортименту продукції та задоволення потреб споживачів у корисних харчових продуктах.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ.....	6
1.1 Характеристика місця розташування підприємства.....	6
1.2 Характеристика сировинної зони.....	7
1.3 Обґрунтування асортименту молочної продукції.....	10
1.4 Характеристика каналів реалізації продукції.....	11
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	13
2.1 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту	13
2.1.1 Таблиця вихідних даних для розрахунку запроєктованого асортименту.....	13
2.1.2 Схема напрямків технологічної переробки сировини.....	14
2.1.3 Сировинно-продуктовий розрахунок.....	15
2.1.4 Зведена таблиця розрахунку продуктів.....	21
2.2 Вибір та обґрунтування технологічних процесів та режимів виробництва молочних продуктів.....	22
2.2.1 Вимоги до сировини, використовуваної для виробництва молочних продуктів.....	22
2.2.2 Опис загальних технологічних операцій виробництва продуктів запроєктованого асортименту.....	25
2.2.3 Опис технології продуктів запроєктованого асортименту.....	28
2.2.4 Нормативні показники продуктів запроєктованого асортименту.....	34
2.3 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва продуктів запроєктованого асортименту.....	37
2.4 Підбір технологічного обладнання	44
2.5 Організація санітарно-гігієнічного оброблення технологічного обладнання	49

	6
2.6 Розрахунок площ виробничих та допоміжних приміщень.....	51
3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	54
3.1 Розрахунок захисного заземлювального пристрою для апаратно-виробничої ділянки цеху.....	54
3.2 Заходи з техніки безпеки при експлуатації обладнання	55
ВИСНОВКИ.....	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ.....	60
ДОДАТКИ.....	63

ВСТУП

Кисломолочні напої – це продукти, які отримують шляхом ферментації молока за участю живих культур мікроорганізмів. Вони є цінною складовою раціону, оскільки містять повноцінні білки, кальцій, а також важливі вітаміни й мінеральні речовини, необхідні для підтримання здоров'я кісток і м'язів [1].

Для багатьох народів такі напої мають не лише харчову, а й культурну цінність. Наприклад, в Україні кефір уже давно вважається традиційним продуктом і широко використовується як у щоденному харчуванні, так і в народній медицині. Крім того, кисломолочні продукти активно застосовують у приготуванні різноманітних страв, десертів і напоїв, що підкреслює їхню багатофункціональність [1, 2].

Завдяки вмісту пробіотичних мікроорганізмів кисломолочні напої позитивно впливають на стан імунної системи. Вони сприяють розвитку корисної кишкової мікрофлори, що, своєю чергою, допомагає підвищити опірність організму до захворювань і покращити загальний стан здоров'я [1, 3].

Ще однією перевагою ферментованих молочних продуктів є їхня краща засвоюваність людьми з лактазною недостатністю. Це пояснюється тим, що під час процесу бродіння частина лактози розщеплюється, завдяки чому продукт легше перетравлюється [1].

Наукові дослідження свідчать, що регулярне споживання продуктів, багатих на пробіотики, зокрема кефіру та йогурту, може позитивно впливати на контроль маси тіла та бути корисним компонентом збалансованого харчування [1, 2].

Також вживання кисломолочних напоїв пов'язують із нормалізацією рівня холестерину в крові, що може сприяти зниженню ризику розвитку серцево-судинних захворювань [1, 2].

1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

1.1 Характеристика місця розташування підприємства

Розташування цеху з випуску ферментованих напоїв істотно позначається на собівартості продукції, логістичних витратах і перспективах її збуту, тому до цього питання підходять виважено. Під час обґрунтування беруть до уваги чисельність і потреби населення регіону, обсяги споживання молочної продукції, доступність сировини, можливості водопостачання та стан довкілля [4].

Раціональна норма споживання кисломолочної продукції прийнята на рівні 60 кг на одну особу за рік. Потрібну чисельність населення обчислюємо за наведеними нижче залежностями [4]:

$$A = 30 \text{ т/зм}$$

Відповідно до діючих норм, кількість змін на рік – 500.

Тому річна потужність становитиме:

$$П = 30 \times 500 = 15\,000 \text{ т} = 15\,000\,000 \text{ кг}$$

Враховуючи отримані результати, обчислимо орієнтовну кількість населення для місця розміщення проєктованого цеху.

$$Ч = \frac{15\,000\,000}{60} = 250\,000 \text{ осіб}$$

Таким чином, повний збут виробленої продукції можливий за умови орієнтації на ринок із населенням близько 250 тис. осіб.

З огляду на це найдоцільніше розмістити виробництво в місті Рівне на заході країни. За наявними статистичними даними тут проживає приблизно 246 тис. осіб, що практично відповідає розрахованому показнику й гарантує достатній споживчий попит для стабільної роботи підприємства.

1.2 Характеристика сировинної зони

Сировинна база охоплює Рівненську область і частково прилеглі Волинську та Львівську області, для яких характерні розвинене молочне скотарство й діяльність фермерських господарств із достатнім поголів'ям дійних корів [4].

Запроектований цех орієнтований на випуск ферментованих напоїв резервуарним методом і працює у дві зміни. Як основну сировину використовують незбиране молоко з масовою часткою жиру 3,9 %.

Асортимент продукції включає:

- йогурт з порошком топінамбура – 10 т (упаковка «Тетра-Пак» по 500 см³);
- кефір для геродієтичного харчування – 5 т (упаковка «Тетра-Пак» по 250 см³);
- йогурт з прянощами – 10 т (упаковка «Тетра-Пак» по 500 см³);
- кефір, збагачений білком – 5 т (упаковка «Тетра-Пак» по 250 см³).

Завдяки такому переліку продукції підприємство охоплює різні категорії покупців – від людей старшого віку до прихильників функціонального харчування.

Водою підприємство забезпечується або з власної свердловини, або від централізованої мережі. Технологічна схема передбачає наявність очисних споруд та обладнання для охолодження [4].

Застосування оборотного водопостачання дає змогу повертати воду у виробничий цикл після її очищення й охолодження. Такий підхід скорочує витрату свіжої води в 10–20 разів і відповідає природоохоронним вимогам.

Найбільшу ефективність оборотні системи виявляють у теплообмінних операціях, коли вода відводить тепло від апаратів і потім охолоджується в градирнях. За потреби виробничі відходи передаються на утилізацію спеціалізованим організаціям із дотриманням санітарних та екологічних норм.

Поводження з відходами організовано через залучення профільних підприємств, що гарантує відповідність екологічним і санітарним нормам.

Таблиця 1.1 — Матриця ситуаційного аналізу SWOT для даного підприємства

Сильні сторони	Можливості (зовнішні фактори)
<ul style="list-style-type: none"> • Виробництво унікального асортименту лікувально-профілактичного та геродієтичного призначення. • Використання сучасного резервуарного способу та зручного фасування («Тетра-Пак» 250 і 500 см³). • Широке охоплення цільових ніш (спортсмени, люди похилого віку, діабетики). 	<ul style="list-style-type: none"> • Зростання попиту на продукти здорового та функціонального харчування серед населення. • Підвищення споживчої здатності у сегменті «здоров'я». • Можливість укладання довгострокових угод на постачання якісного молока з м.ч.ж. 3,9%
Слабкі сторони	Загрози (зовнішні фактори)
<ul style="list-style-type: none"> • Висока собівартість сировини та додаткових інгредієнтів (топінамбур, прянощі, білкові концентрати). • Необхідність значних витрат на рекламну підтримку нових нішових продуктів. 	<ul style="list-style-type: none"> • Конкуренція з боку великих транснаціональних молочних корпорацій. • Нестабільність сировинної бази або цінові коливання на незбиране молоко.

1.3 Обґрунтування асортименту молочної продукції

Перелік продукції укладено, зважаючи на сучасні харчові тренди, споживчий попит і технологічні можливості виробництва.

До складу асортименту входять:

- йогурт з порошком топінамбура;
- кефір для геродієтичного харчування;

- йогурт з прянощами;
- кефір, збагачений білком.

Йогурти користуються широким попитом завдяки приємному смаку та оздоровчим властивостям. Унесення порошку топінамбура збагачує продукт інуліном – пребіотиком, що сприятливо діє на кишкову мікрофлору [1]. Загальні технічні вимоги до йогуртів встановлено ДСТУ 4343:2004 [5].

Кефір геродієтичного призначення розрахований передусім на людей старшого віку: він легко засвоюється й допомагає нормалізувати роботу травної системи; технічні умови на кефір регламентує ДСТУ 4417:2005 [2, 6].

Йогурт із прянощами – новаторська позиція, що розширює асортимент і приваблює покупців, зацікавлених у незвичних смакових рішеннях.

Кефір із підвищеним вмістом білка призначено для людей активного способу життя та тих, хто потребує більшої кількості білка в раціоні. Отже, запропонований асортимент дає змогу охопити кілька сегментів ринку та посилити конкурентні позиції підприємства.

1.4 Характеристика каналів реалізації продукції

Збут виробленої продукції планується організувати кількома основними каналами, що забезпечує якнайширше охоплення ринку.

Основними каналами реалізації є:

- торговельні мережі (супермаркети та гіпермаркети);
- роздрібні магазини;
- оптові бази;
- заклади громадського харчування;
- лікувально-профілактичні установи.

Партнерство з великими торговельними мережами гарантує значні обсяги продажів і сталий попит, тоді як роздрібні точки роблять продукцію доступною мешканцям різних районів міста й області.

Через оптові бази товар надходить навіть у віддалені місцевості, що розширює географію збуту.

Постачання до закладів громадського харчування та медичних установ має особливе значення для спеціалізованих позицій, насамперед кефіру геродістичного призначення.

Поєднання різних каналів збуту зменшує ризики реалізації та сприяє стабільному функціонуванню підприємства.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту

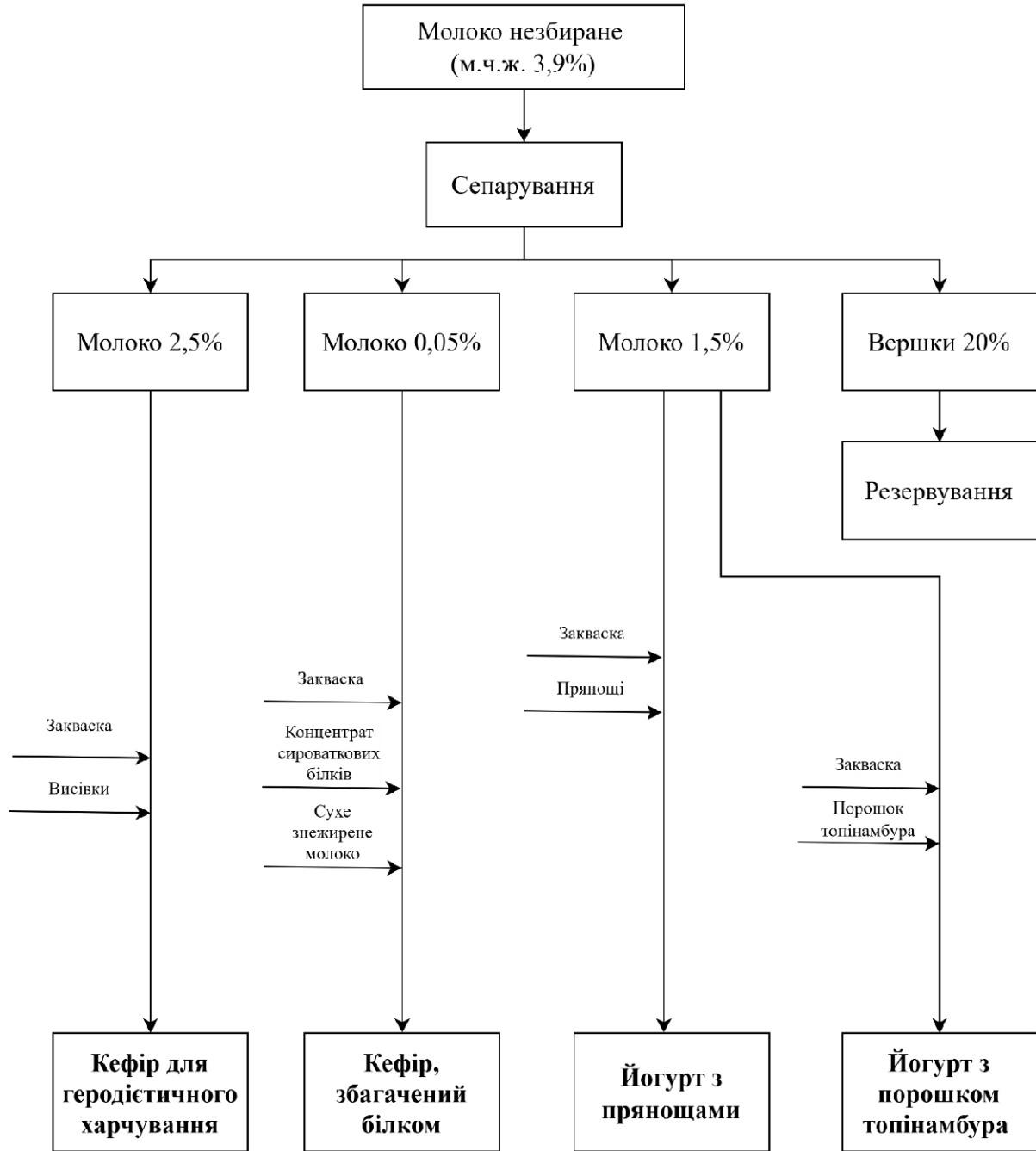
2.1.1 Таблиця вихідних даних для розрахунку продуктів

Таблиця 2.1 – Розрахункові дані для виробництва ферментованих напоїв

Найменування продукції	М. ч. ж. в продукті, %	Маса виробленого продукту, кг	Метод виробництва	Упаковка	Норма витрат, кг/т	Чинний нормативний документ
Йогурт з порошком топінамбура	1,5	10000	Резервуарний	Тетра-Пак 0,5 л	1014,7	ДСТУ 4343:2004
Йогурт з прянощами	1,5	10000	Резервуарний	Тетра-Пак 0,5 л	1014,7	ДСТУ 4343:2004
Кефір для геродієтичного харчування	2,5	5000	Резервуарний	Тетра-Пак 0,25 л	1012,3	ДСТУ 4417:2005
Кефір, збагачений білком	0,05	5000	Резервуарний	Тетра-Пак 0,25 л	1012,3	ДСТУ 4417:2005

М.ч.ж. незбираного молока, що надходить, 3,9%. Виготовлення всіх продуктів здійснюється резервуарним методом. До кожного продукту застосовуються норми витрат, що дозволяють встановлювати контроль над витратами на виробництво.

2.1.2 Схема напрямків технологічної переробки сировини



2.1.3 Сировинно-продуктовий розрахунок

Проведемо обрахунки щодо визначення необхідної кількості основної сировини, а також допоміжних компонентів, які будуть витрачатися кожної зміни для виробництва заданих ферментованих напоїв. Жирність молока сирого, що поступає, складає 3,9%. Виготовляємо напої резервуарним методом.

Йогурт з порошком топінамбура 1,5%

Таблиця 2.2 – Складові інгредієнти для йогурту з порошком топінамбура [7]

Складові напою	На 1000 кг, кг	На 10000 кг, кг
Молоко 1,5%	970,0	9 842,6
Порошок топінамбура	30,0	304,4
Всього	1000,0	10 147,0

Маса суміші для виготовлення йогурту з порошком топінамбура становитиме:

$$M_{\text{сум.}} = \frac{10\,000 \times 1\,014,7}{1000} = 10\,147,0 \text{ кг}$$

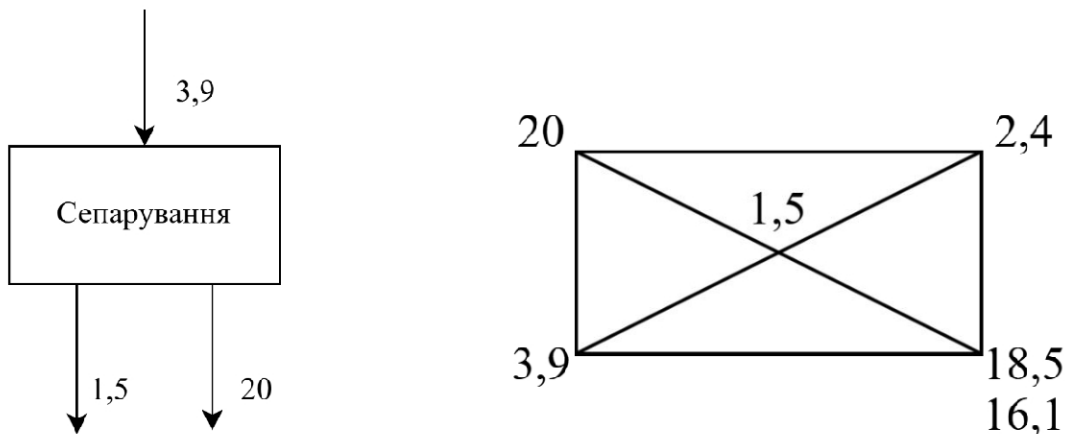
Здійснимо перерахунок компонентів:

$$M_{1,5} = \frac{10\,147,0 \times 970,0}{1000} = 9\,842,6 \text{ кг}$$

$$M_{\text{топінам.}} = \frac{10\,147,0 \times 30,0}{1000} = 304,4 \text{ кг}$$

Молоко жирністю 1,5% отримуємо сепаруванням незбираного молока 3,9%.

Використовуючи метод «квадрата», проведемо розрахунок кількості молока сирого, потрібного для отримання 9 842,6 кг молока жирністю 1,5%:



$$\frac{M_{1,5}}{16,1} = \frac{M_{3,9}}{18,5} = \frac{M_{20}}{2,4}$$

$$M_{3,9} = \frac{9690,4 \times 18,5}{16,1} \times \frac{100}{100,0 - 0,4} = 11\,179,65 \text{ кг}$$

$$M_{20} = \frac{9690,4 \times 2,4}{16,1} \times \frac{100,00 - 0,07}{100} = 1\,443,52 \text{ кг}$$

Йогурт з прянощами 1,5%

Таблиця 2.3 – Складові інгредієнти для йогурту з прянощами [8]

Складові напою	На 1 000 кг, кг	На 10 000 кг, кг
Молоко 1,5%	973,0	9 873,1
Сухе знежирене молоко	14,0	142,1
Стабілізатор	11,0	111,6
Кориця	1,0	10,1
Імбир	1,0	10,1
Всього	1000,0	10 147,0

Маса суміші для виготовлення йогурту з прянощами становитиме:

$$M_{\text{сум.}} = \frac{10\,000 \times 1014,7}{1000} = 10\,147,0 \text{ кг}$$

Здійснимо перерахунок компонентів:

$$M_{\text{сум.}} = \frac{10\,147,0 \times 973,0}{1000} = 9\,873,1 \text{ кг}$$

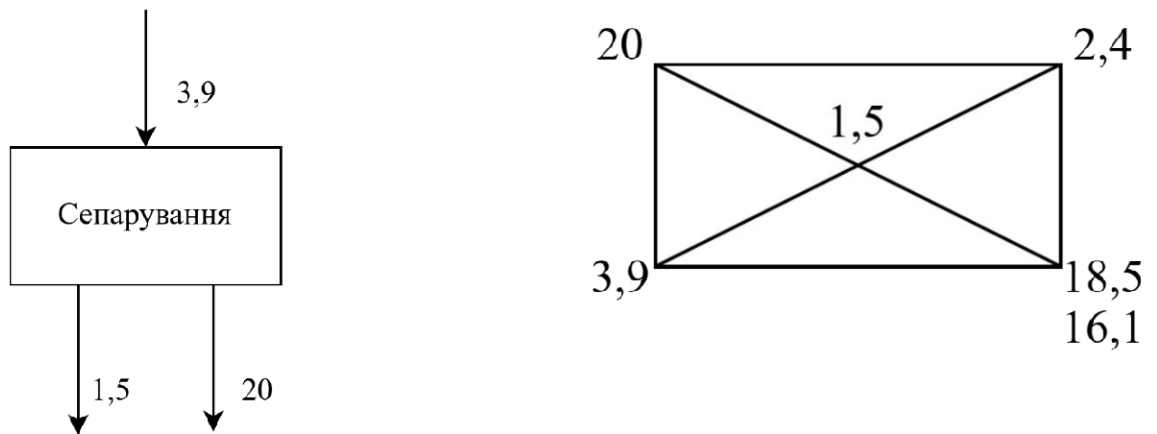
$$M_{\text{СЗМ}} = \frac{10\,147,0 \times 14,0}{1000} = 142,1 \text{ кг}$$

$$M_{\text{стабіліз.}} = \frac{10\,147,0 \times 11,0}{1000} = 111,6 \text{ кг}$$

$$M_{\text{кориця}} = \frac{10\,147,0 \times 1,0}{1000} = 10,1 \text{ кг}$$

$$M_{\text{імбир}} = \frac{10\,147,0 \times 1,0}{1000} = 10,1 \text{ кг}$$

Молоко 1,5% отримуємо сепаруванням. Розрахунок для отримання 9 873,1 кг молока жирністю 1,5% :



$$M_{3,9} = \frac{9\,873,1 \times 18,5}{16,1} \times \frac{100}{100,0 - 0,4} = 11\,390,42 \text{ кг}$$

$$M_{20} = \frac{9\,873,1 \times 2,4}{16,1} \times \frac{100,00 - 0,07}{100} = 1\,470,73 \text{ кг}$$

Кефір для геродієтичного харчування 2,5%

Таблиця 2.4 – Складові інгредієнти кефіру для геродієтичного харчування [9]

Складові напою	На 1 000 кг, кг	На 5 000 кг, кг
Молоко 2,5%	975,00	4 934,96
Висівки пшеничні подрібнені	25,0	126,54
Всього	1000,0	5 061,5

Маса суміші для виготовлення кефіру для геродієтичного харчування становитиме:

$$M_{\text{сум}} = \frac{5\,000 \times 1012,3}{1000} = 5\,061,5 \text{ кг}$$

Здійсимо перерахунок компонентів:

$$M_{2,5} = \frac{5\,061,5 \times 975,0}{1000} = 4\,934,9 \text{ кг}$$

$$M_{\text{висівки}} = \frac{5\,061,5 \times 25,0}{1000} = 126,5 \text{ кг}$$

Проведемо нормалізацію сепаруванням. Маса компонентів згідно методу «квадрату» становить:

$$M_{3,9} = \frac{4934,9 \times 17,5}{16,1} \times \frac{100}{100,0 - 0,4} = 5385,56 \text{ кг}$$

$$M_{20} = \frac{4934,9 \times 1,4}{16,1} \times \frac{100,00 - 0,07}{100} = 428,82 \text{ кг}$$

Кефір, збагачений білком 0,05%

Таблиця 2.5 – Складові інгредієнти для кефіру, збагаченого білком [10]

Складові напою	На 1 000 кг, кг	На 5 000 кг, кг
Молоко знежирене 0,05%	965,0	4 884,35
Суше знежирене молоко (СЗМ)	30,0	151,8
Концентрат сироваткових білків (КСБ)	5,0	25,3
Всього	1000,0	5 061,5

Маса суміші для виготовлення кефіру, збагаченого білком, становитиме:

$$M_{\text{сум.}} = \frac{5000 \times 1012,3}{1000} = 5061,5 \text{ кг}$$

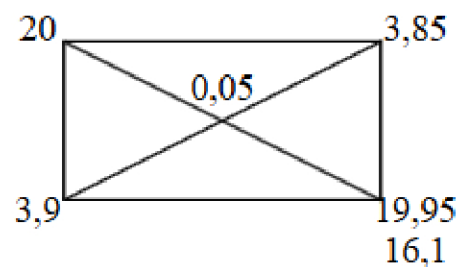
Здійснимо перерахунок компонентів:

$$M_{0,05} = \frac{5\,061,5 \times 965,0}{1000} = 4\,884,35 \text{ кг}$$

$$M_{\text{СЗМ}} = \frac{5\,061,5 \times 30,0}{1000} = 151,8 \text{ кг}$$

$$M_{\text{КСБ}} = \frac{5\,061,5 \times 5,0}{1000} = 25,3 \text{ кг}$$

Молоко знежирене 0,05% у кількості 4884,35 кг отримуємо сепаруванням незбираного молока 3,9%.



$$\frac{M_{0,05}}{16,1} = \frac{M_{3,9}}{19,95} = \frac{M_{20}}{3,85}$$

$$M_{3,9} = \frac{4\,884,35 \times 19,95}{16,1} \times \frac{100}{100,0 - 0,4} = 6\,076,65 \text{ кг}$$

$$M_{20} = \frac{4\,884,35 \times 3,85}{16,1} \times \frac{100,00 - 0,07}{100} = 1\,167,18 \text{ кг}$$

Обчислюємо масу вершків, що будуть отримані в процесі сепарування для усіх розглянутих випадків і направляться на резервування:

$$M_{\text{вершки}} = 1\,466,19 + 1\,470,73 + 428,82 + 1\,167,18 = 4\,532,92 \text{ кг}$$

Знаходимо масу молока сирого жирністю 3,9%, яка потрібна для виготовлення заданих продуктів:

$$M_{3,9} = 11\,355,24 + 11\,390,42 + 5\,385,56 + 6\,076,65 = 34\,207,87 \text{ кг}$$

2.1.4 Зведена таблиця розрахунку продуктів запроєктованого асортименту

Таблиця 2.6 – Зведені дані готової продукції

№ п/п	Назва продукту	Маса гот. продукту, кг	Маса незбир. молока 3,9%, кг	Витрачено на виробництво, кг										Отримано вершків 20%, кг
				Молоко 2,5%	Молоко 1,5%	Молоко 0,05%	СЗМ, кг	КСБ, кг	Порошок топінамбура, кг	Стабілізатор, кг	Імбир, кг	Кориця, кг	Вівки пшеничні подрібнені	
1	Йогурт з порошком топінамбура 1,5%	10 000	11 355,24	—	9 842,6	—	—	—	304,4	—	—	—	—	1 466,19
2	Йогурт з прянощами 1,5%	10 000	11 390,42	—	9 873,1	—	142,1	—	—	111,6	10,1	10,1	—	1 470,73
3	Кефір для геродієтичного харчування 2,5%	5 000	5 385,56	4 934,96	—	—	—	—	—	—	—	—	126,5	428,82
4	Кефір, збагачений білком 0,05%	5 000	6 076,65	—	—	4 884,35	151,85	25,3	—	—	—	—	—	1 167,18
Всього		30 000	34 207,87	4 934,96	19 715,7	4 884,35	293,95	25,3	304,4	111,6	10,1	10,1	126,5	4 532,92

2.2 Вибір та обґрунтування технологічних процесів та режимів виробництва молочних продуктів

2.2.1 Вимоги до сировини, що використовується для виробництва молочних продуктів

Якість ферментованих молочних напоїв значною мірою залежить від характеристик сировини, яка використовується у виробничому процесі. Саме тому до молочної сировини, допоміжних матеріалів, заквасок та функціональних добавок висуваються високі вимоги щодо безпечності, якості та відповідності чинним нормативним документам.

Основною сировиною для виробництва ферментованих напоїв є коров'яче молоко. Воно повинно відповідати встановленим стандартам якості за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками. Молоко має бути свіжим, чистим, без сторонніх запахів і присмаків, однорідної консистенції, без осаду, пластівців або механічних домішок. Колір молока повинен бути білим або з легким кремовим відтінком [11].

До важливих фізико-хімічних показників молока належать масова частка жиру, білка, кислотність, густина та вміст сухих речовин [23]. Масова частка жиру визначається залежно від рецептури конкретного продукту та може коригуватися шляхом нормалізації. Кислотність молока повинна відповідати нормам, оскільки її підвищення свідчить про початок небажаних мікробіологічних процесів. Не менш важливим є контроль температури зберігання сировини – після доїння молоко необхідно охолодити до температури не вище 4 °C і зберігати в таких умовах до переробки [11].

Особливе значення мають мікробіологічні показники молока. Сировина повинна характеризуватися низьким рівнем бактеріального обсіменіння та не містити патогенних мікроорганізмів. Наявність шкідливої мікрофлори може негативно вплинути на процес ферментації, якість готового продукту та його безпечність для споживача.

Окрім молока, у виробництві ферментованих напоїв широко використовуються допоміжні компоненти, зокрема сухе знежирене молоко, вершки, концентрати молочних білків, стабілізатори та харчові добавки. Вони застосовуються для регулювання складу суміші, підвищення вмісту білка, покращення консистенції та забезпечення стабільності продукту під час зберігання. Усі ці компоненти повинні відповідати вимогам нормативної документації, бути безпечними та мати стабільні якісні характеристики [12].

Якість СЗМ повинна відповідати вимогам ДСТУ 4556:2006. Продукт має бути у вигляді однорідного порошку без грудок і сторонніх домішок. Допустима масова частка вологи не повинна перевищувати 5%, вміст білка має бути не менше 34%, а лактози — перебувати в межах 36–38% [12]. Довідкові характеристики хімічного складу та фізичних властивостей молочних продуктів наведено у відповідних літературних джерелах [12, 13].

Сухе знежирене молоко (СЗМ) і концентрат сироваткових білків (КСБ) використовують у технологічному процесі для збільшення вмісту сухих речовин та білка в молочній суміші. Загальна кількість сухого знежиреного молока становить 293,9 кг, з яких 142,1 кг використовується для виробництва йогурту з прянощами, а 151,8 кг – для кефіру, збагаченого білком. Концентрат сироваткових білків у кількості 25,3 кг додають лише під час виготовлення білкового кефіру.

Одним із найважливіших компонентів у виробництві ферментованих напоїв є заквашувальні культури. Саме вони забезпечують процес молочнокислого бродіння, формують структуру, смак, аромат і корисні властивості готової продукції. Закваски повинні мати високу біологічну активність, стабільний склад мікрофлори та зберігатися в умовах, що гарантують життєздатність мікроорганізмів [14].

Для виготовлення йогуртів застосовують заквашувальні культури термофільного молочнокислого стрептокока та болгарської палички, тоді як кефіри виробляють із використанням кефірних грибків відповідного складу.

Для збереження високої активності мікроорганізмів закваску необхідно зберігати в умовах, що забезпечують стабільність життєздатності культур [14].

Наповнювачі, рослинні компоненти, прянощі та функціональні інгредієнти також повинні відповідати встановленим вимогам якості. Такі добавки мають бути чистими, без сторонніх домішок, із характерним смаком і ароматом, а також безпечними для використання в харчовій промисловості.

Стабілізатор у кількості 111,6 кг додають під час виробництва йогурту з прянощами. Його застосування сприяє формуванню однорідної консистенції продукту та запобігає відділенню сироватки під час зберігання [12, 3].

Особливу роль у рецептурах відіграють функціональні добавки, які підвищують харчову та біологічну цінність продукції. Порошок топінамбура в кількості 304,4 кг використовують у виробництві відповідного йогурту як джерело інуліну природного походження. Пшеничні висівки масою 126,5 кг додають до кефіру геродієтичного призначення для збагачення продукту харчовими волокнами.

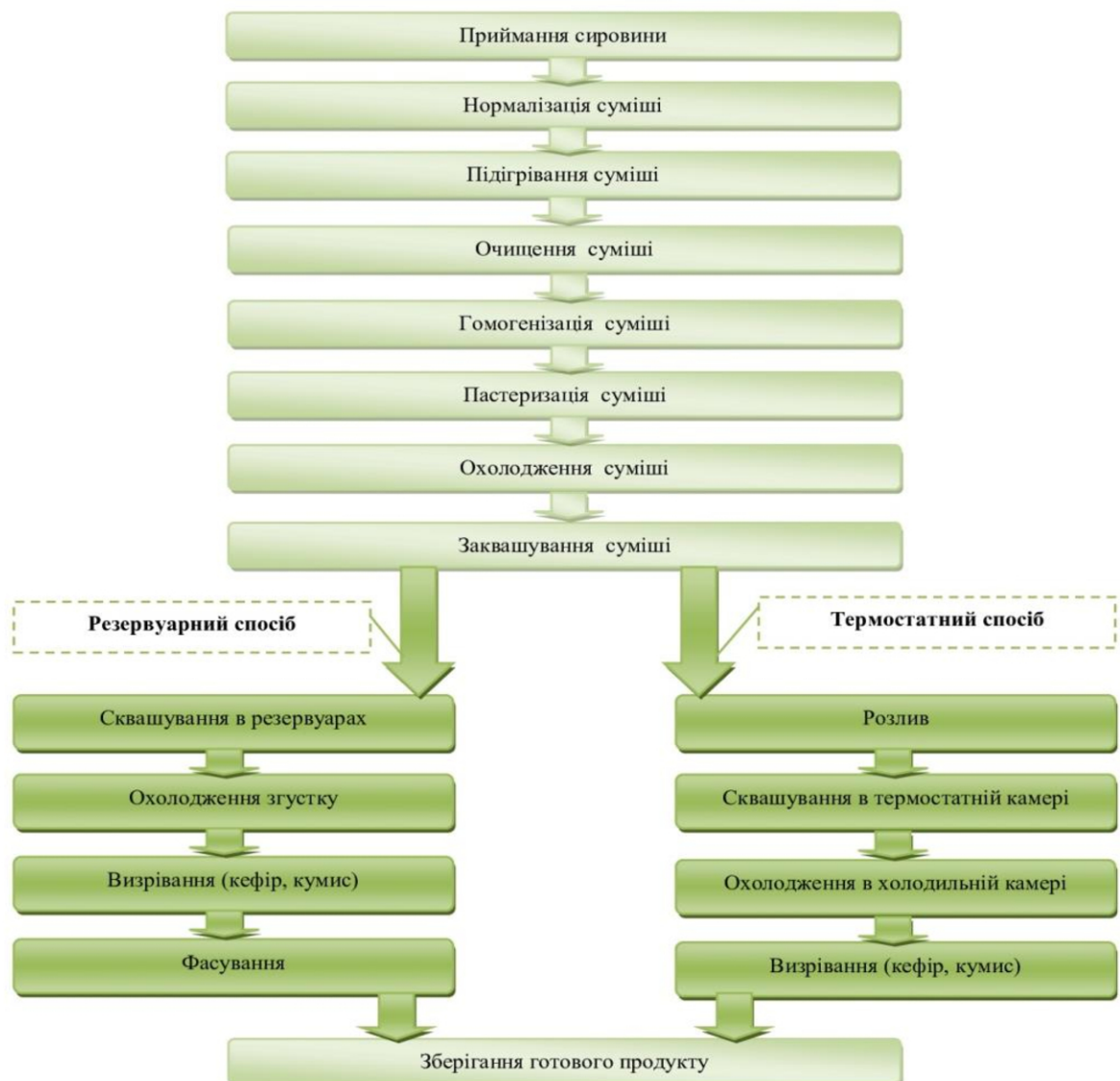
Для виробництва йогурту з прянощами використовують імбир у кількості 20,2 кг та корицю по 10,1 кг. Ці компоненти не лише формують характерний смак і аромат продукту, а й мають антиоксидантні та антибактеріальні властивості. Усі харчові добавки, спеції та функціональні інгредієнти повинні відповідати чинним стандартам якості, бути чистими, без сторонніх домішок і мати характерні органолептичні властивості [15].

Таким чином, дотримання вимог до якості сировини є необхідною умовою виробництва ферментованих молочних напоїв високої якості. Використання доброякісної сировини забезпечує стабільність технологічного процесу, високі органолептичні показники готової продукції та її безпечність для споживачів.

2.2.2 Опис загальних операцій виробництва молочних продуктів

Резервуарний спосіб є одним із найбільш поширених методів виробництва ферментованих молочних напоїв, зокрема кефіру, йогурту, ряжанки та інших кисломолочних продуктів. За цього способу всі основні технологічні операції – від підготовки сировини до завершення сквашування – здійснюються в резервуарах, а фасування проводять після отримання готового продукту. Така технологія забезпечує високу продуктивність, стабільність якості та ефективність виробничого процесу [16-18].

Загальна технологічна схема виробництва кисломолочних напоїв



Першою операцією технологічного процесу виробництва є приймання сировини. На даному етапі здійснюють контроль якості молока за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками [21, 22]. Температура сировини під час приймання повинна становити не вище 4–6 °С [16].

Після приймання молоко очищують від механічних домішок шляхом фільтрації або сепарування. Очищення проводять при температурі 35–45 °С, що забезпечує ефективне видалення сторонніх частинок [17].

Наступним етапом є отримання нормалізованих сумішей для виробництва напоїв із вмістом жиру, що відповідає рецептурі на той чи інший продукт. Дану операцію здійснюють або змішуванням компонентів у ємностях, або ж за допомогою сепараторів-нормалізаторів. У виробництві ферментованих напоїв нормалізацію здійснюють шляхом змішування незбираного молока із знежиреним молоком, вершками або іншими молочними компонентами. За необхідності для підвищення вмісту сухих речовин і білка до суміші можуть додавати сухе знежирене молоко, концентрати молочних або сироваткових білків. Склад нормалізованої суміші визначається залежно від виду продукту та його рецептурних особливостей. Для цього використовують вершки, знежирене молоко, сухе молоко або білкові концентрати. Процес проводять при температурі 40–45 °С, що полегшує змішування компонентів і забезпечує рівномірність складу суміші [18].

Після нормалізації молочну суміш направляють на гомогенізацію. Метою цієї операції є подрібнення жирових кульок для отримання однорідної консистенції та покращення структурно-механічних властивостей продукту. Гомогенізацію проводять за температури 60–70 °С при тиску 12,5–17,5 МПа.

Одним із найважливіших етапів є пастеризація, під час якої знищується небажана мікрофлора та створюються оптимальні умови для подальшого розвитку заквашувальних культур. Для виробництва ферментованих напоїв зазвичай застосовують такі режими пастеризації:

ТРИВАЛА
63...65⁰С, 20...30 хв

КОРОТКОЧАСНА
74...78⁰С, 15...20 с

МИТТЄВА
85...87⁰С без витримування

Після пастеризації суміш охолоджують до температури заквашування. Для йогуртів температура охолодження становить 40–45 °С, а для кефіру — 20–28 °С.

На наступному етапі вносять закваску в кількості 1–5% від маси суміші залежно від виду продукту та активності заквашувальної культури. Також можливе використання бактеріальних заквасок прямого внесення. Після внесення закваски суміш ретельно перемішують протягом 10–15 хвилин для рівномірного розподілу мікроорганізмів.

Сквашування є ключовою стадією виробництва ферментованих напоїв. Цей процес відбувається в резервуарах за контрольованих температурних режимів:

для йогурту — при 40–43 °С
протягом 3–6 годин

для кефіру — при 20–25 °С
протягом 8–12 годин

Сквашування триває до досягнення необхідної кислотності:

для йогурту — 75–85 °Т

для кефіру — 85–120 °Т

Після завершення ферментації продукт охолоджують для припинення активного розвитку мікрофлори та стабілізації структури. Охолодження здійснюють у два етапи:

попереднє — до 14–20 °С
(у резервуарах)

остаточне — до 4–6 °С (у
камерах зберігання)

Після завершення процесу сквашування кефірну суміш охолоджують безпосередньо в місткості. Охолодження здійснюють шляхом подачі холодної води в міжстінний простір резервуара з одночасним безперервним

перемішуванням продукту. Такий процес триває приблизно 4–6 годин, доки температура суміші не знизиться до рівня, необхідного для визрівання.

Після досягнення температури близько 14 °С згусток залишають у резервуарі для подальшого визрівання на 9–13 годин. У цей період формуються характерні смакові властивості, аромат і консистенція готового продукту.

Процес визрівання біокефіру вважається завершеним за умови, що з моменту внесення закваски минуло не менше 24 годин. Після закінчення визрівання продукт повторно перемішують до отримання однорідної консистенції, після чого направляють на фасування.

Для питних ферментованих напоїв після охолодження часто проводять перемішування протягом 15–20 хвилин для отримання однорідної консистенції. На цьому ж етапі можуть додавати фруктові наповнювачі, харчові волокна, спеції або інші функціональні компоненти.

Завершальними етапами є фасування, пакування та маркування готової продукції. Розлив проводять за температури продукту 4–8 °С у стерильну споживчу тару з подальшим герметичним закупорюванням.

Готові ферментовані напої зберігають у холодильних камерах за температури 2–6 °С. Термін їх зберігання визначається видом продукції, особливостями рецептури та умовами пакування і, як правило, становить від 5 до 14 діб.

Отже, резервуарний спосіб виробництва ферментованих молочних напоїв забезпечує безперервність і стабільність технологічного процесу, сприяє отриманню продукції високої якості та гарантує її безпечність для споживачів.

2.2.3 Опис технології продуктів запроєктованого асортименту

Незбиране молоко, що надходить на виробництво в автоцистернах, спочатку подають на установку для приймання сировини (поз. 1-1), де

визначають її масу та об'єм, а також очищують від сторонніх включень. Після очищення молоко охолоджують (поз. 1-2) і направляють у резервуар проміжного зберігання (поз. 1-3) для подальшої переробки.

Із резервуара зберігання молоко через урівнювальний бак (поз. 2-1) подають до пластинчастої ПОУ (поз. 2-3). У зазначеному обладнанні сировину нагрівають до температури, необхідної для здійснення сепарування (поз. 2-5). Тут проходить нормалізація за вмістом жиру відповідно до вимог рецептури конкретного продукту. Паралельно здійснюється відбір вершків.

Жирову фракцію з вмістом 20 % після відбору охолоджують у пластинчастому охолоднику (поз. 2-7) та направляють на тимчасове резервування (поз. 2-8а).

Йогурт з порошком топінамбура

Нормалізацію молока до жирності 1,5 % здійснюють у сепараторі-нормалізаторі (поз. 2-5). Далі нормалізоване молоко надходить на пластинчастий теплообмінник (поз. 2-3), де його нагрівають до температури, необхідної для гомогенізації. Після цього молоко подають на гомогенізатор (поз. 2-6), де обробляють під тиском 15 МПа. Наступним етапом є пастеризація (поз. 2-3) за наступних режимів: температура 90 °С та витримка 5 хв (поз. 2-4), після чого продукт охолоджують до температури заквашування 40 °С [16, 24].

Підготовлену молочну основу направляють у резервуар із теплоізоляцією та кожухом (поз. 2-12в). У місткість вносять комбіновану закваску прямого внесення, що містить чисті культури *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* та *Lactobacillus acidophilus*. Після завершення процесу сквашування утворений згусток ретельно перемішують до отримання однорідної консистенції, додають підготовлений порошок топінамбура, у кількості відповідно до рецептурних вимог [7]. Охолодження готового продукту здійснюють у тій же ж місткості (поз. 2-12в) за рахунок циркуляції холодоагенту в міжстінному просторі.

На завершальному етапі технологічного процесу готовий продукт фасують за допомогою фасувального обладнання Tetra Pak TR/G7 (поз. 3-1) у пакети типу «Тетра-Пак» об'ємом 0,5 л. Після пакування продукцію переміщують до холодильних камер, де підтримується температура 4–6 °С, необхідна для збереження органолептичних показників, стабільності структури та мікробіологічної безпечності продукту [19].

Кефір для геродієтичного харчування

Нормалізоване молоко жирністю 2,5 %, піддають підготовці за технологічною схемою, аналогічною до виробництва попереднього продукту. У ході підготовки забезпечують необхідні фізико-хімічні та мікробіологічні показники молочної основи, що є важливими для подальшого процесу ферментації. Після завершення підготовчих операцій молоко охолоджують до температури заквашування 23 °С.

Охолоджену молочну основу подають у резервуар для сквашування (поз. 2-8в), куди вносять симбіотичну закваску прямого внесення [9]. У процесі сквашування відбувається активний розвиток мікроорганізмів закваски, у результаті чого формується характерний кисломолочний смак, специфічний аромат і густа консистенція продукту.

Після завершення сквашування, сформований згусток ретельно перемішують до досягнення однорідної структури. На наступному етапі до продукту додають підготовлені подрібнені пшеничні висівки відповідно до рецептурних вимог. Їх внесення сприяє підвищенню біологічної та харчової цінності кефіру завдяки збагаченню харчовими волокнами, мінеральними речовинами та іншими біологічно активними компонентами. Після внесення висівок продукт охолоджують у тому самому резервуарі (поз. 2-8в) за рахунок циркуляції холодоагенту в міжстінному просторі резервуара, що дозволяє стабілізувати структуру та уповільнити подальші мікробіологічні процеси.

Заключним етапом технологічного процесу є розлив і фасування готового кефіру, які здійснюють на фасувальному апараті Tetra Pak TR/G7 (поз. 3-1) у пакети типу «Тетра-Пак» об'ємом 0,25 л. Після фасування упакований

продукт направляють у холодильну камеру, де його зберігають за температури 4–6 °С [20]. Дотримання зазначеного температурного режиму забезпечує збереження високої якості, безпечності та стабільності споживчих властивостей продукту протягом усього терміну придатності.

Йогурт з прянощами

Нормалізоване молоко жирністю 1,5 % отримують шляхом оброблення сировини на сепараторі-нормалізаторі (поз. 2-5), де забезпечується доведення вмісту жиру до необхідного рівня відповідно до рецептури продукту. Після нормалізації молоко подають у резервуар із теплоізоляцією та сорочкою місткістю 12 000 л (поз. 2-12а), призначений для приготування суміші. У цьому резервуарі в нормалізованому молоці розчиняють попередньо відновлене сухе знежирене молоко (поз. 2-10) та стабілізатор. Ретельне перемішування компонентів забезпечує отримання однорідної суміші з необхідними структурно-механічними властивостями, що є основою для виробництва йогурту з прянощами.

Після приготування суміш через урівнювальний бак (поз. 2-13) подають на універсальну пастеризаційно-охолоджувальну установку (поз. 2-14), де вона проходить комплексну термомеханічну обробку. На першому етапі суміш підігрівають до температури, оптимальної для гомогенізації. Далі її направляють на гомогенізатор (поз. 2-6), де під тиском 15 МПа здійснюється диспергування жирових кульок, що сприяє підвищенню стабільності продукту, покращенню консистенції та запобіганню відстоюванню жиру в готовому продукті.

Після гомогенізації суміш піддають пастеризації за температури 90 °С із витримкою протягом 5 хв у витримувачі (поз. 2-15). Такий режим теплової обробки забезпечує знищення сторонньої мікрофлори, зниження мікробного навантаження та створення сприятливих умов для подальшого розвитку заквашувальних культур [24]. Після завершення пастеризації суміш охолоджують до температури заквашування 40 °С [16].

Охолоджену суміш направляють у резервуар для сквашування місткістю 12 000 л (поз. 2-12б), куди вносять закваску прямого внесення в кількості, передбаченій технологічною рецептурою. У процесі сквашування відбувається активний розвиток молочнокислих мікроорганізмів, унаслідок чого формується характерна кислотність, смак, аромат і консистенція продукту. Після завершення ферментації утворений згусток ретельно перемішують до досягнення однорідної структури.

На наступному етапі до сквашеного продукту додають підготовлені мелені прянощі – корицю та імбир – відповідно до рецептури [8, 15]. Їх внесення забезпечує формування характерних органолептичних властивостей продукту, зокрема специфічного смаку, аромату та підвищення харчової цінності. Після внесення прянощів продукт охолоджують у тому самому резервуарі (поз. 2-12б), що дозволяє уповільнити мікробіологічні процеси та стабілізувати структуру готового продукту.

Фасування готового йогурту здійснюють на фасувальному апараті Tetra Pak TR/G7 (поз. 3-1) у пакети типу «Тетра-Пак» об'ємом 0,5 л. Після розливу упакований продукт направляють у холодильну камеру, де його зберігають за температури 4–6 °С [19]. Дотримання встановленого температурного режиму зберігання забезпечує збереження якості, безпечності та стабільності споживчих властивостей продукту протягом усього терміну придатності.

Кефір, збагачений білком

Знежирене молоко з масовою часткою жиру 0,05 % отримують на сепараторі-нормалізаторі (поз. 2-5), де здійснюється відокремлення жирової фази та доведення сировини до заданих параметрів відповідно до рецептури продукту. Після нормалізації знежирене молоко подають у змішувальний резервуар місткістю 6 000 л (поз. 2-11), у якому проводять підготовку молочної суміші для виробництва кефіру, збагаченого білком. На цьому етапі до молочної основи додають попередньо відновлене сухе знежирене молоко (поз. 2-10) та концентрат сироваткових білків. У результаті інтенсивного

перемішування всіх компонентів утворюється однорідна суміш із підвищеним вмістом білка та необхідними технологічними характеристиками.

Підготовлену суміш через урівнювальний бак (поз. 2-13) подають на універсальну пастеризаційно-охолоджувальну установку (поз. 2-14), де вона проходить послідовну термомеханічну обробку. Спочатку суміш нагрівають до температури, оптимальної для проведення гомогенізації. Далі її направляють на гомогенізатор (поз. 2-6), де за тиску 15 МПа відбувається рівномірний розподіл компонентів у всьому об'ємі суміші. Гомогенізація сприяє підвищенню стабільності продукту, покращенню його консистенції та формуванню більш однорідної структури.

Після гомогенізації суміш піддають пастеризації за температури 90 °С з витримкою протягом 5 хв у витримувачі (поз. 2-15). Такий режим теплової обробки забезпечує ефективне знищення небажаної мікрофлори, зменшення мікробного навантаження та створення оптимальних умов для подальшого розвитку мікроорганізмів закваски. Після завершення пастеризації суміш охолоджують до температури сквашування 23 °С [16].

Охолоджену суміш направляють у резервуар для сквашування Я1-ОСВ-6,3 місткістю 6 300 л (поз. 2-8б), де здійснюється основний етап ферментації [24]. У резервуар вносять концентрат грибової кефірної закваски в кількості, передбаченій рецептурою [10, 13]. У процесі сквашування відбувається розвиток симбіотичної мікрофлори кефірної закваски, до складу якої входять молочнокислі бактерії, дріжджі та інші корисні мікроорганізми. Саме в цей період формуються характерні органолептичні властивості кефіру – специфічний кисломолочний смак, аромат, легка освіжаюча кислотність та густа консистенція.

Після завершення процесу сквашування утворений згусток ретельно перемішують до отримання однорідної густої консистенції без ознак відділення сироватки. Це забезпечує стабільність структури продукту та покращує його споживчі властивості. Подальше охолодження кефіру здійснюють у тому самому резервуарі (поз. 2-8б), що дозволяє призупинити

активність мікроорганізмів, стабілізувати кислотність та зберегти сформовану структуру продукту.

Фасування готового кефіру виконують на фасувальному апараті Tetra Pak TR/G7 (поз. 3-1) у пакети типу «Тетра-Пак» об'ємом 0,25 л. Після фасування продукт направляють у холодильну камеру, де його зберігають за температури 4–6 °С [20]. Дотримання встановленого температурного режиму забезпечує збереження високої якості, безпечності та стабільності органолептичних показників кефіру протягом усього терміну придатності.

2.2.4 Нормативні показники продуктів запроєктованого асортименту

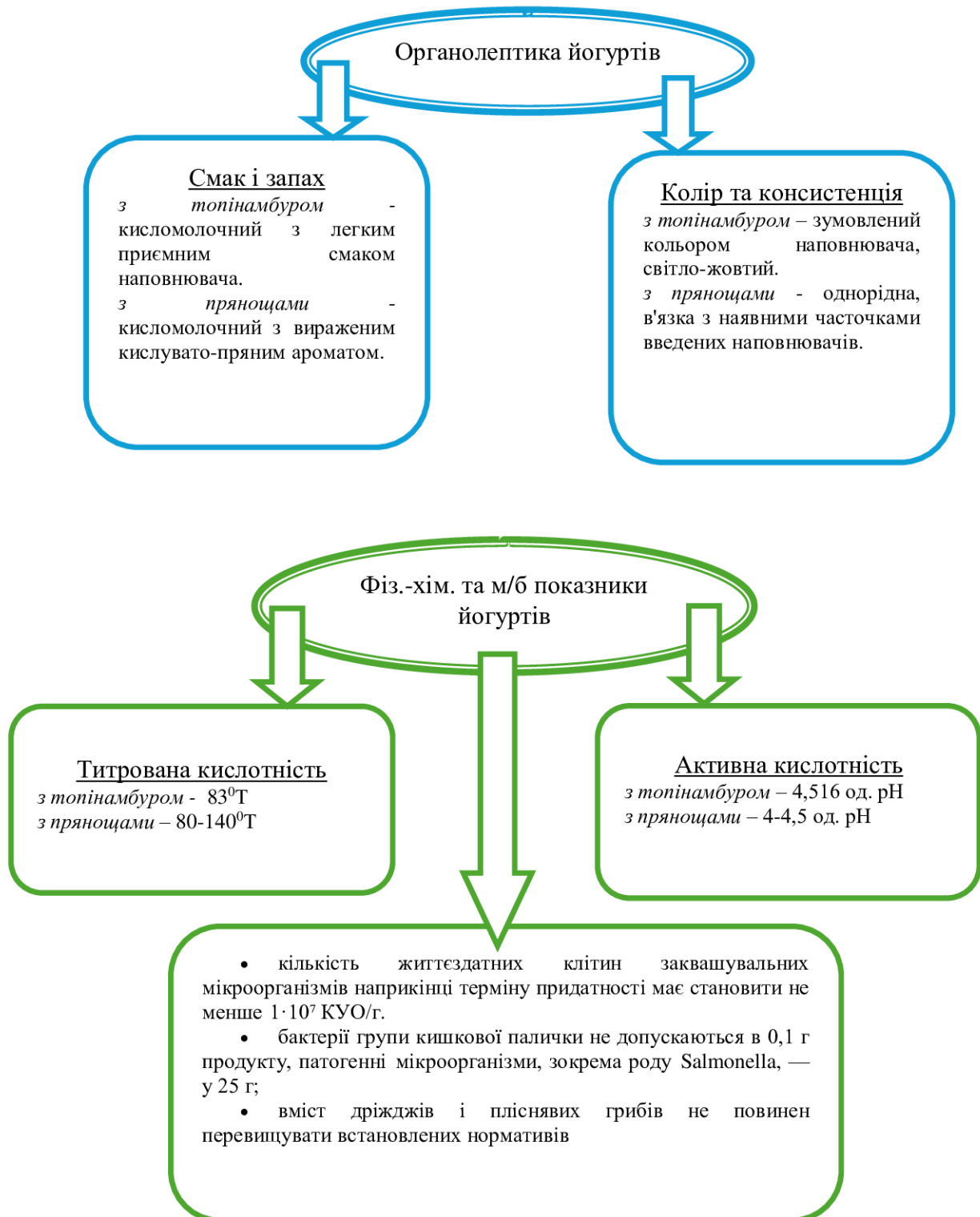
Якість готової продукції запроєктованого асортименту визначається її відповідністю вимогам чинної нормативної документації. Для оцінювання продукції використовують комплекс показників, що охоплює органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні характеристики. Сукупність цих показників дає змогу оцінити безпечність, харчову цінність, стабільність якості та відповідність продукції встановленим стандартам.

Йогурт з порошком топінамбура є ферментованим молочним продуктом функціонального спрямування, який виробляють сквашуванням нормалізованого молока культурами молочнокислих мікроорганізмів із подальшим внесенням порошку топінамбура. Особливістю цього компоненту є наявність інуліну, який проявляє пребіотичні властивості та сприяє підвищенню біологічної цінності продукту. Відповідність цього виду йогурту вимогам ДСТУ 4343:2004 [7, 19] є обов'язковою умовою забезпечення його належної якості.

Йогурт з прянощами виробляють резервуарним способом із використанням нормалізованої молочної суміші, стабілізатора та натуральних прянощів. Після завершення сквашування до продукту додають корицю та імбир, які формують його характерний ароматичний профіль і покращують

органолептичні властивості. Готовий продукт повинен відповідати вимогам ДСТУ 4343:2004 [8, 19], а якість використаної пряносмакової сировини має відповідати ДСТУ 2484:2010 [15].

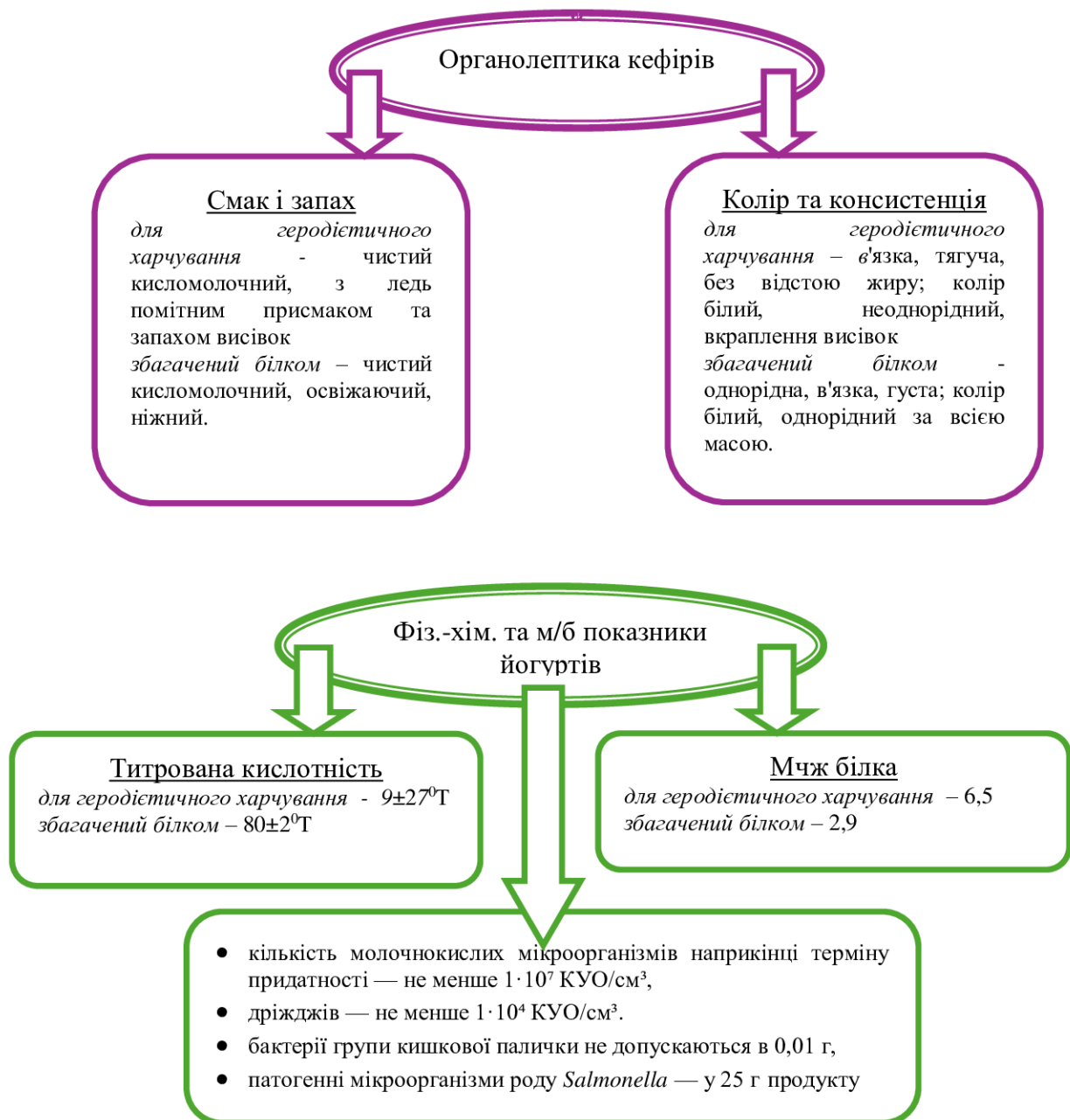
Нормативні показники якості йогуртів запроєктованого асортименту наведено далі у вигляді схем.



Кефір для геродієтичного харчування є спеціалізованим кисломолочним продуктом функціонального призначення, розробленим з урахуванням фізіологічних потреб людей старшого віку. Технологія його виробництва передбачає сквашування молочної основи симбіотичною кефірною закваскою з подальшим внесенням пшеничних висівок. Завдяки вмісту харчових волокон, мінеральних речовин і біологічно активних компонентів пшеничні висівки сприяють підвищенню функціональної цінності продукту та позитивно впливають на роботу травної системи. Поєднання пробіотичних властивостей кефіру з функціональними компонентами висівок забезпечує високу біологічну цінність продукту. За показниками якості та безпечності продукт повинен відповідати вимогам ДСТУ 4417:2005 [20]. Продукт рекомендований для використання в геродієтичному харчуванні [9].

Кефір, збагачений білком, являє собою кисломолочний продукт підвищеної харчової цінності, технологія виробництва якого базується на сквашуванні нормалізованої молочної суміші, додатково збагаченої білковими інгредієнтами. Як джерела білка використовують сухе знежирене молоко та концентрат сироваткових білків, що забезпечує збільшення вмісту повноцінного білка та сухих речовин у готовому продукті. Це сприяє покращенню харчової цінності, структурно-механічних характеристик і стабільності консистенції кефіру. Завдяки підвищеному вмісту білка продукт є перспективним для функціонального та спеціалізованого харчування. Готовий кефір повинен відповідати вимогам ДСТУ 4417:2005 [20], а використаний концентрат сироваткових білків – нормативним вимогам ДСТУ 4458:2005 [10, 13].

Оцінювання якості йогуртів запроєктованого асортименту здійснюють за комплексом нормативних показників, які характеризують органолептичні властивості, фізико-хімічний склад та мікробіологічну безпечність продукції. Систематизовані нормативні характеристики кожного виду йогурту подано нижче у вигляді схем.



2.3 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва продуктів запроєктованого асортименту

Технохімічний та мікробіологічний контроль є невід'ємною складовою виробництва ферментованих молочних напоїв. Його основною метою є забезпечення стабільності технологічного процесу, високої якості готової продукції та її безпечності для споживачів. Контроль здійснюється на всіх

етапах виробництва — від приймання сировини до зберігання готової продукції.

Технохімічний контроль передбачає перевірку відповідності сировини, напівфабрикатів і готового продукту встановленим нормам за фізико-хімічними показниками. На етапі приймання молока визначають його органолептичні характеристики, температуру, густину, кислотність, масову частку жиру, білка та сухих речовин. Особливу увагу приділяють перевірці чистоти сировини, відсутності сторонніх домішок та ознак псування.

Під час виробничого процесу контролюють правильність проведення технологічних операцій, зокрема нормалізації, пастеризації, гомогенізації, охолодження та сквашування. На етапі нормалізації перевіряють відповідність масової частки жиру та сухих речовин рецептурі продукту. У процесі пастеризації контролюють температуру нагрівання та тривалість витримки для забезпечення ефективного знищення небажаної мікрофлори.

Особливе значення має контроль процесу сквашування. На цьому етапі визначають температуру ферментації, тривалість процесу, титровану кислотність і рН продукту. Саме ці показники дозволяють оцінити активність заквашувальних культур і правильність перебігу молочнокислого бродіння. Після завершення сквашування оцінюють консистенцію згустку, його щільність та однорідність.

У готових ферментованих напоях визначають органолептичні, фізико-хімічні та структурно-механічні показники. Контролю підлягають смак, запах, консистенція, колір, кислотність, масова частка жиру, вміст білка та сухих речовин. Для йогуртів важливим показником є однорідна густа консистенція без відділення сироватки, тоді як для кефіру характерною є рівномірна рідка або злегка в'язка структура.

Мікробіологічний контроль є одним із ключових елементів системи забезпечення якості. Його здійснюють для оцінки санітарного стану сировини, обладнання, виробничих приміщень і готової продукції. молочної продукції. Основними мікробіологічними показниками, що підлягають контролю, є

загальна кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, кількість бактерій групи кишкової палички, дріжджів і пліснявих грибів, а також відсутність патогенних мікроорганізмів. Сукупність цих показників характеризує санітарний стан сировини, ефективність технологічних процесів та рівень мікробіологічної безпечності готової продукції.

Особливе значення має контроль мікробіологічних показників на етапі приймання молочної сировини. Зокрема, визначають загальне бактеріальне обсіменіння молока та кількість соматичних клітин, які є важливими індикаторами його якості. Перевищення допустимих значень може свідчити про низьку якість сировини, погіршення ветеринарно-санітарного стану господарства або порушення умов доїння, транспортування й зберігання молока.

На усіх етапах виробництва важливим завданням є підтримання належного санітарно-гігієнічного стану технологічного обладнання та виробничих комунікацій [25]. Регулярному контролю підлягають трубопроводи, резервуари, теплообмінне обладнання, фасувальні системи та тара. Для забезпечення мікробіологічної безпечності продукції систематично контролюють ефективність санітарної обробки та процесів СІР-миття. Особливу увагу приділяють мінімізації ризику вторинного обсіменіння продукту після пастеризації, оскільки цей етап є критичним з точки зору можливого повторного мікробного забруднення готової продукції. У готових ферментованих напоях контролюють вміст корисної молочнокислої мікрофлори, а також відсутність патогенних мікроорганізмів. Готова продукція повинна відповідати встановленим мікробіологічним нормативам протягом усього терміну зберігання.

Таким чином, технохімічний і мікробіологічний контроль є важливими складовими технології виробництва ферментованих напоїв [27]. Систематичний контроль усіх параметрів виробництва дозволяє забезпечити стабільну якість продукції, її безпечність та відповідність вимогам нормативної документації.

Таблиця 2.7 – Схема ТХК виробництва кефіру для геродієтичного харчування та кефіру, збагаченого білком

№ п/п	Об'єкт	Контрольований показник	Періодичність	Відбір проб	Метод контролю, вимірювальні прилади
1	2	3	4	5	6
1	Молоко незбиране, молоко знежирене, вершки	Органолептичні показники Маса, кг / Об'єм, дм ³ Температура, °С Кислотність, °Т Масова частка жиру, % Густина, кг/м ³ Група чистоти Бактеріальне обсіменіння	Щоденно з кожної партії Раз в 10 днів	У кожній транспортній ємності В об'єднаній пробі	Органолептично Ваги, лічильник, ДСТУ 6066:2008 Термометр, логометр, ДСТУ 6066:2008 Титрометричний Кислотний метод Гербера Ареометричний, ДСТУ 6082:2009 Фільтрування, ДСТУ 6083:2009 Редуктазна проба, ДСТУ 7357:2013
2	Зберігання молока, що надійшло	Температура, °С Кислотність, °Т рН	Кожні 3 години	З кожної місткості	Термометр, логометр, ДСТУ 6066:2008 Титрометричний рН-метр
3	Молоко перед нормалізацією	Органолептичні показники Кислотність, °Т Масова частка жиру, % Густина, кг/м ³ Маса, кг / Об'єм, м ³	Щоденно	У кожній партії	Органолептично Титрометричний Кислотний метод Гербера ДСТУ 6082:2009 ДСТУ 6066:2008
4	Молоко після нормалізації	Органолептичні показники Масова частка жиру, % Кислотність, °Т Густина, кг/м ³ Маса, кг / Об'єм, м ³	Щоденно	У кожній партії	Органолептично Кислотний метод Гербера Титрометричний ДСТУ 6082:2009 Ваги, лічильник, ДСТУ 6066:2008
5	Очищення нормалізованої суміші	Температура, °С	Щоденно	—	Логометр, термометр, ДСТУ 6066:2008

Продовження таблиці 2.7

1	2	3	4	5	6
6	Гомогенізація	Температура, °C Тиск, МПа Ефективність гомогенізації	Щоденно	—	Автоматична система контролю Манометр Центрифугуванням
7	Пастеризація суміші	Температура, °C Тривалість витримки, с Ефективність пастеризації	Щоденно	—	Логометр, термометр, ДСТУ 6066:2008 Годинник Проба на фосфатазу, ДСТУ 7380:2013
8	Охолодження суміші до T° заквашування	Температура, °C	Щоденно	—	Логометр, термометр, ДСТУ 6066:2008
9	Заквашування суміші (закваска)	Маса, кг Кислотність, °T Кислотність, рН Температура, °C	Щоденно	—	Ваги, ДСТУ 6066:2008 Титрометричний рН-метр Логометр, термометр, ДСТУ 6066:2008
10	Заквашена суміш	Масова частка жиру, % Температура, °C	Щоденно	В кожній місткості	Кислотний метод Гербера Логометр, термометр, ДСТУ 6066:2008
11	Сквашування суміші	Температура, °C Тривалість сквашування, год Кислотність, °T Кислотність, рН В'язкість	Щоденно В кінці	—	Логометр, термометр, ДСТУ 6066:2008 Годинник Кислотний метод Гербера рН-метр Прилади ВКН або ІК
12	Перемішування згустку та охолодження	Тривалість витримки, хв Температура, °C	Щоденно	—	Годинник Логометр, термометр, ДСТУ 6066:2008

Продовження таблиці 2.7

1	2	3	4	5	6
13	Дозрівання	Температура, °С Тривалість, год	Щоденно	—	Логометр, термометр, ДСТУ 6066:2008 Годинник
14	Продукт перед розливом	Органолептичні показники Температура, °С Масова частка жиру, % Ефективність пастеризації Кислотність, °Т	Щоденно	—	Органолептично Логометр, термометр, ДСТУ 6066:2008 Кислотний метод Гербера Наявність фосфатази, ДСТУ 7380:2013 Титрометричний
15	Продукт у процесі розливу	Масова частка жиру, % Кислотність, °Т Кислотність, рН Температура, °С Органолептичні показники Витікання з пакета	Щоденно Періодично	2-3 одиниці упаковки в цеху розливу	Кислотний метод Гербера Титрометричний рН-метр Логометр, термометр, ДСТУ 6066:2008 Органолептично Візуально
16	Готовий продукт	Органолептичні показники Температура, °С Кислотність, °Т Масова частка жиру, % В'язкість Об'єм, дм ³ Ефективність пастеризації	Щоденно	У кожній партії	Органолептично Логометр, термометр, ДСТУ 6066:2008 Титрометричний Кислотний метод Гербера Прилади ВКН або ІК Вимірювання у мірних циліндрах Наявність фосфатази, ДСТУ 7380:2013
17	Зберігання	Температура, °С Тривалість, год	Щоденно	У кожній партії	Термометр Годинник

Таблиця 2.8 – Схема мікробіологічного контролю виробництва йогурту з порошком топінамбура та йогурту з прянощами

Досліджувальні технологічні процеси та матеріали	Досліджувальні об'єкти	Назва аналізу	Періодичність контролю	Розведення
Сировина, що надходить на підприємство	Молоко незбиране	Редуктазна проба Інгібуючі речовини	1 раз в декаду	—
Виробництво йогурту	Нормалізована суміш до пастеризації	КУО-МАФАН	"_"	I, II, III, IV, V
	Нормалізована суміш після пастеризації	Колофірмні бактерії	1 раз на декаду	I, II, II
	Гомогенізація	Колофірмні бактерії	1 раз на декаду	I, II, II
	Заквашена суміш	Колофірмні бактерії	1 раз на декаду	I, II, II
	Готовий продукт	КУО-МАФАМ Колофірмні бактерії	1 раз на 5 днів 1 раз на декаду	I, II, II
Допоміжні матеріали	Пакувальні матеріали	Коліформні бактерії	2-4 рази на рік	—
Санітарно-гігієнічний стан виробництва	Труби, резервуари	КУО-МАФАМ	Не рідше 1 разу у декаду	—
	Обладнання	Коліформні бактерії	1 раз у квартал	—
	Повітря	Загальна кількість колоній	"_ "	—
	Вода	КУО-МАФАМ	"_"	—
	Руки працівників	Коліформні бактерії Йодно-крохмальна проба	1 раз в декаду 1 раз в тиждень	—

2.4 Підбір технологічного обладнання

Приймальна дільниця

Молоко-сировина, що надходить у спеціальних теплоізованих автоцистернах [29], підлягає перевірці за рядом якісних показників, після чого подається на лінію первинної переробки. Вона включає в себе установку приймання молока та пластинчастий охолоджувач. Час приймання молока відповідно до відомчих норм становить 3 год, оскільки за зміну його поступає 34154,08 кг. Потрібно визначити продуктивність установки:

$$P_{\text{уст.пр}}^{\text{розр.}} = \frac{M_{\text{зм}}}{T_{\text{пр}}}$$

$$P_{\text{уст.пр}}^{\text{розр.}} = \frac{34\,154,08}{3} = 11\,384,69 \text{ кг/год}$$

Відповідно до отриманого значення обираємо установку УПМ–2, яка має регульовану потужність 15 000–20 000 л/год. Проходячи крізь неї молоко звільняється від повітря, очищається від механічних домішок вмонтованим фільтром і також при перекачуванні фіксується кількість.

Дано установкою вказана кількість молока буде оброблятися:

$$T_{\text{уст.пр}}^{\text{факт.}} = \frac{M_{\text{зм}}}{P_{\text{уст.пр}}^{\text{розр.}}}$$

$$T_{\text{уст.пр}}^{\text{факт.}} = \frac{34\,154,08}{15\,000} = 2,28 \text{ год} = 2 \text{ год } 17 \text{ хв}$$

Подальше охолодження у потоці буде забезпечувати пластинчастий охолоджувач. У нашому випадку за потужністю підходить ООЛ-15 (15 000 л/год).

Оскільки приймання молока-сировини згідно рекомендацій здійснюється за гатунками, на дільниці встановлюємо дві зазначені лінії [28].

Встановлюємо два танки для забезпечення проміжного зберігання продукту **Wedholms** місткістю 35000 л, оскільки цех працює у дві зміни.

Апаратно виробнича дільниця

На даній дільниці основним обладнанням виступає теплообмінна установка, котра призначена для пастеризації та охолодження молока. Ця операція здійснюється безперервно у потоці. При цьому задіяне й інше обладнання: сепаратори, гомогенізатори [28]. Це враховуємо при встановленні продуктивності комплексу обладнання. Її визначаємо на нижче поданою формулою, зважаючи на можливий час ефективної роботи:

$$P_{\text{тепл.уст}}^{\text{розн.}} = \frac{M_{\text{зм}}}{T_{\text{тепл.уст}}^{\text{еф}}}$$

$$P_{\text{тепл.уст}}^{\text{розн.}} = \frac{34\,154,08}{5} = 6\,830,82 \text{ л/год}$$

Враховуючи результати розрахунку, обираємо установку А1-ОКЛ-10, її паспортна продуктивністю становить 10 000 л/год.

Час оброблення молока:

$$T_{\text{тепл.уст}}^{\text{факт.}} = \frac{34\,154,08}{10\,000} = 3,39 \text{ год} = 3 \text{ год } 24 \text{ хв}$$

Для проведення сепарування встановимо сепаратор типу Ж5-ОС2Н-С (продуктивністю 10 000 л/год). Завдяки своїй конструкції він може, як знежирювати молоко, так і нормалізувати його за вмістом жиру, що й необхідно нам згідно схеми напрямів переробки сировини.

Тривалість сепарування буде становити:

$$T_{\text{йог.топ}}^{\text{сеп}} = \frac{11\,355,24}{10000} = 1,14 \text{ год} = 1 \text{ год } 8 \text{ хв}$$

$$T_{\text{йог.прян}}^{\text{сеп}} = \frac{11390,42}{10000} = 1,14 \text{ год} = 1 \text{ год } 8 \text{ хв}$$

$$T_{\text{кеф.гер}}^{\text{сеп}} = \frac{5331,77}{10000} = 0,53 \text{ год} = 32 \text{ хв}$$

$$T_{\text{кеф.збаг}}^{\text{сеп}} = \frac{6\,076,65}{10000} = 0,61 \text{ год} = 36 \text{ хв}$$

Весь час, поки працює сепаратор, відділяються вершки. Їх загальна кількість 4 528,64 кг. Для подальшого зберігання вони підлягають тепловій обробці на теплообмінній установці. Визначимо її продуктивність при тривалості роботи 3,39 год.

$$P_{\text{обр.верш}}^{\text{розр}} = \frac{4528,64}{3,39} = 1335,88 \text{ л/год}$$

Передбачаємо установку марки ОП1-У2 продуктивністю 2 000 л/год. Накопичуємо відділені вершки у ємність Я1-ОСВ-5 місткістю 6 300 л.

Отримання сумішей для ферментованих напоїв буде відбуватися у ємностях з мішалкою: місткістю 12 тонн – 1 шт.; місткістю 6 т – 1 шт. (табл. 2.9).

Таблиця 2.9 – Ємності для приготування сумішей

Продукт	Маса суміші, кг	Підприємство-виробник	Місткість резервуару, л
Йогурт з порошком топінамбура	10126,8	Machinery World	12000
Кефір, збагачений білком	5061,5	Ahrens & Bode GmbH	6000

Використаємо також модуль відновлення сухого молока марки П8-ОРД-10, у якому сухі компоненти попередньо будуть розчинятися у тепломолочі відповідної жирності.

Для теплового оброблення змішаних сумішей оберемо універсальну пастеризаційно-охолоджувальну установку (виробник – АТ «АТТІС»).

Підготовлені суміші будуть піддаватися пастеризації протягом:

для йогурту з прянощами:

$$T = \frac{10\,126,8}{10000} = 1 \text{ год}$$

для кефіру, збагаченого білком:

$$T = \frac{5\,061,5}{10\,000} = 0,51 \text{ год} \approx 31 \text{ хв}$$

Для надання однорідної консистенції нормалізованим сумішам передбачаємо встановлення гомогенізатора К5-ОГА-10 (продуктивність 10 000 л/год).

Заквашування та сквашування продуктів відбувається у резервуарах, що забезпечують підтримання температури впродовж усього процесу ферментування та оснащені перемішуючим механізмом. Для йогуртів оберемо резервуар від Machinery World місткістю 12000 л. Кефір будемо сквашувати у резервуарах з мішалками Я1-ОСВ-5, місткість яких становить 6300 л. Кількість даних резервуарів буде уточнена при побудові графіка організації виробничих процесів.

Фасувальне відділення

Фасування ферментованих напоїв згідно завдання має здійснюватися у пакети типу «Тетра Пак» по 0,25 і 0,5 л. Для цього у фасувальному відділенні цеху встановимо автомати Tetra Pak TR/G7 інтенсивністю роботи 6 500 п./год (4 од.).

Тривалість роботи:

- для кефіру геродієтичного (0,25 л)

$$T = \frac{5\,061,5}{6\,500 \times 0,25} = 3,11 \text{ год} = 3 \text{ год } 7 \text{ хв}$$

- для кефіру, збагаченого білком (0,25 л)

$$T = \frac{5\,061,5}{6\,500 \times 0,25} = 3,11 \text{ год} \approx 3 \text{ год } 7 \text{ хв}$$

- для йогурту з топінамбуром (0,5 л):

$$T = \frac{10\,147,0}{6\,500 \times 0,5} = 3,38 \text{ год} = 3 \text{ год } 23 \text{ хв}$$

- для йогурту з прянощами (0,5 л):

$$T = \frac{10\,147,0}{6\,500 \times 0,5} = 3,38 \text{ год} = 3 \text{ год } 23 \text{ хв}$$

Таблиця 2.10 – Зведена таблиця підбору технологічного обладнання

Назва установки	Тип, марка	Продуктивність, місткість	Кількість	Довжина, мм	Ширина, мм	Висота, мм	Площа, яку займає обл., м ²	Заг. площа, м ²
Приймальна дільниця								
Установка приймання молока	УПМ-2	15000-20000 л/год	2	1220	900	1610	1,10	2,20
Охолоджувач	ООЛ-15	15000 л/год	2	1300	600	1650	0,78	1,56
Резервуар для охолодження молока*	Wedholms	35000 л	2	3000	3000	6930	9	18
Всього								3,76
Апаратно-виробнича дільниця								
Пластинчаста пастеризаційно-охолоджувальна установка	A1-ОКЛ-10	10000 л/год	1	4100	700	1530	2,87	2,87
Сепаратор-нормалізатор	Ж5-ОС2Н-С	10000 л/год	1	1200	850	1780	1,02	1,02
Теплообмінна установка (для вершків)	ОП1-У2	2000 л/год	1	2200	1900	2700	4,18	4,18
Резервуар (вершки)	Я1-ОСВ-6,3	6300 л	1	2500	2135	3230	5,34	5,34
Модуль відновл. сухого молока	П8-ОРД-10	10000 л/год	1	1100	350	450	0,39	0,39
Резервуар з ізоляцією (суміш для йогурту)	виробн. Machinery World	12000 л	1	2500	2500	3700	6,25	6,25
Змішувальний резервуар (суміш для кефіру)	виробн. Ahrens & Bode GmbH	6000 л	1	2420	2200	3500	5,28	5,28
Універсальна пастеризаційно-охолоджувальна установка	виробн. АТ «АТГІС»	10000 л/год	1	3300	1600	2600	5,28	5,28
Резервуар з ізоляцією (для сквашування йогуртів)	виробн. Machinery World	12000 л	4	2500	2500	3700	6,25	25,0
Резервуар (для сквашування кефіру)	Я1-ОСВ-6,3	6300 л	6	2500	2135	3230	5,34	32,04
Всього								93,07
Фасувальний апарат у пакети Тетра Пак 0,5 л	Tetra Pak TR/G7	6500 п./год	2	6500	1500	3425	9,75	19,50
Фасувальний апарат у пакети Тетра Пак 0,25 л	Tetra Pak TR/G7	6500 п./год	2	6500	1500	3425	9,75	19,50
Всього								39,00

Примітка. Резервуари встановлено за межами цеху

2.5 Організація санітарно-гігієнічного оброблення технологічного обладнання

Організація санітарно-гігієнічного очищення технологічного обладнання є невід'ємною складовою системи забезпечення якості та безпечності харчової продукції. Належний санітарний стан виробничого обладнання має визначальний вплив на дотримання мікробіологічних критеріїв безпечності, стабільність технологічного процесу та відповідність готової продукції вимогам чинної нормативної документації. Ефективне проведення санітарно-гігієнічних заходів спрямоване на запобігання накопиченню залишків сировини, напівфабрикатів і готової продукції на контактних поверхнях обладнання, мінімізацію ризику розвитку патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів, а також недопущення вторинного мікробіологічного обсіменіння продукції в процесі виробництва. Крім того, систематичне проведення санітарної обробки сприяє підтриманню належного технічного стану обладнання та підвищенню ефективності його експлуатації.

Санітарно-гігієнічна обробка технологічного обладнання являє собою комплекс взаємопов'язаних послідовних операцій, спрямованих на видалення механічних, органічних, мінеральних і мікробіологічних забруднень. Першим етапом є попереднє очищення, яке передбачає механічне видалення залишків продукції з поверхонь обладнання з використанням спеціальних інструментів, зокрема щіток, скребоків або інших засобів механічного очищення. Одночасно проводять промивання теплою водою з метою видалення основної маси забруднень, включаючи жири, білкові та інші органічні залишки.

Наступним етапом являється миття, котре полягає у використанні спеціалізованих мийних засобів для ефективного розчинення та видалення забруднень різного походження. Вибір мийних засобів визначається характером забруднення, властивостями матеріалів контактних поверхонь та конструктивними особливостями обладнання. Лужні мийні засоби застосовують переважно для видалення жирових і білкових забруднень, кислі –

для усунення мінеральних відкладень, зокрема молочного каменю, тоді як нейтральні засоби використовують у випадках, що потребують делікатного очищення.

На сучасних підприємствах харчової промисловості процес миття здебільшого реалізується із застосуванням автоматизованих систем СІР (Cleaning in Place), які забезпечують стандартизацію та відтворюваність санітарної обробки.

Важливим етапом санітарної обробки є дезінфекція, метою якої є знищення патогенних мікроорганізмів і суттєве зниження загального рівня мікробного обсіменіння поверхонь обладнання. Для проведення дезінфекції використовують засоби на основі активного хлору, сполук йоду, перекису водню, четвертинних амонієвих сполук та інших активних компонентів. Ефективність дезінфекційних заходів визначається правильним вибором дезінфектанта, концентрацією робочого розчину, температурними параметрами та тривалістю експозиції.

Після завершення дезінфекції здійснюють ополіскування, яке передбачає ретельне видалення залишків мийних і дезінфекційних речовин із поверхонь обладнання чистою водою. Значення цього етапу полягає у недопущенні потрапляння залишкових хімічних сполук у харчову продукцію, що є важливою умовою забезпечення її безпечності та відповідності встановленим вимогам.

Наступним етапом є сушіння обладнання, яке проводять природним способом, за допомогою подачі повітря або із застосуванням чистих матеріалів. Видалення залишкової вологи є важливою умовою запобігання розвитку мікрофлори, оскільки вологе середовище створює сприятливі умови для інтенсивного росту мікроорганізмів.

Завершальним етапом є контроль ефективності санітарно-гігієнічної обробки. Його здійснюють шляхом візуального контролю чистоти поверхонь, проведення мікробіологічних досліджень змивів та аналізу результатів санітарного моніторингу. Важливою складовою цього процесу є ведення

відповідної документації, що забезпечує простежуваність виконаних процедур і дозволяє оцінювати ефективність впроваджених заходів.

Особливе значення у сучасному харчовому виробництві мають автоматизовані системи СІР (Cleaning in Place), які забезпечують очищення технологічного обладнання без необхідності його демонтажу. Такі системи включають резервуари для приготування мийних розчинів, насосне обладнання, теплообмінні апарати, трубопроводи, клапани та автоматизовані системи керування процесом. Використання СІР-систем дозволяє суттєво підвищити ефективність санітарної обробки, оптимізувати витрати води, енергії та мийних засобів, а також мінімізувати вплив людського фактора на результати очищення.

Таким чином, ефективна організація санітарно-гігієнічного очищення технологічного обладнання ґрунтується на комплексному підході, що передбачає раціональний вибір мийних і дезінфекційних засобів, застосування сучасних технологій очищення, чітке зонування виробничих приміщень, систематичне технічне обслуговування обладнання та належний рівень професійної підготовки персоналу. Впровадження та дотримання вимог міжнародних систем управління безпечністю харчових продуктів, зокрема НАССР та ISO 22000, є важливою передумовою виробництва безпечної, якісної та конкурентоспроможної харчової продукції.

2.6 Розрахунок площ виробничих та допоміжних приміщень

Розрахунок виконується з врахуванням габаритів обладнання (табл.2.10), яке розташоване у відповідних виробничих приміщеннях [28]. Для камер зберігання зважають на кількість готової продукції та рекомендований термін зберігання у цеху до подальшої реалізації.

Приймально-мийне відділення

Сировину на підприємство привозять автомобілі. Для здійснення приймання поряд із цехом розташовується приймально-мийне відділення. Для знаходження його площі розраховуємо кількість автомобілів:

$$n_{\text{авт}} = \frac{15\,000}{11\,600} = 1,29 = 2 \text{ од.}$$

Час, потрібний на приймання, а також здійснення повного циклу миття:

$$T_{\text{прийм}}^{\text{заг}} = (45 + 4 + 14) \times 2 = 126 \text{ хв}$$

Кількість постів на території приймально-мийної ділянки:

$$N_{\text{пост}} = \frac{126}{60} = 2,1 \approx 2 \text{ поста}$$

Загальна площа відділення:

$$F_{\text{пр.-мийн}}^{\text{заг}} = 72 \times 2 = 144 \text{ м}^2$$

Приймальна ділянка

Для тих приміщень, де встановлюється технологічне обладнання для розрахунку застосовується формула, яка враховує загальні площу під обладнанням і відповідний коефіцієнт, що вказує на запас площі для обслуговування, руху персоналу, цехового транспорту:

$$F = K \times \sum F_{\text{обл.}}$$

Габарити резервуарів для зберігання молока не дозволяють встановлювати їх у самому цеху, тому вони будуть розташовуватися за його межами неподалік самої приймальної ділянки [13]:

$$F_{\text{пр.діл}} = 3,76 \times 7 = 26,32 \text{ м}^2$$

Апаратно-виробнича ділянка

Обираємо для цього приміщення K рівним 4:

$$F_{\text{ап.-вир.діл}} = 4 \times 93,07 = 372,28 \text{ м}^2$$

Фасувальне відділення

$$F_{\text{фас.від}} = 4 \times 39,00 = 156 \text{ м}^2$$

Холодильна камера

При розрахунку площі приміщення для зберігання продукції враховуємо скільки її виготовлено протягом зміни (кг), а також нормативне навантаження на 1 м². Зважаємо також на рекомендований час зберігання того чи іншого продукту [28].

$$F_{\text{холод.кам}} = \frac{(10\,000 + 10\,000) \times 2 \times 0,5}{441} + \frac{(5\,000 + 5\,000) \times 2 \times 0,25}{490} = 65,76 \text{ м}^2$$

Таблиця 2.11 – Зведена таблиця розрахунку площ

Найменування приміщення	Розрахункова площа, м ²	Компоновочна (будівельні квадрати)	Компоновочна, м ²
Приймально-мийне відділення	144	4	144
Приймальна дільниця	26,32	1	36
Апаратно-виробнича дільниця	372,28	10,5	378
Фасувальне відділення	156	4,5	162
Холодильна камера	65,76	2	72
Приймальна лабораторія	–	0,75	27
Хіміко-бактеріологічна лабораторія	–	1,5	54
СІР мийка	–	1	36
Склад зберігання мийних засобів	–	0,25	9
Склад тари	–	0,5	18
Склад зберігання допоміжних матеріалів	–	1	36
Експедиція	–	1	36
Побутові приміщення	–	2,25	81
Кладова інвентаря	–	0,25	9
Коридор	–	1,5	54
Разом		32	1152

3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

3.1 Розрахунок захисного заземлювального пристрою для апаратно-виробничої ділянки цеху

Технологічне обладнання цеху з виробництва ферментованих напоїв (сепаратори, гомогенізатори, пастеризаційно-охолоджувальні установки, насоси, фасувальні автомати) живиться від трифазної електричної мережі напругою 380/220 В із глухозаземленою нейтраллю. У разі пошкодження ізоляції на металевих неструмовідних частинах обладнання може з'явитися небезпечна напруга, тому одним з основних засобів захисту персоналу від ураження електричним струмом є захисне заземлення [29, 30, 34].

Відповідно до Правил улаштування електроустановок опір захисного заземлювального пристрою для електроустановок напругою до 1000 В не повинен перевищувати 4 Ом [30, 31, 32]. Метою розрахунку є визначення кількості вертикальних заземлювачів і параметрів контуру заземлення, що забезпечують виконання цієї вимоги.

Для розрахунку прийнято такі вихідні дані: тип ґрунту — суглинок із питомим опором $\rho = 100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$; вертикальні заземлювачі — сталеві стрижні діаметром $d = 0,012 \text{ м}$ і довжиною $l = 3 \text{ м}$; відстань від поверхні землі до верхнього кінця стрижня $t_0 = 0,7 \text{ м}$; горизонтальний з'єднувальний елемент — сталева смуга завширшки $b = 0,04 \text{ м}$; нормований опір заземлювального пристрою $R_n = 4 \text{ Ом}$ [30, 31].

Розрахункова глибина закладання середини вертикального заземлювача: $t = t_0 + l/2 = 0,7 + 1,5 = 2,2 \text{ м}$. З урахуванням кліматичного коефіцієнта сезонності $\psi = 1,45$ розрахунковий питомий опір ґрунту для вертикальних електродів становить $\rho_p = \rho \cdot \psi = 100 \cdot 1,45 = 145 \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

Опір розтіканню струму одиночного вертикального заземлювача визначаємо за формулою: $R_0 = \rho_p / (2\pi l) \cdot [\ln(2l/d) + 0,5 \cdot \ln((4t + 1)/(4t - 1))] = 145 / (2 \cdot 3,14 \cdot 3) \cdot [\ln 500 + 0,5 \cdot \ln 2,03] = 7,69 \cdot (6,21 + 0,36) = 50,5 \text{ Ом}$.

Орієнтовну кількість вертикальних заземлювачів без урахування взаємного екранування обчислюємо як $n_0 = R_0/R_n = 50,5/4 \approx 13$ шт. Приймаючи контурне розміщення електродів та відношення відстані між ними до їх довжини $a/l = 2$, коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів становить $\eta_v = 0,56$. Уточнена кількість заземлювачів: $n = R_0/(R_n \cdot \eta_v) = 50,5/(4 \cdot 0,56) \approx 23$ шт. [31].

Опір розтіканню вертикальних заземлювачів з урахуванням їх кількості та взаємного екранування: $R_v = R_0/(n \cdot \eta_v) = 50,5/(23 \cdot 0,56) = 3,92$ Ом.

Вертикальні заземлювачі об'єднують горизонтальною сталеву смугою завдовжки $L_\Gamma = 60$ м, прокладеною на глибині $t_0 = 0,7$ м. Розрахунковий питомий опір ґрунту для горизонтального елемента ($\psi_\Gamma = 2,2$) дорівнює $\rho_{p,\Gamma} = 100 \cdot 2,2 = 220$ Ом·м. Опір розтіканню смуги: $R_\Gamma = \rho_{p,\Gamma}/(2\pi L_\Gamma) \cdot \ln(2L_\Gamma^2/(b \cdot t_0)) = 220/(2 \cdot 3,14 \cdot 60) \cdot \ln(2 \cdot 3600/(0,04 \cdot 0,7)) = 0,58 \cdot \ln 257143 = 0,58 \cdot 12,46 = 7,27$ Ом. З урахуванням коефіцієнта використання горизонтального заземлювача $\eta_\Gamma = 0,32$: $R_{\Gamma,\phi} = R_\Gamma/\eta_\Gamma = 7,27/0,32 = 22,7$ Ом.

Загальний опір заземлювального пристрою (паралельне з'єднання вертикальних і горизонтального заземлювачів): $R_z = (R_v \cdot R_{\Gamma,\phi})/(R_v + R_{\Gamma,\phi}) = (3,92 \cdot 22,7)/(3,92 + 22,7) = 3,34$ Ом.

Отже, запроєктований контурний заземлювальний пристрій, що складається з 23 вертикальних сталевих стрижнів завдовжки 3 м, об'єднаних горизонтальною з'єднувальною смугою, забезпечує загальний опір $R_z = 3,34$ Ом, що не перевищує нормованого значення 4 Ом. Таким чином, вимоги електробезпеки щодо захисного заземлення електрообладнання цеху виконуються [30, 31].

3.2 Заходи з техніки безпеки при експлуатації обладнання

Технологічне обладнання цеху характеризується наявністю частин, що обертаються (сепаратори, гомогенізатори, мішалки резервуарів), елементів, які

працюють під надлишковим тиском (гомогенізатор, пастеризаційно-охолоджувальні установки), а також поверхонь з підвищеною температурою. Це зумовлює потребу в чіткому дотриманні правил техніки безпеки на всіх етапах експлуатації [29, 33].

До роботи з технологічним обладнанням допускають осіб, які пройшли медичний огляд, вступний і первинний інструктажі з охорони праці, навчання за відповідною професією та перевірку знань з електробезпеки. Працівників забезпечують спецодягом, спецвзуттям і засобами індивідуального захисту [25, 33].

Перед початком роботи перевіряють справність обладнання, наявність і цілісність огорожень рухомих частин, надійність заземлення, справність контрольно-вимірювальних приладів та запобіжної арматури. Забороняється працювати на обладнанні зі знятими чи несправними захисними огороженнями, а також за відсутності або несправності манометрів і запобіжних клапанів [24, 33].

Під час експлуатації сепараторів і гомогенізаторів контролюють рівномірність їх ходу, відсутність сторонніх шумів і вібрації. Розбирання, чищення та усунення несправностей виконують лише після повної зупинки обладнання, від'єднання його від електромережі та вивішування заборонного плаката «Не вмикати — працюють люди» [29, 33].

Установки, що працюють під тиском і за високих температур (пастеризаційно-охолоджувальні установки, гомогенізатор), експлуатують згідно з інструкціями заводу-виробника; забороняється перевищувати робочий тиск і температуру, передбачені технологічним регламентом. Трубопроводи й апарати з гарячими поверхнями теплоізолюють для запобігання опікам [24, 33].

Особливу увагу приділяють безпеці під час санітарної обробки обладнання за СІР-технологією, оскільки застосовують лужні та кислотні мийні розчини. Роботи з мийними і дезінфікуючими засобами виконують у засобах індивідуального захисту (гумові рукавички, захисні окуляри, фартух), а

приготування розчинів здійснюють у спеціально відведених місцях з припливно-витяжною вентиляцією [25, 33].

Дотримання наведених заходів з техніки безпеки під час експлуатації технологічного обладнання, регулярне проведення інструктажів та планово-запобіжних ремонтів дають змогу звести до мінімуму ризик виробничого травматизму й забезпечити безпечні умови праці персоналу цеху [29, 33].

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розроблено проєкт цеху з виробництва ферментованих напоїв потужністю 30 т готової продукції за зміну. Запроєктований асортимент сформовано з урахуванням сучасних тенденцій функціонального харчування й охоплює йогурт із порошком топінамбура, йогурт із прянощами, кефір для геродієтичного харчування та кефір, збагачений білком.

У техніко-економічному обґрунтуванні підтверджено доцільність створення підприємства, обґрунтовано вибір місця його розташування з огляду на чисельність населення та наявність сировинної зони, охарактеризовано потенційний ринок збуту й канали реалізації готової продукції.

У технологічній частині виконано продуктовий розрахунок асортименту, складено матеріальний баланс виробництва та визначено потребу в сировині – незбираному молоці з масовою часткою жиру 3,9 %; описано загальні технологічні операції й технологію виробництва кожного виду продукції резервуарним способом, наведено вимоги до сировини, технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва, а також організацію санітарно-гігієнічної обробки обладнання із застосуванням СІР-системи; здійснено підбір сучасного технологічного обладнання, що забезпечує високу якість і безпечність продукції, та виконано розрахунок площ виробничих і допоміжних приміщень; дібране устаткування дає змогу організувати потоковий технологічний процес і раціонально використати виробничі площі підприємства.

У розділі охорони праці та безпеки життєдіяльності розраховано захисний заземлювальний пристрій для електрообладнання цеху, що забезпечує опір 3,34 Ом за нормованого значення 4 Ом, а також розроблено заходи з техніки безпеки під час експлуатації технологічного обладнання.

Отримані результати можуть бути використані під час проектування та модернізації підприємств молочної промисловості, орієнтованих на випуск функціональних ферментованих напоїв, і спрямовані на підвищення ефективності виробництва й розширення асортименту корисної продукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дідух Н. А. Кисломолочний напій пробіотичного призначення. Наукові праці ОНАХТ. 2006. С. 103–109.
2. Власенко В. В., Крижак Л. М. Напій кисломолочний лікувально-профілактичної спрямованості. Матеріали I міжнар. наук.-практ. конф. Вінниця, 2015. С. 25–27.
3. Кухтин М. Д., Кравченко Х. Ю. Лабораторний практикум з мікробіології молока і молочних продуктів: навч. посіб. Тернопіль: ТНТУ ім. Івана Пулюя, 2023. 157 с.
4. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» зі спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форм навчання / Дацишин К.Є., Крупа О.М., Карпик Г.В., Сторож Л.А. Тернопіль: ТНТУ, 2025. 38 с.
5. Поліщук Г. Є., Грек О. В., Скорченко Т. А. та ін. Технологічні розрахунки у молочній промисловості: навч. посіб. Київ: НУХТ, 2013. 343 с.
6. Дацишин К. Є., Крупа О. М., Сторож Л. А. Методичні вказівки до виконання практичних робіт із дисципліни «Технологія молока і молочних продуктів. Частина 1». Тернопіль: ТНТУ, 2022. 86 с.
7. «Йогурт з порошком топінамбура» : пат. №89242 Україна. Опубл. 10.04.2014.
8. «Йогурт з прянощами» : пат. №119386 Україна. Опубл. 25.09.2017.
9. «Кефір для геродієтичного харчування» : пат. №94248 Україна. Опубл. 10.11.2014.
10. «Кефір, збагачений білком» : пат. №139544 Україна. Опубл. 10.01.2020.
11. ДСТУ 3662:2018 Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. 16 с.
12. ДСТУ 4556:2006 Молоко сухе швидкорозчинне. Загальні технічні умови. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 12 с.

13. ДСТУ 4458:2005 «Концентрати білкові молочні. Технічні умови».
14. Кухтин М., Горюк Ю. Мікробіологія молочних продуктів вироблених з молока коров'ячого сирого: монографія. Кам'янець-Подільський: ЗВО ПДУ, 2023. 150 с.
15. ДСТУ 2484:2010 Прянощі та приправи. Терміни та визначення. Київ: Держспоживстандарт України, 2011. 10 с.
16. Технології молока і молочних продуктів : підруч. / уклад. Крупа О. Тернопіль : Підручники і посібники, 2024. 795 с.
17. Перцевий Ф. В., Гурський П. В., Машкін М. І. Технологія переробки молока. Харків: ХДУХТ, 2006. 378 с.
18. Технологія молочних продуктів : підручник / Г. Є. Поліщук, О. В. Грек, Т. А. Скорченко та ін.; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т харч. технол. Київ : НУХТ, 2013. 502 с.
19. ДСТУ 4343:2004 Йогурт. Загальні технічні умови. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 14 с.
20. ДСТУ 4417:2005 Кефір. Технічні умови. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 12 с.
21. ДСТУ 8550:2015 Молоко та молочні продукти. Настанови з відбору проб. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017. 18 с.
22. ДСТУ 7357:2013 Молоко та молочні продукти. Методи мікробіологічного контролювання. Київ: Мінекономрозвитку України, 2014. 16 с.
23. Скарбовійчук О. М., Кочубей-Литвиненко О. В., Чернюшок О. А., Федоров В. Г. Хімічний склад і фізичні характеристики молочних продуктів: довідник. Київ: НУХТ, 2012. 311 с.
24. Єресько Г. О., Шинкарик М. М., Ворощук В. Я. Технологічне обладнання молочних виробництв. Київ: Фірма «ІНКОС», Центр навчальної літератури, 2007. 344 с.
25. Засєкін Д. А., Яремчук О. С. Гігієна та санітарія переробних підприємств: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2018. 348 с.

26. Юкало В. Г. Лабораторний практикум з хімії та фізики молока і молочних продуктів: навч. посіб. Тернопіль: ТНТУ ім. Івана Пулюя, 2018. 176 с.
27. Ромоданова В. О., Костенко Т. П. Лабораторний практикум з технохімічного контролю підприємств молочної промисловості: навч. посіб. Київ: НУХТ, 2003. 168 с.
28. Крупа О. М. Проектування підприємств молочної промисловості. Курс лекцій. Тернопіль: ТНТУ, 2019. 130 с.
29. Ніконенко В. М. Обладнання та технологія молочного виробництва. Київ: Урожай, 1995. 292 с.
30. Жидецький В. Ц., Джигирей В. С., Мельников О. В. Основи охорони праці: підручник. Львів: Афіша, 2000. 350 с.
31. Правила улаштування електроустановок. Вид. офіц. Харків: Міненерговугілля України, 2017. 617 с.
32. ДСТУ 7237:2011 Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту. Київ: Держспоживстандарт України, 2011. 36 с.
33. Атаманчук П. С., Мендерецький В. В., Панчук О. П., Чорна О. Г. Безпека життєдіяльності (теоретичні основи): навч. посіб. Кам'янець-Подільський: ПП «Буйницький О. А.», 2008. 108 с.
34. НПАОП 0.00-1.71-13 Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями. Київ, 2013. 120 с.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Таблиця А1 – Специфікація потоків апаратурно-технологічної схеми виробництва молочних продуктів

Позначення	Найменування
T91-1	Незбиране молоко
T91-2	Очищене молоко
T91-3	Очищене, охолоджене молоко
T92-1	Молоко підігріте до температури сепарування
T92-2	Молоко з м.ч.ж. 1,5 %
T92-3	Молоко з м.ч.ж. 2,5 %
T92-4	Молоко знежирене з м.ч.ж. 0,05 %
T92-5	Вершки з м.ч.ж. 20%
T92-6	Вершки з м.ч.ж. 20% охолоджені
T92-7	Молоко з м.ч.ж. 2,5 % підігріте до температури гомогенізації
T92-8	Молоко з м.ч.ж. 1,5 % підігріте до температури гомогенізації
T92-9	Молоко з м.ч.ж. 2,5 % гомогенізоване
T92-10	Молоко з м.ч.ж. 1,5 % гомогенізоване
T92-11	Молоко з м.ч.ж. 2,5 % пастеризоване
T92-12	Молоко з м.ч.ж. 1,5 % пастеризоване
T92-13	Молоко з м.ч.ж. 2,5 % охолоджене до температури заквашування
T92-14	Молоко з м.ч.ж. 1,5 % охолоджене до температури заквашування
T92-15	Молоко сухе
T92-16	Молоко сухе розчинене у знежиреному молоці
T92-17	Молоко сухе розчинене у нормалізованому молоці з м.ч.ж. 1,5 %
T92-18	Суміш для кефіру, збагаченого білком
T92-19	Суміш для йогурту з прянощами
T92-20	Концентрат сироваткових білків
T92-21	Суміш для кефіру, збагаченого білком підігріта до температури гомогенізації
T92-22	Суміш для йогурту з прянощами підігріта до температури гомогенізації
T92-23	Суміш для кефіру, збагаченого білком гомогенізована
T92-24	Суміш для йогурту з прянощами гомогенізована
T92-25	Суміш для кефіру, збагаченого білком пастеризована
T92-26	Суміш для йогурту з прянощами пастеризована
T92-27	Суміш для кефіру, збагаченого білком охолоджена до температури заквашування

T92-28	Суміш для йогурту з прянощами охолоджена до температури заквашування
T92-29	Закваска для кефіру, збагаченого білком
T92-30	Кефір, збагачений білком
T92-31	Імбир
T92-32	Кориця
T92-33	Закваска для йогурту з прянощами
T92-34	Йогурт з прянощами
T92-35	Висівки пшеничні подрібнені
T92-36	Закваска для кефіру для геродієтичного харчування
T92-37	Кефір для геродієтичного харчування
T92-38	Підготовлений порошок топінамбура
T92-39	Закваска для йогурту з порошком топінамбура
T92-40	Йогурт з порошком топінамбура
T93-1	Кефір для геродієтичного харчування фасований
T93-2	Кефір, збагачений білком фасований
T93-3	Йогурт з порошком топінамбура фасований
T93-4	Йогурт з прянощами фасований

ДОДАТОК Б

Таблиця Б1 – Специфікація технологічного обладнання

Позначення	Найменування
1-1	Установка приймання молока
1-2	Пластинчастий охолоджувач
1-3	Резервуар для охолодження молока
2-1	Урівнювальний бак
2-2	Відцентровий насос
2-3	Пластинчаста пастеризаційно-охолоджувальна установка
2-4	Витримувач
2-5	Сепаратор-нормалізатор
2-6	Гомогенізатор
2-7	Теплообмінна установка
2-8а, 2-8б, 2-8в	Резервуар
2-9	Насос для в'язких продуктів
2-10	Модуль відновлення сухого молока
2-11	Змішувальний резервуар
2-12а, 2-12б, 2-12в	Резервуар з кожухом та ізоляцією
2-13	Урівнювальний бак
2-14	Універсальна пастеризаційно-охолоджувальна установка
2-15	Витримувач
3-1	Фасувальний апарат у пакети Тетра Пак

ДОДАТОК В

Таблиця В1 – Умовні позначення ТХК і МБК на апаратурно-технологічній схемі виробництва молочних продуктів

Позначення	Найменування
Б	Білок
Ж	Жирність
Ч	Група чистоти
К	Кислотність
Г	Густина
Оп	Органолептичні показники
V	Об'єм
М	Маса
Рд	Редуктазна проба
Тр	Тривалість
Т	Температура
Р	Тиск
Еп	Ефективність пастеризації
Вз	В'язкість
Яз	Якість згустку