

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра харчової біотехнології і хімії

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему:

Проект цеху з виробництва сирів сичужних

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

(шифр і назва спеціальності)

Стасюк М.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Крупа О.М.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Дацишин К.Є.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Кухтин М.Д.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Зварич Н.М.

(прізвище та ініціали)

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

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

Кафедра харчової біотехнології і хімії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

(підпис) (прізвище та ініціали)
« » 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

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

студентці Стасюку Максиму Васильовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект цеху з виробництва сирів сичужних

Керівник роботи Крупа Ольга Миколаївна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 24 » 01 2024 року № 4/7-61

2. Термін подання студентом завершеної роботи 21.06.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи Асортимент:

1) Сир «Український», м.ч.ж. в сухій речовині 50 %

2) Сир «Карпатський», м.ч.ж. в сухій речовині 50 %

3) Сир «Буковинський», м.ч.ж. в сухій речовині 45%

4) Сироватка суха

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

Вступ. Техніко-економічне обґрунтування. Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту. Вибір та обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва молочних продуктів. Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва молочних продуктів запроєктованого асортименту. Організація санітарно-гігієнічного оброблення технологічного обладнання. Підбір технологічного обладнання. Розрахунок площ виробничих і допоміжних приміщень. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

Висновки. Список використаних літературних джерел.

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

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

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

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

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

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 29.01.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Техніко-економічне обґрунтування	31.01.2024 р.	
2	Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту	5.02.2024 р.	
3	Вибір і обґрунтування технологічних процесів та режимів виробництва молочних продуктів	7.02.2024 р.	
4	Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва молочних продуктів запроєктованого асортименту	10.02.2024 р.	
5	Підбір і розрахунок технологічного обладнання	5.06.2024 р.	
6	Розрахунок площ виробничих та допоміжних приміщень	7.06.2024 р.	
7	Викреслювання аркушів графічної частини	14.06.2024 р.	
8	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	17.06.2024 р.	
9	Висновки. Список використаної літератури	18.06.2024 р.	
10	Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Подача роботи для перевірки на плагіат.	19.06.2024 р.	
11	Подання кваліфікаційної роботи до захисту	21.06.2024 р.	

Студент

_____ (підпис)

Стасюк М.В.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Крупа О.М.

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі на тему «Проект цеху з виробництва сирів сичужних», наведено проєктні рішення, щодо будівництва підприємства із виготовлення твердих сичужних сирів «Український», «Карпатський» та «Буковинський» з переробкою сироватки, отриманої в процесі виготовлення сирів.

В розділах проєкту наведено наступне:

-у «Вступі» висвітлюється властивості та користь твердого сичужного сиру та сухої сироватки.

-у розділі 1 «Техніко-економічне обґрунтування» висвітлюється обґрунтування будівництва запроєктованого підприємства у місті Суми, із обраними асортиментом продукції.

-у розділі 2 «Технологічна частина» наведено технологічні розрахунки виробництва продукції, обґрунтовано вибір технології виробництва продукції та зазначено нормативні вимоги до сировини та готових молочних продуктів. Окрім того наведено схеми мікробіологічного й технохімічного контролю на підприємстві. Подано інформацію про санітарно-гігієнічну обробку технологічного устаткування. А також наведений розрахунок необхідного технологічного обладнання й виробничих площ для забезпечення технологічного процесу виробництва запроєктованого асортименту молочних продуктів.

-у розділі 3 «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці» висвітлюються питання з безпеки життєдіяльності та основ охорони праці.

Даний проєкт також містить висновки, список використаних літературних джерел та додатки.

Графічна частина проєкту представлена у вигляді креслеників апаратурно-технологічної схеми, графіка організації виробничих процесів, плану виробничого корпусу підприємства та його поперечного перерізу.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ.....	6
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.....	29
2.2 Вибір та обґрунтування технологічних процесів та режимів виробництва молочних продуктів.....	30
2.2.1 Вимоги до сировини, використовуваної для виробництва молочних продуктів.....	30
2.2.2 Опис загальних технологічних операцій виробництва продуктів запроєктованого асортименту.....	32
2.2.3 Опис технології продуктів запроєктованого асортименту.....	34
2.2.4 Нормативні показники продуктів запроєктованого асортименту... 36	
2.3 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва продуктів запроєктованого асортименту.....	39
2.4 Організація санітарно-гігієнічного оброблення технологічного обладнання.....	42
2.5 Підбір технологічного обладнання.....	46
2.6 Розрахунок площ виробничих та допоміжних приміщень.....	57
3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	61
ВИСНОВКИ.....	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	67
ДОДАТКИ.....	69

ВСТУП

Сири тверді сичужні є незамінною частиною раціону людини, вони мають дуже високу поживну та енергетичну цінність. Жири і білки, які містяться у сирах дуже легко засвоюються організмом людини. Також сири містять безліч незамінних амінокислот, жирних кислот, вітамінів та мінеральних речовин. Сир є популярним харчовим продуктом, який регулярно вживає більшість людей, завдяки чому виробництво сиру є досить сприйнятливим і економічно вигідним.

Суша сироватка також вважається корисним продуктом, однак використовується і вживається не настільки широко як сири. Суша сироватка часто використовується у виробництві морозива та хлібобулочних виробів. У виробництві хлібу суха сироватка надає йому свій приємний характерний аромат. Також суха сироватка часто використовується у виготовленні кормів для тварин, та виробництві харчових добавок для людей завдяки своєму багатому біологічному вмісту.

1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

1.1 Характеристика місця розташування підприємства

Для визначення місця розташування проектного підприємства, перш за все, необхідно визначити чисельність населення типового міста для підприємства з таким асортиментом:

1. Сир твердий сичужний «Український» (м.ч.ж. 50%, ДСТУ 4421:2005).
2. Сир твердий сичужний «Карпатський» (м.ч.ж. 50%, ДСТУ 4421:2005).
3. Сир твердий сичужний «Буковинський» (м.ч.ж. 45%, ДСТУ 4421:2005).
4. Суха сироватка (ДСТУ 4552:2006)

В зв'язку з тим, що проектане підприємство виготовляє сироватку суху для подальшого використання іншими підприємствами, при розрахунку чисельності населення її не враховуємо.

Розрахунок чисельності населення типового міста здійснюємо за формулою:

$$\mathcal{C} = \frac{\Pi}{H} \quad (1.1)$$

де \mathcal{C} – чисельність населення

H – норма споживання сиру на 1 людину за рік, кг.

Норма вживання сиру твердого сичужного – 6,6 кг на рік.[1]

Π – річна потреби сиру твердого сичужного, кг, обчислюємо за формулою:

$$\Pi = \Pi_{\text{зм}} \times K_{\text{зм}} \quad (1.2)$$

Де $\Pi_{\text{зм}}$ – кількість виробленого сиру за зміну, кг

$K_{\text{зм}}$ – кількість змін на рік

$$\Pi = 3926 \times 500 = 1963000 \text{ кг}$$

$$\mathcal{C} = \frac{1963000}{6,6} = 297424 \text{ чол}$$

За визначеною чисельністю населення проєкт будівництва цеху із виробництва твердих сирів доцільно реалізувати у місті Суми. Суми – місто, що знаходяться у північній частині нашої країни і має обласне значення у регіоні, місто дуже розвинуте у промисловій та сільськогосподарській сферах, має розвинені транспортні шляхи з іншими великими містами країни.

Сильні та слабкі сторони проєктованого підприємства визначаємо використовуючи SWOT-аналіз (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – SWOT-аналіз для молокопереробного підприємства, яке планує реалізацію продукції на ринку

<p style="text-align: center;">Сильні сторони:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Гарне розташування підприємства; 2. Висока якість продукції; 3. Підприємство з новим технологічним обладнанням. 4. Продукція що відповідає стандартам якості; 5. Врахування потреб споживачів. 	<p style="text-align: center;">Слабкі сторони:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Невідоме для споживачів підприємство; 2. Висока вартість обладнання; 3. Наявність конкуренції на ринку; 4. Недостатньо коштів для ефективної маркетингової діяльності.
<p style="text-align: center;">Можливості:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Застосування інноваційних технологій та обладнання; 2. Підвищення продуктивності підприємства; 3. Активна маркетингова діяльність; 4. зниження собівартості продукту; 5. Вихід на широкий ринок збуту продукції; 6. Ефективна політика менеджменту. 	<p style="text-align: center;">Загрози:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Поява нових конкурентів; 2. Недовіра покупців до нового виробника; 3. Труднощі конкуренції з великими компаніями, які давно знаходяться на ринку; 4. Не стабільна економіка у державі. 5. Не стабільна геополітична ситуація.

В даному регіоні нема підприємства яке б виготовляло продукцію з таким-самим асортиментом. Найближче підприємство по виробництву сирів

твердих це ПрАТ "ЛАКТАЛІС СУМИ" (ТМ «Шостка») знаходиться в м. Шостка. Це підприємство не випускає ідентичний асортимент продукції. Винятком є сир твердий «Український».

1.2. Характеристика сировинної зони

Сумська область має значний потенціал для розвитку молочної промисловості, що робить її привабливою для розміщення підприємства з виробництва твердого сичужного сиру.

↪ *Аграрний потенціал*

Сумська область є одним із провідних аграрних регіонів України. Сільське господарство, зокрема молочне тваринництво, відіграє важливу роль у місцевій економіці. Ґрунти області сприятливі для вирощування кормових культур, що забезпечує достатню кількість якісного корму для худоби.

↪ *Молочні ферми та господарства*

В області функціонують численні молочні ферми та аграрні підприємства, які займаються виробництвом молока. Вони мають сучасне обладнання та технології, що забезпечують високий рівень виробництва та якості молока. Відповідно, сировинна база для молочної промисловості є стабільною і високоякісною.

↪ *Кліматичні умови*

Сприятливий клімат Сумської області, з помірно континентальними умовами, є додатковим фактором для розвитку тваринництва. Достатня кількість опадів та помірні температури забезпечують хороші умови для вирощування кормових культур та утримання великої рогатої худоби.

↪ *Логістична інфраструктура*

Сумська область має розвинену транспортну інфраструктуру, що включає залізничні та автомобільні шляхи, які забезпечують ефективне транспортування молока з ферм до переробних підприємств. Це сприяє швидкій доставці свіжої сировини до заводу.

↪ *Підтримка місцевої влади*

Місцева влада активно підтримує розвиток аграрного сектора, в тому числі молочної промисловості. Існують програми підтримки для сільськогосподарських виробників, що включають субсидії, гранти та пільгові кредити, які сприяють модернізації та розширенню виробництва.

↳ **Екологічні умови**

Сумська область має відносно низький рівень промислового забруднення, що є важливим для екологічно чистого виробництва молочної продукції. Це додає додаткової вартості для продукції, що може бути привабливим для споживачів, які цінують екологічну безпеку.

↳ **Ринок праці**

Область має достатню кількість кваліфікованих кадрів у сфері сільського господарства та переробної промисловості. Це дозволяє забезпечити підприємство необхідними фахівцями для ефективного виробництва.

Отже Сумська область володіє усіма необхідними умовами для успішного розвитку молочної промисловості. Висока якість сировини, сприятливий клімат, розвинена логістична інфраструктура та підтримка з боку місцевої влади створюють оптимальні умови для розміщення заводу з виробництва твердого сичужного сиру.

1.3 Обґрунтування асортименту молочної продукції

Твердий сичужний сир – це сир який отримується при зсіданні молока під дією закваски і сичужного ферменту [16].

В основному сичужні тверді сири складаються з білків, жирів, мінеральних солей та вітамінів. Під час виробництва твердого сиру основні складові молока збільшуються приблизно у 10 і більше разів. В процесі виробництва сиру використовується близько половини сухих речовин які містить молоко, частка жиру і білку у них до 90% [16].

Білки і жири які містяться у сирі мають дуже велике значення засвоюваності організмом людини, тому сир це дуже поживний та цінний продукт. Також сир містить велику кількість вільних жирних кислот (насичених і ненасичених), незамінних амінокислот та мінеральних речовин, що зумовлює його високу біологічну цінність. За рекомендаціями дієтологів людині потрібно вживати приблизно 6,5 кг сиру на рік.

Для проєктованого підприємства були обрані такі продукти як: сири тверді «Український», «Карпатський», «Буковинський» та сироватка суха. Такі види сиру є доволі популярними серед споживачів завдяки їх смакових характеристик. А перероблення сироватки молочної надасть можливість проєктованому підприємству бути екологічно чистим, зменшити економічні витрати та покращити екологічну ситуацію навколо підприємства, де могла б утилізуватися вторинна сировина.

Сироватка суха – це продукт вироблений із вторинного продукту сироробної галузі (сироватки), який виробляється шляхом сушіння, перед сушінням сироватку знежирують та пастеризують, після чого згущують на вакуум-випарній установці після якої згущена сироватка поступає на сушіння [16].

Суха сироватка часто використовується у різних сферах харчової промисловості, зокрема у виробництві морозива та хлібобулочних виробів. Цей продукт є дуже корисним, дієтичним та має досить високу поживну цінність.

1.4 Характеристика каналів реалізації продукції

Для ефективного функціонування цеху з виробництва твердого сичужного сиру в Сумській області необхідно забезпечити надійні та ефективні канали реалізації продукції такі як:

Торгівельні мережі

▪ *Супермаркети та гіпермаркети* , що включають великі національні та регіональні мережі, такі як "Сільпо", "АТБ", "Фора", "Метро"

та інші. Вони мають широкую мережу магазинів, що дозволяє охопити велику кількість споживачів.

- *Спеціалізовані магазини*, які спеціалізуються на продажі молочних продуктів та сиру. Це можуть бути як окремі магазини, так і секції в великих торгових центрах.

Гуртова торгівля

- *Гуртові бази та дистриб'ютори*, які закупають продукцію великими партіями і постачають її до дрібних магазинів, кафе, ресторанів та інших торгових точок.

- *Аграрні ринки та продовольчі бази*, де продаються великі партії сільськогосподарської продукції, включаючи молочні вироби.

Роздрібна торгівля

- *Продуктові магазини*: малі та середні магазини, розташовані в містах та селах, які можуть бути постійними покупцями продукції заводу.

- *Місцеві традиційні ринки*, де споживачі можуть придбати свіжі продукти безпосередньо від виробників або їхніх представників.

Громадське харчування

- *Ресторани, кафе та інші заклади громадського харчування*, які використовують сир у своїх стравах. Вони можуть стати постійними клієнтами заводу.

- *Кейтерингові компанії*, які займаються організацією харчування на різних заходах, також можуть бути зацікавлені в якісній молочній продукції.

Онлайн-продажі

- *Інтернет-магазини*: прямий продаж через власний веб-сайт або платформи електронної комерції, такі як Rozetka, Prom.ua та інші. Це дозволяє охопити ширшу аудиторію, включаючи інші регіони України.

- *Доставка продуктів*: співпраця з сервісами доставки продуктів (наприклад, Glovo, Raketa), які можуть доставляти сир безпосередньо до дверей споживачів.

Корпоративні клієнти

▪ *Заклади освіти та охорони здоров'я:* школи, дитячі садки, лікарні та інші установи, які мають потребу в регулярному постачанні якісних молочних продуктів.

▪ *Великі підприємства та офіси:* компанії, які забезпечують харчування для своїх працівників.

Експорт

▪ *Міжнародні ринки:* вихід на міжнародні ринки, зокрема, до країн ЄС, де є високий попит на якісну молочну продукцію. Для цього необхідно відповідати міжнародним стандартам якості та безпеки харчових продуктів.

Отже розвиток різноманітних каналів реалізації продукції є ключовим для успішного функціонування підприємства з виробництва твердого сичужного сиру будь якої потужності та форми власності. Використання супермаркетів, спеціалізованих магазинів, гуртової та роздрібної торгівлі, онлайн-продажів та співпраця з корпоративними клієнтами дозволить заводу максимально ефективно реалізовувати свою продукцію і охопити широку аудиторію споживачів.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

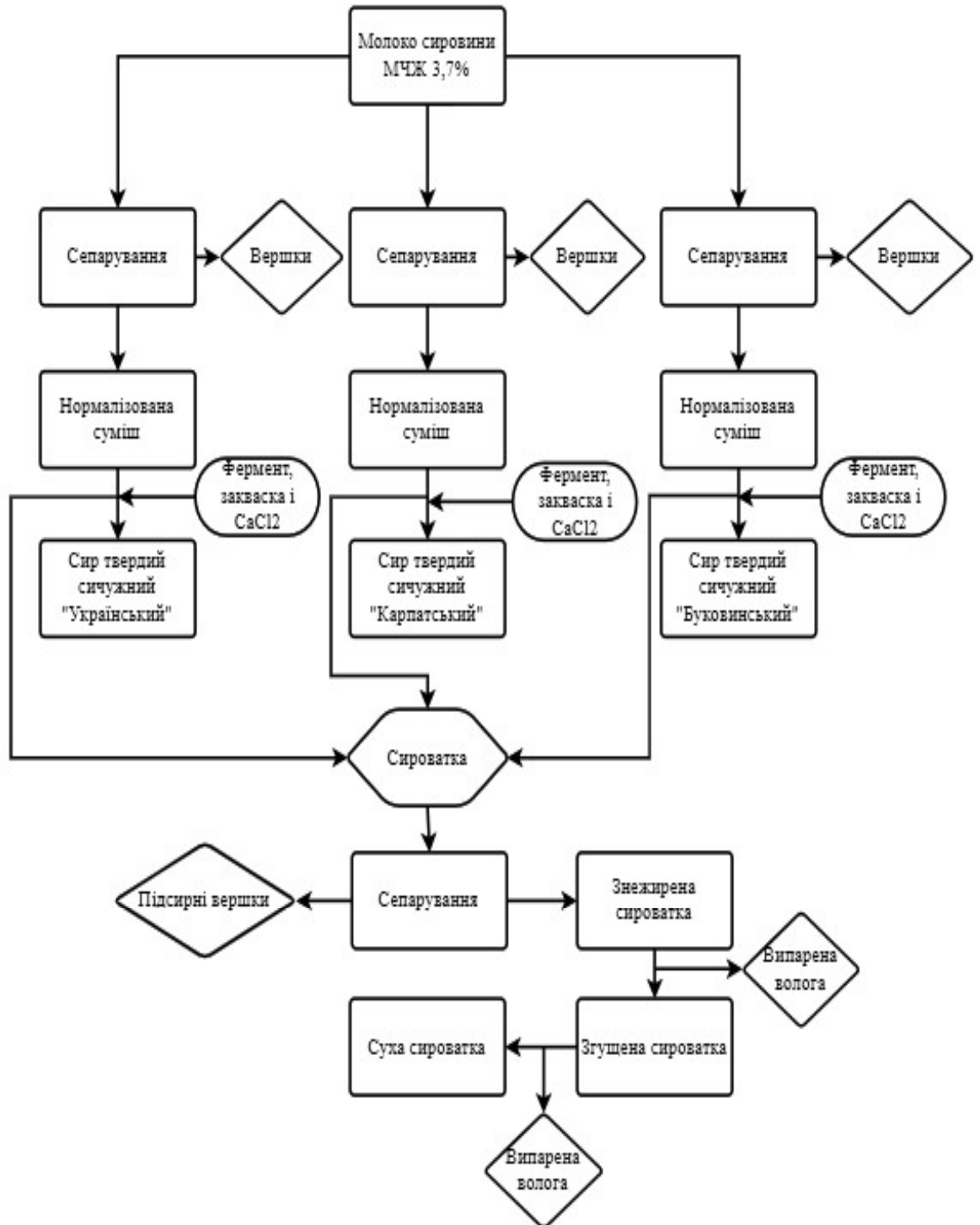
2.1 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту

2.1.1 Таблиця вихідних даних для розрахунку запроєктованого асортименту

Таблиця 2.1 – Таблиця вихідних даних для розрахунку запроєктованого асортименту

Назва продукту	Масова частка жиру, %	Маса готового продукту, кг	Вид фасування	Норма витрат	Нормативний документ
Сир твердий сичужний «Український»	50	1256	циліндри по 8 кілограм	11970	ДСТУ 4421:2005
Сир твердий сичужний «Карпатський»	50	1260	низькі циліндри по 15 кілограм	11970	ДСТУ 4421:2005
Сир твердий сичужний «Буковинський»	45	1410	бруси по 10 кілограм	13810	ДСТУ 4421:2005
Суша сироватка	0,05	2350	мішки по 25 кілограм	---	ДСТУ 4552:2006

2.1.2 Схема напрямків технологічної переробки сировини



2.1.3 Сировинно-продуктовий розрахунок

Розрахунок продукту здійснюємо із використання розроблених формул, які враховують хімічний склад молока сировини [11,10].

1.Розрахунок сиру твердого сичужного «Українського», з МЧЖ 50% у готовому продукті, на виробництво направляємо 15 тон молока-сировини з МЧЖ 3,7%, фасування відбувається у циліндри по 8 кілограм:

- Спочатку розраховуємо вміст білку у незбираному молоці, яке надходить на підприємство:

$$B_{н.м.} = A \times Ж_{н.м.} + B \quad (2.1)$$

Де $B_{н.м.}$ – вміст білку у незбираному молоці, %

Коефіцієнт $A = 0,35 \dots 0,55$

Коефіцієнт $B = 1,3$

$$B_{н.м.} = 0,4 \times 3,7 + 1,3 = 2,78\%$$

- Визначаємо масову частку жиру у нормалізованій суміші:

$$Ж_{н.с.} = \frac{K \times B_{н.м.} \times Ж_{сир(п)}}{100} \quad (2.2)$$

Де $Ж_{н.с.}$ – масова частка жиру у нормалізованій суміші, %

K – коефіцієнт перерахунку (для сичужного сиру з масовою часткою жиру – 50% становить 2,09...2,16)

$B_{н.м.}$ – вміст білку у незбираному молоці, %

$Ж_{сир(п)}$ – планова масова частка жиру, на 1% більша ніж у готовому продукті, %

$$Ж_{н.с.} = \frac{2,1 \times 2,78 \times 51}{100} = 2,97\%$$

- Розраховуємо масу нормалізованої суміші:

$$m_{н.с.} = \frac{m_{н.м.} \times (Ж_{в} - Ж_{н.м.})}{Ж_{в} - Ж_{н.с.}} \times \frac{100}{100 - B} \quad (2.3)$$

Де $m_{н.с.}$ – маса нормалізованої суміші, кг

$m_{н.м.}$ – маса незбираного молока, кг

J_B – масова частка жиру у вершках після сепарування незбираного молока (приймаємо 20%)

$J_{н.м}$ – масова частка жиру у незбираному молоці, %

$J_{н.с.}$ – масова частка жиру нормалізованої суміші, %

B – втрати жиру при сепаруванні (приймаємо 0,38)

$$m_{н.с.} = \frac{15000 \times (20 - 3,7)}{20 - 2,97} \times \frac{100}{100 - 0,38} = 14411,78 \text{ кг}$$

- Розраховуємо масу вершків, отриманих при сепаруванні:

$$m_B = (m_{н.м} - m_{н.с.}) \times \frac{100 - B_B}{100} \quad (2.4)$$

Де $m_{н.м}$ – маса незбираного молока, кг

$m_{н.с.}$ – маса нормалізованої суміші, кг

B_B – втрати вершків (приймаємо 0,07)

$$m_B = (15000 - 14411,78) \times \frac{100 - 0,07}{100} = 587,87 \text{ кг}$$

- Розраховуємо масу хлористого кальцію, необхідного для виготовлення продукту:

$$m_{CaCl_2} = \frac{m_{н.с.} \times C}{100} \quad (2.5)$$

Де m_{CaCl_2} – маса хлористого кальцію, кг

$m_{н.с.}$ – маса нормалізованої суміші, кг

C – маса хлористого кальцію необхідна на виготовлення 100 кг сиру (становить 20...40 г або 0,02...0,04 кг)

$$m_{CaCl_2} = \frac{14411,78 \times 0,03}{100} = 4,32 \text{ кг}$$

- Розраховуємо масу молокозгортального ферменту, необхідного для виготовлення сиру:

$$m_\Phi = \frac{m_{н.с.} \times m'_\Phi}{100} \quad (2.6)$$

Де m_Φ – маса молокозгортального ферменту, кг

$m_{н.с.}$ – маса нормалізованої суміші, кг

m'_ϕ – маса молокозгортального ферменту, необхідна на виготовлення 100 кілограм сиру (становить 0,7...2,5 г або 0,0007...0,0025 кг)

$$m_\phi = \frac{14411,78 \times 0,0015}{100} = 0,22 \text{ кг}$$

- Розраховуємо загальну масу суміші на виробництво:

$$m_{\text{сум.}}^3 = m_{\text{н.с.}} + m_{\text{CaCl}_2} + m_\phi \quad (2.7)$$

Де $m_{\text{сум.}}^3$ – загальна маса суміші, кг

$m_{\text{н.с.}}$ – маса нормалізованої суміші, кг

m_{CaCl_2} – маса хлористого кальцію, кг

m_ϕ – маса молокозгортального ферменту, кг

$$m_{\text{сум.}}^3 = 14411,78 + 4,32 + 0,22 = 14416,32 \text{ кг}$$

- Розраховуємо масу зрілого сиру без врахування усушки:

$$m_{\text{з.с.}} = \frac{m_{\text{сум.}}^3}{N_{\text{в}}} \times 1000 \quad (2.8)$$

Де $m_{\text{з.с.}}$ – маса зрілого сиру без врахування усушки, кг

$m_{\text{сум.}}^3$ – загальна маса суміші, кг

$N_{\text{в}}$ – норма витрат нормалізованої суміші на виготовлення 1 тони продукту (приймаємо 11970 кг/т)

$$m_{\text{з.с.}} = \frac{14416,32}{11970} \times 1000 = 1204,37 \text{ кг}$$

- Розраховуємо масу сиру після пресування з урахуванням його усушки:

$$m_{\text{сиру}} = \frac{m_{\text{з.с.}} \times 100}{100 - \text{У}} \quad (2.9)$$

Де $m_{\text{сиру}}$ – маса сиру після пресування з урахуванням його усушки, кг

$m_{\text{з.с.}}$ – маса зрілого сиру без врахування усушки, кг

У – норма витрат на усушку сиру (приймаємо 4,7)

$$m_{\text{сиру}} = \frac{1204,37 \times 100}{100 - 4,7} = 1263,77 \text{ кг}$$

- Розраховуємо кількість головок готового сиру:

$$N_{\text{г.с.}} = \frac{m_{\text{сиру}}}{m_{\text{гол}}} \quad (2.10)$$

Де $N_{г.с.}$ – кількість головок готового сиру, штук

$m_{сиру}$ – маса сиру після пресування з урахуванням його усушки, кг

$m_{гол}$ – маса однієї головки сиру (приймаємо циліндри по 8 кілограм)

$$N_{г.с.} = \frac{1263,77}{8} = 157 \text{ штук}$$

- Розраховуємо масу сироватки, яку отримуємо при виготовленні сиру:

$$m_{п.п.} = \frac{m_{сум}^3 \times B_{п.п.}}{100} \quad (2.11)$$

Де $m_{п.п.}$ – маса побічного продукту (сироватки), яку отримуємо при виготовленні сиру, кг

$m_{сум}^3$ – загальна маса суміші, кг

$B_{п.п.}$ – норма витрат побічного продукту (сироватки), приймаємо 80%

$$m_{п.п.} = \frac{14416,32 \times 80}{100} = 11533,056 \text{ кг}$$

- Розраховуємо масу підсирних вершків, отриманих при сепаруванні сироватки для виготовлення сухої сироватки:

$$m_{п.в.} = \frac{m_{п.п.} \times (Ж_{ср} - Ж_{з.с.})}{Ж_{п.в.} - Ж_{з.с.}} \times \frac{100 - B}{100} \quad (2.12)$$

Де $m_{п.в.}$ – маса підсироваткових вершків, кг

$m_{п.п.}$ – маса побічного продукту (сироватки), кг

$Ж_{ср}$ – масова частка жиру у сироватці (приймаємо 0,4%)

$Ж_{з.с.}$ – масова частка жиру у знежиреній сироватці, яку отримуємо в результаті сепарування (приймаємо 0,05%)

$Ж_{п.в.}$ – масова частка жиру у підсирних вершках, які отримуємо в результаті сепарування (приймаємо 35%)

B – втрати вершків (приймаємо 0,07)

$$m_{п.в.} = \frac{11533,056 \times (0,4 - 0,05)}{35 - 0,05} \times \frac{100 - 0,07}{100} = 115,41 \text{ кг}$$

- Розраховуємо масу знежиреної сироватки, яку отримуємо після сепарування:

$$m_{з.с.} = m_{п.п.} - m_{п.в.} \quad (2.13)$$

Де $m_{з.с.}$ – маса знежиреної сироватки, кг

$m_{п.п.}$ – маса побічного продукту (сироватки), кг

$m_{п.в.}$ – маса підсироваткових вершків, кг

$$m_{з.с.} = 11533,056 - 115,41 = 11417,65 \text{ кг}$$

2. Розрахунок сиру твердого сичужного «Карпатського», з МЧЖ 50% у готовому продукті, на виробництво якого направляємо 15 тон молока-сировини з МЧЖ 3,7%, фасування відбувається у низькі циліндри по 15 кілограм:

- Спочатку розраховуємо вміст білку у незбираному молоці, яке поставляється на підприємство:

$$B_{н.м.} = A \times Ж_{н.м.} + B \quad (2.1)$$

Де $B_{н.м.}$ – вміст білку у незбираному молоці, %

Коефіцієнт $A = 0,35 \dots 0,55$

Коефіцієнт $B = 1.3$

$$B_{н.м.} = 0,4 \times 3,7 + 1,3 = 2,78\%$$

- Визначаємо масову частку жиру у нормалізованій суміші:

$$Ж_{н.с.} = \frac{K \times B_{н.м.} \times Ж_{сир(п)}}{100} \quad (2.2)$$

Де $Ж_{н.с.}$ – масова частка жиру у нормалізованій суміші, %

K – коефіцієнт перерахунку (для сичужного сиру з масовою часткою жиру – 50% становить 2,09...2,16)

$B_{н.м.}$ – вміст білку у незбираному молоці, %

$Ж_{сир(п)}$ – планова масова частка жиру, на 1% більша ніж у готовому продукті, %

$$Ж_{н.с.} = \frac{2,1 \times 2,78 \times 51}{100} = 2,97\%$$

- Розраховуємо масу нормалізованої суміші:

$$m_{н.с.} = \frac{m_{н.м.} \times (Ж_{в.} - Ж_{н.м.})}{Ж_{в.} - Ж_{н.с.}} \times \frac{100}{100 - B} \quad (2.3)$$

Де $m_{н.с.}$ – маса нормалізованої суміші, кг

$m_{н.м.}$ – маса незбираного молока, кг

J_B – масова частка жиру у вершках після сепарування незбираного молока (приймаємо 20%)

$J_{н.м}$ – масова частка жиру у незбираному молоці, %

$J_{н.с}$ – масова частка жиру нормалізованої суміші, %

B – втрати жиру при сепаруванні (приймаємо 0,38)

$$m_{н.с} = \frac{15000 \times (20 - 3,7)}{20 - 2,97} \times \frac{100}{100 - 0,38} = 14411,78 \text{ кг}$$

- Розраховуємо масу вершків отриманих при сепаруванні:

$$m_B = (m_{н.м} - m_{н.с}) \times \frac{100 - B_B}{100} \quad (2.4)$$

Де $m_{н.м}$ – маса незбираного молока, кг

$m_{н.с}$ – маса нормалізованої суміші, кг

B_B – втрати вершків (приймаємо 0,07)

$$m_B = (15000 - 14411,78) \times \frac{100 - 0,07}{100} = 587,87 \text{ кг}$$

- Розраховуємо масу хлористого кальцію, необхідного для виготовлення продукту:

$$m_{CaCl_2} = \frac{m_{н.с} \times C}{100} \quad (2.5)$$

Де m_{CaCl_2} – маса хлористого кальцію, кг

$m_{н.с}$ – маса нормалізованої суміші, кг

C – маса хлористого кальцію, необхідна на виготовлення 100 кілограм сиру (становить 20...40 грам або 0,02...0,04 кілограм)

$$m_{CaCl_2} = \frac{14411,78 \times 0,03}{100} = 4,32 \text{ кг}$$

- Розраховуємо масу молокозгортального ферменту, необхідного для виготовлення сиру:

$$m_\phi = \frac{m_{н.с} \times m'_\phi}{100} \quad (2.6)$$

Де m_ϕ – маса молокозгортального ферменту, кг

$m_{н.с}$ – маса нормалізованої суміші, кг

m'_ϕ – маса молокозгортального ферменту, необхідна на виготовлення 100 кілограм сиру (становить 0,7...2,5 грам або 0,0007...0,0025 кілограм)

$$m_\phi = \frac{14411,78 \times 0,0015}{100} = 0,22 \text{ кг}$$

- Розраховуємо загальну масу суміші на виробництво:

$$m_{\text{сум.}}^3 = m_{\text{н.с.}} + m_{\text{CaCl}_2} + m_\phi \quad (2.7)$$

Де $m_{\text{сум.}}^3$ – загальна маса суміші, кг

$m_{\text{н.с.}}$ – маса нормалізованої суміші, кг

m_{CaCl_2} – маса хлористого кальцію, кг

m_ϕ – маса молокозгортального ферменту, кг

$$m_{\text{сум.}}^3 = 14411,78 + 4,32 + 0,22 = 14416,32 \text{ кг}$$

- Розраховуємо масу зрілого сиру без врахування усушки:

$$m_{\text{з.с.}} = \frac{m_{\text{сум.}}^3}{N_{\text{в}}} \times 1000 \quad (2.8)$$

Де $m_{\text{з.с.}}$ – маса зрілого сиру без врахування усушки, кг

$m_{\text{сум.}}^3$ – загальна маса суміші, кг

$N_{\text{в}}$ – норма витрат нормалізованої суміші на виготовлення 1 тони продукту (приймаємо 11970 кг/т)

$$m_{\text{з.с.}} = \frac{14416,32}{11970} \times 1000 = 1204,37 \text{ кг}$$

- Розраховуємо масу сиру після пресування з урахуванням його усушки:

$$m_{\text{сиру}} = \frac{m_{\text{з.с.}} \times 100}{100 - \text{У}} \quad (2.9)$$

Де $m_{\text{сиру}}$ – маса сиру після пресування з урахуванням його усушки, кг

$m_{\text{з.с.}}$ – маса зрілого сиру без врахування усушки, кг

У – норма витрат на усушку сиру (приймаємо 5,2)

$$m_{\text{сиру}} = \frac{1204,37 \times 100}{100 - 5,2} = 1270,43 \text{ кг}$$

- Розраховуємо кількість головок готового сиру:

$$N_{\text{г.с.}} = \frac{m_{\text{сиру}}}{m_{\text{ГОЛ}}} \quad (2.10)$$

Де $N_{г.с.}$ – кількість головок готового сиру, штук
 $m_{сиру}$ – маса сиру після пресування з урахуванням його усушки, кг
 $m_{гол}$ – маса однієї головки сиру (приймаємо низькі циліндри по 15 кілограм)

$$N_{г.с.} = \frac{1270,43}{15} = 84 \text{ штуки}$$

- Розраховуємо масу сироватки, яку отримаємо при виготовленні сиру:

$$m_{п.п.} = \frac{m_{сум}^3 \times B_{п.п.}}{100} \quad (2.11)$$

Де $m_{п.п.}$ – маса побічного продукту (сироватки), яку отримаємо при виготовленні сиру, кг

$m_{сум}^3$ – загальна маса суміші, кг

$B_{п.п.}$ – норма витрат побічного продукту (сироватки), приймаємо 80%

$$m_{п.п.} = \frac{14416,32 \times 80}{100} = 11533,056 \text{ кг}$$

- Розраховуємо масу підсирних вершків, отриманих при сепаруванні сироватки для виготовлення сухої сироватки:

$$m_{п.в.} = \frac{m_{п.п.} \times (Ж_{ср} - Ж_{з.с.})}{Ж_{п.в.} - Ж_{з.с.}} \times \frac{100 - B}{100} \quad (2.12)$$

Де $m_{п.в.}$ – маса підсироваткових вершків, кг

$m_{п.п.}$ – маса побічного продукту (сироватки), кг

$Ж_{ср}$ – масова частка жиру у сироватці (приймаємо 0,4%)

$Ж_{з.с.}$ – масова частка жиру у знежиреній сироватці, яку отриманої в результаті сепарування (приймаємо 0,05%)

$Ж_{п.в.}$ – масова частка жиру у підсирних вершках, отриманих в результаті сепарування (приймаємо 35%)

B – втрати вершків (приймаємо 0,07)

$$m_{п.в.} = \frac{11533,056 \times (0,4 - 0,05)}{35 - 0,05} \times \frac{100 - 0,07}{100} = 115,41 \text{ кг}$$

- Розраховуємо масу знежиреної сироватки, отриманої після сепарування:

$$m_{з.с.} = m_{п.п.} - m_{п.в.} \quad (2.13)$$

Де $m_{з.с.}$ – маса знежиреної сироватки, кг

$m_{п.п.}$ – маса побічного продукту (сироватки), кг

$m_{п.в.}$ – маса підсирних вершків, кг

$$m_{з.с.} = 11533,056 - 115,41 = 11417,65 \text{ кг}$$

3. Розрахунок сиру твердого сичужного «Буковинського», з МЧЖ 45% у готовому продукті, на виробництво якого направляємо 20 тон молока-сировини з МЧЖ 3,7%, фасування відбувається у бриси по 10 кілограм:

- Спочатку розраховуємо вміст білку у незбираному молоці, яке поставляється на підприємство:

$$B_{н.м.} = A \times Ж_{н.м.} + B \quad (2.1)$$

Де $B_{н.м.}$ – вміст білку у незбираному молоці, %

Коефіцієнт $A = 0,35 \dots 0,55$

Коефіцієнт $B = 1,3$

$$B_{н.м.} = 0,4 \times 3,7 + 1,3 = 2,78\%$$

- Визначаємо масову частку жиру у нормалізованій суміші:

$$Ж_{н.с.} = \frac{K \times B_{н.м.} \times Ж_{сир(п)}}{100} \quad (2.2)$$

Де $Ж_{н.с.}$ – масова частка жиру у нормалізованій суміші, %

K – коефіцієнт перерахунку (для сичужного сиру з масовою часткою жиру – 45% становить 2,02)

$B_{н.м.}$ – вміст білку у незбираному молоці, %

$Ж_{сир(п)}$ – планова масова частка жиру, на 1% більша ніж у готовому продукті, %

$$Ж_{н.с.} = \frac{2,02 \times 2,78 \times 46}{100} = 2,58\%$$

- Розраховуємо масу нормалізованої суміші:

$$m_{н.с.} = \frac{m_{н.м.} \times (Ж_{в.} - Ж_{н.м.})}{Ж_{в.} - Ж_{н.с.}} \times \frac{100}{100 - B} \quad (2.3)$$

Де $m_{н.с.}$ – маса нормалізованої суміші, кг

$m_{н.м.}$ – маса незбираного молока, кг

J_B – масова частка жиру у вершках після сепарування незбираного молока (приймаємо 20%)

$J_{н.м}$ – масова частка жиру у незбираному молоці, %

$J_{н.с.}$ – масова частка жиру нормалізованої суміші, %

B – втрати жиру при сепаруванні (приймаємо 0,38)

$$m_{н.с.} = \frac{20000 \times (20 - 3,7)}{20 - 2,58} \times \frac{100}{100 - 0,38} = 18715,13 \text{ кг}$$

- Розраховуємо масу вершків, отриманих при сепаруванні:

$$m_B = (m_{н.м} - m_{н.с.}) \times \frac{100 - B_B}{100} \quad (2.4)$$

Де $m_{н.м}$ – маса незбираного молока, кг

$m_{н.с.}$ – маса нормалізованої суміші, кг

B_B – втрати вершків (приймаємо 0,07)

$$m_B = (20000 - 18715,13) \times \frac{100 - 0,07}{100} = 1283,97 \text{ кг}$$

- Розраховуємо масу хлористого кальцію, необхідного для виготовлення продукту:

$$m_{CaCl_2} = \frac{m_{н.с.} \times C}{100} \quad (2.5)$$

Де m_{CaCl_2} – маса хлористого кальцію, кг

$m_{н.с.}$ – маса нормалізованої суміші, кг

C – маса хлористого кальцію, необхідна на виготовлення 100 кілограм сиру (становить 20...40 грам або 0,02...0,04 кілограм)

$$m_{CaCl_2} = \frac{18715,13 \times 0,03}{100} = 5,61 \text{ кг}$$

- Розраховуємо масу молокозгортального ферменту, необхідного для виготовлення сиру:

$$m_\phi = \frac{m_{н.с.} \times m'_\phi}{100} \quad (2.6)$$

Де m_ϕ – маса молокозгортального ферменту, кг

$m_{н.с.}$ – маса нормалізованої суміші, кг

m'_ϕ – маса молокозгортального ферменту, необхідна на виготовлення 100 кілограм сиру (становить 0,7...2,5 грам або 0,0007...0,0025 кілограм)

$$m_\phi = \frac{18715,13 \times 0,0015}{100} = 0,28 \text{ кг}$$

- Розраховуємо загальну масу суміші на виробництво:

$$m_{\text{сум.}}^3 = m_{\text{н.с.}} + m_{\text{CaCl}_2} + m_\phi \quad (2.7)$$

Де $m_{\text{сум.}}^3$ – загальна маса суміші, кг

$m_{\text{н.с.}}$ – маса нормалізованої суміші, кг

m_{CaCl_2} – маса хлористого кальцію, кг

m_ϕ – маса молокозгортального ферменту, кг

$$m_{\text{сум.}}^3 = 18715,13 + 5,61 + 0,28 = 18721,02 \text{ кг}$$

- Розраховуємо масу зрілого сиру без врахування усушки:

$$m_{\text{з.с.}} = \frac{m_{\text{сум.}}^3}{N_{\text{в}}} \times 1000 \quad (2.8)$$

Де $m_{\text{з.с.}}$ – маса зрілого сиру без врахування усушки, кг

$m_{\text{сум.}}^3$ – загальна маса суміші, кг

$N_{\text{в}}$ – норма витрат нормалізованої суміші на виготовлення 1 тони продукту (приймаємо 11970 кг/т)

$$m_{\text{з.с.}} = \frac{18721,02}{13810} \times 1000 = 1355,61 \text{ кг}$$

- Розраховуємо масу сиру після пресування з урахуванням його усушки:

$$m_{\text{сиру}} = \frac{m_{\text{з.с.}} \times 100}{100 - \text{У}} \quad (2.9)$$

Де $m_{\text{сиру}}$ – маса сиру після пресування з урахуванням його усушки, кг

$m_{\text{з.с.}}$ – маса зрілого сиру без врахування усушки, кг

У – норма витрат на усушку сиру (приймаємо 4,2)

$$m_{\text{сиру}} = \frac{1355,61 \times 100}{100 - 4,2} = 1415,04 \text{ кг}$$

- Розраховуємо кількість головок готового сиру:

$$N_{\text{г.с.}} = \frac{m_{\text{сиру}}}{m_{\text{гол}}} \quad (2.10)$$

Де $N_{г.с.}$ – кількість головок готового сиру, штук

$m_{сиру}$ – маса сиру після пресування з урахуванням його усушки, кг

$m_{гол}$ – маса однієї головки сиру (приймаємо бруски по 10 кілограм)

$$N_{г.с.} = \frac{1415,04}{10} = 141 \text{ штука}$$

- Розраховуємо масу сироватки, яку отримаємо при виготовленні сиру:

$$m_{п.п.} = \frac{m_{сум}^3 \times B_{п.п.}}{100} \quad (2.11)$$

Де $m_{п.п.}$ – маса побічного продукту (сироватки), отриманої при виготовленні сиру, кг

$m_{сум}^3$ – загальна маса суміші, кг

$B_{п.п.}$ – норма витрат побічного продукту (сироватки), приймаємо 80%

$$m_{п.п.} = \frac{18721,02 \times 80}{100} = 14976,82 \text{ кг}$$

- Розраховуємо масу підсирних вершків, отриманих при сепаруванні сироватки для виготовлення сухої сироватки:

$$m_{п.в.} = \frac{m_{п.п.} \times (Ж_{ср} - Ж_{з.с.})}{Ж_{п.в.} - Ж_{з.с.}} \times \frac{100 - B}{100} \quad (2.12)$$

Де $m_{п.в.}$ – маса підсирних вершків, кг

$m_{п.п.}$ – маса побічного продукту (сироватки), кг

$Ж_{ср}$ – масова частка жиру у сироватці (приймаємо 0,4%)

$Ж_{з.с.}$ – масова частка жиру у знежиреній сироватці, яку отримаємо в результаті сепарування (приймаємо 0,05%)

$Ж_{п.в.}$ – масова частка жиру у підсирних вершках, які отримаємо в результаті сепарування (приймаємо 35%)

B – втрати вершків (приймаємо 0,07)

$$m_{п.в.} = \frac{14976,82 \times (0,4 - 0,05)}{35 - 0,05} \times \frac{100 - 0,07}{100} = 149,87 \text{ кг}$$

- Розраховуємо масу знежиреної сироватки, яку отримаємо після сепарування:

$$m_{з.с.} = m_{п.п.} - m_{п.в.} \quad (2.13)$$

Де $m_{з.с.}$ – маса знежиреної сироватки, кг

$m_{п.п.}$ – маса побічного продукту (сироватки), кг

$m_{п.в.}$ – маса підсирних вершків, кг

$$m_{з.с.} = 14976,82 - 149,87 = 14826,95 \text{ кг}$$

4. Розрахунок сухої сироватки з сироватки отриманої в результаті виробництва сирів, фасування відбувається у мішки по 25 кілограм:

- Розраховуємо загальну масу сухої сироватки, отриманої після сепарування сироватки, масу якої розраховано вище в розрахунках сирів:

$$m_{з.с.}^3 = m_{з.с.}^I + m_{з.с.}^{II} + m_{з.с.}^{III} \quad (2.14)$$

Де $m_{з.с.}^3$ – загальна маса знежиреної сироватки, отриманої від виробництва усіх сирів представлених у розрахунках, кг

$m_{з.с.}^I$ – маса знежиреної сироватки від виробництва сиру твердого сичужного «Українського», кг

$m_{з.с.}^{II}$ – маса знежиреної сироватки від виробництва сиру твердого сичужного «Карпатського», кг

$m_{з.с.}^{III}$ – маса знежиреної сироватки від виробництва сиру твердого сичужного «Буковинського», кг

$$m_{з.с.}^3 = 11417,65 + 11417,65 + 14826,95 = 37662,25 \text{ кг}$$

- Розраховуємо масу згущеної сироватки:

$$m_{зг.с.} = \frac{m_{з.с.}^3 \times C_{зс}}{C_{згс}} \times \frac{100 - B_{ср}}{100} \quad (2.15)$$

Де $m_{зг.с.}$ – маса згущеної сироватки, кг

$m_{з.с.}^3$ – маса знежиреної сироватки, кг

$C_{зс}$ – масова частка сухих речовин у знежиреній сироватці перед процесом згущення (приймаємо 6,4 %)

$C_{згс}$ – масова частка сухих речовин у згущеній сироватці (приймаємо 43%)

$B_{ср}$ – втрати сироватки (приймаємо 5%)

$$m_{зг.с.} = \frac{37662,25 \times 6,4}{43} \times \frac{100 - 5}{100} = 5325,27 \text{ кг}$$

- Визначаємо масу випареної вологи під час згущення:

$$m_{\text{вип.в.}} = m_{\text{з.с.}}^3 - m_{\text{зг.с.}} \quad (2.16)$$

Де $m_{\text{вип.в.}}$ – маса випаруваної вологи, кг

$m_{\text{з.с.}}^3$ – маса знежиреної сироватки, кг

$m_{\text{зг.с.}}$ – маса згущеної сироватки, кг

$$m_{\text{вип.в.}} = 37662,25 - 5325,27 = 32336,98 \text{ кг}$$

- Розраховуємо масу сухої сироватки:

$$m_{\text{сух.с.}} = \frac{m_{\text{зг.с.}} \times C_{\text{згс}}}{C_{\text{сс}}} \times \frac{100 - \Pi}{100} \quad (2.17)$$

Де $m_{\text{сух.с.}}$ – маса сухої сироватки, кг

$m_{\text{зг.с.}}$ – маса згущеної сироватки, кг

$C_{\text{згс}}$ – масова частка сухих речовин у згущеній сироватці (приймаємо 43%)

$C_{\text{сс}}$ – масова частка сухих речовин у сухій сироватці перед процесом згущення (приймаємо 96%)

Π – втрати (приймаємо 0,5)

$$m_{\text{сух.с.}} = \frac{5325,27 \times 43}{96} \times \frac{100 - 0,5}{100} = 2373,35 \text{ кг}$$

- Розраховуємо кількість мішків по 25 кг, які отримують після фасування сироватки:

$$N = \frac{m_{\text{сух.с.}}}{m_{\text{мішка}}} \quad (2.18)$$

Де $m_{\text{сух.с.}}$ – маса сухої сироватки, кг

$m_{\text{мішка}}$ – маса 1 мішка готового продукту, кг

$$N = \frac{2373,35}{25} = 94 \text{ штуки}$$

2.1.4 Зведена таблиця розрахунку продуктів

Таблиця 2.2 – Зведена таблиця розрахунку продуктів

Назва продукту	Виграчено на виробництво							Знежирена сироватка, кг
	Маса готового продукту, кг	Сировина (молоко сире), кг	Нормалізована суміші, кг		Сичужний фермент, кг	CaCl ₂ , кг		
			2,97	2,58				
Молоко незбране	50000	-	-	-	-	-	-	-
Сир твердий сичужний «Український»	1256	15000	14411,78	-	0,22	4,32	-	-
Сир твердий сичужний «Карпатський»	1260	15000	14411,78	-	0,22	4,32	-	-
Сир твердий сичужний «Буковинський»	1410	20000	-	18715,13	0,28	5,61	-	-
Суша сироватка	2350	-	-	-	-	-	-	37662,25
Усього	-	50000	28823,56	18715,13	0,72	14,25	-	37662,25

Назва продукту	Отримано від виробництва							Знежирена сироватка, кг
	Сироватка, кг	Вершки 20%, кг	Нормалізована суміші, кг		Підсирні вершки 35%, кг			
			2,97	2,58				
Молоко незбране	-	-	28823,56	18715,13	-	-	-	-
Сир твердий сичужний «Український»	11533,056	587,81	-	-	115,41	11417,65	-	-
Сир твердий сичужний «Карпатський»	11533,056	587,81	-	-	115,41	11417,65	-	-
Сир твердий сичужний «Буковинський»	14976,82	1283,97	-	-	149,87	14826,95	-	-
Суша сироватка	-	-	-	-	-	-	-	-
Усього	38042,93	2459,59	28823,56	18715,13	380,69	-	-	37662,25

2.2 Вибір та обґрунтування технологічних процесів та режимів виробництва молочних продуктів

2.2.1 Вимоги до сировини, використовуваної для виробництва молочних продуктів

Вимоги до молока-сировини:

У галузі сироробства для молока-сировини висуваються особливі вимоги до його показників якості, зокрема вміст соматичних клітин не повинен перевищувати $5 \cdot 10^5$ клітин в 1 мл молочної проби з чверті вимені корови, що свідчить про те що тварина повністю здорова, дана проба повина визначатись постачальником молока раз у місяць. Якщо вміст соматичних клітин не перевищить норму, то постачальник отримує сертифікат який, має пред'явити молокопереробному підприємству, що свідчитиме про якість сировини. [13].

Молоко-сировина також має бути сиропридатною, тобто утворювати гарний міцний згусток при взаємодії з ферментним препаратом. Молоко яке не утворюватиме щільний згусток при взаємодії з ферментом доцільно направити на виробництво інших молочних продуктів [16].

Для отримання якісного сиропридатного молока, раціон корів на фермах має бути збагаченим ліпідами, білками, кальцієвими і фосфоровими солями, вітамінами, макро- та мікроелементами [12].

Під час приймання молока на молокопереробних підприємствах оцінку показників його якості здійснюють відповідно до ДСТУ 3662:2018. Перше на що звертають увагу, це його органолептичні показники, тобто колір, запах, смак і консистенція. Молоко-сировина повинна мати чистий молочний смак без сторонніх присмаків і ароматів, мати однорідну, властиву для молока консистенцію та колір. При невідповідності цим характеристикам, молоко перевіряють на фальсифікацію [2].

Далі визначають клас молока за редуцтажною пробою, бактеріальним обсіменінням, сичужно-бродильною пробою, наявністю інгібуючих речовин та масляно кислих бактерій. [7].

Фізико-хімічні та гігієнічні показники яким має відповідати молоко-сировина наступні:

- ступінь чистоти – не менше першої групи;
- густина – не нижче 1027 кг/м^3 ;
- кислотність – не менше $16 \text{ }^\circ\text{T}$ і не більше $18 \text{ }^\circ\text{T}$;
- температура – не більше $10 \text{ }^\circ\text{C}$;
- редуктазна проба – відповідність 1 або 2 класу;
- кількість соматичні клітини – не більше $5 \cdot 10^5$ в 1 см^3 (для сирів із високою температурою другого нагрівання максимум 1 спора, з низькою 10 спор);
- вміст жиру – не менше 3,2%;
- вміст білка – не менше 3%;
- вміст калію – 148 мг на 100 г молока;
- вміст кальцію – 110 – 140 мг на 100 г молока;
- вміст фосфору – 92 мг на 100 г молока.

Молоко, що не відповідає даним вимогам відбраковується, також не підлягає переробці молоко з господарств, де виявлено такі хвороби як: туберкульоз, лістеріоз, ящура, бруцельоз та молоко отримане від тварини у перші 7 та останні 10 днів лактації, оскільки воно містить речовини, що затримують розвиток молочнокислих бактерій.

Також у сироробстві приділяється особлива увага щодо вмісту у молоці маслянокислих бактерій, які можуть спричинити пізні спучування сиру, і бактерій групи кишкових паличок, які спричиняють ранні спучування сиру [7]. Оскільки спори цих бактерій є досить стійкими до пастеризації, їх зазвичай вилучають за допомогою сепаратора-бактофуги одразу після попередньої термізації під час процесу приймання молока[12].

2.2.2 Опис загальних технологічних операцій виробництва продуктів запроєктованого асортименту

Опис загальних операцій виробництва сиру сичужного:

1.Приймання молока.

Спочатку молоко, яке надходить на підприємство перевіряється на відповідність показникам якості відповідно до ДСТУ 3662:2018. Якщо молоко відповідає усім показникам тоді направляється на подальші стадії переробки. Спочатку воно проходить очищення і охолодження, а також вимірюється його об'єм, після чого молоко-сировина поступає на тимчасове резервування [5].

2.Нормалізація та сепарування молока.

З резервуарів приймального відділення молоко поступає спочатку на підігрів, після чого направляється у сепаратор, де відбувається отримання нормалізованого молока, яке після сепарування пастеризують, вершки поступають на охолодження і подальше резервування.

3.Приготування сирного зерна.

Після нормалізації і пастеризації нормалізоване молоко поступає у сировиготовлювач, куди додається фермент, закваска та кальцію хлорид, після чого відбувається перемішування і сквашування молока. Після сквашування молочний згусток розрізають і починають повільно перемішувати для утворення сирного зерна, після чого відбувається друге нагрівання сирного зерна, у технології виготовлення зазначеного асортименту продукції, друге нагрівання відбувається за високої температури, після чого знову вимішується до години часу. Після повної обробки і формування сирного зерна, воно поступає на формування пласта, при цьому частина сироватки відкачується у резервуар для подальших технологічних операцій з нею [12].

4.Формування сирної маси.

Метою формування є з'єднання сирного зерна у однорідну масу і відкачування надлишкової сироватки для подальшої переробки. Формування пластового сиру відбувається шляхом його підпресовування, після чого однорідну сирну масу розрізають і поміщають у форми [12].

Далі приготовані форми поміщаються у прес, де відбувається його остаточне пресування. Після пресування сир витягується на стелажі для подальшої посолки у соляному басейні.

5. Соління сиру

Посолка сиру в спеціальних контейнерах відбувається у басейні з розсолон приблизно добу, для утворення твердої зовнішньої структури продукту і набуття ним підсоленого смаку [12]. Після чого сир витягають та направляють у камеру обсушки, де сир обсихає перед подальшими технологічними операціями кілька діб.

6. Фасування і дозрівання сиру.

Обсушений сир направляють на пакування у полімерну плівку. Запакований сир далі надходить у першу камеру дозрівання, де знаходиться приблизно половину часу. Після визначеного терміну сир поступає у другу камеру дозрівання де перебуває до кінця свого терміну дозрівання. При дозріванні в сирі відбувається безліч біохімічних та мікробіологічних процесів[7], таких як: збродження лактози і утворення молочної кислоти й інших побічних продуктів, розкладання білків на різні азотисті сполуки, гідролізація жиру, в наслідок чого вивільняються жирні кислоти. Усі наведені процеси надають сирам різноманітні органолептичні показники [12].

Після дозрівання сирні голови маркуються і направляються на склад з якого відбувається подальша реалізація готового продукту.

Опис загальних операцій виробництва сухої сироватки:

Отримана, від виробництва сирів сироватка, тимчасово резервується, після чого відбувається її підігрів і знежирення, яке необхідне для подальших процесів, знежирена сироватка пастеризується і відправляється на тимчасове резервування, підсирні вершки охолоджуються і резервуються [14].

Знежирена сироватка поступає на згущення за температури 50-65°C. Опісля якого згущена сироватка тимчасово резервується.

З резервуарів згущена сироватка направляється в розпилювальну сушарку, де дрібно розпилені частинки сироватки під дією гарячого повітря (175°C)

висушується, до вмісту сухих речовин наближеному до 92% [4, 14], і в подальшому направляється на процес фасування у мішки.

2.2.3 Опис технології продуктів запроєктованого асортименту

Виробництво сирів твердих сичужних «Українського», «Карпатського» та «Буковинського»

Молоко, яке постачається на виробництво проходить необхідні заходи контролю, після перевірки молоко перекачується універсальною приймальною установкою (поз.1-1), де проходить процеси очищення, вимірювання кількості та охолодження, після цього охолоджене і очищене молоко-сировина поступає у резервуар (поз.1-2). З резервуара молоко перекачується відцентровим насосом (поз.2-1), через зрівнювальний бачок (поз.2-2) у пластинчасту пастеризаційно-охолоджувальну установку (поз.2-4), відцентровим насосом (поз.2-3), де воно спершу нагрівається до температури сепарування (35-40°C), після чого поступає у сепаратор-вершковіддільник (поз.2-6), де відбувається приготування нормалізованого молока з необхідною жирністю для виготовлення сирів твердих сичужних «Українського», «Карпатського» та «Буковинського». Вершки з сепаратора поступають в охолоджувач (поз.2-7), де відбувається їх охолодження до температури 4-8°C і подальше резервування у резервуар (поз.2-8). Нормалізоване молоко із сепаратора-вершковіддільника поступає у сепаратор-бактофугу (поз.2-6), де нормалізована суміш очищується від спорових мікроорганізмів, котрі негативно впливають на технологічний процес виготовлення сирів твердих сичужних. З сепаратора-бактофуги нормалізована суміш знову поступає у ППОУ (поз.2-4), де відбувається її пастеризація при температурі 80°C. [12]

Після пастеризації нормалізоване молоко поступає у сировиготовлювач (поз.3-1), де спочатку відбувається його перемішування з закваскою і сичужним ферментом і сквашування, після утворення згустку, він розрізається, і починається перемішування, утворюється сирне зерно, після чого відбувається друге нагрівання за температури 50-60°C і обсушка сирного зерна, також на цій

стадії відділяється частина сироватки, яка перекачується відцентровим насосом (поз.3-3) у резервуар (4-1), для тимчасового резервування і подальшої переробки.

Утворена сироватково-зернова суміш перекачується насосом (поз.3-2) у горизонтальний формувальний апарат (поз.3-4), де відбувається формування однорідної сирної маси, сироватка відділена на цьому етапі перекачується відцентровим насосом (поз.3-3) у резервуар (поз.4-1). Далі сир вкладається у спеціальні металеві контейнери і накривається кришками, після чого направляється у модуль для пресування (поз.3-5), де сир кінцево пресується, після чого перевозиться на прес візку (поз.3-6), у модуль знімання кришок та вилучення продукту з форм (поз.3-7)(поз.3-8), де спочатку з сиру знімаються кришки, а потім сирні голови витягуються під тиском повітря. Після процесу вилучення з форм, сирні голови укладаються у контейнери і направляються на соління у солильному басейні (поз.3-9), де перебуває 20-30 годин. Після процесу соління сир витягається і відправляється на процес обсушки (поз.3-10) в камері обсушки, де перебуває близько 3 діб. Після процесу обсушки стелажі з сиром перевозяться (поз.3-11) до модуля фасування (поз.3-12), де відбувається процес пакування сиру у плівку. Далі сирні голови поступають у камери визрівання для закінчення технологічного процесу. У камері визрівання №1 сир твердий сичужний «Український» перебуває 30 діб, «Карпатський» – 45 діб, «Буковинський» – 20 діб, за температури 10-12°C. У камері визрівання №2 сир «Український» перебуває 20 діб, «Карпатський» – 15 діб, «Буковинський» – 10 діб, за температури 20-22°C.

Виробництво сухої сироватки.

Сироватка отримана у процесі виробництва сирів (поз.3-1)(поз.3-4), перекачується відцентровим насосом (поз.3-3), у резервуар (поз.4-1), де тимчасово резервується, зарезервована сироватка перекачується відцентровим насосом (поз.4-2) через зрівнювальний бачок (поз.4-3), у пластинчасту пастеризаційно-охолоджувальну установку (поз.4-5), де підігрівається до температури знежирення (35-40°C), після чого поступає у сепаратор (поз.4-6),

де відбувається процес знежирення сироватки, отримані підсирні вершки поступають в охолоджувальну установку (поз.4-7), після чого резервуються у резервуар (поз.4-8), Знежирена сироватка з сепаратора знову поступає у ППОУ де відбувається процес її пастеризації при температурі 80°C, після якого відбувається тимчасове резервування пастеризованої охолодженої знежиреної сироватки у резервуар (поз.4-10). Після тимчасового резервування знежирена сироватка перекачується відцентровим насосом (поз.4-11) у вакуум-випарну установку (поз.4-12), де відбувається процес згущення знежиреної сироватки за температури 60-70°C. Отримана згущена сироватка перекачується через зрівнювальний бачок (поз.4-13) насосом для в'язких речовин (поз.4-14), у резервуар (поз.4-15), для тимчасового резервування.

Далі згущена сироватка з резервуара перекачується насосом для в'язких речовин (поз.4-16), у розпилювальну сушильну установку (поз.4-17), де відбувається процес сушіння за температури 175°C. Отримана суха сироватка поступає на фасування через фасувальний модуль вбудований у сушильній установці, після чого направляється на склад для сухої сироватки.

2.2.4 Нормативні показники продуктів запроєктованого асортименту

Нормативні характеристики сирів твердих згідно ДСТУ 4421:2005.

Органолептичні показники:

Зовнішній вигляд: поверхня якісного сиру має бути чиста і рівна, без механічних ушкоджень, зайвих нашарувань та товстої сухої оболонки. Продукт повинен бути покритий захисною оболонкою (парафін, плівка тощо), яка щільно прилягає до поверхні сиру. Допускаються легкі відбитки які можуть спричинитися під час зберігання і транспортування. Якщо сир розфасований то він має бути запакований в вакуумну упаковку, плівку або пакет які щільно прилягає до його поверхні та легко відходить від неї, в середині упаковки допускається незначний конденсат [3].

Смак і запах:

-у сиру «Українського», трохи пряні, без сторонніх запахів присмаків.

-у сиру «Карпатського», чисті, злегка кислувато-солодкуваті, без сторонніх запахів і присмаків.

-у сиру «Буковинського», досить виражені сирні, трішки кислуваті.

Консистенція: «Український», «Карпатський» і «Буковинський» сири пластичні і ніжні, однорідні по усій масі, інколи злегка щільні [3].

Рисунок у розрізі:

-у сиру «Українського» вічка мають бути круглої та овальної форми, у них дозволена наявність поодиноких вічок.

- у сиру «Карпатського» вічка мають бути круглої та овальної форми, у них дозволена наявність поодиноких вічок.

-у сиру «Буковинського» окрім круглих та овальних вічок можуть бути ще і вічка неправильної форми.

Колір тіста: усі представлені сири можуть мати від білого до злегка жовтого кольору, однорідного по усій масі продукту [3].

Форма головок сиру може бути довільною.

Фізико-хімічні показники:

-сир «Український»: вміст жиру у готовому продукті має бути $\pm 50\%$, вологи не більше 42% і вміст солі кухонної не більше 1,6%.

-сир «Карпатський»: вміст жиру у готовому продукті має бути $\pm 50\%$, вологи не більше 42% і вміст солі кухонної не більше 1,5%.

-сир «Буковинський»: вміст жиру у готовому продукті має бути $\pm 45\%$, вологи не більше 44% і вміст солі кухонної не більше 2,5%.

За мікробіологічними показниками сири мають відповідати таким наведеним у таблиці 2.3 [3]:

Таблиця 2.3 – Мікробіологічні показники сиру твердого сичужного

Назва показника	Допустимий рівень
Бактерії групи кишкових паличок, в 0,01 г	Не дозволено
Патогенні мікроорганізми і бактерії роду сальмонела в 25 г	Не дозволено
Золотистий стафілокок, КУО в 1 г, не більше	5×10^2
<i>Listeria monocytogenes</i> , в 25 г	Не дозволено

Нормативні характеристики сухої сироватки відповідно до ДСТУ 4552:2006

Органолептичні показники сироватки:

Зовнішній вигляд сухої висушеної на розпилувальній сушарці, являє собою дрібний порошок, з можливими грудочками, які легко розсипчастими під механічним впливом на них [4].

На смак і запах, суха молочна сироватка, солодкувато-солонувата, без сторонніх запаху і присмаку.

Фізико-хімічні показники:

-масова частка вологи не може перевищувати 5%.

-масова частка лактози має бути не менше 60%.

-жиру має бути не більше 2%.

-титрована кислотність не більше 20 °Т.

-індекс розчинності не більше 0,8.

Мікробіологічні показники сухої сироватки наведені у таблиці 2.4 [4]:

Таблиця 2.4 – мікробіологічні показники сухої сироватки

Назва показника	Допустимий рівень
Бактерії групи кишкових паличок, в 0,01 г	Не дозволено
Патогенні мікроорганізми і бактерії роду сальмонела в 25 г	Не дозволено
Золотистий стафілокок, КУО в 1 г, не більше	Не дозволено
<i>Listeria monocytogenes</i> , в 25 г	Не дозволено
Кількість пліснявих грибів, КУО в 1 г, не більше	100
Кількість дріжджів, КУО в 1 г, не більше	50
Кількість МАФAM, КУО в 1 г, не більше	1×10^5

2.3 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва продуктів запроєктованого асортименту

Основними завданнями технохімічного та мікробіологічного контролю є забезпечення виготовлення стандартної по якості і складу продукції, з найменшими втратами сировини і жиру, випуск сиру, який буде безпечним для здоров'я споживачів. Кожна партія випущеного сиру підлягає контролю за хімічними та органолептичними показниками.

При проведенні кожної з технологічних операцій, сировина і продукт цих технологічних операцій підлягає періодичним перевіркам технохімічними та мікробіологічними показниками. Також необхідно проводити мікробіологічні дослідження поверхні обладнання, рук працівників, повітря у цеху та води яка поступає та підприємство, ці дослідження є обов'язковими для кожного підприємства [13].

Головний метод технохімічного та мікробіологічного контролю – встановлення єдиної системи мікробіологічного, технохімічного та органолептичного контролю, та забезпечення цим випуску продукції яка буде відповідати вимогам стандартів, технічних умов, технологічних інструкцій та рецептур [12, 13].

Схеми технохімічного і мікробіологічного контролю наведені у таблицях 2.6 та 2.7 .

Таблиця 2.6 - Технохімічний контроль виробництва сирів твердих[13]

Об'єкт контролю	Контрольний показник	Періодичність перевірки	Відбір проб	Метод контролю, вимірювальні прилади
Молоко при резервуванні	Температура, °С	Щоденно	У кожній місткості	ДСТУ 6066:2008
	Кислотність, °Т	-//-	Те саме	ГОСТ 3624
Нормалізація суміші	Кислотність, °Т	-//-	-//-	ГОСТ 3624
	Масова частка жиру, %	-//-	У кожній партії	ГОСТ 5867
	Масова частка білка, %	-//-	Те саме	Формольне титрування
Пастеризація суміші	Кислотність, °Т	-//-	У кожній виробці	ГОСТ 3624
	Температура, °С	-//-	Те саме	Термометр ДСТУ 6066:2008
	Ефективність пастеризації	-//-	-//-	ДСТУ 7380:2013
Молоко перед зсіданням	Масова частка жиру, %	-//-	-//-	ГОСТ 5867
	Кислотність, °Т	-//-	-//-	ГОСТ 3624
Зсідання молока	Кислотність, °Т	-//-	-//-	ГОСТ 3624
	Температура, °С	-//-	-//-	ДСТУ 6066:2008
	Якість згустку	-//-	-//-	Візуально
	Тривалість зсідання	-//-	-//-	Годинник
Оброблення сирного згустку	Розміри сирного зерна, мм	-//-	У кожній виробці	Візуально
	Тривалість	-//-	Те саме	Таймер
	Готовність сирного зерна	-//-	-//-	Органолептичний
	Кількість води	-//-	-//-	Лічильник
	Температура, °С	-//-	-//-	ДСТУ 6066:2008
Сироватка молочна	Масова частка жиру, %	-//-	У кожній виробці перед другим нагріванням	ГОСТ 5867
	Кислотність, °Т	-//-	У кожній виробці після розрізання згустку, перед другим нагріванням та в кінці обробки	ГОСТ 3624 без додавання води
Пресування сиру	Кислотність, °Т	-//-	У кожній виробці	ГОСТ 3624
	Температура, °С	-//-	Те саме	Термометр ДСТУ 6066:2008
	Тривалість	-//-	-//-	Годинник
	Зовнішній вигляд	-//-	-//-	Візуально

Продовження таблиці 2.6

Сир після пресування	Масова частка жиру, %	-//-	У кожній партії	ГОСТ 5867
	Масова частка вологи, %	-//-	Те саме	ГОСТ 3624
	Кислотність, °Т	-//-	-//-	ГОСТ 3624
Розсіл	Концентрація, %	Не рідше одного разу на декаду	У басейні для соління	ГОСТ 3624
	Кислотність, °Т	Те саме	Те саме	ГОСТ 3624
	Температура, °С	Щоденно	-//-	Термометр ДСТУ 6066:2008
Повітря в камері дозрівання	Відносна вологість	-//-	У камері дозрівання	Аспіраційний психрометр
	Температура, °С	-//-	Те саме	Термометр ДСТУ 6066:2008
Готовий сир	Масова частка вологи, %	-//-	У кожній партії	ГОСТ 3626
	Масова частка жиру, %	-//-	Те саме	ГОСТ 5867
	Масова частка хлориду натрію, %	-//-	-//-	ГОСТ 3627
	Зовнішній вигляд	-//-	-//-	Візуально
	Лінійні розміри	-//-	-//-	Засоби вимірювання
	Смак, запах, консистенція, рисунок	-//-	-//-	Органолептично

Таблиця 2.7 – Мікробіологічні показники виробництва сирів твердих [8]

Технологічний процес	Досліджуваний об'єкт	Назва аналізу	Об'єкт проби	Періодичність контролю	Розведення
Приймання молока	Молоко сировина	Редуктазна проба	Середня проба від кожного постачальника	1 раз в декаду	-
		Сичужно-бродильна проба	-//-	-//-	-
		Наявність масляно-кислих бактерій	-//-	-//-	-
		Коліформні бактерії	-//-	-//-	-
Виробництво сиру	Молоко з пастеризатора	-//-	З ППОУ	-//-	10 мл
	Молоко після пастеризації	-//-	Із сировиготовлювача	-//-	10 мл
	Молоко перед сквашуванням	Наявність маслянокислих бактерій	-//-	-//-	2,3,4
	Сир після пресування	Коліформні бактерії	Вибірково з 1 голови	1 раз у місяць	2,4

	Сир після дозрівання	-//-	-//-	-//-	2,3,4
	Сичужний фермент	КУО МАФAM	3 кожної партії	В кожній партії	2,3
		Коліформні бактерії	-//-	-//-	0
Санітарно-гігієнічний стан виробництва	Труби, резервуари	КУО МАФAM	3 трубопроводів і резервуарів	2-4 рази на рік	-
	Обладнання	Коліформні бактерії	3 усього обладнання	1 раз в декаду	-
	Повітря	Загальна кількість колоній	3 усіх приміщень	1 раз в квартал	-
	Вода	КУО МАФAM	3 кранів і водостоків	1 раз в квартал	-
	Руки працівників	Коліформні бактерії	Руки працівників	1 раз в декаду	-
Йодно-крохмальна проба		-//-	1 раз на тиждень	-	

2.4 Організація санітарно-гігієнічного оброблення технологічного обладнання

Однією із важливих стадій експлуатації технологічного обладнання є його санітарно-гігієнічна обробка, оскільки молочні продукти й безпосередньо молоко під час технологічного процесу утворює на поверхні обладнання, у трубопроводах забруднення, що слугує джерелом бактеріального обсіменіння продукції [5].

За своїм хімічним складом та здатністю до очищення різними способами, забруднення можна розділити на такі групи:

- залишки гарячого молока і молокопродуктів;
- залишки холодного молока і молокопродуктів;
- відкладення солей, які містяться у молоці, воді і миючих засобах;
- немолочні забруднення (пил і т.д.).

Ефективність санітарно-гігієнічного оброблення залежить від багатьох факторів таких як: тип миючого засобу, температура миючого засобу і його концентрація, режим миття обладнання розчином і безпосередньо тривалість процесу санітарної обробки. У молокопереробній промисловості, окрім

оброблення спеціальними миючими засобами, також може використовуватись оброблення гарячою водою або «гострою» парою.

Існують миючі засоби, такі як кальцинова сода, рідке скло (метосилікат натрію), або азотна кислота, які використовуються без додавання інших складників. Також бувають миючі суміші, з встановленими пропорціями різноманітних миючих речовин та води для найбільш ефективного очищення технологічного обладнання.

Усе технологічне обладнання, трубопроводи і тара повинні оброблятися відповідно до спеціально встановленої інструкції.

Розрізняють такі види миття як ручне миття, та найбільш поширена у використанні – СІР-миття (санітарно-гігієнічне оброблення із використанням автоматизованих систем керування).

Ручне мийття полягає у безпосередній участі людини у процесі здійснення миття устаткування, з використанням різноманітних щіток, з потребою у повному або частковому розборі обладнання. Такий вид миття є дуже трудомістким і тривалим процесом.

СІР-миття є більш вигідним способом здійснення санітарно-гігієнічного оброблення технологічного устаткування, оскільки полягає у прокачуванні мийних розчинів через обладнання і трубопроводи спеціальними насосами. Даний спосіб оброблення надає можливість, без необхідності розбору обладнання, мінімізувати вплив людини на процес миття, із значною економією часу які затрачаються на мийку.

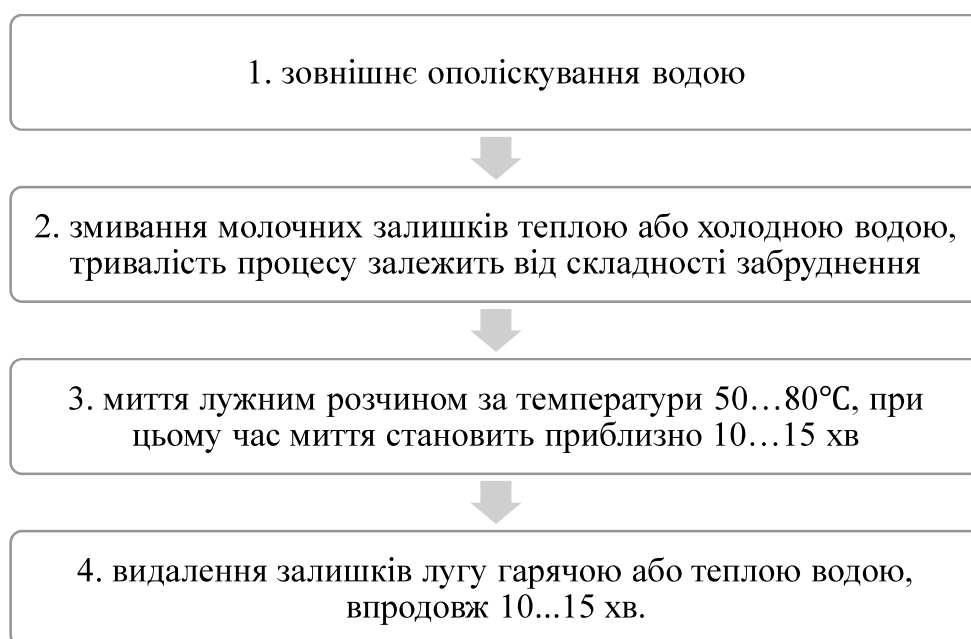
До миючих засобів висувають такі вимоги:

- ✓ добра розчинність у воді;
- ✓ легке змивання з оброблюваних поверхонь;
- ✓ відсутність надмірного піноутворення;
- ✓ відсутність корозієутворювальних властивостей;
- ✓ не спричинювати погіршення якості молока і молокопродуктів;
- ✓ бути безпечними для здоров'я людей;
- ✓ забезпечення якісного очищення обладнання.

Зважаючи на характер забруднень, які спричиняє виробництво молока і молочних продуктів (залишки жиру та білку, мінеральні речовини), доцільно щоб миючі засоби були лужної дії, у випадку очищення від жирів та білків шляхом їх гідролізації, або ж кислотну – для очищення від мінеральних відкладень [17].

Забруднення обладнання розділяється на три групи, залежно від ступеня забруднення. Відповідно, способи його очищення також відрізняється.

Порядок миття технологічного устаткування з I групою забруднення:



Якість ополіскування перевіряють наявністю залишків мийної речовини у воді після промивання.

Для профілактики утворення значних мінеральних відкладень рекомендується хоча б раз на місяць проводити додаткове оброблення устаткування кислотними мийними засобами.

Порядок миття технологічного устаткування з II і III групою забруднення:

Для обладнання з II і III групою забруднення, на якому зазвичай проводиться теплове оброблення молока та молокопродуктів, окрім зазначених

вище кроків миття лужними мийними засобами, щоразу після процесу очищення залишків лугів, необхідно мити обладнання кислотними засобами, концентрація яких має складати 0,6...0,8%, з температурою 80...85 °С впродовж 30 хвилин, для видалення усіх мінеральних утворень які з'являються на устаткуванні під час теплової обробки молока та молочних продуктів.

З плином часу на ринку миючих засобів, що використовуються у молочній промисловості, окрім традиційних мийних засобів, з'являється все більше нових, з різними складами і ступенем ефективності. Нові миючі засоби можна використовувати лише за наявності дозволу від державних структур, які за це відповідають.

Окрім очищення від залишків жиру, білків і солей, також потрібно проводити процес дезінфекції спеціальними дезінфікуючими засобами з антибактеріальною дією, оскільки миючі засоби не можуть знищити мікроорганізми, які слугують джерелом бактеріального забруднення поверхні устаткування та продукції.

Дезінфекцію можна розділити на два види:

- ⇒ фізичну, з використанням ультрафіолетових променів, гарячої води або пари,
- ⇒ хімічну, з використанням спеціальних антибактеріальних препаратів (пероксидні препарати, хлоровмісні препарати, надощтова кислота, амонійні сполуки).

Одним з найкращих та найбезпечніших методів дезінфекції є стерилізація гарячою водою чи парою впродовж тривалого часу (20-30хв), даний спосіб забезпечує знищення всі небажаних мікроорганізмів та унеможливорює потрапляння дезінфікуючих розчинів у продукцію. Також стерилізація водою чи парою є економічно доцільною, простішою та займає менше часу в порівнянні з іншими способами [5].

2.5 Підбір технологічного обладнання

1. Приймальне відділення:

Підбір технологічного обладнання для приймального відділення розпочинаємо з розрахунку потужності насосу для перекачування молока згідно формули [6].:

$$P_{\text{роз.}} = \frac{m_{\text{н.м.}}}{T_{\text{пр}}} \quad (2.19)$$

Де $P_{\text{роз.}}$ – розрахункова продуктивність насосу для перекачування молока, кг/год

$m_{\text{н.м.}}$ – маса незбираного молока яке приймається за зміну, кг

$T_{\text{пр}}$ – час приймання молока для підприємств сироробної галузі (оскільки підприємство переробляє 50 тон молока за зміну, час приймання складає 3 години)

$$P_{\text{пр.уст.}} = \frac{50000}{3} = 16666,67 \text{ кг/год}$$

За розрахованою потужністю обираємо комплексну установку для приймання та обліку молока марки УМП-2 з потужністю 15000-20000 кг/год. Ця установка виконуватиме всі необхідні операції у приймальному відділенні, такі як перекачування молока, його облік, очищення і охолодження.

Розрахуємо фактичний час роботи комплексної приймальної установки:

$$T_{\text{пр}}^{\text{ф}} = \frac{m_{\text{н.м.}}}{P_{\text{роз.}}} \quad (2.20)$$

Де $T_{\text{пр}}^{\text{ф}}$ – час фактичного приймання молока, год

Де $P_{\text{роз.}}$ – розрахункова продуктивність насосу для перекачування молока, кг/год

$m_{\text{н.м.}}$ – маса незбираного молока яке приймається за зміну, кг

$$T_{\text{пр}}^{\text{ф}} = \frac{50000}{20000} = 2,5 \text{ год} = 2 \text{ год } 30 \text{ хв}$$

Для тимчасового резервування молока-сировини приймаємо резервуар марки В2-ОХР з максимальною місткістю 50 тон в кількості 1 одиниці.

Оскільки іноді на підприємство може надходити молоко нижчої якості, ніж яка зазначена у стандартах встановлюємо аналогічну лінію для приймання негатункового молока-сировини [6].

2. Апаратне відділення:

Основним обладнанням апаратного відділення є пластинчаста пастеризаційно-охолоджувальна установка (далі ППОУ), підбір обладнання розпочинаємо із розрахунку необхідної потужності:

$$P_{\text{ППОУ}} = \frac{m_{\text{н.м.}}}{T_{\text{ППОУ}}^{\text{еф}}} \quad (2.20)$$

Де $P_{\text{ППОУ}}$ – необхідна потужність ППОУ, кг/год

$m_{\text{н.м.}}$ – маса незбираного молока яке приймається за зміну, кг

$T_{\text{ППОУ}}^{\text{еф}}$ – час ефективної роботи ППОУ (становить 5...6 год) [6].

$$P_{\text{ППОУ}} = \frac{50000}{5} = 10000 \text{ кг/год}$$

Знаючи необхідну потужність ППОУ, підбираємо її конкретну модель, для нашого виробництва підійде ППОУ марки ПОУМ-4 з продуктивністю 10000 кг/год.

Тепер підберемо сепаратор-бактофугу та сепаратор-вершковіддільник, продуктивність яких має бути не меншою за продуктивність ППОУ, до даної ППОУ [6] дуже добре підійде сепаратор марки Ж5-ОСЗ-НС і бактофуга марки ОСЦБ-10, продуктивність яких є 10000 кг/год, тобто аналогічна ППОУ.

Підібравши дане обладнання розраховуємо час його роботи для підготовки нормалізованих сумішей для кожного виду:

$$T_{\text{ф.сеп.}} = \frac{m_{\text{м.н.с.}}}{P_{\text{ППОУ}}} \quad (2.21)$$

Де $T_{\text{ф.сеп.}}$ – час фактичної роботи технологічного обладнання для виготовлення нормалізованої суміші, год

$m_{\text{м.н.с.}}$ – маса молока, яке направлено на виготовлення нормалізованої суміші, кг

$R_{\text{ППОУ}}$ – потужність ППОУ і сепаратора-вершковіддільника, кг/год

- Для отримання нормалізованої суміші на виробництво сиру твердого сичужного «Українського»:

$$T_{\text{ф.сеп.}}^{\text{ук}} = \frac{15000}{10000} = 1,5 \text{ год} = 1 \text{ год } 30 \text{ хв}$$

- Для отримання нормалізованої суміші на виробництво сиру твердого сичужного «Карпатського»:

$$T_{\text{ф.сеп.}}^{\text{кп}} = \frac{15000}{10000} = 1,5 \text{ год} = 1 \text{ год } 30 \text{ хв}$$

- Для отримання нормалізованої суміші на виробництво сиру твердого сичужного «Буковинського»:

$$T_{\text{ф.сеп.}}^{\text{бк}} = \frac{20000}{10000} = 2 \text{ год}$$

Для резервування вершків, спершу охолодимо їх, для цього підбираємо трубчастий охолоджувач марки ОС-5000, з продуктивністю 5000 кг/год. На охолодження направляємо 2459,59 кг вершків за зміну, розрахуємо час фактичного охолодження вершків:

$$T_{\text{охл.в.}} = \frac{2459,59}{5000} = 0,49 \text{ год} = 30 \text{ хв}$$

Для зберігання цих вершків, приймаємо резервуари Я1-ОСВ-3 з місткістю 2500 кг, в кількості 2 штук, оскільки підприємство працює у 2 зміни.

3. Сироробне відділення.

На виробництво сирів твердих сичужних «Українського» і «Карпатського» направляємо по 14411,78 кг нормалізованої суміші (м.ч.ж. 2,97%), для приготування сиру твердого сичужного «Буковинського» 18715,13 кг нормалізованої суміші (м.ч.ж. 2,58%).

Для виробництва даних сирів проектуємо лінію запропонованою компанією DONIDO.

До складу лінії входить сировиготовлювач марки DONI double O Vat HC, з місткістю 12000 кг, розрахуємо їх кількість необхідну для виготовлення кожного із сирів:

$$N_{\text{ван}} = \frac{m_{\text{н.с.}}}{V_{\text{ван}} \times 0,85} \quad (2.22)$$

Де $N_{\text{св}}$ – кількість сировиготовлювачів, штук

$V_{\text{ван}}$ – місткість одного сировиготовлювача, кг

$$N_{\text{св}}^{\text{ук}} = \frac{14411,78}{12000 \times 0,85} = 1,41 \text{ – приймаємо 2 штуки}$$

$$N_{\text{св}}^{\text{кп}} = \frac{14411,78}{12000 \times 0,85} = 1,41 \text{ – приймаємо 2 штуки}$$

$$N_{\text{св}}^{\text{бк}} = \frac{18715,13}{12000 \times 0,85} = 1,83 \text{ – приймаємо 2 штуки}$$

Тепер підбираємо горизонтальний формувальник для сирів DONI Pressvat, з робочим об'ємом 15000 кг. Оскільки у заданих вище сировиготовлювачах під час технологічного процесу відбувається часткове видалення сироватки, яка складає 30%, то маса сирного зерна, що поступатиме на формувальний апарат становитиме: 33277,08 кг:

- Отримано сирного зерна з урахуванням 30% видаленої сироватки для виробництва сиру твердого сичужного: «Українського»:

$$m_{\text{зерн.}}^{\text{ук.}} = \frac{14411,78 \times 70}{100} = 10088,25 \text{ кг}$$

- Отримано сирного зерна з урахуванням 30% видаленої сироватки для виробництва сиру твердого сичужного: «Карпатського»:

$$m_{\text{зерн.}}^{\text{кп.}} = \frac{14411,78 \times 70}{100} = 10088,25 \text{ кг}$$

- Отримано сирного зерна з урахуванням 30% видаленої сироватки для виробництва сиру твердого сичужного: «Буковинського»:

$$m_{\text{зерн.}}^{\text{бк.}} = \frac{18715,13 \times 70}{100} = 13100,59 \text{ кг}$$

Врахувавши це розрахуємо кількість формувальних апаратів:

$$N_{\text{форм}} = \frac{33277,08}{15000} = 2,22 - \text{приймаємо } 3$$

Оскільки у нас є 3 формувальних апарати, ми можемо зручно розподілити їх для кожного виду сиру. Перекачування сироватково-зернової суміші у формувальний апарат відбувається насосом.

Після формувального апарату сирні головки направляємо на прес DONI Press (24 головки), де відбуватиметься остаточне пресування з контролем тиску і часу за заданою програмою.

Кількість пресів розрахуємо відповідно кількості головок кожного сиру:

$$N_{\text{прес}} = \frac{N_{\text{гол}}}{24} \quad (2.23)$$

Де $N_{\text{прес}}$ – необхідна кількість пресів, штук

$N_{\text{гол}}$ – кількість головок сиру, штук

- Для сиру «Українського»:

$$N_{\text{прес}}^{\text{ук}} = \frac{157}{24} = 6,54 - \text{приймаємо } 7 \text{ одиниць}$$

- Для сиру «Карпатського»:

$$N_{\text{прес}}^{\text{кп}} = \frac{84}{24} = 3,5 - \text{приймаємо } 4 \text{ одиниці}$$

- Для сиру «Буковинського»:

$$N_{\text{прес}}^{\text{бк}} = \frac{94}{24} = 3,92 - \text{приймаємо } 4 \text{ одиниці}$$

Сумарна кількість пресів – 15 штук.

Після пресування форми з сиром перевозяться до установки для знімання кришок DONI Mouldmatic LRD на прес-візку. Далі форми з сиром потрапляють на установку для витягування продукту DONI Mouldmatic PRD HC, де під високим тиском сир витягують з форм на стелажі, в яких відбуватиметься подальше соління у басейнах. Продуктивність цього обладнання складає 200 головок за годину, розрахуємо час роботи для кожного з видів сиру:

- Для сиру «Українського»:

$$T_{\text{вит.}}^{\text{ук}} = \frac{157}{200} = 0,79 \text{ год} = 47 \text{ хв}$$

- Для сиру «Карпатського»:

$$T_{\text{вит.}}^{\text{кп}} = \frac{84}{200} = 0,42 \text{ год} = 25 \text{ хв}$$

- Для сиру «Буковинського»:

$$T_{\text{вит.}}^{\text{бк}} = \frac{94}{200} = 0,47 \text{ год} = 28 \text{ хв}$$

Соління сиру відбувається у спеціальних контейнерах з максимальною місткістю 450 кг (5 полиць по 90 кілограм), Впродовж однієї доби, розрахуємо кількість соляних контейнерів для кожного з видів сиру:

$$N_{\text{конт.}} = \frac{m_{\text{сиру}} \times T_{\text{сол}}}{G_{\text{конт.}}} \quad (2.24)$$

Де $N_{\text{конт.}}$ – необхідна кількість контейнерів, штук

$m_{\text{сиру}}$ – маса сиру, кг

$T_{\text{сол}}$ – час соління, складає 1 добу

$G_{\text{конт.}}$ – максимальна місткість одного контейнера, кг

- Для сиру «Українського»:

$$N_{\text{конт.}}^{\text{ук}} = \frac{1256 \times 1}{450} = 2,79 \text{ – приймаємо 3 одиниці}$$

- Для сиру «Карпатського»:

$$N_{\text{конт.}}^{\text{кп}} = \frac{1260 \times 1}{450} = 2,8 \text{ – приймаємо 3 одиниці}$$

- Для сиру «Буковинського»:

$$N_{\text{конт.}}^{\text{бк}} = \frac{1410 \times 1}{450} = 3,13 \text{ – приймаємо 4 одиниці}$$

Загальна кількість контейнерів для соління – 10 штук.

Знаючи кількість контейнерів, визначаємо площу соляного басейну, для цього спершу розрахуємо його довжину за формулою:

$$L = (n \times 0,95) + 0,1 \times (n + 1) \quad (2.25)$$

Де L – довжина соляного басейну, м

n – кількість соляних контейнерів, штук

$$L = (10 \times 0,95) + 0,1 \times (10 + 1) = 10,6 \text{ м}$$

Визначивши довжину можемо обрахувати площу за формулою:

$$F_{\text{с.б.}} = L \times \text{Ш} \quad (2.26)$$

Де $F_{\text{с.б.}}$ – площа соляного басейну, м²

L – довжина соляного басейну, м

Ш – ширина соляного басейну, приймаємо 1,2 м

$$F_{\text{с.б.}} = 10,6 \times 1,2 = 12,72 \text{ м}^2$$

Після соління сир направляється у камери для визрівання сирів, де дозріває: «Український» – 50 діб у 2 камерах, «Карпатський» – 60 діб у 2 камерах, «Буковинський» – 30 діб у 2 камерах. Для дозрівання підбираємо контейнери для сиру Т-480 з максимальною місткістю 450 кілограм. Розрахуємо необхідну кількість для дозрівання кожного із сирів:

$$N_{\text{д.конт.}} = \frac{m_{\text{сиру}} \times T_{\text{дозр.}}}{G_{\text{д.конт.}}} \quad (2.27)$$

Де $N_{\text{д.конт.}}$ – необхідна кількість контейнерів для дозрівання, штук

$m_{\text{сиру}}$ – маса сиру, кг

$T_{\text{дозр.}}$ – час дозрівання, діб

$G_{\text{д.конт.}}$ – максимальна місткість контейнерів для дозрівання, кг

- Для сиру «Українського»:

$$N_{\text{д.конт.}}^{\text{ук}} = \frac{1256 \times 50}{450} = 139,5 - \text{приймаємо } 140 \text{ штук}$$

- Для сиру «Карпатського»:

$$N_{\text{д.конт.}}^{\text{кп}} = \frac{1260 \times 60}{450} = 168 \text{ штук}$$

- Для сиру «Буковинського»:

$$N_{\text{д.конт.}}^{\text{БК}} = \frac{1410 \times 30}{450} = 94 \text{ штук}$$

Загальна кількість контейнерів – 402 штуки.

Для фасування встановлюємо фасувальну машину DONI Pack, з потужністю 150 головок за годину, розрахуємо час його роботи для фасування кожного із сирів:

$$T_{\text{фас}} = \frac{N_{\text{гол}}}{P_{\text{фас}}} \quad (2.28)$$

Де $T_{\text{фас}}$ – фактичний час фасування, год

$N_{\text{гол}}$ – кількість головок сиру, штук

$P_{\text{фас}}$ – продуктивність фасувального апарату, гол/год

- Для сиру «Українського»:

$$T_{\text{фас}}^{\text{ук}} = \frac{157}{150} = 1,05 \text{ год} = 1 \text{ год } 3 \text{ хв}$$

- Для сиру «Карпатського»:

$$T_{\text{фас}}^{\text{ук}} = \frac{84}{150} = 0,56 \text{ год} = 33,6 \text{ хв}$$

- Для сиру «Буковинського»:

$$T_{\text{фас}}^{\text{ук}} = \frac{94}{150} = 0,63 \text{ год} = 37,8 \text{ хв}$$

Загальний час фасування складатиме 2 години 14 хвилин.

4. Відділення виробництва сухої сироватки.

При виробництві сичужних твердих сирів отримуємо 38042,93 кг сироватки, для її резервування використаємо резервуари марки В2-ОХР-50 місткістю 50000 кг, в кількості 1 одиниці.

Підігрів, пастеризацію і охолодження сироватки здійснюємо на ППОУ марки А1-ОНС-15 з продуктивністю 15000 кг/год, у відділенні виробництва сухої сироватки це буде провідним обладнанням. Визначимо фактичний час роботи даної установки:

$$T_{\text{паст.с.}} = \frac{38042,93}{15000} = 2,54 \text{ год} = 2 \text{ год } 33 \text{ хв}$$

Для знежирення сироватки використаємо сепаратор ОСН-С, з продуктивністю аналогічної ППОУ (15000 кг/год), час його роботи буде аналогічним з часом роботи ППОУ.

Резервуар для резервування знежиреної сироватки обираємо марки В2-ОХР-100, з місткістю 100000 кг, у кількості 1 шт для резервування знежиреної сироватки з двох змін.

Отримані після сепарування підсирні вершки перед резервуванням необхідно охолодити, для цього використаємо охолоджувач пластинчастий марки ОО1-У-1, з продуктивністю яка складає 500 кг/год. Розрахуємо час його роботи:

$$T_{\text{сеп.с.}} = \frac{380,69}{500} = 0,76 \text{ год} = 46 \text{ хв}$$

Для резервування охолоджених підсирних вершків використаємо резервуари марки Я1-ОСВ-2 місткістю 1000 кг, у кількості 1 штуки, що б резервувати вершки з 2 змін разом.

Згущення знежиреної сироватки проводитиметься один раз на добу, з сировини зібраної за 2 зміни, вакуум-випарну установку обираєм за кількістю випареної вологи, яка у нашому випадку складає 64673,84 кг, підбираємо установку марки Вігард-8000, з продуктивністю 8000 кг/год, відповідно час роботи установки складатиме:

$$T_{\text{в.вип.}} = \frac{64673,84}{8000} = 8,08 \text{ год} = 8 \text{ год } 5 \text{ хв}$$

Тобто час роботи складатиме 8 годин і 5 хвилин що не перевищує час ефективної роботи цієї установки яка складає 16...17 годин.

Після процесу згущення отримано 10650,54 кг згущеної сироватки, яку тимчасово зарезервуємо у резервуар марки В2-ОХР-25, місткістю 25000 кг. Розрахуємо їх кількість з урахуванням коефіцієнту заповненості резервуара, який для даного продукту складає 0,8.

$$N_{\text{рез.}}^{\text{зг.с.}} = \frac{10650,54}{25000 \times 0,8} = 1 \text{ шт}$$

Отже приймаємо 1 резервуар Я1-ОСВ-5.

Для подальшого сушіння згущеної сироватки обираємо розпилювальну сушильну установку марки А1-ОР24-01 з потужністю 500 кілограм сухого продукту за годину, розрахуємо час роботи установки якщо з виробництва ми отримаємо 4746,7 кг:

$$T_{\text{суш}} = \frac{4746,7}{500} = 9,49 \text{ год} = 9 \text{ год } 30 \text{ хв}$$

Далі суха сироватка направляється на фасування у паперові мішки з об'ємом 25 кг. Для цього використовується фасувальний агрегат сушильної установки А1-ОР24-01 з продуктивністю 500 кг продукту за годину. Визначимо час фасування:

$$T_{\text{фас.}}^{\text{с.с.}} = \frac{4746,7}{500} = 9,49 \text{ год} = 9 \text{ год } 30 \text{ хв}$$

Таблиця 2.8 – Зведена таблиця з розрахунку обладнання

Назва обладнання	Марка	Продуктивність, кг/год	Габаритні розміри, мм			К-ть	Площа одиниці, м ²	Загальна площа, м ²
			Довж.	Шир.	Вис.			
Приймальне відділення								
Приймальна установка	УМП-2	20000	1220	900	1610	1/1	1,10	2,20
Резервуар	В2-ОХР-50	50000	4965	3450	9250	1/1	17,13	34,26
Усього								36,46
Апаратне відділення								
Пастеризаційно-охолоджувальна установка	ПОУМ-4	10000	2900	1200	1790	1	3,48	3,48
Сепаратор-вершковіддільник	Ж5-ОСЗН-С	10000	1360	1160	1840	1	1,58	1,58
Сепаратор-бактофуга	ОСЦБ-10	10000	1010	792	1230	1	0,80	0,80

Продовження таблиці 2.8

Охолоджувач	OC-5000	5000	2200	500	1300	1	1,1	1,1
Резервуар	Я1-OCB-3	2500	1735	1535	2750	2	2,66	5,32
Усього								12,28
Сироробне відділення								
Сировиготовлювач	DONI Double O Vat HC	12000	5800	2900	3150	6	16,82	100,92
Горизонтальний формувальник	DONI Pressvat	15000	14000	5060	1920	3	70,84	212,52
Прес	DONI Press	24	2490	1290	3120	15	3,21	48,15
Модуль для знімання кришок	DONI Mouldmatic LRD	200	3790	6100	2000	1	23,12	23,12
Модуль для вилучення форм	DONI Mouldmatic PRD HC	200	6210	3800	1850	1	23,60	23,60
Фасувальний апарат	DONI Pack	150	4760	1300	1100	1	6,18	6,18
Усього								414,49
Відділення виробництва сухої сироватки								
Резервуар	B2-OXP-50	50000	4965	3450	9250	1	17,13	17,13
Пастеризаційно-охолоджувальна установка	A1-OHC-15	15000	2430	4200	2500	1	10,21	10,21
Сепаратор	OCH-C	15000	1390	1100	1785	1	1,53	1,53
Охолоджувач	OO1-Y-1	500	1510	655	1330	1	0,99	0,99
Резервуар	Я1-OCB-2	1000	1535	1335	2110	1	2,05	2,05
Резервуар	B2-OXP-100	10000	4100	4220	9762	1	17,30	17,30
Вакуум-випарна установка	Віганд-8000	8000	6600	4600	6450	1	30,36	30,36
Резервуар	B2-OXP-25	25000	4800	3250	4610	1	15,6	15,6
Сушильна установка	A1-OP-24-01	500	12000	13000	12500	1	156	156
Усього								220,81

2.6 Розрахунок площ виробничих та допоміжних приміщень

Приймально-миюче відділення.

Для початку обираємо автомолцистерни, якими молоко доставлятиметься на підприємство. Приймаємо автомолцистерну марки Renault KERAX 380 MANUAL з максимальною ємністю 22 т.

Знаючи об'єм автомолцистерни і інтенсивність приймання молока (20000 кг/год) на підприємстві, визначаємо кількість необхідних автомолцистерн для підприємства [6]:

$$N_{\text{авт}} = \frac{20000}{22000} = 0,91 - \text{приймаємо } 1$$

Тепер визначаємо загальний час приймання і миття автомолцистерни:

$$T_{\text{заг}} = N_{\text{авт}} \times (T_{\text{пр}} + T_{\text{д}} + T_{\text{м}}) \quad (2.29)$$

Де $T_{\text{заг}}$ – час приймання автомолцистерни (20 хв)

$T_{\text{д}}$ – час допоміжних операцій (4 хв)

$T_{\text{м}}$ – час миття автомолцистерни (14 хв)

$$T_{\text{заг}} = 1 \times (20 + 4 + 14) = 38 \text{ хв}$$

Тепер розрахуємо число необхідних для приймання постів за формулою:

$$\Pi = \frac{T_{\text{заг}}}{60} \quad (2.30)$$

$$\Pi = \frac{38}{60} = 0,63 - \text{приймаємо } 1$$

Тепер розраховуємо площу приймально-мийного відділення за формулою [6]:

$$F_{\text{пр}} = F_1 \times \Pi \quad (2.31)$$

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

Приймальне відділення:

Розрахунок прощі приймального відділення проводимо за формулою:

$$F_{\text{пр}} = K \times \sum F_{\text{об}} \quad (2.31)$$

Де K – коефіцієнт запасу

$\sum F_{\text{об}}$ – загальна площа усіх одиниць обладнання у відділенні

$$F_{\text{пр}} = 6 \times 2,20 = 13,2 \text{ м}^2$$

Апаратне відділення:

$$F_{\text{ап}} = 3 \times 12,28 = 36,84 \text{ м}^2$$

Сироробне відділення:

$$F_{\text{ср}} = 3 \times 414,49 = 1243 \text{ м}^2$$

Відділення соління сиру:

Необхідна площа солильного басейну (розраховано в розрахунку обладнання) складає 12,72 м² на одну зміну, оскільки підприємство працює у 2 зміни приймаємо загальну площу солильного басейну 26 м² (ширина 1,2 м, довжина 21,67 м).

Площа солильного відділення розраховується за формулою:

$$F_{\text{сол}} = F_{\text{с.б}} \times K \quad (2.31)$$

$$F_{\text{сол}} = 26 \times 3 = 78 \text{ м}^2$$

Відділення обсушки і визрівання:

Площі камер дозрівання і обсушки сиру визначаємо за формулою:

$$F = 2 \times \frac{m_{\text{сиру}} \times t}{g} \quad (2.32)$$

Де $m_{\text{сиру}}$ – маса сиру який знаходиться у камері в один час, кг

t – час знаходження у камері, діб

g – навантаження на підлогу, кг/м²

2 – кількість змін на виробництві

Після соління у солильному басейні сир спочатку поступає у камеру обсушки де знаходиться 3 доби.

$$F_{\text{об}} = 2 \times \frac{(1256 + 1260 + 1410) \times 3}{960} = 24,54 \text{ м}^2$$

Далі сир поступає у першу камеру визрівання, сир «Український» знаходиться у ній – 30 діб, «Карпатський» – 45 діб, «Буковинський» – 20 діб, тому площа:

$$F_{к1} = 2 \times \frac{(1256 \times 30) + (1260 \times 45) + (1410 \times 20)}{960} = 255,38 \text{ м}^2$$

У другій камері сир «Український» знаходиться – 20 діб, «Карпатський» – 15 діб, «Буковинський» – 10 діб, відповідно її площа:

$$F_{к2} = 2 \times \frac{(1256 \times 20) + (1260 \times 15) + (1410 \times 10)}{960} = 121,10 \text{ м}^2$$

Відділення виготовлення сухої сироватки:

$$F_{сc} = 3 \times 185,57 = 556,71 \text{ м}^2$$

Розрахунок площі складів готової продукції:

Для розрахунку площі складів готової продукції використаємо формулу:

$$F_{скл.} = 2 \times \frac{m_{пр} \times Z}{q} \quad (2.32)$$

Де $m_{пр}$ – маса продукту який водночас зберігається, кг

Z – час зберігання, діб

q – коефіцієнт навантаження на підлогу, кг/м²

2 – кількість змін

Спочатку розрахуємо площу складу для сирів:

$$F_{скл1} = 2 \times \frac{(1256 + 1260 + 1410) \times 3}{960} = 24,54 \text{ м}^2$$

Розрахуємо будівельну площу з урахуванням коефіцієнта використання площі який враховує проходи і проїзди, $k=0,5$:

$$F_{б.скл1} = \frac{24,54}{0,5} = 49,08 \text{ м}^2$$

Тепер розрахуємо площу складу для сухої сироватки:

$$F_{скл2} = \frac{4725 \times 3}{960} = 14,77 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{б.скл2}} = \frac{14,77}{0,5} = 29,54 \text{ м}^2$$

Таблиця 2.9 – Зведена таблиця розрахунку площ

Назва приміщення	Розрахункова площа, м ²	Компоновочна площа	
		Буд.кв.	м ²
Приймально-миюче відділення	72	2	72
Приймальне відділення	13,2	0,5	18
Апаратне відділення	36,84	1,5	54
Сироробне відділення	1243	35	1260
Відділ соління	78	2,5	90
Камера обсушки	24,54	1	36
Камера визрівання 1	255,38	7,5	270
Камера визрівання 2	121,10	3,5	126
Відділення сухої сироватки	556,71	15,5	558
Склад сирів	49,08	2	72
Склад сухої сироватки	29,54	1	36
Приймальна лабораторія	-	1	36
Баклабораторія	-	1	36
Хімлабораторія	-	1	36
Кімната технолога та майстра	-	1	36
Відділ мийки	-	1	36
Побутові кімнати	-	1	36
Склад пакувальних матеріалів	-	0,5	18
Усього		78,5	2826

3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

3.1 Управління та нагляд за безпекою життєдіяльності в Україні

Управління та нагляд за безпекою життєдіяльності в Україні є важливою складовою державної політики, спрямованої на забезпечення захисту життя і здоров'я населення, а також на охорону навколишнього середовища. Ця сфера діяльності охоплює широкий спектр питань, включаючи безпеку праці, дорожню безпеку, екологічну безпеку та надзвичайні ситуації[18].

Основними органами, які відповідають за управління та нагляд за безпекою життєдіяльності в Україні, є Міністерство внутрішніх справ, Міністерство охорони здоров'я, Міністерство енергетики та захисту довкілля, Державна служба України з надзвичайних ситуацій (ДСНС) та інші державні інституції. Кожне з цих відомств має свої функції та повноваження, що спрямовані на забезпечення комплексного підходу до безпеки.

ДСНС є ключовим органом у сфері управління надзвичайними ситуаціями та цивільного захисту. Її діяльність спрямована на попередження та ліквідацію наслідків природних і техногенних катастроф, аварій та інших надзвичайних подій. Служба здійснює моніторинг і контроль за дотриманням нормативних актів у сфері безпеки, а також проводить навчання та підготовку населення до дій в умовах надзвичайних ситуацій.

Міністерство охорони здоров'я здійснює нагляд за санітарно-епідеміологічною безпекою, контролює якість харчових продуктів і питної води, організовує заходи з профілактики захворювань та забезпечує медичну допомогу у разі надзвичайних ситуацій. Це відомство також бере участь у розробці нормативно-правових актів, спрямованих на забезпечення здоров'я населення.

Цей орган відповідає за екологічну безпеку та контроль за дотриманням природоохоронного законодавства. Міністерство здійснює моніторинг стану довкілля, розробляє та реалізує програми з охорони природи, координує діяльність з ліквідації наслідків екологічних катастроф та забруднень.

Ефективне управління та нагляд за безпекою життєдіяльності вимагає тісної взаємодії між різними органами влади, а також з громадськими організаціями та міжнародними партнерами. Координація дій забезпечується через спільні комісії, робочі групи та інформаційні системи, які дозволяють оперативно реагувати на виклики та загрози[18].

Незважаючи на значні зусилля, спрямовані на покращення безпеки життєдіяльності в Україні, існує ряд проблем, які потребують вирішення. Серед них – недостатнє фінансування, недосконалість нормативно-правової бази, низький рівень свідомості та підготовки населення до дій в умовах надзвичайних ситуацій[18].

Перспективи розвитку сфери управління та нагляду за безпекою життєдіяльності пов'язані з впровадженням новітніх технологій, підвищенням рівня міжнародної співпраці, а також з удосконаленням системи підготовки кадрів. Важливим напрямком є також розвиток інформаційно-просвітницьких програм, спрямованих на підвищення рівня обізнаності громадян про правила безпеки та дії в надзвичайних ситуаціях.

3.2 Значення автоматизації виробничих процесів в питаннях охорони праці

Автоматизація виробничих процесів має ключове значення у забезпеченні охорони праці на сучасних підприємствах. Впровадження автоматизованих систем дозволяє значно зменшити ризики для здоров'я та життя працівників, підвищити ефективність виробництва та знизити економічні витрати, пов'язані з нещасними випадками та професійними захворюваннями. Цей питання розглядає основні аспекти автоматизації та її вплив на охорону праці.

Автоматизація виробничих процесів суттєво знижує ризик виробничого травматизму. Робототехніка та автоматизовані системи можуть виконувати завдання, які пов'язані з підвищеною небезпекою для людини. Наприклад, роботи можуть працювати в умовах високої температури, тиску, або в

середовищах з токсичними речовинами, що значно зменшує ризик отримання травм та захворювань працівниками[15].

Автоматизація сприяє покращенню ергономіки робочих місць, зменшуючи фізичне навантаження на працівників. Використання автоматизованих систем для підйому, переміщення та обробки важких предметів дозволяє уникнути травм опорно-рухового апарату, що є поширеною проблемою у багатьох галузях промисловості. Таким чином, автоматизація допомагає зберегти здоров'я працівників та підвищити їх продуктивність.

Автоматизовані системи дозволяють здійснювати постійний моніторинг умов праці та своєчасно виявляти відхилення від норм. Сучасні датчики можуть контролювати рівень шуму, вібрації, температури, вологості, концентрації шкідливих речовин у повітрі. У разі перевищення допустимих значень система автоматично повідомляє про необхідність вжиття заходів для забезпечення безпеки працівників, що дозволяє швидко реагувати на потенційні загрози[15].

Людський фактор є однією з основних причин виробничих аварій та нещасних випадків. Помилки, спричинені втому, недостатньою кваліфікацією або недбалістю, можуть призвести до серйозних наслідків. Автоматизація процесів мінімізує залежність від людського фактору, забезпечуючи стабільність і передбачуваність виробничих операцій. Це сприяє зниженню кількості аварій та нещасних випадків на виробництві.

Автоматизовані системи можуть бути використані для підвищення ефективності навчання та інструктажу працівників з питань охорони праці. Сучасні тренажери і симулятори дозволяють моделювати різні виробничі ситуації, що допомагає працівникам краще зрозуміти правила безпеки і навчитися правильно реагувати на потенційно небезпечні ситуації. Це значно підвищує рівень підготовки працівників і їх здатність діяти в умовах небезпеки.

Впровадження автоматизованих інформаційних систем дозволяє ефективно збирати, аналізувати та зберігати дані про виробничі процеси та умови праці. Це забезпечує можливість більш точного прогнозування та планування заходів з охорони праці, а також оперативного реагування на виникаючі загрози. Аналіз великих обсягів даних дозволяє виявляти тенденції

та потенційні проблеми, що сприяє підвищенню рівня безпеки на підприємствах.

Робототехніка та автоматизовані системи вже широко застосовуються у різних галузях промисловості. Наприклад, у автомобільній промисловості роботи виконують зварювальні та фарбувальні роботи, що дозволяє уникнути контакту людей з небезпечними речовинами та процесами. У харчовій промисловості автоматизовані лінії забезпечують високу точність дозування та упаковки продуктів, знижуючи ризик забруднення та покращуючи гігієнічні умови праці. Це дозволяє не тільки підвищити рівень безпеки, але й покращити якість продукції.

Автоматизація виробничих процесів, окрім підвищення безпеки праці, має також значні економічні переваги. Зменшення кількості нещасних випадків та професійних захворювань сприяє зниженню витрат на медичне обслуговування та компенсації. Підвищення ефективності виробництва, зменшення простоїв і втрат продукції також мають позитивний вплив на економічні показники підприємств. Інвестиції в автоматизацію швидко окупаються завдяки зниженню виробничих витрат та підвищенню продуктивності праці[15].

Висновки

Управління та нагляд за безпекою життєдіяльності в Україні є важливими аспектами державної політики, які спрямовані на забезпечення захисту населення та охорони навколишнього середовища. Для досягнення цієї мети необхідно забезпечити ефективну взаємодію між різними органами влади, вдосконалення нормативно-правової бази, а також підвищення рівня підготовки та обізнаності населення.

Автоматизація виробничих процесів є ключовим елементом у забезпеченні охорони праці на сучасних підприємствах. Вона сприяє зниженню ризиків для здоров'я та життя працівників, покращує умови праці, зменшує вплив людського фактору та підвищує загальну ефективність виробництва.

Впровадження новітніх технологій та розвиток автоматизованих систем повинні стати пріоритетними напрямками для забезпечення безпечних та здорових умов праці. Таким чином, автоматизація не лише сприяє підвищенню рівня безпеки, але й забезпечує економічну ефективність та стійкість виробничих процесів.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи, розробив проєкт цеху з виготовлення сирів сичужних та сироватки сухої з 50 т молока за зміну, підприємство працює у 2 зміни на добу.

В якості асортименту виробництва було обрано: сир твердий сичужний «Український», «Карпатський та «Буковинський», завдяки їх високим органолептичним та якісним показникам для задоволення потреб населення.

По кількості молока, що переробляється, підбрано технологічне устаткування для забезпечення виробництва запроєктованого асортименту.

Враховуючи вимоги діючих норм та стандартів, здійснено виконання креслеників плану цеху та його поперечного. Окрім того у проєкті подано кресленики апаратурно-технологічна схема і графік організації виробничих процесів з метою ефективного впровадження проєктних рішень у виробництво.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бовкун А.О., Поліщук Г.Є., Технологія сиру: навчальний посібник. Київ : НУХТ, 2009. 151с.
2. ДСТУ 3662:2018. Молоко коров'яче незбиране. Вимоги при закупівлі. [Чинний від 01-01-2019]. Вид. офіц. Київ, 2018 : ТК 140, 2018. 12 с.
3. ДСТУ 4421:2005. Сири тверді (український асортимент). [Чинний від 01-07-2006]. Вид. офіц. Київ, 2005 : ТК 140, 2005. 13 с.
4. ДСТУ 4552:2006. Сироватка молочна суха. Технічні умови. [Чинний від 2006-04-27]. Вид. офіц. Київ, 2006 : Держспоживстандарт України, 2006. 14 с.
5. Іванов С.В., Грек О.В., Осьмак Т.Г. Молокопереробка. Промисловий інжиніринг: підручник. Київ : НУХТ, 2017. 275 с.
6. Крупа О.М. Проектування підприємств молочної промисловості: курс лекцій. Тернопіль: ВЦ «Вектор», 2019 – 129с.
7. Кухтин М., Горюк Ю. Мікробіологія молочних продуктів вироблених з молока коров'ячого сирого: монографія. Кам'янець-Подільський: ЗВО ПДУ, 2023. – 150 с.
8. Кухтин М.Д., Кравченко Х.Ю. Лабораторний практикум з мікробіології молока і молочних продуктів: навчальний посібник. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2023. 157 с.
9. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» зі спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форм навчання / Крупа О.М., Дацишин К.Є., Карпик Г.В., Сторож Л.А. Тернопіль: ТНТУ, 2023. 34 с.
10. Метод. вказівки до виконання практичних робіт із дисципліни «Технологія молока і молочних продуктів. Частина 1» для здобувачів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» денної та заочної форм навчання спеціальності 181 «Харчові технології» / Уклад.: Дацишин К.Є., Крупа О.М., Сторож Л.А. Т.: ТНТУ, 2022. 86 с.

11. Поліщук Г.Є., Грек О.В., Скорченко Т.А. та ін. Технологічні розрахунки у молочній промисловості: навчальний посібник. Київ: НУХТ, 2013. 394 с.
12. Поліщук Г.Є., Бовкун А.О., Технологія сиру: навчальний посібник. Київ: НУХТ, 2009. 151с.
13. Ромоданова В.О., Костенко Т.П. Лабораторний практикум з технохімічного контролю підприємств молочної промисловості: навчальний посібник. Київ: НУХТ, 2003.168 с
14. Скорченко Т.А. Технологія молочних консервів: підручник. Київ: НУХТ, 2007. 232с.
15. Степанець І.Ф., Купчик М.П., Гандзюк М.П., та ін. Основи охорони праці. – К.: Основа, 2000. 416 с.
16. Юкало В.Г. Лабораторний практикум з хімії та фізики молока і молочних продуктів: навчальний посібник. Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2018. 176 с.
17. Юкало В.Г. Біологічна активність протеїнів і пептидів молока: монографія. Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 372 с.
18. Ярошевська В.М. Безпека життєдіяльності. Підручник. – 2-е вид. – К.: ВД „Професіонал”, 2006. 560 с.

ДОДАТКИ

Позначення потоків на апаратурно-технологічній схемі

Позначення Потoku	Найменування потоку
T91-1	Молоко-сировина
T91-2	Молоко-сировина очищене охолоджене
T92-1	Молоко підігріте до температури нормалізації
T92-2	Вершки
T92-3	Вершки охолодженні
T92-4	Нормалізована суміш м.ч.ж. 2,97%
T92-5	Нормалізована суміш м.ч.ж. 2,58%
T92-6	Нормалізована очищена суміш м.ч.ж. 2,97%
T92-7	Нормалізована очищена суміш м.ч.ж. 2,58%
T92-8	Пастеризована нормалізована очищена суміш м.ч.ж. 2,97%
T92-9	Пастеризована нормалізована очищена суміш м.ч.ж. 2,58%
T93-1	Сирне зерно для сиру «Українського»
T93-2	Сирне зерно для сиру «Карпатського»
T93-3	Сирне зерно для сиру «Буковинського»
T93-4	Сироватка
T93-5	Сформований сир «Український»
T93-6	Сформований сир «Карпатський»
T93-7	Сформований сир «Буковинський»
T93-8	Пресований сир «Український»
T93-9	Пресований сир «Карпатський»
T93-10	Пресований сир «Буковинський»
T93-11	Сир «Український» без форм
T93-12	Сир «Карпатський» без форм
T93-13	Сир «Буковинський» без форм
T93-14	Посолений сир «Український»
T93-15	Посолений сир «Карпатський»
T93-16	Посолений сир «Буковинський»
T93-17	Висушений сир «Український»
T93-18	Висушений сир «Карпатський»
T93-19	Висушений сир «Буковинський»
T93-20	Фасований сир «Український»
T93-21	Фасований сир «Карпатський»
T93-22	Фасований сир «Буковинський»
T94-1	Сироватка підігріта для знежирення
T94-2	Підсирні вершки
T94-3	Підсирні вершки охолодженні
T94-4	Знежирена сироватка
T94-5	Знежирена сироватка пастеризована
T94-6	Сироватка згущена
T94-7	Суха сироватка

Позначення апаратури на апаратурно-технологічній схемі

Номер апарату	Назва
1-1	Універсальна приймальна установка
1-2	Резервуар
1-3	Насос відцентровий
2-1	Зрівнювальний бачок
2-2	Насос відцентровий
2-3	Пластинчаста пастеризаційно-охолоджувальна установка
2-4	Сепаратор-бактофуга
2-5	Сепаратор-вершковіддільник
2-6	Охолоджувач для вершків
2-7	Резервуар для вершків
2-8	Насос для в'язких речовин
3-1	Сировиготовлювач
3-2	Насос для перекачки сирного зерна
3-3	Насос відцентровий
3-4	Горизонтальний формувальний апарат
3-5	Прес
3-6	Візок
3-7	Модуль для знімання кришок
3-8	Модуль для вилучення продукту з форм
3-9	Солильний басейн
3-10	Контейнери-стелажі
3-11	Кар
3-12	Фасувальний апарат
4-1	Резервуар
4-2	Насос відцентровий
4-3	Зрівнювальний бачок
4-4	Насос відцентровий
4-5	Пластинчаста пастеризаційно-охолоджувальна установка
4-6	Сепаратор
4-7	Охолоджувальна установка
4-8	Резервуар
4-9	Насос для в'язких речовин
4-10	Резервуар
4-11	Насос відцентровий
4-12	Вакуум-випарна установка
4-13	Зрівнювальний бачок
4-14	Насос для в'язких речовин
4-15	Резервуар
4-16	Насос для в'язких речовин
4-17	Розпилювальна сушарка