

Міністерство освіти і науки України
Західноукраїнський національний університет
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра спеціалізованих комп'ютерних систем

МАСЛЯК Роман Петрович

**АВТОМАТИЗАЦІЯ ПІДПРИЄМСТВА З ВИРОБНИЦТВА МОЛОЧНОЇ
ПРОДУКЦІЇ / AUTOMATION OF DAIRY PRODUCTS PRODUCTION
ENTERPRISES**

спеціальність: 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
освітньо-професійна програма – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології

Випускна кваліфікаційна робота

Виконав студент групи АКІТм-21
Р. П. Масляк

Науковий керівник:
к.т.н. О. М. Заставний

Випускну кваліфікаційну роботу
допущено до захисту:
" ____ " _____ 20__ р.

Завідувач кафедри СКС
_____ А.І.Сегін

Тернопіль 2022

Факультет комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра спеціалізованих комп'ютерних систем
Освітній ступінь "магістр"

спеціальність: 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
освітньо-професійна програма – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології

ЗАТВЕРДЖУЮ:

зав. кафедри СКС

А. І. Сегін

26 жовтня 2021р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ
МАСЛЯКУ Роману Петровичу

(прізвище, ім'я по-батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи

Автоматизація підприємства з виробництва молочної продукції / Automation of
dairy products production enterprises

керівник роботи к.т.н. Заставний О. М.

затверджено наказом по університету від "31" грудня 2021 р. № 606

2. Строк подання студентом закінченої кваліфікаційної роботи

16 листопада 2022р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи:

1. Параметри технологічних операцій

2. Параметри технологічних процесів виробництва

3. Сучасні технічні та програмні засоби автоматизації

4. Вимоги до параметрів автоматичного контролю та регулювання

4. Основні питання, які потрібно розробити

1. Провести аналіз та описати технологічні операції первинної обробки
молочної продукції.

2. Дослідити етапи та особливості технологічних процесів виробництва різних
видів молочної продукції

3. Підібрати відповідні засоби автоматизації для процесу
виробництва.

4. Розрахувати та побудувати логіко-статистичні інформаційні моделі для
вдосконалення контролю параметрів температури при різних режимах процесу
пастеризації

5. Перелік графічного матеріалу у роботі

1. Структурні схеми технологічних процесів виробництва різної молочної
продукції.

2. Алгоритми основних етапів виробництва молочної продукції.

3. Варіанти різних послідовностей технологічних операцій.

6. Дата видачі завдання 26 жовтня 2021р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назви етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз та опис технологічних операцій первинної обробки молочної продукції	26.10.2021р. – 2.03.2022р.	виконано
2	Дослідження різних технологічних процесів виготовлення молочної продукції, опис їх особливостей та етапів	3.03.2022р. – 26.07.2022р.	виконано
3	Відбір засобів автоматизації виробництва молочної продукції, побудова логіко-статистичної моделі контролю параметрів температури при процесі пастеризації молочної сировини	28.07.2022р. – 25.10.2020р.	виконано
4	Остаточне оформлення та подача кваліфікаційної роботи на перевірку щодо плагіату	26.10.2022р. – 10.11.2022	виконано

Студент

Керівник роботи

(підпис)

(підпис)

Масляк Р. П.

Заставний О. М.

РЕФЕРАТ

Робота виконана на 85 сторінках та містить 45 рисунків, 9 таблиць, 27 джерел за переліком посилань.

Мета кваліфікаційної роботи. У даній кваліфікаційній роботі запропоновано модернізацію та вдосконалення процесу виробництва молочної продукції шляхом застосування засобів автоматизації, відібраних на основі дослідження потреб та особливостей технологічних процесів виробництва різних видів молочної продукції, використання побудованої логіко-статистичної інформаційної моделі для контролю параметрів температури при роботі з різними режимами процесу пастеризації молочної сировини.

Результати роботи. Використання відібраних засобів автоматизації дало змогу кращого моніторингу допустимих меж параметрів виробничого процесу, за рахунок датчиків температури і тиску, зручнішого та простішого регулювання параметрів виробничого процесу через застосування пропорційно-інтегрально-диференційний регуляторів та куди кращого контролю на окремих етапах виробництва за допомогою виконавчих механізмів, що в кінцевому результаті дозволило швидше, краще та зручніше контролювати процес виробництва молочної продукції, а введення ЛСІМ дало змогу кращого контролю параметрів температури при одному або декількох різних режимах процесу пастеризації молочної сировини.

Рекомендації по використанню результатів роботи. Відібрані засоби автоматизації можуть бути використані на підприємствах з виробництва різної молочної продукції. А побудована логіко-статистична інформаційна модель може бути використана для контролю параметрів температури при різних режимах процесу пастеризації на відповідному етапі процесу виробництва.

Ключові слова: ТЕХНОЛОГІНА ОПЕРАЦІЯ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИРОБНИЦТВА, ПАСТЕРИЗАЦІЯ, ЛОГІКО-СТАТИСТИЧНА ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ, МОЛОЧНА ПРОДУКЦІЯ.

ABSTRACT

The work is completed on 85 pages and contains 45 figures, 9 tables, 27 sources according to the list of references.

The purpose of the qualification work. This qualification paper proposes the modernization and improvement of the dairy production process through the use of automation tools selected on the basis of a study of the needs and features of technological processes for the production of various types of dairy products, the use of a constructed logical-statistical information model to control temperature parameters when working with different modes of the pasteurization process dairy raw materials.

Work results. The use of selected automation tools made it possible to better monitor the permissible limits of the parameters of the production process, due to temperature and pressure sensors, more convenient and simpler regulation of the parameters of the production process through the use of proportional-integral-differential regulators and much better control at individual stages of production using executive mechanisms that as a result, it allowed to control the dairy production process faster, better and more conveniently, and the introduction of LSIM made it possible to better control the temperature parameters in one or several different modes of the pasteurization process of dairy raw materials.

Recommendations on the use of work results. The selected automation tools can be used at enterprises producing various dairy products. And the constructed logical-statistical information model can be used to control the temperature parameters at different modes of the pasteurization process at the corresponding stage of the production process.

Key words: TECHNOLOGICAL OPERATION, TECHNOLOGICAL PRODUCTION PROCESS, PASTEURIZATION, LOGIC-STATIC INFORMATION MODEL, DAIRY PRODUCTS.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	8
ВСТУП.....	9
1. АНАЛІЗ ТА ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ.....	11
1.1 Транспортування та попередні лабораторні перевірки молочної сировини	12
1.2 Процес сепарування молока.....	14
1.3 Нормалізація молока.....	18
1.4 Етап гомогенізація молока.....	20
1.5 Пастеризація молочної сировини.....	23
2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОПИС РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИРГОБНИЦТВА МОЛОЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ.....	31
2.1 Процес виробництва сметани.....	32
2.2 Виробництво кефіру.....	42
2.3 Використання молока в виробництві морозива	48
2.4 Процес виробництва сиру.....	51
3 . АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА МОЛОЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ. ВІДБІР, АНАЛІЗ ТА ОПИС ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	57
3.1 Датчики необхідних параметрів.....	57
3.2 Мікропроцесорні регулятори.....	63
3.3 Виконавчі механізми.....	66
4. ПОБУДОВА ЛОГІКО-СТАТИСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТЕМПЕРАТУРИ ПРИ РІЗНИХ РЕЖИМАХ ПАСТЕРИЗАЦІЇ МОЛОКА.....	70
4.1 Розрахунок та побудова логіко-статистичної інформаційної моделі для контролю температури.....	70
4.2 Застосування логіко-статистичної інформаційної моделі для контролю параметрів температури.....	72

ВИСНОВКИ.....	76
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	77
ДОДАТОК А. Елементи технологічного процесу виробництва.....	80

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ЕОМ – електронно-обчислювальна машина;

ДСТУ – державний стандарт України;

АЦП – аналогово-цифровий перетворювач;

ПД-регулятор – пропорційно-інтегрально-диференційний регулятор;

МТР – мікропроцесорний терморегулятор;

ЛСІМ – логіко-статистична інформаційна модель;

ДЕСТ – державний стандарт .

ВСТУП

Актуальність теми.

Виробництво будь якої молочної продукції – це трудомісткий та точний процес починаючи від транспортування та первинної обробки сировини і закінчуючи фасуванням та упаковкою кінцевого продукту. Адже молоко доволі вибаглива сировина оскільки потребує виконання чітких інструкцій та дотримання точних меж параметрів в процесі своєї обробки.

Саме тому автоматизація виробництва це одне з першочергових завдань при виготовленні молочної продукції. Оскільки автоматизація дає змогу точніше, зручніше, безпечніше та чіткіше моніторити та регулювати процес виготовлення продукту, що в свою чергу забезпечує відповідну якість та безпеку кінцевому продукту

Мета і завдання дослідження.

Метою цієї кваліфікаційної роботи є покращення технологічного процесу виробництва молочної продукції за рахунок вдосконалення можливостей та методів його моніторингу, керування та контролю.

Для досягнення поставленої мети треба виконати наступні завдання:

1. Проаналізувати та описати процеси первинної обробки молочної сировини.
2. Дослідити різноманітності та особливості технологічних процесів виготовлення молочної продукції.
3. Відібрати , провести аналіз та описати засоби автоматизації для виробництва молочної продукції.
4. Побудувати логіко-статистичну інформаційну модель для контролю температури при різних режимах пастеризації молока.

Завданням даної кваліфікаційної роботи згідно з метою є ознайомлення з технологією виробництва молочної продукції, її особливостями, різновидами і засобами автоматизації і надання рекомендацій по можливостях вдосконалення її виробничого процесу,

Об'єкт та предмет дослідження.

Предметом дослідження є технологічні схеми підприємства з виробництва молочної продукції, його устаткування та обладнання.

Об'єктом дослідження є безпосередньо технологічні процеси виготовлення різної молочної продукції та засоби їх автоматизації.

Методи дослідження.

Збір та опрацювання необхідних даних, перегляд технічної літератури, аналіз технологічних процесів виробництва, їх етапів та елементів, аналіз та відбір можливих засобів автоматизації.

Практичне значення одержаних результатів.

Підвищення якості процесу моніторингу, контролю та регулювання, як усього технологічного процесу, так і його окремих етапів на основі отриманих результатів та запропонованих рекомендацій.

Напрямки подальшого розвитку.

Результати даної роботи можуть бути використані для вдосконалення систем автоматизованого управління процесом виробництва молочної продукції за допомогою відповідних відібраних засобів автоматизації.

Публікації:

1. Масляк Р. П. Дослідження автоматизації виробництва газобетону / Збірник матеріалів проблемно-наукової міжгалузевої конференції «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» (АКІТ – 2021), Тернопіль 2021. 37- 40с.
2. Поліщук В. А., Масляк Р. П. Дослідження автоматизації виробництва жому / Збірник матеріалів проблемно-наукової міжгалузевої конференції «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» (АКІТ – 2022), Тернопіль 2022. 26- 29с.

1. АНАЛІЗ ТА ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ МОЛОКА

Загальна структура та опис технологічних операцій первинної обробки молочної сировини, особливостей її транспортування та попередніх лабораторних перевірок.

На сучасному підприємстві з виготовлення молочної продукції, молочна сировина проходить через низку етапів обробки в залежності від її подальшого використання в виробництві тієї чи іншої продукції.

На рисунку 1.1 зображено приклад сучасного підприємства з виробництва молочної продукції.



Рисунок 1.1 – Фабрика з виробництва молочної продукції

Основними операціями технологічного процесу первинної обробки молочної сировини є:

- 1) Лабораторна перевірка на відповідність критеріям;
- 2) Сепарування молочної сировини;
- 3) Нормалізація вмісту жиру;
- 4) Гомогенізація молочної сировини;
- 5) Пастеризація молочної сировини.

Кожна з операцій наведених вище змінює структуру та властивості вхідної сировини відповідно до необхідного кінцевого продукту, який в подальшому використовується для виготовлення, конкретного виду молочної продукції, по типу кефіру, сметани, сиру, чи навіть морозива.

1.1 Транспортування та попередні лабораторні перевірки молочної сировини

Транспортування та попередня перевірка молочної сировини – важливі процеси, адже при некоректному виконанні першого молоко може зіпсуватись, або заразитись, а другий дає змогу це побачити та недопустити партію сировини, що не відповідає задовільним критеріям чи може бути потенційно небезпечною – в виробництво.

З метою забезпечення надходження на молокопереробні підприємства доброякісної сировини розроблено «Ветеринарно-санітарні вимоги до особистих підсобних господарств населення – виробників сирого товарного молока» і «Ветеринарно-санітарні вимоги до пунктів закупівлі молока від тварин, які утримуються в підсобних господарствах населення».[1,2]

Етап транспортування та попередньої перевірки проходить наступним чином.

Молочна сировина постачається на підприємства з виготовлення молочної продукції лише з сертифікованих та завчасно перевірених фермерських комплексів та угідь. Її транспортування, зазвичай, здійснюється за допомогою спеціально модернізованих та адаптованих вантажних машин з цистернами для сировини.

Кількість автопарку таких машин, місткість цистерн, їх спеціальна додаткова модернізація та загальні обсяги трафіку на пряму залежить від об'єму виробництва того чи іншого підприємства та різновиду продукції що воно виготовляє. Приклади транспорту та цистерн наведені на рисунку 1.1 та 1.2 відповідно



Рисунок 1.1 – Вантажівка-молоковоз



Рисунок 1.2 – Цистерна для молока

Зразки молочної сировини що надходить на підприємство, перш за все потрапляють до лабораторії для проведення мікробіологічних та фізико-хімічних досліджень.

Основні фізико-хімічні показники які перевіряють це:

- температура замерзання;
- кислотність;
- щільність;
- масові частки білків та жирів.

Не менш важливими є також зовнішній вигляд, смак, запах, колір та консистенція. Візуально сировина повинна мати однорідну текстуру та білий, або блідо-жовтий колір та бути без осаду.[4]

На Рисунку 1.3 зображено етап попередньої перевірки молочної сировини в лабораторії на відповідність необхідним параметрам по всіх критеріях.



Рисунок 1.3 – Перевірка молочної сировини в лабораторії

Після аналізу вже в залежності від відповідності необхідним критеріям та показникам партія досліджуваної сировини надходить в приймальний відділ, або повертається постачальнику.

Приймання молочної сировини здійснюється в замкнутому циклі та при відсутності безпосереднього контакту молока з повітрям. Даний ефект створюється за допомогою сучасних комплексів прийому сировини. Вони дають змогу безпечно, швидко та оперативно приймати чималі об'єми сировини. В залежності від комплексів та обсягів виробництва приймання сировини може відбуватися лише з одного джерела, або одразу з кількох. Також невід'ємною частиною процесу приймання сировини є очистка комплексів та автомобілів як між прийомами сировини так і після них.

Сировина зберігається в зоні сирого продукту, звідки в подальшому дозовано постачається в прийомо-апаратний цех, в залежності від її необхідності в тій чи іншій галузі виробництва.

Після фази транспортування та всіх необхідних етапів перевірки сировини вона проходить очистку та первинну обробку.

1.2 Процес сепарування молока

Процес сепарування є механічним поділом молока на фракції під дією відцентрової сили. Його застосовують для поділу молока на вершки та знежирене молоко, а також для його очищення від механічних та природних (кров, слиз тощо) домішок.

Крім цього при сепаруванні з сироватки виділяють білки, отримують високожирні вершки, відокремлюють мікроорганізми від молока та ін. Під дією відцентрової сили молоко розділяється завдяки різниці в щільності фракцій; щільність дисперсійного середовища (плазми молока) менша, ніж дисперсної фази (часток механічних та природних домішок).

Рисунком 1.4 зображає етап сепарування молочної сировини.



Рисунок 1.4 – Сепарування молочної сировини

Ефективність сепарування залежить від вмісту жиру в молоці, розмірів та дисперсності жирових кульок. Чим більші кульки, тим швидше вони виділяються. Механічний і тепловий вплив на молоко призводять до перерозподілу в ньому жирових кульок. Частина кульок агрегується, утворюючи грудочки, а великі кульки подрібнюються на безліч дрібних. Тому необхідно зберігати вихідні розміри жирових кульок і уникати великих механічних впливів на молоко до сепарування при транспортуванні його насосами, перемішуванні, струшуванні, охолодженні, підігріві, пастеризації і т. п. Найменші втрати жиру з знежиреним молоком спостерігаються при сепаруванні парного молока, або теплової дії.

Швидкість виділення жирових кульок обернено пропорційна в'язкості молока, що залежить від температури. Рекомендована температура молока при сепаруванні становить 35-45 ° С і відповідає температурі підігріву молока в секції рекуперації пластинчастих пастеризаційно-охолоджувальних установок. Молоко з масовою часткою жиру 4% і вище сепарують з додатковим підігрівом та зменшенням подачі його до сепаратора.

Поряд з цим температурним режимом застосовують і більш жорсткий - 60-90 °С. Високотемпературне сепарування доцільно для отримання вершків з великим вмістом жиру з масова частка якого сягає до 82%, так як сепарують вершки 30-40% жирності. Крім цього сепарування при високій температурі спрощує технологічну схему переробки молока. Отримані вершки та знежирене

молоко можна використовувати для подальшої переробки без пастеризації, проте при високотемпературному сепаруванні посилюється дроблення жирових кульок, утворюється велика кількість молочного слизу, різко підвищується спінювання молока, вершків та знежиреного молока.

Як наслідок цього, зростають втрати жиру за рахунок збільшення масової частки жиру в знежиреному молоці і в пахті при виробленні вершкового масла методом збивання вершків, а також втрати сухих речовин при виробленні білкових продуктів (сир та ін.) за рахунок незворотної коагуляції білкових речовин, що містяться у піні. Піна в молоці, знежиреному молоці та вершках негативно позначається на їх подальшій тепловій обробці. Великий обсяг пінки в продукті зменшує теплопровідність, що знижує ефективність роботи теплового обладнання. Піна прогривається гірше, ніж основна маса продукту. Різниця в температурі прогріву пінки та продукту може становити до 10-15 °С і призвести до того, що в спіненому пастеризованому продукті збережеться більше мікроорганізмів, у тому числі патогенних форм. Спінене знежирене молоко важче охолодити до температури заквашування. У зв'язку з цим виникають додаткові труднощі при виробленні знежиреного сиру. Тому сепарувати молоко за підвищених температур не є доцільним.

В Таблиці 1.1 наведено допустимі норми втрати масової частки жиру при виготовленні вершків.

Таблиця 1.1 Допустимі норми втрати масової частки жиру, %

Технологічна операція	Продуктивність сепаратора, л/год	
	До 3000	Від 3000 і вище
Зважування та очистка молока	0,03	0,03
Підігрів та сепарування молока	0,24	0,17
Охолодження та зберігання вершків	0,19	0,16
Відбір проб для аналізів	0,04	0,04

На практиці застосовують також сепарування холодного молока температурою 4-20 °С. При сепаруванні холодного молока на звичайних сепараторах їх продуктивність знижується до 50%. Вершки, отримані при холодному сепаруванні молока, мають більшу в'язкість, ніж після звичайного сепарування. отримані з сирого холодного молока. При сепаруванні холодного молока жирові кульки дробляться менше. При холодному очищенні виключається розбивання колоній бактерій і внаслідок цього зменшується бактеріальна обсіменентність, економиться енергія, зберігаються властивості молока і підтримується температура яка запобігає розвитку мікрофлори.

Вплив чистоти та кислотності молока

Чистота та кислотність молока суттєво впливають на ефективність його знежирення. Сепарування забрудненого молока з підвищеною кислотністю призводить до швидкого заповнення шламом грязьового простору барабана сепаратора, периферійної частини тарілок та частково міжтарілкового простору. Порушується рух молока між розподільчими тарілками та погіршується його знежирення. Тривале зберігання молока призводить до зростання його кислотності, що також зменшує ефективність знежирення. При сепаруванні молока після зберігання протягом доби масова частка жиру знежиреному молоці збільшується на 15—20 %. Для уникнення підвищення кислотності молоко необхідно відразу сепарувати, а одержувані вершки та знежирене молоко треба переробляти або охолоджувати у разі резервування. Для сепарування необхідно використовувати очищене молоко кислотністю трохи більше 20°С.

Сепарування молока здійснюється у спеціальних машинах – сепараторах.

На сучасних підприємствах з виготовлення молочної продукції в залежності від можливості та необхідності об'єму виробництва кількість сепараторів та варіативність їх розміщення на певних етапах технологічного процесу відрізняється. Зазвичай комплекс для сепарування молочної сировини розміщують в зоні для попередньої обробки сировини, однак можливі варіанти

розміщення одразу на пункті прийому, де молоко одразу після перевірки в лабораторії проходить в ньому необхідну обробку.

Приклад відцентрового сепаратора зображено на рисунку 1.5



Рисунок 1.5 – Відцентровий сепаратор молочної сировини

Послідовність та різноманітність етапу виробництва куди включають комплекс для сепарування молочної сировини на пряму залежить від виду кінцевої продукції до виготовлення якої він залучений.

Сепаратори, в залежності від призначення, поділяють на:

- Сепаратори – вершковідділювачі для розділення молока на знежирене молоко та вершки;
- Сепаратори – молокоочисники, для очищення молока;
- Сепаратори-нормалізатори, вид сепараторів – вершковідділювачів з пристроями для нормалізації молока.

1.3 Нормалізація молока

Нормалізація – це підвищення або зниження вмісту жиру в сировині, для забезпечення його необхідно стандартного рівня.

Для нормалізації молока на виробництві в основному використовують знежирене молоко або вершки. Масу знежиреного молока для нормалізації визначають за формулою (1.1):

$$M_{\text{н.м}} = \frac{M(\mathcal{J}_{\text{м}} - \mathcal{J}_{\text{н.с}})}{\mathcal{J}_{\text{н.с}} - \mathcal{J}_{\text{зн.м}}}, \text{ кг} \quad (1.1)$$

де $M_{\text{н.м}}$ – маса знежиреного молока для нормалізації, кг; M – маса молока, що нормалізується, кг; $\mathcal{J}_{\text{н.с}}$ – вміст жиру в молоці, що нормалізується, %; $\mathcal{J}_{\text{зн.м}}$ – вміст жиру в знежиреному молоці, %; $\mathcal{J}_{\text{н.с}}$ – вміст жиру в нормалізованій суміші, %; $\mathcal{J}_{\text{зн.м}}$ – вміст жиру в знежиреному молоці, %; [1].

На рисунку 1.6 зображено етап нормалізації молочної сировини.



Рисунок 1.6 Нормалізація молочної сировини

На підприємствах, в основному, використовуються два способи нормалізації молока:

- 1) Поточний – змішування молока та його нормалізація відбувається у потоці за допомогою спеціальних механізмів нормалізації, процес відбувається безперервно в потоці;
- 2) Статичний – за допомогою сепараторів-вершкововідділювачів відбувається поділ молока на дві частини: вершки та знежирене

молоко, потім відбувається змішання до потрібної жирності у великій ємності.

Відмінністю нормалізованого молока від звичайного є те, що звичайне молоко не має певної жирності, цей показник може коливатися від 2.5 до 6%. Вміст жиру індивідуальний для молока кожної тварини.

Нормалізоване ж молоко має суворий показник жирності, що регламентується державним стандартом. В іншому ж практично не відрізняється від звичайного. Після процесу нормалізації зберігається натуральний склад без домішок, рослинних компонентів та інших ненатуральних інгредієнтів.

1.4 Етап гомогенізації молока

Процес гомогенізації передбачає інтенсивну механічну обробку молочної сировини. Завдяки даній обробці відбувається подрібнення та рівномірний розподіл жирових елементів, що в результаті робить сировину однорідною шляхом рівномірного розподілу по всьому обсягу готового продукту.

Її використовують при виробництві пастеризованого та стерилізованого молока, вершків, молочних напоїв, йогуртів, відновленого та згущеного молока, молочних десертів, продуктів дитячого харчування, сумішей для морозива та ін.

На Рисунку 1.7 зображено етап гомогенізації молочної сировини.



Рисунок 1.7 – Етап гомогенізації молока

Гомогенізація молочної сировини забезпечує:

- однорідність при виробництві пастеризованого молока та вершків;
- підвищену стійкість стерилізованого молока та вершків при зберіганні;
- запобігання виділенню живої фази при тривалому зберіганні згущеного молока;
- підвищення в'язкості та зниження ймовірності утворення осаду молока з наповнювачами по типу какао та інших;
- підвищення міцності та поліпшення консистенції білкових згустків в кисломолочних продуктах по типу сметани, йогурту, чи кефіру.

При виготовленні молочних продуктів можна використовувати повну або роздільну гомогенізацію: при повній гомогенізують весь обсяг молока, що переробляється; при роздільній - молоко сепарують, отримані вершки гомогенізують, змішують із знежиреним молоком і направляють на подальшу обробку. Роздільну гомогенізацію застосовують, зазвичай, при виробництві молочних продуктів по типу питного молока, де потрібне складання нормалізованої молочної суміші.

Ефективність гомогенізації визначається:

- температурою;
- робочим тиском;

- кислотністю;
- послідовністю технологічних операцій;
- подекуди швидкістю руху продукту в гомогенізаторі (в залежності від виду гомогенізатора).

Температура молока під час гомогенізації є важливим параметром, що впливає на ефективність процесу. Зниження температури гомогенізації призводить до підвищення в'язкості молока і, як наслідок, до утворення скупчень молочного жиру та їхнього відстоювання. Відстоювання вершків зростає за нормальної температури (30—40)°С. а. У нормативній документації температура гомогенізації при виробленні більшості молочних продуктів визначена в діапазоні (60-65) °С. При гомогенізації допускається збільшення температури молока на (5-8) ° С, яке необхідно враховувати при подальшій технологічній обробці.

Збільшення тиску гомогенізації призводить до зменшення середнього діаметра та діапазону розподілу за розмірами жирових кульок молока. Середній діаметр жирових кульок при тиску до 12-14 МПа зменшується інтенсивніше, ніж при тиску від 14 до 20 МПа, а при тиску більше 20 МПа практично не зменшується.

Гомогенізатори можуть бути одно- або двоступінчастими. Застосування одно- або двоступінчастої гомогенізації залежить від виду молочних продуктів, що виробляються.

Зокрема, одноступінчасті машини використовуються для гомогенізації продуктів із високим вмістом жиру, для яких потрібна певна в'язкість (для утворення кластерів частинок жиру). Двоступінчасті машини використовуються для усунення цих кластерів або продуктів з волоконною основою або емульсій.

В обох випадках загальним тиском гомогенізації є тиск першого ступеня гомогенізації, але в гомогенізаторах з двома ступенями для оптимізації процесу гомогенізації зазвичай застосовують протитиск в 5-6 разів менше тиску першого ступеня. Це дозволяє при гомогенізації волокнистих продуктів або

емульсії з високим вмістом жиру, де після обробки на першому ступені гомогенізації можуть утворюватися агломерати розбитих частинок жиру, усунення цих агломератів в двоступінчастих машинах. На Рисунку 1.8 зображено розподіл частинок після одно та двоступінчастої гомогенізації.

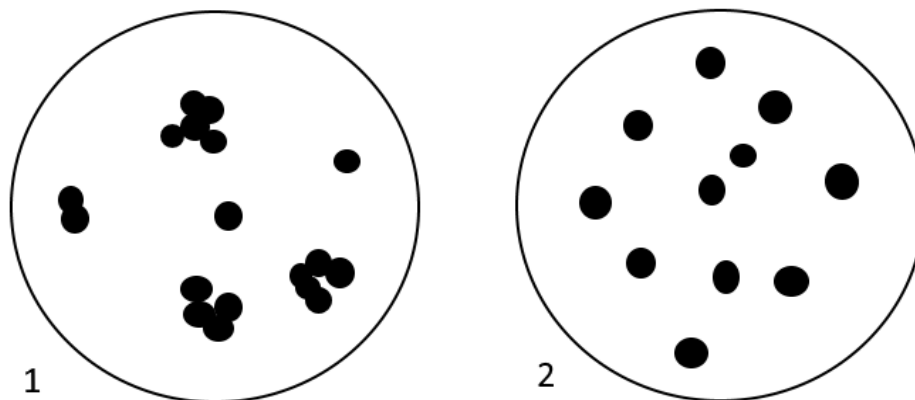


Рисунок 1.8 – Розподіл частинок після процесу одно та двоступінчастої гомогенізації

У разі підвищення кислотності молока знижується ефективність гомогенізації. Це тим, що зменшується стабільність білків і утворюються білкові агломерати, що утруднюють диспергування жирових кульок.

Етап гомогенізації відносно універсальний, що дає змогу використовувати його в різних послідовностях технологічних операцій в яких він приймає безпосередню участь. Приклади послідовностей технологічних операцій за участю гомогенізації наведено на Рисунку 1.9.

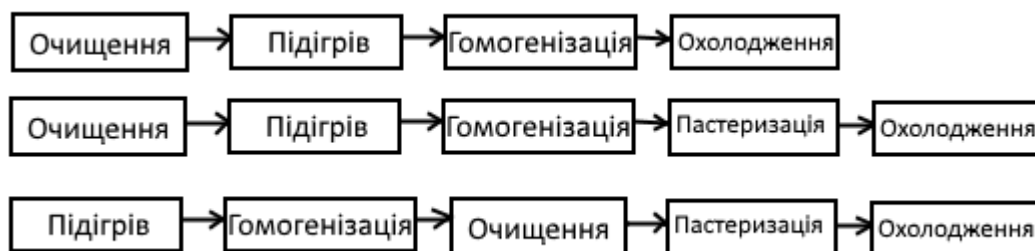


Рисунок 1.9 – Послідовності технологічних операцій за участю гомогенізації

1.5 Пастеризація молочної сировини

На етапі пастеризації молочна сировина піддається тепловій обробці необхідній для знезараження молока. На різних підприємствах використовуються один або кілька різних режимів пастеризації:

- *тривалий* (сировина нагрівається до 63 – 65°C, і витримується 25 – 30 хв.);
- *короткочасний* (сировина нагрівається до 72 – 76°C, і витримується так 15 – 20 с.);
- *миттєвий або високотемпературний* (сировина нагрівається до \geq 85°C, без витримки);
- *ультра-високотемпературний* (спочатку сировина нагрівається до 70 – 80 °C, після чого температуру збільшують до 135 – 150 °C, і витримується так менше хвилини).

Тривалий процес пастеризації молочної сировини забезпечує майже повне придушення життєдіяльності небезпечних бактерій, причому властивості продукту залишаються постійними. Нагрівання сировини відбувається у спеціальних великих ваннах із подвійними стінками. Саме тривалість обробки є ключовою відмінністю даного підходу від решти. Цей метод вважається як один із найбільш ефективних, оскільки дозволяє знищити 99% мікроорганізмів. Однак через свою трудомісткість даний метод застосовується рідше.

Короткочасний процес пастеризації молочної сировини є більш доступним ніж попередній та не менш ефективним, за рахунок використання гарячої води в процесі для нагрівання сировини. Необхідний ефект досягається за рахунок теплообміну.

Миттєвий , або високотемпературний процес пастеризації передбачає миттєвий підігрів молока за рахунок гарячої води та пару до температури не менш ніж 85°C. Даний процес доволі схожий на короткочасний однак проводиться він без витримки сировини під заданою температурою протягом зазначеного часу, як це відбувається в короткочасному.

Ультра-високотемпературний процес пастеризації є двоетапним. На першому етапі температуру сировини підіймають до 70 – 80 °C і далі

переходять до другого етапу де за рахунок підігріву за допомогою пари отримують температуру близько 130 – 150 °С. Після даного методу обробки молоко може зберігати свої корисні властивості протягом чотирьох місяців навіть за кімнатної температури.

Етап пастеризації молочної сировини зображений на рисунку 1.10 .



Рисунок 1.10 – Пастеризація молочної сировини

За рахунок грамотної теплової обробки зі складу молока виключаються патогенні бактерії, покращується смак продукту. Паралельно відбувається дроблення згустків високомолекулярних сполук кавітаційними бульбашками. Важливо, що з допомогою сучасних технологій забезпечуються знижені витрати електроенергії.

Для правильної пастеризації молока апаратуру налаштовують з урахуванням необхідної температури та подальших етапів. Найбільш висока ефективність процедури досягається з допомогою контролю обробки. Сучасні пастеризатори є гідродинамічні установки і здійснюють нагрівання рідини в об'ємі, дозволяючи уникнути пригорання продукту.

На підприємствах застосовують пастеризатори, що мають від 3 до 5 секцій. При цьому враховуються основні параметри установок.

Перед запуском обробки встановлюється температура нагрівання та охолодження. Тільки за цієї умови вдасться отримати повністю безпечний продукт. Для першої обробки сировина, нагріта до температури +10...+35 °С,

подається до секції регенерації. Молоко очищається за допомогою сепаратора, нагріваючись до $+37...45\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Далі встановлюється режим пастеризації з урахуванням допустимого граничного показника. Потрібно розуміти, що температура води має перевищувати рівень нагрівання молока.

Після пастеризації продукт охолоджують. Для грамотного налаштування обладнання важливо враховувати пору року та конкретні умови. Зазвичай потрібно, щоб температура молока була нижчою за $+9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Досягти такого показника дозволяє розсіл або артезіанська, водопровідна, крижана вода.

Пастеризатор є пластинчастим теплообмінником, він має бути функціональним та надійним. При налаштуванні обладнання відштовхуються від технології, що використовується для обробки молока на конкретному заводі, за рахунок чого стає можливим ретельний контроль процесів.

На рисунку 1.11 зображено приклад пастеризатора що використовується на підприємствах для виробництва молочної продукції.



Рисунок 1.11 – Пастеризатор молочної сировини

Ефективність пастеризації залежить і від конструкції пастеризаторів. Вони повинні відповідати таким вимогам: забезпечувати рівномірність нагрівання молока до потрібної температури; максимально зберігати склад і структуру молока, не допускати руйнування вітамінів; легко розбиратися і

очищатися після кожного використання, щоб уникнути наступного псування молока; бути економічними та малогабаритними, не потребувати великих експлуатаційних витрат; демонтаж пастеризатора має здійснюватися легко, щоб можна було перевірити стан внутрішніх деталей без значних затрат праці.

На сьогоднішній день на ринку представлені різні види техніки, тому підприємства з виготовлення молочної продукції можуть вибирати установку для пастеризації молока, виходячи зі своїх потреб.

Після пастеризації та охолодження молоко та вершки повинні перебувати при температурі $0...+8$ °C, причому зберігання допускається не більше 36 годин після завершення обробки. Якщо порівнювати з пастеризацією, стерилізація молока зберігає свіжість продукту набагато довше – протягом півроку за температури $+1...+10$ °C чи протягом чотирьох місяців за $0...+20$ °C. Важливо, щоб приміщення та камери, що використовуються для зберігання, були добре вентиляльованими і захищеними від світла.

Оскільки термін придатності молока невеликий, зберігання вимагає виконання особливих умов. Так, камера повинна бути затемнена, в ній повинен дотримуватися температурного режиму.

Справа в тому, що сонячні промені здатні проникати в молоко на кілька сантиметрів, при цьому внутрішні шари продукту додатково висвітлюються відбитим світлом. Найбільш сприятливим для проникнення світла є знежирене молоко. Під дією біологічно активного сонячного спектру насамперед відбувається окислення молочного жиру. Внаслідок чого утворюються перекиси, альдегіди та кетони – всі вони, особливо останні, викликають появу присмаку окислення. Тоді як солистий смак є ознакою окиснення олеїнової кислоти.

Також світло призводить до окислення білків, через що амінокислота метіоніну перетворюється на метіонал, а у молока з'являється солодкуватий смак, який ще називають «сонячним». Вплив світла негативно позначається на вітамінному складі та біологічній цінності продукту, руйнуючи B2, C, A, каротин, ін.

Для зберігання молока необхідно забезпечити низьку позитивну температуру, тому що в подібних умовах мезофільні бактерії, а саме молочнокислий стрептокок, кишкова паличка не можуть розмножуватися, якщо через недостатній контроль пастеризації молока вони залишилися в продукті. Іншими словами, вони залишаються в недіяльному стані і навіть за великої концентрації не призводять до серйозних змін у складі.

Навіть після термічної обробки 1 мл молока міститься до 200 000 клітин бактерій. Деякі з них здатні розвиватися за низьких температур, тому термін зберігання намагаються обмежувати 36 годинами. Цей період обчислюється з завершення пастеризації і передбачає зберігання максимум при +8 °С. Дотримання температури дозволяє стримувати зростання молочнокислих бактерій, у результаті протягом терміну реалізації кислотність молока перебуватиме лише на рівні до -21 °Т, як і вимагає стандарт.

Молоко замерзає за -0,55 °С. Через зниження температури повітря до -10 °С воно може стати з утворенням в периферійних шарах кристалів льоду. Сухі речовини витісняються кристалами в серединну частину продукту – там їх концентрація значно зростає, при цьому падає температура замерзання. У результаті навіть за тривалого перебування при низьких температурах молоко не замерзає остаточно.

Коли в рідкій частині частка солей підвищується до певного рівня, відбувається висолювання білків, тобто руйнування гідратної оболонки білка з коагуляцією останнього і утворенням осаду. У результаті продукту стає рідкий смак.

Для доставки пастеризованого молока необхідно використовувати авторефрижератори або машини з ізотермічним/закритим кузовом - про це йдеться в інструкції з перевезення вантажів, що швидко псуються. Сьогодні постачання цього продукту у великі міста та промислові центри відбувається виключно за допомогою автомобільних та залізничних цистерн. Використання останніх дозволяє повністю механізувати навантаження та розвантаження. А

передбачений на їх стінках шар ізоляції не дає молоку нагріватись або переохолоджуватись.

Механічне потрушування під час перевезення молока призводять до часткового руйнування білкових оболонок жирових кульок, що спричиняє порушення емульсії жиру, підзбивання жиру та утворення крупинок олії. Таких проблем можна уникнути, якщо не залишати у цистернах вільного простору.

Термін, протягом якого молоко залишається свіжим, залежить від ємності. Пластиковая пляшка зберігає його властивості не так довго, як спеціальна упаковка.

Для тривалого зберігання використовується картонна упаковка, яка забезпечує максимальний захист продукту від контактів із киснем, формуючи герметичний вакуум. Але це можливо лише до того моменту, коли пачка буде відкрита.

Зразки сучасних упаковок молочної продукції зображено на рисунку 1.14 .



Рисунок 1.14 – Приклади сучасних упаковок різноманітної молочної продукції.

Попри пастеризацію існує технологія обробки молочної сировини, яка називається стерилізація і хоч способи схожі, адже в обох випадках проводиться нагрівання сировини до певної температури та його витримка.

На рисунку 1.16 зображено технологічну операцію стерилізації молочної сировини.



Рисунок 1.16 Операція стерилізації молочної сировини

Однак в цих технологічних операцій є суттєві відмінності:

При пастеризації молоко нагрівається від 60°C до 100°C , при цьому чим вище температура, тим менше часу витримується нагрівання. При стерилізації молоко нагрівається до високих температур ($120-150^{\circ}\text{C}$) з витримкою до 30 хвилин.

При пастеризації знищуються шкідливі мікроорганізми, але залишаються корисними, стерилізоване ж молоко немає як одних, так і інших.

Відрізняється час зберігання молока: пастеризоване зберігається до двох тижнів, стерилізоване ж може зберігатися до року.

У харчовій цінності виграє стерилізована сировина однак. з неї не можна зробити кисломолочних продуктів, адже вона не кисне і стає гіркою, у той час як з пастеризованої виходять смачний кефір, кисле молоко і інші продукти.

2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОПИС РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИРГОБНИЦТВА МОЛОЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ

В сучасному світі існує велика різноманітність видів молочної продукції, що відрізняються своїми властивостями та мають власні особливості та методи виробництва.

Продуктами, що виготовляються з молочної сировини є:

- Сметана;
- Кефір;
- Йогурт;
- Ряжанка;
- Морозиво;
- Масло;
- Сир та інші.

В кожного з цих продуктів є свої методи та технології виробництва, необхідні критерії до сировини, окрема послідовність етапів первинної обробки з виключенням деяких з них, або додаванням власних спеціалізованих процесів чи операцій притаманних тому чи іншому методу виробництва конкретного молочного продукту.

Приклади різноманітних видів молочної продукції представлені на рисунку 2.1



Рисунок 2.1 – Види молочної продукції

2.1 Процес виробництва сметани

Сметана – це рідкий кисломолочний продукт, що утворюється в результаті бродіння суміші закваски та вершків, має густу консистенцію та білий колір. Жирність даного продукту коливається в основному в межах 10 – 30 %. Виробництво сметани зображено на рисунку 2.2



Рисунок 2.2 Виробництво сметани

У технологічному процесі виробництва різних видів сметани зі свіжих вершків переважна більшість технологічних операцій є загальними: приймання сировини, сепарування молока, нормалізація вершків, етап пастеризації, етап гомогенізації, охолодження, процес заквашування та сквашування вершків, фасування та пакування, охолодження та дозрівання сметани.

Виробництво сметани відбувається резервуарним та термостатним способами. Ці методи різняться між собою лише шляхом сквашування вершків.

При використанні резервуарного способу виробництва вже заквашені підготовлені вершки сквашують у великих ємностях по типу резервуарів, чи ванн. Отриманий при сквашуванні згусток, спочатку перемішується а потім фасується в транспортну або одразу в споживчу тару, яку далі направляють в холодильні камери на етапи охолодження і дозрівання.

При застужанні термостатного способу виробництва сметани ті вершки які отримали після процесу заквашування в ємності одразу ж фасують у споживчу тару і сквашують термостатній камері, і тільки після цього направляють в холодильну камеру. Даний спосіб виробництва сметани застосовується, в основному, при виробленні низькожирних видів сметани і в ті періоди протягом року, коли на переробку надходить сировина з більш низьким вмістом СОМО та білка, наприклад, навесні.

Загальний технологічний процес виробництва сметани складається з наступних етапів:

- 1) відбір та сепарування молока, його очищення від механічних домішок;
- 2) нормалізація отриманих вершків;
- 3) пастеризація та гомогенізація отриманого продукту;
- 4) охолодження та додавання для сметани;
- 5) сквашування;
- 6) фасування, з дозрівання або без;
- 7) охолодження та зберігання продукту.

Технологічну схему виробництва сметани зображено на Рисунку 2.3.

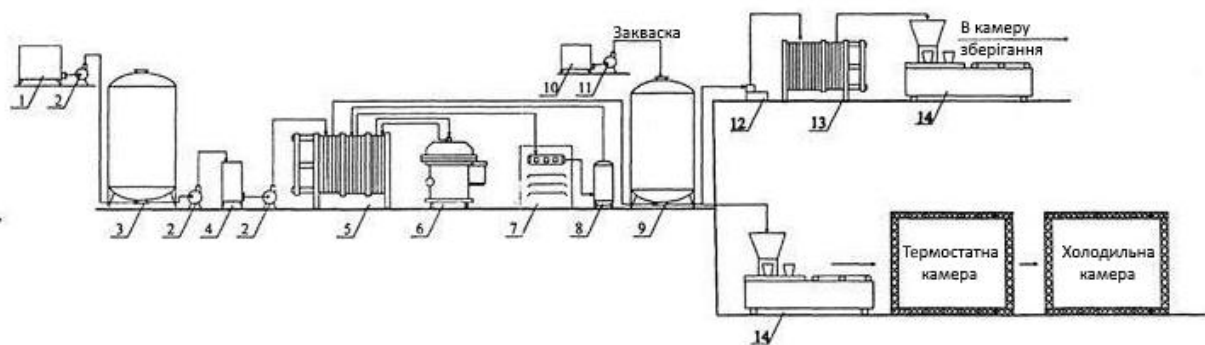


Рисунок 2.3 – Технологічна схема виробництва сметани

- 1 – установка для відновлення молока; 2 – насос відцентровий;
 3 – резервуар для нормалізованої суміші; 4 – урівнювальний бачок;
 5 – пластинчаста пастеризаційно-охолоджувальна установка;
 6 – сепаратор-молокоочищувач; 7 – гомогенізатор; 8 – витримував;

- 9 – резервуар для кисломолочних напоїв; 10 – заквасочник;
11 – насос-дозатор для закваски; 12 – насос для кисломолочних напоїв;
13 – охолоджувач пластинчастий; 14 – фасувальний автомат.

Процес приймання сировини.

Спочатку проводять інспекцію ємностей, у яких доставлено сировину по типу цистерн, далі обмивають водою та розкривають, після чого відбирають проби, тоді ж визначають масу молочної сировини або її обсяг. Перерахунок обсягу молочної сировини на масу проводиться за його фактичною густиною. Масу вершків встановлюють за масою.

Проби молока та вершків перевіряють за основними органолептичними показниками, кислотністю, температурою, масовими частками жиру та білка, щільністю, термостійкістю (при необхідності), механічною забрудненістю, наявністю інгібуючих речовин. Далі опираючись на вже проведені дослідження встановлюють сорт сировини відповідно до ДСТУ та її придатність для виготовлення сметани.

Сепарування

Молоко сепарують для отримання вершків для подальшого використання у виробництві сметани. Під час сепарування молоко очищають. Оптимальна температура сепарування молока становить 35-45°C. Частка жиру в отриманих вершках повинна бути близькою до відповідно заданої для кожного виду сметани. Щоб не допустити підвищення кислотності, вершки і знежирене молоко, отримані під час сепарування необхідно негайно охолодити до температури не вище + 6 °C або переробити при необхідності. Молоко і вершки зберігають при температурі 2-6 °C максимум 6 годин.

Складання суміші

При виробництві сметани з умовою використання вершкового масла, сухих молочних продуктів, чи пластичних вершків складається суміш за спеціальними рецептурами. Сепарування сухих молочних продуктів відбувається у відповідності з технологічною інструкцією по виготовленню

пастеризованого коров'ячого молока. Також є допустимим додавання попередньо вже гомогенізованих та пастеризованих свіжих вершків до пастеризованих просепарованих вершків. Об'ємна частка свіжих вершків, що додаються, відносно до обсягу вже відновлених вершків знаходиться в межах 20-50%. Процес змішування свіжих та вже про сепарованих вершків проводиться у резервуарах, в яких здійснюється сквашування.

Суміш для виробництва сметани з використанням вже просепарованої сировини готується в ванні-змішувачі з прошарком, який обігривається, та мішалкою, яка відповідно забезпечує ретельне змішування всіх інгредієнтів. Завантаження сировини у ванну-змішувач відбувається у певній послідовності. В першу чергу додаються рідкі компоненти, по типу вершків та знежиреного або цільного молока.

Рідкі інгредієнти підігриваються до температури $45 \pm 5^{\circ}\text{C}$, після чого додаються сухі молочні компоненти, які для кращого розчинення в суміші завчасно можуть бути змішані вже з частиною вершків і теплого молока температура якого становить $42 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Утворену суміш перемішують за допомогою циркуляційного насосу або мішалки на протязі 10-15 хв. і водночас підігривають до гомогенізаційної температури що становить $60-85^{\circ}\text{C}$. Далі продовжуючи перемішування суміш, спочатку фільтрують і направляють на етап гомогенізації.

Нормалізація вершків

Для отримання сметану стандартної жирності, спочатку вершки нормалізуються по жиру. Вже після, якщо отримані вершки мають більшу жирність, ніж необхідно для виготовлення сметани, їх знову нормалізують, але вже за допомогою додавання або знежиреного або цільного молока, а також в деяких варіантах - свіжої пахти. За умови ж якщо жирність отриманих вершків менша ніж необхідно, то нормалізацію здійснюють вже жирнішими вершками. Всю жирність, яка необхідна в нормалізованих вершках встановлюється з урахуваннями допустимих норм заквасок, що вносяться, і виду молока, на якому вона була виготовлена, по типу знежиреного або цілісного.

Пастеризація вершків

Етап пастеризації вершків проводиться не лише лиш для максимального знищення всієї сторонньої мікрофлори вершків, та потрібної інактивації ферментів, але також і для забезпечення в сметані необхідної консистенції та смаку, підвищення стійкості при зберіганні. При виробленні сметани вершки пастеризуються при температурі що становить 94 ± 2 °C та з часом витримки 20 с або, як варіант, ще при температурі 86 ± 2 °C та з часом витримки від 2 до 10 хв. Для подальшого збереження ароматичних речовин, що були утворені при процесі пастеризації, і для суттєвого зменшення ступеня руйнування вітамінів процес пастеризацій та витримки варто проводити в закритій системі. Необхідний режим пастеризації вибирають ,в основному в залежності від якості сировини, яка проходить процес переробки , і виду самої сметани. При процесі переробки вершків низької якості зі сторонніми присмаками, з великим бактеріальним обсіменінням використовують більш високі температури пастеризації 94 ± 2 °C. При обробці несвіжих вершків із недостатньою термостійкістю білків слід обмежуватись нижчими температурами пастеризації 85 ± 1 °C. При необхідності збільшують витримку для точного отримання належного бактерицидного ефекту. Загальна ефективність етапу пастеризації сировина повинна бути не нижчою ніж 99,0%.

Гомогенізація вершків

З метою отримання продукту з одноріднішою, гомогенною консистенцією рекомендується проводити гомогенізацію при температурі пастеризації. При виробництві сметани 20% жирності гомогенізації піддають всю масу нормалізованих вершків.

Процес гомогенізації має вплив як на білкову фазу вершків, так і на жирову. При гомогенізації відбувається процес подрібнення жирових кульок, а також, що не менш важливо збільшується кількість та підвищується безпосередня стійкість жирової емульсії.

Білкова стабільність при гомогенізації знижується, в наслідок чого змінюються форма та структура білкових частинок, відбувається їх агрегація.

Ефективність процесу гомогенізації залежить в першу чергу від того тиску та температури що застосовуються на підприємстві, та кількості жиру, що міститься в самому продукті.

Найбільш оптимальні режими процесу гомогенізації вершків різні для різних видів сметани. Чим вище жирність самої сметани, як кінцевого продукту, тим меншою є величина застосовуваного тиску гомогенізації вершків.

При цьому тиск гомогенізації на другому ступені становить приблизно половину тиску на першому. Якщо сметана виходить із недостатньо густою консистенцією, то параметри тиску на другому ступені процесу підвищують на 1-2 МПа і, наоборот, знижують, при наявності надмірно густої консистенції в кінцевому продукті.

За умови використання двоступінчастої гомогенізації вершків кінцевий готовий продукт виходить з однорідною, більш стійкою до температурних і механічних впливів консистенцією, має більшу здатність забіліти, ніж та сметана, що виготовлена з вершків, які піддавалися одноступінчастою гомогенізації. При встановленні потрібного режиму процесу гомогенізації вершків зазвичай враховують властивості сировини та її якість, а також наявний сезон. Тиск гомогенізації знижують за умови, що переробляються несвіжі вершки з низькою термостійкістю білків, а також вершки, одержувані в осінньо-зимовий період, протягом якого у складі жиру куди більше тугоплавких гліцеринів, а вміст сухих речовин в вершках зростає. Етап гомогенізації можна проводити як перед етапом пастеризації вершків, так і після його завершення. Послідовність даних етапів залежить на пряму від завдань та цілей, які визначають при виробництві необхідного продукту. Якщо необхідно забезпечити нормовано однорідну консистенцію сметани, без наявності крупинок процес гомогенізації проводять вже після процесу пастеризації вершків при заданій температурі в 70 °С. З метою підвищення гігієнічної надійності, покращення мікробіологічних показників кінцевого продукту виробництва процес гомогенізації здійснюють безпосередньо перед процесом пастеризації.

При виробленні сметани з використанням сухих молочних продуктів, вершкового масла або пластичних вершків допускається пастеризувати при температурі 76 ± 2 °C з витримкою 10 хв. При виробленні сметани із застосуванням стабілізаторів консистенції пастеризацію здійснюють при наступних режимах: для лігомів та хамульсіону SM, желатину - 86 ± 2 °C з часом витримки тривалістю від 2 до 10 хв, або $90-95$ °C з витримкою від 5 до 10 хв.

Охолодження вершків

Вершки що пройшли етапи пастеризації і гомогенізації одразу ж охолоджуються до температури заквашування, яка в свою чергу залежить від виду продукції сметани, яка виробляється на підприємстві. Охолоджені вершки направляють на заквашування та сквашування.

Заквашування та сквашування вершків

Смак та запах, а також кінцева консистенція сметани багато в чому залежать в першу чергу від умов процесу сквашування вершків, складу та властивостей застосовуваних заквасок. Заквашування проводять негайно після охолодження вершків до температури, що є необхідною. Зберігання вже завчасно підготовлених вершків за умов з підвищеним рівнем температур перед заквашуванням не допускається, адже якщо молочнокислі бактерії відсутні в цих вершках відбуватиметься активний розвиток сторонньої залишкової мікрофлори, що в результаті, може призвести до виникнення вад у сметані. Процес заквашування та сквашування вершків здійснюють у резервуарах, що мають охолодні сорочки та мішалки, розраховані на перемішування продукту підвищеної в'язкості.

Перед внесенням у вершки закваску ретельно перемішують до однорідної консистенції. Закваску подають у вершки самопливом або насосом будь-якої марки одночасно з подачею вершків або відразу після наповнення резервуара вершками. Заквашені вершки перемішують протягом 10-15 хв і залишають у спокої для сквашування. Допускається проводити повторне перемішування через 1 годину після заквашування.

Саму об'ємну частку закваски, яка становить близько 1-5 % від загальної маси вершків можна збільшити в залежності від властивостей закваски, якості самої сировини, та дотриманні тх умов виробництва що на неї впливають. За умови, якщо закваска була приготована на стерилізованому молоці і володіє високою активністю, її кількість зменшують до 1-2%. Закваску, приготовлену на вже пастеризованому молоці, додають в кількості 2-5% відповідно.

Норма закваски, що вноситься, залежить від можливості надходженні на підприємства неповноцінної сировини, зазвичай протягом весняного періоду або отримання сировини низької якості, в такому випадку норму збільшують. Ще кількома причинами збільшення норми може бути: необхідність прискорення процесу сквашування вершків, або зниження активності заквасок.

При виробленні сметани резервуарним способом вершки сквашують у тій самій ємності, в якій їх заквашували.

При процесі сквашування вершків за рахунок процесів життєдіяльності мікрофлори заквасок виникає не сама лиш молочна кислота, але й ароматичні речовини (діацетил, ацетоїн, жирні та леткі кислоти, ефіри та спирти). Ці сполуки значною мірою визначають специфічний смак та запах кінцевого продукту.

Доволі великий вплив на формування деяких органолептичних властивостей сметани має, як і температура сквашування, так і його умови. При виробленні сметани 20% жирності із заквасками, які включають в себе мезофільні культури молочнокислих бактерій, процес сквашування вершків в холодний час відбувається при температурі при 29 ± 1 °C, а в теплий - при 27 ± 1 °C. Процес сквашування вершків при температурі вище 30 °C призводить до утворення більш грубої структури згустку, до посиленого виділення сироватки, отримання сметани ароматом, що недостатньо виражений та куди меншою здатністю відновлення первинної консистенції після процесів перемішування і перекачування. Знижені температури При сквашуванні вершків на знижених температурах біля 18-19 °C розвиток молочнокислого процесу загальмовується, відбувається утворення слабкого, більш в'ялого згустку та

одержання сметани консистенцією, що є недостатньо густою, сторонніми присмаками або взагалі не вираженим смаком.

Вершки самі по собі є куди менш сприятливим середовищем де може розвиватися молочнокисла мікрофлора, ніж саме молоко, оскільки вмісту жиру в них підвищений, а кількості плазми та доступних поживних речовин – зменшена. Саме тому процес сквашування вершків є куди більш тривалим, ніж процес сквашування того ж таки молока.

Вершки сквашують до утворення згустку та досягнення певної заданої завчасно кислотності, що становить: не менше 55 °Т – для сметани з масовою часткою жиру 20 і 25 %. Процес сквашування має тривати не більше 10 годин. Процес сквашування вершків регулюється за допомогою зміни температури та тривалості сквашування, кількості закваски, що вноситься, та за рахунок використання різних заквасок різної активності, та також за допомогою застосування заквашування вершків не одночасно у всіх ємностях, а послідовного та з обов'язковим врахуванням часу на процес фасування продукту з кожної ємності вже після процесу сквашування.

Перемішування сквашених вершків

Після закінчення етапу сквашування і вершки перемішують до отримання однорідної консистенції протягом 3-15 хв за допомогою мішалки. Допустимим є охолодження сквашених вершків до температури 17 ± 1 °С за рахунок запуску в прошарок ємності крижаної води та подальшого перемішування згустку протягом 3-5 хв. через кожну годину.

При виготовленні сметани зі стабілізаторами охолодження сквашених вершків перед безпосереднім розливом рекомендовано проводити до температури що ж не нижчою ніж 23 ± 2 °С.

Подача сквашених вершків на фасування відбувається за допомогою поршневих, мембранних, гвинтових, ротаційних або шестерних насосів.

Фасування сквашених вершків

Сквашені вершки з температурою 16-32 °С постачається на етап фасування самопливом за допомогою трубопроводів діаметром не менше 50 мм

за умов мінімально допустимого перепаду рівнів висоти. Допускається також подача свердловин вершків насосами об'ємного типу.

Фасування сквашених вершків здійснюється на автоматах і напівавтоматах, які розраховані на дозування в'язких молочних продуктів.

На рисунку 2.4 зображено етап фасування сквашених вершків.



Рисунок 2.4 Фасування сквашених вершків

Охолодження та дозрівання сметани

Після етапу пакування, сметана охолоджується до $4 \pm 2^\circ\text{C}$. Час протягом якого, упакована в споживчу тару сметана охолоджується та дозріває, становить 6-12 год. та 12-48 год. для сметани упакованої у велику тару. Поки триває охолодження і дозрівання сметани є не допустимим, будь-яке її перемішування. В процесі охолодження та подальшого дозрівання сметани біохімічні процеси – припиняються, а наростання кислотності або загальмовується або взагалі припиняється, в свою чергу кристалізується значна частина молочного жиру, а сама сметана набуває більш густішої консистенції. Вже після охолодження та дозрівання сметана готова до реалізації.

Зберігання сметани

Термін придатності продукції, що має температуру $4 \pm 2^\circ\text{C}$, упакованої в тару з негерметичною технологією закупорюванням, становить три доби; свіжовиробленого ж продукту, який упакований в споживчу тару вже з герметичною технологією закупорюванням становить вже аж 7 діб з моменту закінчення виробництва .

Лінія для виробництва сметани включає в себе обладнання для нормалізації жиру в сировині, теплової обробки та гомогенізації вершків, а також сквашування й упакування продукції.

На рисунку 2.5 зображено лінію виробництва кисломолочних продуктів (в тому числі сметани).



Рисунок 2.5 – Лінія виробництва кисломолочних продуктів

2.2 Виробництво кефіру

Кефір - унікальний ферментований напій, виготовлений із коров'ячого, козячого або овечого молока. На рисунку 2.6 зображено виробництво кефіру.



Рисунок 2.6 – Лінія виробництва кефіру

Для його виготовлення використовують спеціальні закваски – кефірні грибки. До їх складу входять полісахариди, білки та суміші різноманітних

типів мікроорганізмів, на кшталт дріжджів та бактерій. Саме вони виробляють молочну кислоту. Приблизно від 5 до 10% усієї мікрофлори складають дріжджі.

На рисунку 2.7 зображено технологічну схему виробництва кефіру.

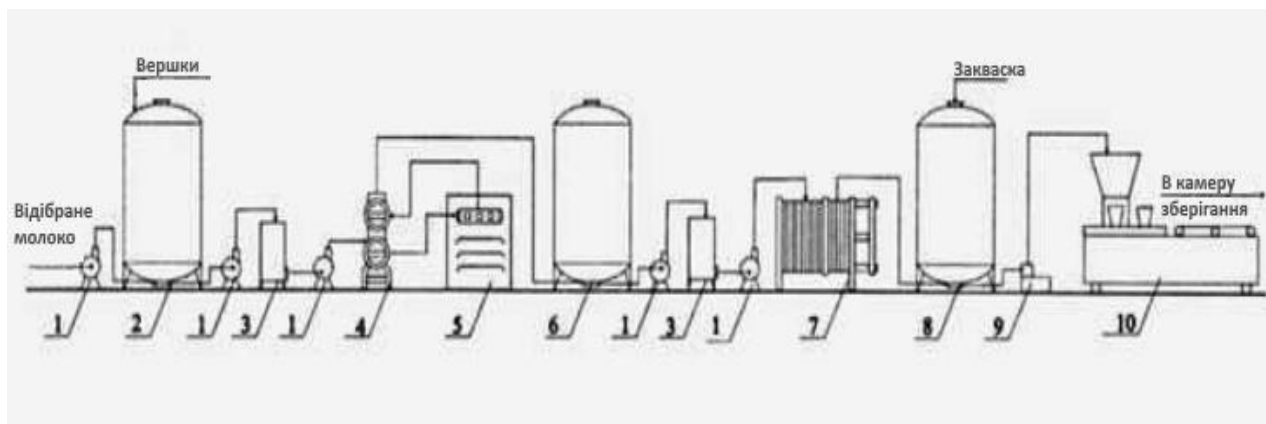


Рисунок 2.7 – Схема виробництва кефіру

- | | |
|-------------------------------|----------------------------------|
| 1 – відцентровий насос; | 6 – ємність для молока; |
| 2 – ємність для нормалізації; | 7 – охолоджувач; |
| 3 – рівняльний бачок; | 8 – ємність для сквашування; |
| 4 – трубчастий пастеризатор; | 9 – насос для в'язких продуктів; |
| 5 – гомогенізатор; | 10 – фасувальний автомат. |

На даний момент є два основні способи виробництва кефіру, а саме резервуарний та термостатний. Сам по собі резервуарний спосіб виробництва кефіру відрізняється від термостатного тим, що сквашування молока проводиться у великій ємності і на розлив прямує продукт із перемішаним згустком. Технологічний процес при використанні даного способу складається з наступних етапів: приймання сировини та її підготовка, нормалізація отриманої сировини, гомогенізація, подальші пастеризація та охолодження, після чого заквашування та, сквашування у спеціальних ємностях, потім знову охолодження, але вже згустку, його дозрівання та фасування.

За технологією резервуарного способу виробництво кефіру відбувається із натурального та цільного молока другого сорту або вище, кислотність не має

перевищувати межу 19°T , щільність має бути не менше ніж $1,0278\text{ кг/л}$, та з масовою часткою жиру, що сягає різних значень, і саме тому отримане молоко

нормалізують до конкретної масової частки жиру. При процесі нормалізації все ще незбираного молока по жиру існує два варіанти: один де вміст жиру в незбираному молоці є знано більшим, від необхідного для виробництва, і інший при якому жиру в незбираному молоці куди менше, ніж потрібно для виробництва кінцевого продукту. При умові використання першого варіанту жир з молока частково відбирають за допомогою сепарування або вже до вихідного молока вливається знежирене молоко. Для підвищення вмісту жиру у вихідному молоці при другому варіанті до нього ще додаються вершки.

Одним з найпростіших способів проведення процесу нормалізації молочної сировини по жиру - є нормалізація за допомогою процесу змішування в ємності завчасно розрахованих кількостей молока, що проходить нормалізацію, і нормалізуючого компонента по типу знежиреного молока чи жирних вершків і це все при ретельному перемішуванні всієї суміші [10].

Етап теплової обробки сировини та її гомогенізації.

Процес пастеризації молока необхідний для знищення більшості вегетативних форм мікрофлори, зокрема і патогенних форм. В виробництві кисломолочних продуктів найбільш поширеним є – короткочасний режим пастеризації витримкою протягом 300-600 с. та при температурі 85-87° С, або з витримкою 120-180с, і вже при температурі в 90-92° С, включно з подальшим з охолодженням до температури необхідної для заквашування. Обраний режим пастеризації повинен в першу чергу забезпечити отримання попередньо заданих властивостей кінцевого готового продукту, зокрема органолептичних показників по типу рецептурної щільності та в'язкості згустку, чи його смаку. Завдяки використанню високі температур процесу пастеризації виникає денатурація сироваткових білків, до того ж гідратаційні властивості казеїну знатно підвищуються. Це сприяє швидшому утворенню більш щільнішого згустку, який завдяки своїй щільності добре утримує вологу, що не дає сироватці при зберіганні відокремитись.

Гомогенізація – це процес роздроблення або ж поступового диспергування тих жирових кульок, які містяться в сировині завдяки

надзвичайним зовнішнім зусиллям. Швидкість спливу жирових кульок та їх розміри зменшуються в процесі обробки. Відбувається своєчасний перерозподіл оболонкової речовини жирової кульки та поступова стабілізація жирової емульсії. Саме завдяки цьому молоко яке пройшло процес гомогенізації не відстоюється. На сьогоднішній день частіше за все застосовується режим двоступінчастої гомогенізації, завдяки якому злипання частинок вже попередньо прогомогенізованих жирових кульок котрі постачаються з клапанної щілини головки промислового гомогенізатора – не відбувається. Процес гомогенізації відбувається при температурі 60-65 °C та при значеннях тиску 15-17,5 МПа. Після етапів пастеризації та гомогенізації отримана суміш охолоджується до температури необхідної для процесу заквашування.

Заквашування та сквашування молока.

В процесі виробництва кефіру, закваска що використовується, зазвичай приготовлена на грибках кефіру. Їх основними представниками в першу чергу є молочнокислі палички та молочнокислі стрептококи, у тому числі ароматоутворюючі та молочні дріжджі типу *Torula*. Випадкова мікрофлора зерен складається із спорових паличок, оцтовокислих бактерій, відібраних молочних плісняв, а також з пливчастих дріжджів та бактерій групи *Coli*.

Для приготування закваски кефіру сухі кефірні зерна витримуються поринуті в теплу воду температура якої становить 25-30 °C – протягом доби, змінюючи її за цей час близько двох, чи трьох разів. Після даного процесу вода зливається, а вже як слід набряклі зерна заливаються приготованим завчасно теплим молоком, взятим у десятикратній кількості по відношенню до об'єму грибків.

Щоб виробляти кефір з міцною консистенцією та вираженим характерним смаком необхідним є використання підготовленої виробничої закваски, яку заздалегідь витримали після процесу сквашування протягом часу близько 12-24 год. та при температурі, що становить 10-12 °C. Підготовлену закваску, маса якої за звичайним рецептом становить 5% від маси суміші, що

заквашується, вносять в саму суміш, попередньо охолоджену до температури необхідної для процесу заквашування. Отриману після цього суміш сквашують аж до утворення специфічного молочно-білкового згустку при температурі 23-25 ° С. Кислотністю згустку коливається в межах 80-100° Т (рН 4,5-4,65). Впродовж процесу сквашування відбувається поступове розмноження мікрофлори закваски, в наслідок чого наростає рівень кислотності, казеїн коагулює і утворюється потік. Після закінчення етапу сквашування отриманий продукт одразу ж охолоджують для подальшого етапу дозрівання.

Перемішування та охолодження отриманого згустка.

Після етапу сквашування отриманий кефір спочатку, як слід перемішують, після цього охолоджують до температури необхідної для процесу дозрівання. Процес перемішування обробленого згустку починають лише через 1-1,5 год., після початку процесу його охолодження проводять. Триває процес перемішування на протязі 10-30 хвилин.

Після чого вже перемішаний та охолоджений до температури 20 0С потік залишають у спокої.

Етап дозрівання кефіру.

Тривалість процесу дозрівання кефіру становить по різним підрахункам близько 6-10 год. Протягом процесу дозрівання продукту дріжджі активізуються, в наслідок чого відбувається спиртове бродіння, по закінченню якого у продукті утворюються такі речовини, як спирт, діоксид вуглецю та низка інших речовини, що надають продукту, ті специфічні властивості які необхідні для якісного кінцевого варіанту кефіру.

Перемішування та розлив.

Після закінчення дозрівання та перед початком розливу той кефір що знаходиться в резервуарі перемішують близько 2-10 хв. Перемішування повинне забезпечити однорідну консистенцію молочного згустку. При зберіганні кефіру з неоднорідною, комковатою консистенцією може відокремлюватися сироватка.

Етап перемішування кефіру зображено на рисунку 2.8.



Рисунок 2.8 – Перемішування кефіру

Упаковку та маркування проводять відповідно до вимог стандарту на цей кінцевий готовий продукт. З метою покращення консистенції готового продукту, пакований кефір рекомендовано піддавати витримці в холодильній камері перед безпосередньою реалізацією. І тільки при досягненні кефіром, як кінцевим продуктом необхідного показника параметрів умовної в'язкості та температури 6° С технологічний процес виробництва кефіру вважається закінченим а сам продукт готовим до реалізації.

Кефір має мати чистий запах та кисломолочний смак.

Кефір залежно від масової частки жиру виробляють нежирний та з масовою часткою жиру від 1,0 % до 5,0 %, при цьому масова частка білка – не нижче 2,7 %.[11]

Вимоги до готового продукту вказані у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 Вимоги до готового кефіру.

Кефір	Кислотність, °Т	Вміст спирту, %
Для масового споживання	80-120	0,6
Лікувальний:	80-90	0,2
Слабкий		
Середній		
Сильний	90-120	0,6

2.3 Використання молока в виробництві морозива

Морозиво – це десертний продукт, його виготовляють за допомогою пастеризації, гомогенізації, збивання та заморожування молочних, молочно-рослинних, фруктових або ароматичних сумішей, до складу яких входять стабілізатори, емульгатори, підсолоджувачі, смакові, ароматичні речовини та інші інгредієнти.[11]

Морозиво розрізняється за рецептурним складом, смаком, ароматом та упакуванням, а його різноманітність на сьогоднішній день сягає понад тисячу видів.

За однією з класифікацій морозива, а саме за способами виготовлення воно поділяється на м'яке та загартоване.

Виробництво м'якого морозива відбувається в основному на підприємствах, що спеціалізуються на громадському харчуванні, в відповідних торговельних кіосках, або кав'ярнях. Його температура складає близько -5°C , а консистенція є схожою до кремової, тому його вживання є доречним одразу ж після виходу з фризера.

Загартоване ж морозиво – це збита та заморожений до температури не вище мінус 14°C продукт, що зберігає зазначену температуру при зберіганні і реалізації. Загартоване морозиво відрізняється високою твердістю, у такому вигляді його зберігають до реалізації.

Етап виробництва морозива зображено на рисунку 2.9.

Морозиво виготовляють відповідно до рецептури та за нормативною документацією так, щоб кінцевий продукт відповідав вимогам діючих технічних умов.[12]

Молочна сировина, що постачається на підприємство проходить лабораторний контроль, після чого її перекачують в спеціально обладнані танки, де вона зберігається при температурі від 0 до -20°C . З яких в подальшому надходить на етап міксування.



Рисунок 2.9 – Виробництво морозива

Протягом етапу міксування види сировини що використовується для приготування суміші морозива додають в певній послідовності. На рисунку 2.11 зображено процес змішування суміші морозива.



Рисунок 2.11 Змішування морозива

Порядок подачі сировини для виготовлення суміші морозива з молочною основою виглядає так:

- рідкі сировина , така як вода , вершки, молоко тощо;
- згущені молочні продукти, такі як згущені вершки, обезжирене, згущене молоко і т. д.;
- сухі продукти, такі як яєчний порошок, стабілізатори, какао-порошок.

Суміш морозива отримана шляхом міксування всіх вищевказаних компонентів подається на фільтрування .

Фільтрування необхідне для усунення елементів сировини . що не розчинилися та різноманітних механічних домішок, які могла містити суміш.

Даний процес проводиться не лише після міксування компонентів суміші, але й після етапу пастеризації.

Наступним етапом є процес пастеризації, де відфільтрована суміш температура якої становить близько 35 – 40°C пастеризується одну хвилину при температурі 80 – 85°C. Можлива також пастеризація в трубчатих пастеризаторах. Вона відбувається миттєво під температурою 92 – 95°C.

При завершенні пастеризації оброблену суміш повторно фільтрують, гомогенізують та охолоджують. Якщо в суміші використовується желатин її, подають в спеціально обладнані резервуари на недовготривале зберігання.



Рисунок 2,10 Алгоритм процесу виробництва морозива

Після охолодження суміш надходить на фрезерування де її насичують повітрям та проводять часткову заморозку. При закінченні етапу фрезерування готова суміш одразу загартовується, це відбувається швидко, для запобігання збільшення кристалів льоду в подальшому.

Морозиво, яке пройшло всі вищевказані етапи обробки в камеру для зберігання.

При виготовленні морозива допускається взаємозаміна одних компонентів іншими, тобто рецептура може змінюватись, але вона повинна бути розрахована так, щоб одержана готова продукція за якісними показниками відповідала вимогам нормативної документації.[12] На рисунку 2,10 зображено послідовні етапи виробництва суміші морозива.

2.4 Процес виробництва сиру

Сир – незамінний та обов'язковий компонент харчового раціону більшості людей. Він є харчовим продуктом, з високою енергетичною, біологічною та харчовою цінністю. До складу сиру входять необхідні людині білки, жири, вуглеводи, мікроелементи та вітаміни. На рисунку 2.11 зображено виробництво сиру.



Рисунок 2.11 – Виробництво сиру

Відомо кілька сотень видів сирів, що відрізняються один від одного за хімічним складом і смаковими особливостями. За способом згортання молока

сири розділяють на сичугові (при виготовленні сиру білки згортаються під дією сичугового ферменту) і кисломолочні (згортання білків відбувається під дією молочної кислоти), а за вмістом жиру в сухій речовині – на сири 20, 30, 45, 50%-ної жирності. У процесі виробництва сирів вирішальним фактором є фізичні властивості, хімічний склад та мікробіологічні показники молока. При класифікації сирів враховують тип основної сировини, способи згортання молока, використані мікроорганізми, особливості технології, а також хімічні показники.

На великих підприємствах процеси виробництва сиру механізовані й автоматизовані, а устаткування оснащено програмним керуванням.

Технологічну схему виробництва сиру зображено на рисунку 2.12.

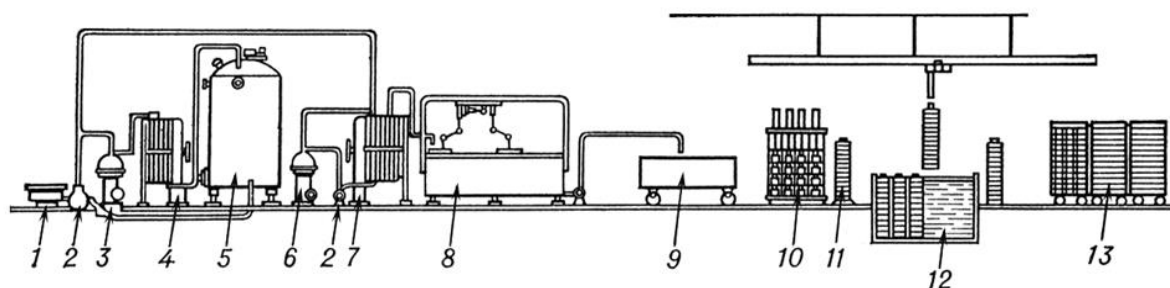


Рисунок 2.12 – Технологічна схема виробництва сиру

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1 – ванна для прийняття сировини; | 7 – установка пастеризації; |
| 2 – насос ; | 8 – сироварна ванна; |
| 3 – молоко-очисник; | 9 – формувальний пристрій; |
| 4 – охолоджувач; | 10 – прес для сиру; |
| 5 – танк; | 11 – контейнер для посолу; |
| 6 – сепаратор; | 12 – басейн для просоловання; |
| | 13 – стелажі для дозрівання сиру. |

Технологія виробництва сиру полягає у зміні структури молока під дією фізико-хімічних та біохімічних процесів, викликаних різними ферментами, бактеріями. Як сировина використовується пастеризоване чи сире молоко корови, кози, вівці, буйвола чи кобили. Для згортання використовується сичужний фермент чи кислота. При дозріванні додають цвіль, мікроорганізми чи бактерії.

Технологія виготовлення сиру загалом ідентична для всіх видів. Основний вплив на формування структури, виду чи смаку надає сировина та останні етапи. [12]

Виробництво сиру – це тривалий процес, який складається з кількох послідовних етапів :

- 1) Пастеризація;
- 2) Згортання;
- 3) Відділення рідини;
- 4) Просолювання та сушіння;
- 5) Формування;
- 6) Дозрівання;
- 7) Контроль якості.

Пастеризація

Молоко нагрівається до 73 0С. Потім охолоджується до 30 0С. Це необхідно для знищення бактеріальної мікрофлори. Деякі сорти виготовляються із сирого молока, без термообробки. Точні температури та терміни обробки визначає конкретна технологія приготування сиру – рецепт. На цьому етапі відбувається підготовка до згортання.

Згортання

Для згортання в молоко додають сичужну або молочну закваску. Потім ретельно перемішують 6-7 хвилин. Тривалість згортання безпосередньо впливає формування кінцевого продукту, відповідно:

- твердого: 30-40 хв;
- м'якого: 50-90 хв;
- зі зниженою жирністю: 35-40 хв.

Відділення рідини

Від твердої маси відокремлюється сироватка. Для прискорення потік можуть нагрівати. Відокремлена тверда маса подрібнюється та висушується. На цьому етапі іноді додають прянощі. Проте загальна технологія передбачає використання спецій.

Просоловання та сушіння

Перед висушуванням сирну масу після відділення сироватки солять або занурюють у солоний розчин. Цей необхідно, щоб відділити специфічний кислий смак та запах сирної маси. На рисунку 2.13 зображено процес просоловання сиру в сольовому розчині.

Після соління сир сушать на стелажах 2-3 днів при температурі від +10 до +12 0С. Щоб прискорити етапи виробництва сиру, може бути використано спеціальне обладнання для швидкого сушіння.



Рисунок 2.13 – Процес просоловання сиру

Формування

Сир викладається у спеціальні форми. Залежно від рецепту застосовується пресування. Стиснення осушує продукт, щоб отримати щільнішу структуру. Процес формування сиру зображено на рисунку 2.14.



Рисунок 2.14 – Процес формування сиру

Дозрівання

Етап дозрівання має ключовий вплив на смакові якості. Форми поміщаються у спеціальні камери, ізольовані приміщення чи підвал, де жорстко контролюється температура та вологість. Продукт доглядають: миють, чистять, додають додаткові бактерії, мікроорганізми.

На рисунку 2.15 зображено етап дозрівання сиру.

Параметри температури, вологості, тривалість дозрівання та інші умови догляду залежить від особливості рецепту.

Залежно від цього, який сир виготовляється, може піддаватися копчення, натирання алкоголем, чи ін.



Рисунок 2.15 – Дозрівання сиру

Контроль якості

Контроль якості проводиться, щоб визначити правильність виготовлення кінцевого продукту та безпеку вживання. Жорсткі вимоги висувають до продуктів, які одержують із не пастеризованого молока. Воно може містити небезпечні віруси, чи бактерії, серед яких і сальмонельоз. [13]

Види обладнання для виробництва сиру

Устаткування для виробництва сиру впливає на смакові характеристики. Техніка дозволяє забезпечити певні умови, які неможливо проконтролювати підручними засобами. Тому деякі сорти дуже складно готувати без відповідних агрегатів.[14]

На сучасних промислових підприємствах з виготовлення сиру використовують наступне обладнання:

- Заквасочний апарат використовується для сквашування та охолодження закваски, витримання молока.
- Сировинна ванна потрібна для згортання сиру. Передбачає отвір для стікання більшості сироватки. Використовується для виготовлення всіх видів.
- Плавильна установка потрібна для створення плавленого сиру.
- Апарат для просолювання та стелаж для сушіння.
- Прес для формування із формами.
- Стелаж для зберігання та дозрівання.

Залежно від конкретної технології або рецепту може використовуватися спеціальне сироварне обладнання, по типу камери копчення, апарату для різання упаковки, маркування та ін.

3. АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА МОЛОЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ. ВІДБІР, АНАЛІЗ ТА ОПИС ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Сучасні фабрики та заводи , що виробляють молочну продукцію – це комп'ютеризовані, автоматизовані та належним чином устатковані системи технологічних процесів, що в свою чергу гарантує:

- стабільність та подекуди безперебійність окремих етапів виробництва, або його процесу в цілому;
- точність дозування та якість обробки всіх компонентів , що входять в склад кінцевої продукції;
- можливості кращого моніторингу та контролю стану процесів та показників необхідних параметрів .[15]

На рисунку 3.1 зображено функціональну схему автоматизації етапу пастеризації молочної продукції.

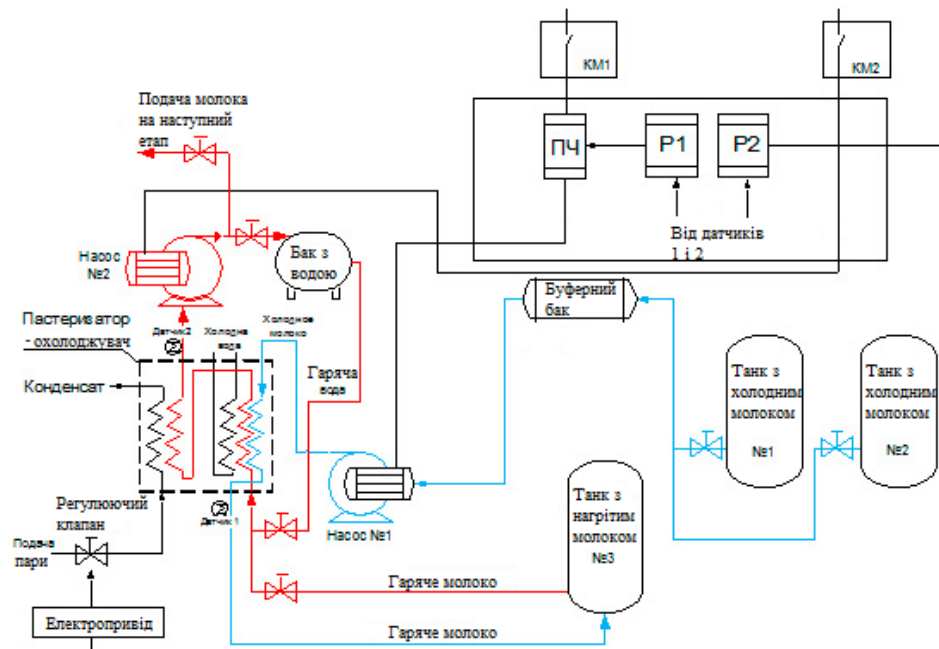


Рисунок 3.1 Функціональна схему автоматизації процесу пастеризації молочної продукції

Автоматизація та модернізація даного процесу дає змогу суттєво підвищити якість кінцевої продукції, до оптимального значення параметрів, як сировини що використовується для виготовлення, так і вже готового продукту.

3.1 Датчики необхідних параметрів

Датчики використовують у комплекті з вторинними приладами, регуляторами й іншими пристроями автоматики, машинами централізованого контролю й системами керування.

В залежності від конкретних умов застосування датчиків до них існують різноманітні вимоги.

Температура та тиск в газоподібних і рідких середовищах відноситься до найважливіших показників, вимір яких потрібно для обслуговування комунікаційних і технологічних систем [19].

Датчик – це вимірювальний прилад у вигляді конструктивної сукупності одного, чи кількох вимірювальних перетворювачів величини, який вимірюється і контролюється, та котрий виробляє вихідний сигнал, зручний для дистанційного передавання, зберігання та використання у системах керування і має нормовані метрологічні характеристики.

Класифікація датчиків

Існує кілька класифікацій датчиків, зроблених різними авторами та фахівцями. Деякі дуже прості, а деякі дуже складні. У першій класифікації датчики поділяються на активні та пасивні.

Активні датчики – це ті, для яких потрібен зовнішній сигнал збудження або сигнал живлення.

Пасивні датчики, з іншого боку, не вимагають жодного зовнішнього сигналу живлення та безпосередньо генерують вихідний відгук.

Інший тип класифікації базується на засобах виявлення, які використовуються в датчику. Деякі із засобів виявлення: електричні, біологічні, хімічні, радіоактивні тощо.

Наступна класифікація базується на явищі конверсії, тобто на вході та виході. Деякі з поширених явищ перетворення (фотоелектричне, термоелектричне, електрохімічне, електромагнітне, термо-оптичне тощо).

Остаточна класифікація датчиків – це аналогові та цифрові датчики.

Аналогові датчики створюють аналоговий вихідний сигнал, тобто безперервний вихідний сигнал (зазвичай напруга, але іноді й інші величини, як-от опір тощо) відносно вимірюваної величини.

Цифрові датчики, на відміну від аналогових, працюють з дискретними або цифровими даними. Дані в цифрових датчиках, які використовуються для перетворення та передачі, мають цифровий характер.

Основні типи датчиків, які зазвичай використовуються в різних системах використовуються для вимірювання однієї з фізичних властивостей, таких як температура, опір, ємність, провідність, теплопередача тощо.

Прикладами таких датчиків є:

- 1) Температурний датчик;
- 2) Акселерометр;
- 3) ІЧ-датчик (інфрачервоний датчик);
- 4) Датчик тиску;
- 5) Датчик світла;
- 6) Ультразвуковий датчик;
- 7) Датчик вологості;
- 8) Мікрофон (датчик звуку);
- 9) Сенсор дотику та інші.

Датчик температури

Одним з найпоширеніших і найпопулярніших датчиків є датчик температури. Датчик температури, як випливає з назви, відчуває температуру, тобто вимірює зміни температури.

Види та підвиди температурних датчиків:

- 1) Темпари;
- 2) Терморезистори;

- а) Комбіновані датчики;
 - б) Цифрові датчики;
- 3) Пірометри , або безконтактні датчики:
- а) Кварцові перетворювачі температури;
 - б) Шумові датчики температури;
 - в) Об'ємні перетворювачі;

Принципом дії датчиків температури в автоматизованому управлінні є перетворення зміни температури електричний сигнал. Даний принцип зумовлює переваги електричних вимірювань : результати легко передаються мережею та швидкість передачі може бути достатньо високою. Фізичні величини мають змогу перетворюватись , також і в зворотньому порядку .

Цифровий код, в свою чергу створює підвищену точність вимірювання , його швидкість та чутливість.

Основними критеріями вибору датчиків температури є:

- діапазон робочої температури;
- параметри середовища роботи датчика;
- умови проведення замірювання;
- час роботи до повторного калібрування або заміни;
- технічні дані та інше.

Датчик температури типу МВТ 5252 зображений на рисунку 3.2



Рисунок 3.2 – Датчик температури типу МВТ 5252

Даний датчик призначений для роботи в рідких або газоподібних середовищах, по типу повітря, води, газу, пари, молока і т.д.

Основні характеристики датчика температури типу MBT 5252 представлено в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 Характеристики датчика типу MBT 5252

Тип	MBT 5252
Вага, кг	0,4
Тип приєднання	G
Корпус	IP65
Чутливий елемент	Змінний
Діапазон температур, °C	-50 – 200
Проводи, шт.	4 PC

Датчики тиску.

Датчик тиску - пристрій, фізичні параметри якого змінюються в залежності від тиску вимірюваного середовища (рідини, газу, пар). В датчиках тиск вимірюваного середовища перетворюється в уніфікований пневматичний, електричний сигнали або цифровий код.

Сигнали датчика тиску можуть бути як повільно змінними так і швидко змінними , при цьому спектр повільно змінних сигналів лежить в області низьких частот.

Для високоточного оцифрування такого сигналу існує необхідність придушення високочастотної частини спектру. В промислових умовах – особливо актуально.

Інтегруючі АЦП використовуються спеціально для введення повільно змінних сигналів. Вони інтегрують сигнальну функцію протягом заданого проміжку часу, який істотно менший ніж постійний час процесів, а не проводять вимірювання не миттєвого значення сигналу (яке змінюється під

впливом перешкод). Це відбуваються в контрольованому середовищі, але істотно більше періоду низькочастотної перешкоди.

Датчик тиску для харчової промисловості ВТ-214 зображений на рисунку 3.3.

Високоточний перетворювач тиску з промивної діафрагмою призначений для використання з неоднорідними або кристалізованими промисловими середовищами високої в'язкості, харчовими продуктами та напоями; він забезпечує надійне вимірювання тиску навіть в жорстких умовах навколишнього середовища.



Рисунок 3.3 – Датчик тиску ВТ-214

Основні характеристики датчика ВТ-214 наведені в таблиці 3.2

Таблиця 3.2 Характеристики Датчика тиску ВТ-214

Ступінь захисту IP	67
Максимальна температура робочого середовища	+ 120 °С
Країна виробник	Туреччина
Виробник	<u>Атек</u>
Матеріал корпусу	Метал
Мінімальна температура робочого середовища	- 40 °С
Контрольоване середовище	Вода, масло , гази, повітря

Перевагами даного датчика є:

- Відмінна вібростійкість;
- Промивна діафрагма;
- Міцна конструкція;
- Можливість установки нуля та діапазону.

3.2 Мікропроцесорні регулятори

Для регулювання параметрів використовуємо мікропроцесорні регулятори, які мають велику точність та швидкодію у порівнянні з іншими. Також їх досить легко налаштувати.

Дані регулятори використовують як автономно так і комплексно в АСКТП в металургії, енергетиці, харчовій, хімічній та інших галузях промисловості, а також і в народному господарстві [9].

Вони використовуються для здійснення вимірювання, контролю і автоматичного регулювання вхідних технологічних параметрів таких як тиск, температура, рівень, витрата і т.п. Контури автоматичного регулювання з керуванням від ЕОМ.

Області застосування мікро-контролерів: - локальні й територіально розподілені системи керування; - віддалені пристрої зв'язку з об'єктом із індикацією; - САР різних технологічних параметрів; - керування виробництвом: віддалений збір даних, диспетчерський контроль і т. д..

Регулятори представляють собою вільнопрограмовані компактні прилади. Користувачі, які не мають знань і навичок програмування, можуть просто викликати й виконувати потрібні функції регулятора за допомогою їхньої конфігурації.

Регулятори є дуже гнучкими у використанні. Вони можуть доволі швидко й легко, після зміни конфігурації, виконати більшість завдань

керування технологічними процесами і інших вимог , які зустрічаються в процесі роботи .

Регулятори конфігуруються через передню панель приладу або через гальванічно розділений інтерфейс RS-485 (протокол ModBus/RTU), що також дозволяє використовувати прилад як віддалений контролер при роботі в сучасних мережах керування й збору інформації.

Параметри конфігурації регулятора зберігаються в енергонезалежній пам'яті й прилад здатний відновити виконання завдань керування після переривання напруги живлення. Батарея резервного живлення в ньому не використовується. На рисунку 3.4 зображений мікропроцесорний ПІД-регулятор МІК-122К7.[20]



Рисунок 3.4 Регулятор МІК-122К7

Таблиця 3.3 Характеристики регулятора МІК-122К7.

Аналогові входи	2
Аналогові виходи	2
Дискретні входи	2
Дискретні виходи	4
Вид кабелю	Вита пара, екранована кручена пара
Протокол зв'язку	<u>Modbus режим RTU</u>
Маса	0,6 кг
Ступінь захисту	IP30
Температура навколишнього середовища	Від - 40 °С до + 70 °С
Атмосферний тиск	Від 84 до 106,7 <u>кПа</u>
Вібрація	Частотою до 60 Гц із амплітудою до 0,1 мм
Кріплення регулятора	Щитове

В таблиці 3.3 наведено основні характеристики мікропроцесорного ПІД-регулятора МК-122К7.

Даний регулятор призначений як для автономного, так і для комплексного використання в АСУТП в енергетиці, металургії, хімічній, харчовій та інших галузях промисловості та народному господарстві.

Він використовується для вимірювання, контролю та автоматичного регулювання двох технологічних параметрів по типу температури, тиску, рівня витрати, і т.п.).

Сучасні мікропроцесорні регулятори мають доволі багато можливостей та ще більше вдосконалених і додаткових функцій. Це дає змогу використовувати їх для вирішення більш широкого спектру завдань автоматизації виробництва.

Мікропроцесорний терморегулятор МТР-8К7 представлений на рисунку 3.5.[22]



Рисунок 3.5 – Терморегулятор МТР-8К7

Даний терморегулятор призначений для використання в системах промислової автоматики, або в багатоканальних системах цифрової індикації технологічних параметрів, для віддаленого збору даних , контролю, та регулювання етапу виробництва

В Таблиці 3.4 представлено основні характеристики мікропроцесорного терморегулятора МТР-8К7.

Таблиця 3.4 Характеристики терморегулятора МТР-8К7.

Кількість аналогових входів	8
Період вимірювання	До 0,2 с
Основна похибка перетворення	$\pm 0,2\%$
Кількість аналогових виходів	Від 1 до 4
Точність індикації	$\pm 0,01\%$
Кількість розрядів цифрового індикатора	4
Кількість дискретних входів	Від 0 до 8
Кількість дискретних виходів	Від 8 до 24
Кількість активних передавачів	1
Протокол зв'язку	Modbus режим RTU
Температура навколишнього середовища	Від -40°C до $+70^{\circ}\text{C}$
Атмосферний тиск	Від 85 до 105 кПа
Маса блоку	До 1 кг

3.3 Виконавчі механізми

Виконавчі пристрої або механізми призначені для здійснення впливу системи автоматичного керування. Тобто якщо датчики в свою чергу перетворюють фізичні величини, які характеризують об'єкт керування, в потрібний електричний сигнал, то виконавчі пристрої здійснюють протилежну дію, перетворюючи сигнал системи керування у фізичну величину, що змінює перебіг технологічного процесу у потрібному напрямі [16].

Виконавчі механізми характеризуються такими параметрами, як:

- потужність;
- швидкодія;
- робочий діапазон;
- точність;
- габарити .

На даний час в сучасних АСК основні операції обробки інформації виконуються комп'ютером або мікропроцесором, а виконавчі пристрої здійснюють перетворення цифрового вихідного сигналу з комп'ютера у фізичну величину. Для прикладу: у верстатах з числовим програмним керуванням вихідний цифровий сигнал з керівного мікропроцесора перетворюється у переміщення робочого органу верстата (різця, фрези тощо) і переміщення деталі, що обробляється на цьому верстаті. В хімічних процесах – їх цифровий сигнал перетворюється в подальше переміщення робочих органів, які регулюють надходження вхідних реагентів, чи температуру в реакторі, чи інші параметри.

Виконавчі пристрої характеризуються швидкістю, робочим діапазоном, точністю, габаритами тощо. Виконавчі механізми (ВМ) вибираємо однообертові або багатообертові.

У складі ВМ можна умовно виділити дві частини:

Перша – малопотужна, що складається з підсилювача і перетворювача;

Друга – потужна, що складається з більш потужного перетворювача та самого вихідного виконавчого механізму.

Також в деяких ВМ можуть бути відсутніми окремі частини.

Виконавчі механізми бувають:

- Двопозиційними або бінарними: електричні, механічні, гідравлічні, пневматичні(комутатори, перемикачі, реле).
- Аналоговими: електроприводи, пневмо і гідроприводи (поршневі та мембранні гідро і пневмоприводи, асинхронні та синхронні двигуни змінного струму, електроприводи двигуни постійного струму.)

Розглянемо бінарний виконавчий механізм на прикладі електромагнітного реле, яке складається з електромагніта, по обмотці якого протікає струм керування, і контактів, що механічно переміщуються під дією магнітного поля, створеного електромагнітом, замикаючи чи розмикаючи електричне коло виконавчого пристрою [23].

Напівпровідниковий вимикач, або транзистор – використовується для керування двигунів з використанням широтно-імпульсної модуляції в свою чергу де необхідна швидкість перемикання кілька мікросекунд.

У випадку, якщо відсутня необхідність у великій швидкості, то можна використовувати тиристри, що у замкненому стані мають куди менший опір.

Клапани – це пристрої для замикання, та розмикання подачі газу або рідини.

Регулюючий клапан з мембранним виконавчим механізмом представлений на рисунку 3.6.



Рисунок 3.6 – Регулюючий клапан

Тяговий електромагніт – це виконавчий пристрій, який перетворює електричний сигнал на механічне переміщення штока.

Електропривід – це сукупність виконавчого електричного двигуна і електронної системи керування цим двигуном.

До електроприводу належать: двигуни постійного струму, асинхронні двигуни змінного струму, синхронні двигуни змінного струму, кроковий електродвигун.

Пневмо і гідропривід – перетворює енергію газу або рідини в механічну.

Приклад пневматичного виконавчого механізму зображено на рисунку 3.7.



Рисунок 3.7 - Поворотний пнемо-циліндр

На рисунку 3.8 зображено сучасну фабрику з виробництва молочної продукції.



Рисунок 3.8 Фабрика з виробництва молочної продукції

Кожен етап технологічного процесу виробництва молочної продукції є важливим елементом який в подальшому впливає на якість та інші важливі властивості кінцевого продукту. Етап пастеризації один із них.

Даний етап передбачає теплову обробку сировини протягом певного часу для знищення шкідливої мікрофлори та водночас збереження корисної мікрофлори. Для цього даний процес потребує точного моніторингу параметрів сировини при її обробці та чіткого й своєчасного регулювання цих параметрів.

4. ПОБУДОВА ЛОГІКО-СТАТИСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТЕМПЕРАТУРИ ПРИ РІЗНИХ РЕЖИМАХ ПАСТЕРИЗАЦІЇ МОЛОКА.

Пастеризація молока є одним з найважливіших етапів, що впливають на якість продукції. Як вже зазначалося, існує декілька режимів. У відповідності до регламенту технологічного процесу:

- для тривалої пастеризації: сировина нагрівається до 62 – 64 °С, і витримується 25 – 30 хв;
- для короткочасної: сировина нагрівається до 72 – 76°С, і витримується так 15 – 20 хв;
- для миттєвої: сировина нагрівається до ≥ 85 °С, без витримки.

На рисунку 4.1 зображено етап пастеризації на сучасному підприємстві з виробництва молочної сировини.



Рисунок 4.1 – Пастеризація молочної сировини

4.1 Розрахунок та побудова логіко-статистичної інформаційної моделі для контролю температури

Для контролю температури під час пастеризації побудуємо логіко-статистичні інформаційні моделі [24], які забезпечують контроль параметрів в заданому діапазоні. Існують різні типи логіко-статистичних моделей (ЛСІМ) та їх модифікацій.[24] Для контролю діапазону температур найбільш придатною є ЛСІМ 1, оскільки зміна температури в даному технологічному процесі є достатньо інерційним параметром і не може змінюватися миттєво на великі значення. В загальному ЛСІМ 1 описується наступними виразами:

$$a_{k_i} = \begin{cases} 0, & \text{при } E1_k \leq x_{k_i} \leq E2_k, \\ 1, & \text{при } x_{k_i} < E1_k \text{ або } x_{k_i} > E2_k; \end{cases} \quad (4.1)$$

де x_{k_i} – значення амплітуди сигналу в k -му каналі;

i – дискретний системний час;

$E1_k$ і $E2_k$ – відповідно нижня і верхня межа апертури допустимих відхилень в k -му каналі.

В результаті, протягом спостереження, сформується послідовність $L1$ "нулів" і "одиниць", де "нулі" відповідають значенням контрольованого параметру в межах заданого діапазону, а "одиниці" – виходам параметру за межі встановленої апертури, згідно (4.1):

$$L1 = \{a_1, a_2, \dots, a_m, \dots\} . \quad (4.2)$$

При побудові ЛСІМ 1 по декільком каналам контрольованих параметрів отримаємо матрицю, в якій кожен рядок буде послідовністю реакції моделі на знаходження окремого параметру в часі у встановлених межах апертури:

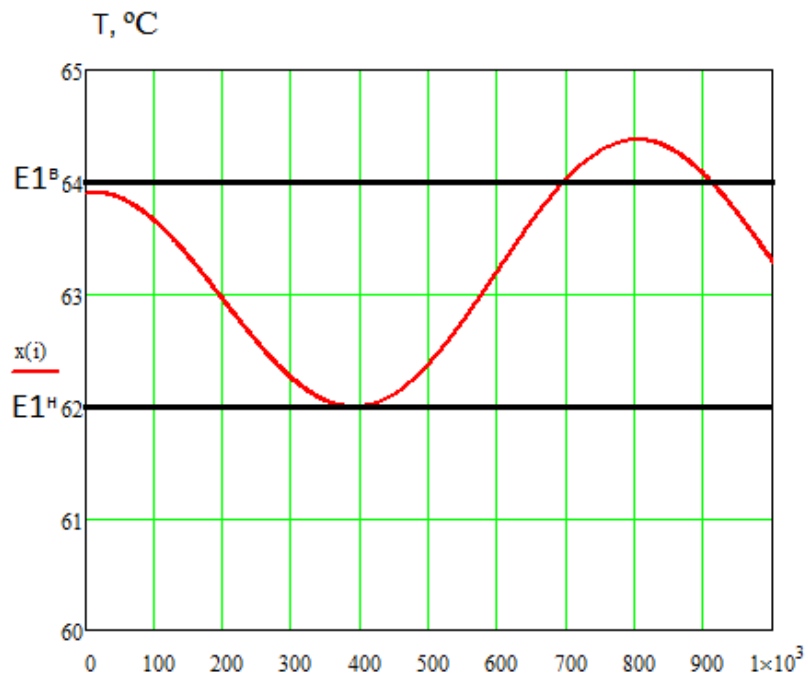


Рисунок 4.2 – Графік зміни температури молока при тривалій пастеризації

Як видно з графіку, протягом процесу пастеризації на відрізок дискретних відліків приблизно з 380 до 405 значення температури виходять за межі нижньої межі апертури і з 700 до 910 значення температури виходять за межі верхньої межі апертури, що в принципі є порушенням технологічного процесу. Відповідно, протягом цих відрізків часу, ЛСІМ 1 видає послідовність "одиничок" – сигнал високого рівня, що є керуючим сигналом системі автоматизованого управління для реагування на вихід контрольованого параметру за допустимі межі (рисунок 4.3).

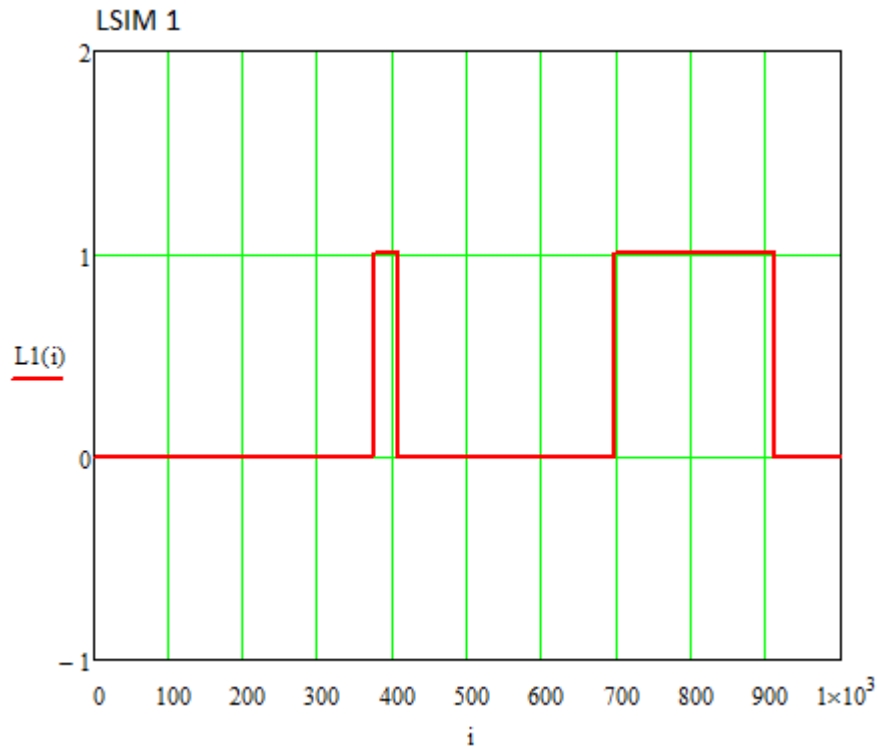


Рисунок 4.3 – Графік реакції ЛСІМ 1 на зміну параметру температури під час тривалої пастеризації

Аналогічні графіки побудуємо для процесу короткочасної пастеризації молока. При цьому верхня і нижня межа апертури будуть рівними $E1 = 72^\circ\text{C}$ і $E2 = 76^\circ\text{C}$., а час спостереження $T = 20 \text{ хв}$. Відповідні графік зміни температури представлено на рисунку 4.4, а ЛСІМ 1 – на рисунку 4.5.

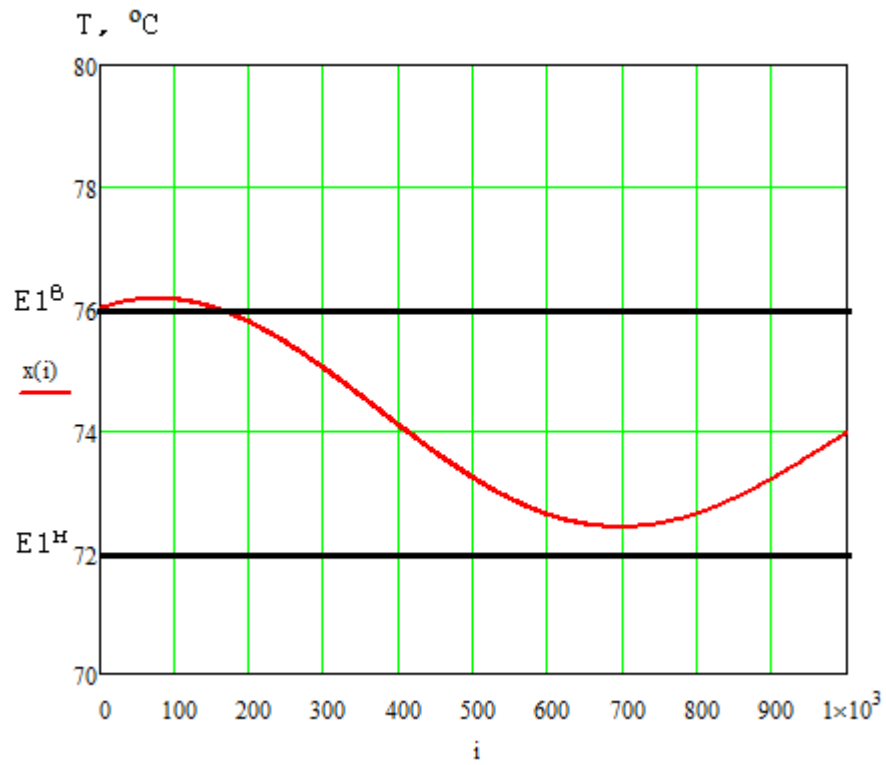


Рисунок 4.4 – Графік зміни температури молока при короткочасній пастеризації

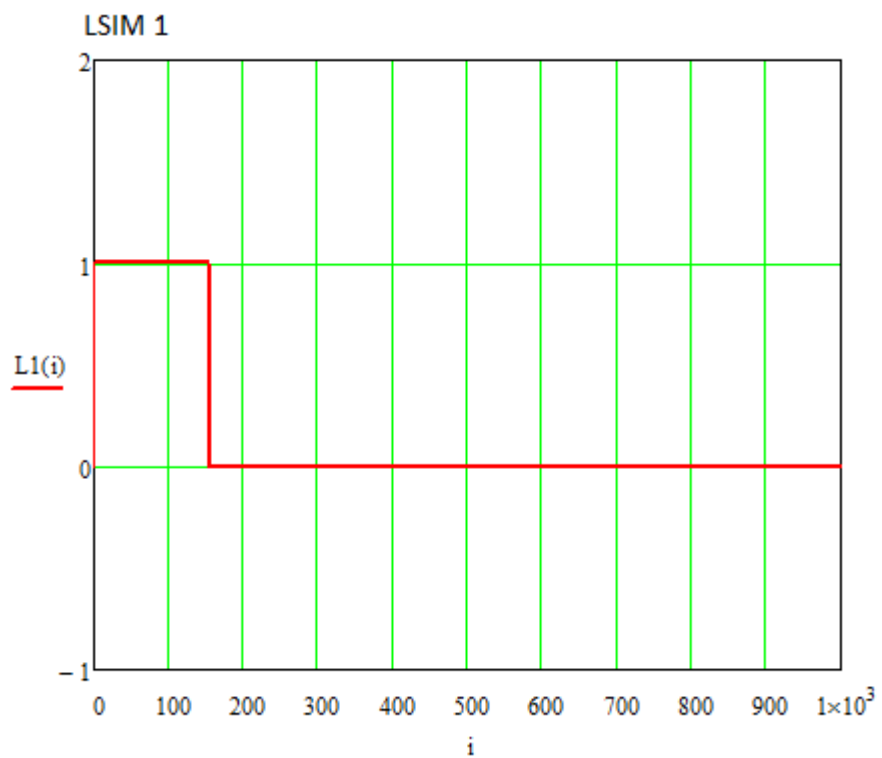


Рисунок 4.5 – Графік реакції ЛСІМ 1 на зміну параметру температури під час короткочасної пастеризації

Таким чином, застосування логіко-статистичної інформаційної моделі 1 дозволяє запобігати порушенням температурного режиму під час пастеризації молока, а вразі виходу параметру за допустимі межі – оперативно реагувати системі автоматизованого управління для усунення відхилення від норми.

ВИСНОВКИ

Під час виконання даної кваліфікаційної роботи було проведено аналіз та опис технологічних операцій первинної обробки молочної сировини, включно з особливостями транспортування та окремими вимогами при першочергових лабораторних перевірках .

Досліджено різноманітні види технологічних процесів виробництва молочної продукції , а саме сметани, кефіру, морозива та сиру, описано їх особливості та виділено окремі аспекти кожного етапу.

Проведено відбір, аналіз та опис засобів автоматизації для їх подальшого використання в виробництві, з метою моніторингу, контролю та можливості регулювання допустимих меж параметрів окремої операції и етапу технологічного процесу виробництва молочної продукції, подано функціональну схему автоматизації процесу пастеризації молочної продукції для кількох режимів.

Побудовано логіко-статистичну інформаційну модель для контролю параметру температури при використанні різних режимів пастеризації на підприємствах з виробництва молочної продукції.

Результати даної роботи можуть бути використані для вдосконалення систем автоматизованого управління процесом виробництва молочної продукції, та конкретно етапу пастеризації за допомогою відповідних відібраних засобів автоматизації, системи та побудованої логіко-статистичної інформаційної моделі для контролю параметру температури для різних режимів процесу пастеризації.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Оксамитний М.К., Даниленко І.П. Технологія одержання високоякісного молока. — К.: Урожай, 1976. — 94 с.;
2. Остапів Н.М. Ветеринарно-санітарне обґрунтування технології одержання молока за ДСТУ 3662—97: Автореф. дис ... д-ра с.-г. наук / ЛДАВМ. - Львів, 1999. -19 с.;
3. Макаров В.А. Ветеринарно-санітарна експертиза з основами технології та стандартизації продуктів тваринництва/В.А. Макаров, В.П. Фролов, Н.Ф. Шуклін; За ред. В.А. Макарова. - М.: Агропромиздат, 1991. - 463 с.;
4. Шидловська В.П. Органолептичні властивості молока та молочних продуктів. Довідник - М.: Колос, 2000. -280с.
5. Брусенцев А.А. Основы переработки молока на предприятиях молочной промышленности: Учеб.-метод. пособие. - СПб.: Университет ИТМО, 2017. - 77 с.
6. Курочкін А.А., Ляшенко В.В. Технологічне устаткування переробки продукції тваринництва / Під ред. В.М. Баутіна. - М.: Колос, 2001. - 440 с.
7. Степанова Л.И. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. - СПб: ГИОРД, 2002. - 336 с.
8. Барабанщиків Н.В. Молочна справа: підручник/Н.В. Барабанщиків, А.С. Шуваріков. - М: Вид. МСГА, 2000.
9. Клименко Л. П., Соловйов С. М., Норд Г. Л. // Системи технологій: Навчальний посібник. — Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. Петра Могили, 2007. — 600 с.
10. Крусь Г.М. та ін. Технологія молока та молочних продуктів / Г.М. Крусь, А.Г. Храмцов, З.В. Волокітіна, С.В. Карпичів; За ред. А.М. Шалигін. - М.: Колос, 2006. - 455 с.

- 11.Рибак О.М. Технологія молока і молочних продуктів. Технологія незбираномолочних продуктів і морозива: курс лекцій. Тернопіль. 2016. - 165с. ;
- 12.Перцевий Ф.В., Гурський П.В. Технологія переробки молока: Навчальний посібник. – Харків: ХДУХТ, 2006. – 378 с. ;
- 13.Власенко В.В., Машкін М.І., Бігун П.П. Технологія виробництва і переробки молока та молочних продуктів. - Вінниця, “ГПАНІС” 2000
- 14.Ніконенко В.М. Обладнання та технологія молочного виробництва. - К.: Урожай, 1995 - 296с.
15. Основи проектування та будівництва переробних підприємств. / Гордєєв А.С., Завражнов А.І., Курочкін А.А., Хмиров В.Д., Шабурова Г.В. / За ред. Завражнова О.І. - М.: Агроконсалт, 2002 - 492 с.
16. Попович М.Г. Теорія автоматичного керування: Підручник. — 2-ге вид., перероб. і доп. / М.Г. Попович, О.В. Ковальчук — К.: Либідь, 2007. — 656 с.;
17. Стивенсон В. Дж. Управление производством: Пер. с англ. — М.: Лаборатория базовых знаний: БИНОМ, 1998. — 928 с.;
- 18.Малов О.М, Іванов Ю.В. Основи автоматики та автоматизації виробничих процесів. - М.: Машинобудування, 2004, - 368с.
19. Іванов А. О. Теорія автоматичного керування: Підручник. — Дніпропетровськ: Національний гірничий університет. — 2003. — 250 с.;
20. Мікропроцесорний ПД-регулятор [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.microl.ua>;
21. Проць Я.І., Савків В.Б., Шкодзінський О.К., Ляшук О.Л. Автоматизація виробничих процесів. – Тернопіль.: Навчальний посібник для вищих навчальних закладів, 2011 – 344 с.
22. Мікропроцесорні регулятори [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://docplayer.net/74728199-Ministerstvo-osviti-i-nauki-ukrayinisumskiy-tehnikum-harchovoyi-promislovosti-nacionalnogo-universitetuharchovih-tehnologiy.html>;

23. Вовк П.Ю. Электромагнитные реле. / П.Ю. Вовк. - К.: «МК-Пресс», 2004. - 400с.;
24. Николайчук Я.М. Теорія джерел інформації: монографія / Я.М. Николайчук. – Тернопіль: ТНЕУ, Економічна думка, 2008. – 396 с;
25. Курочкін А.А., Ляшенко В.В. Технологічне устаткування переробки продукції тваринництва / Під ред. В.М. Баутіна. - М.: Колос, 2001. - 440 с.
26. Сепаратор для відділення вершків [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ikrtech.com.ua/ua/p1600145177-separator-slivkootdelitel-10000.html>;
27. Технологія молока і молочних продуктів : дайджест. Вип. 41 [Електронний ресурс] / Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка ; підгот. О. В. Олабоді. – Київ, 2017. – 28 с. – Режим доступу : <http://library.nuft.edu.ua>.

Елементи технологічного процесу виробництва.

1. Сепаратор для відділення вершків

Сепаратор для відділення вершків використовується для розділення незбираного молока на молоко знежирене та вершки . Не менш важливою його функцією є очищення від забруднень як знежиреного молока так і самих вершків. [25]

Процес сепарування молочної сировини полягає в тому, що центрифуга своєю роботою підіймає на поверхню жирові кульки, щільність яких куди менша , ніж у водянистої частини, в якій вони і знаходились в стані емульсії.

Молоко в барабані сепаратора потрапляє в поле центробіжних сил, саме завдяки цьому жирові кульки виділяються в окрему фракцію значно швидше.

Прикладом промислового сепаратора для відділення вершків є сепаратор MAKINS з об'ємом роботи 10000 л/год. зображений на рисунку А.1 .



Рисунок А.1 – Сепаратор для відділення вершків MAKINS 10000

Даний сепаратор має роторну систему автоматичного очищення. Барабан, який регулюється на панелі управління, працює на воді. Блок керування PLC марки Siemens 6", йде з ізоляцією, виготовлений з нержавіючої сталі параметрами 650*400*1200 мм.[26]

Основні характеристики сепаратора для відділення вершків MAKIS 10000 наведено в таблиці А.1.

Таблиця А.1 – Характеристики сепаратора MAKIS 10000.

Продуктивність, дм ³ /год	10000
Частота обертання барабана, об/хв	7250
Тривалість безперервної роботи, ≤ 1 год.	2 – 2.5
Встановлена потужність, кВт	15
Температура сепарування, °С	25 – 90
Загальний об'єм, м ³	6,5
Вага, кг	1150

На сучасних підприємствах з виготовлення молочної продукції в залежності від можливості та необхідності об'єму виробництва кількість сепараторів та варіативність їх розміщення на певних етапах технологічного процесу відрізняється. Зазвичай комплекс для сепарування молочної сировини розміщують в зоні для попередньої обробки сировини, однак можливі варіанти розміщення одразу на пункті прийому, де молоко одразу після перевірки в лабораторії проходить в ньому необхідну обробку.

Послідовність та різноманітність етапу виробництва куди включають комплекс для сепарування молочної сировини на пряму залежить від виду кінцевої продукції до виготовлення якої він залучений.

2. Пастеризатор молочної сировини

Промислові пастеризатори молочної сировини це агрегати, які використовуються для нагрівання сировини та її стабільної витримки протягом необхідного часу при заданій температурі. Приставку «промисловий» відносять до пастеризаторів, що використовуються на підприємствах з виробництва молочної продукції та маю змогу обробляти великий об'єм сировини.

Прикладом промислового пастеризатора молочної сировини є пастеризатор УЗМ-3,0П. Він володіє підвищеною продуктивністю в 3000 л/год. , та є пастеризатором проточного типу.

Промисловий пастеризатор УЗМ-3,0П зображений на рисунку А.2.



Рисунок А.2 – Пастеризатор молочної сировини УЗМ-3,0П

Пастеризація сировини пастеризатором УЗМ-3,0П виглядає наступним чином: молочна сировина надходить в ємність для приймання, звідки забирається насосом та прокачується через пастеризатор, після чого по трубопроводу, вже пастеризований продукт подається на місця подальшої обробки.

Процес пастеризації в проточних пастеризаторах відбувається в потоці. Протягом часу за який молоко проходить через пастеризатор, воно нагрівається до температури пастеризації, а саме 76 – 85 °С і охолоджується зустрічним потоком ще не пастеризованого холодного молока за допомогою пластинчастої секції рекуперації теплоти.

Якщо молочна сировина з пастеризатора надходить в сирну ванну, чи на сепаратор, його температура має дорівнювати від 35 до 40 °С. Такі пастеризатори в нашому модельному ряду маркуються літерою "П", "підігрів", оскільки вони комплектуються проточним підігрівачем пастеризованого молока. Якщо на пастеризацію подається охоложене молоко з температурою 4-50, температура пастеризованого молока на виході з пастеризатора УЗМ-3,0П складе 11-140.

За допомогою проточного підігрівача температура пастеризованого молока на виході з пастеризатора піднімається до 35-400 (необхідна кінцева температура виставляється вручну на цифровому приладі). Підігрів молока з 11-140 до 35-400 – процес енергоємний. На три тонни молока витрачається 70-75 кВт. До них потрібно додати ще 31-35 кВт на три тонни молока, які споживає секція нагріву пастеризатора УЗМ-3,0П.

Основні характеристики пастеризатора УЗМ-3,0П наведені в таблиці А.2

Таблиця А.2 Характеристики пастеризатора УЗМ-3,0П

Тип	проточний
Продуктивність, л/год	3000
Встановлена потужність, кВт/год.	120
Температура пастеризації, °С	75 – 85
Витримка, с	15 – 20
Температура сировини на виході, °С	30 – 45
Ширина × Довжина × Висота, м	2,5 × 2,5 × 1,9

Якщо пастеризатор УЗМ-3,0П, призначений для пастеризації охолодженого молока під сепаратор або сироварну ванну, споживає ~110 кВт на три тонни молока. Промисловий проточний пастеризатор молока УЗМ-3,0П застосовується на молокопереробних підприємствах при виробництві сиру, коли температура пастеризованого молока на виході з пастеризатора повинна бути 35-40 °С, щоб направляти його одразу у сирну ванну або на молочний сепаратор у разі виробництва вершків та вершкового масла. Також промисловий проточний пастеризатор молока УЗМ-3,0П застосовується на великих тваринницьких комплексах для пастеризації охолодженого молока, що йде на вигоювання телят, оскільки температура молока, яким вигоюють телят, така ж, що і у молока, яке після пастеризації йде у сирну ванну або на молочний сепаратор.

В підсумку проточний пастеризатор молочної сировини УЗМ-3,0П із пластинчастою секцією для рекуперації теплоти. Його призначенням є пастеризація охолодженої молочної сировини в потоці під час виробництва вершків, сиру, вершкового масла та інших виробничих процесах, коли температура вже пастеризованого молока на виході має бути 35-40°С .

3. Танк-охолоджувач для молочної продукції

Танк-охолодник молока «Kryos» німецької фірми GEA WestfaliaSurge. Даний танк призначений для збирання, охолодження та зберігання вже охолодженої молочної сировини на великих молочних фермах та молокопереробних підприємствах. Танк-охолодник складається з ємності для молока, двох холодильних агрегатів, промивального автомата та електронного блоку керування.

Ємність для молока має форму горизонтального циліндра, або еліптичну форму в випадку великих об'ємів. У передній верхній частині місткості розташована заливна горловина, яка щільно зачиняється відкидною накривкою.

У нижній частині місткості для молока розташована зливна труба, обладнана дисковим клапаном.

На рисунку А.3 зображено танк для охолодження молочної сировини «Kryos».



Рисунок А.3 – танк для охолодження молочної сировини «Kryos»

Зверху ззовні змонтовані 1-3 мотор-редуктори (кількість залежить від об'єму танка-охолоджувача). В середині розташовані мішалки для періодичного перемішування молока в процесі охолодження і зберігання, та розбризкувальні насадки для мийних розчинів. У подвійному днищі циліндра розташовані випаровувачі.

На передньому торці місткості розташовані: пристрої автоматичної промивки; кран для зливання рідини; блок керування. На іншому торці місткості розташована терморегулювальна апаратура, яка з'єднана з випаровувачами і холодильними агрегатами. Керує роботою танка-охолодника електронний блок, який дає змогу контролювати роботу, керувати процесом та дозволяє провести діагностику роботи .

Основні характеристики танка для охолодження молочної сировини «Kryos» наведено в Таблиці А.3.

Таблиця А.3 Основні характеристики танка-охолодника «Kryos».

Місткість, л	10000
Кількість компресорів, шт.	2
Встановлена потужність, кВт	16
Маса, кг	1650