

ЯМіністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет \_\_\_\_\_ Кібербезпеки  
(повна назва)

Кафедра \_\_\_\_\_ Інформаційно-вимірювальних технологій  
(повна назва)

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Пояснювальна записка

рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ перший (бакалаврський)  
Розробка системи моніторингу, вимірювання та оцінювання якості  
процесів на підприємстві молочної промисловості  
(тема)

Виконав:

здобувач четвертого року навчання,  
групи \_\_\_\_\_ ЯПППЗ-22-1

\_\_\_\_\_ Курганська А.А.  
(власне ім'я, прізвище)

Спеціальність \_\_\_\_\_ 152 Метрологія та  
інформаційно-вимірювальна техніка  
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми \_\_\_\_\_ освітньо-професійна

Освітня програма \_\_\_\_\_ «Якість продукції,  
процесів та програмного забезпечення»  
( повна назва освітньої програми)

Керівник \_\_\_\_\_ доц. Моценко І.О.  
(посада, власне ім'я, прізвище)

Допускається до захисту

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_ Захаров І.П.  
(власне ім'я, прізвище)

2026 р.

## Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Кибербезпеки  
(повна назва)  
Кафедра Інформаційно-вимірювальних технологій  
(повна назва)  
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)  
Спеціальність 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка  
(код і повна назва)  
Тип програми освітньо-професійна  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)  
Освітня програма «Якість продукції, процесів та програмного забезпечення»  
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:  
Зав. кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис)  
«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2026 р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

здобувачеві Курганській Анастасії Андріївні  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи моніторингу, вимірювання та оцінювання процесів на підприємстві молочної промисловості

затверджена наказом по університету від 20 травня 2026 р. № 409 Ст. змін до наказу 541 Ст від 01.07.2026,

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 07 липня 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи інтегрована методологія управління якістю Lean Six Sigma, підприємство молочної промисловості, Наказ Міністерства від 11.10.2010 №456 «Про затвердження національних стандартів України, змін до національних стандартів та скасування чинності нормативних документів», ДСТУ 2661:2010 «Молоко коров'яче питне. Загальні технічні умови»

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі \_\_\_\_\_

1. Теоретичні основи управління якістю на підприємстві

2. Формування розробка процедури моніторингу та оцінювання

3. Аналіз системи моніторингу, вимірювання та оцінювання якості молочної продукції

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № | Назва етапів роботи                                             | Терміни виконання етапів роботи | Примітка |
|---|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------|
| 1 | Отримання завдання на кваліфікаційну роботу                     | 05.05.2026                      | Виконано |
| 2 | Пошук літературних джерел для об'єкта дослідження               | 13.05.2026                      | Виконано |
| 3 | Розробка першого та другого розділів кваліфікаційної роботи     | 20.05.2026                      | Виконано |
| 4 | Розробка третього та четвертого розділів кваліфікаційної роботи | 15.06.2026                      | Виконано |
| 5 | Оформлення пояснювальної записки                                | 23.06.2026                      | Виконано |
| 6 | Представлення завершеної кваліфікаційної роботи на кафедрі      | 07.07.2026                      | Виконано |

Дата видачі завдання 05 травня 2026 р.

Здобувач   
(підпис)

Керівник роботи

  
(підпис)

доц. Мощенко І.О.

(посада, прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи бакалавра: 68 с., 7 рис., 16 табл., 20 джерел, 1 додаток.

СТQC, FMEA, LPA, LSS, SOP, VSM, ДІАГРАМА ПАРЕТО, КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА, ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ, УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ, МОЛОКО

Об'єктом дослідження є процес виробництва молока питного пастеризованого на підприємстві молочної промисловості.

Метою дослідження є розробка та обґрунтування процедури моніторингу, вимірювання та оцінювання якості процесів для підвищення ефективності СУЯ на підприємстві молочної промисловості .

Для досягнення поставленої мети використано методи дослідження, що включають системний аналіз нормативно-правової бази, статистичні методи контролю якості та метод аналізу ризиків.

Для виявлення можливих причин появи дефектів застосовано: аналіз технологічного процесу виробництва, FMEA-аналіз, діаграму Парето та гістограми якості.

На основі вимог розроблено документовану процедуру моніторингу, оцінювання якості процесів, що включає застосування статистичних інструментів, аналізу ризиків та методу бенчмаркінгу .

Здійснено оцінювання ефективності впровадження інструментів на підприємстві, підтвердило зниження кількості дефектів.

Новизна роботи полягає в адаптації та комплексному застосуванні інструментів контролю якості (FMEA, діаграма Парето) в рамках документованої процедури моніторингу процесів для молочної галузі, що дозволяє не лиш констатувати, а й прогнозувати ризики погіршення якості.

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП.....                                                                                                                                                                                         | 6  |
| 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ НА ПІДПРИЄМСТВІ МОЛОЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ.....                                                                                                                  | 8  |
| 1.1 Концепція якості та основні принципи впровадження системи управління якістю (СУЯ) відповідно до стандарту ДСТУ ISO 9001:2015 системи управління якістю. Вимоги (ISO 9001:2015, IDT).....       | 8  |
| 1.2 Вимоги моніторингу, вимірювання та оцінювання якості процесів згідно настанов ISO 9001:2015.....                                                                                               | 14 |
| 2 ФОРМУВАННЯ РОЗРОБКА ПРОЦЕДУРИ МОНІТОРИНГУ, ВИМІРЮВАННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ПРОЦЕСІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ МОЛОЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ.....                                                                 | 19 |
| 2.1 Аналіз нормативних вимог до якості виробництва молока .....                                                                                                                                    | 19 |
| 2.2 Аналіз технологічного процесу виробництва молока.....                                                                                                                                          | 21 |
| 2.3 Вдосконалення процедури моніторингу, вимірювання та оцінювання якості процесів на підприємстві молочної промисловості впровадженням інструментів моделі управління якістю Lean Six Sigma ..... | 25 |
| 3 АНАЛІЗ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ, ВИМІРЮВАННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ МОЛОЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ.....                                                                                                             | 30 |
| 3.1 Вибір та обґрунтування інструментів моніторингу якості.....                                                                                                                                    | 30 |
| 3.2 Аналіз показників якості виробництва молока.....                                                                                                                                               | 31 |
| 3.3 Застосування інструментів контролю якості для моніторингу, вимірювання та оцінювання якості молочної продукції .....                                                                           | 36 |
| 3.3.1 Побудова гістограми якості.....                                                                                                                                                              | 36 |
| 3.3.2 Аналіз ризиків виникнення невідповідностей за методом FMEA-аналізу .....                                                                                                                     | 49 |
| 3.3.3 Побудова діаграми Парето.....                                                                                                                                                                | 52 |
| 3.4 Реалізація методу бенчмаркінгу для формування системи коригуючих заходів.....                                                                                                                  | 55 |
| 3.5 Оцінювання якості виробничого процесу за ключовими показниками якості після моделювання впровадження запропонованих заходів.....                                                               | 60 |
| ВИСНОВКИ.....                                                                                                                                                                                      | 62 |
| ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....                                                                                                                                                                      | 64 |
| ДОДАТОК А.....                                                                                                                                                                                     | 67 |

## ВСТУП

Молочна промисловість є однією з провідних галузей харчової індустрії України, що забезпечує населення продуктами щоденного споживання та формує суттєву частку продовольчої безпеки держави. В умовах інтеграції України до європейського економічного простору, гармонізація національного законодавства з вимогами ЄС, підвищення конкуренції та зростання вимог споживачів до безпечності й якості продукції особливого значення набуває впровадження ефективних систем управління якістю (СУЯ) на підприємствах молочної галузі.

Сучасне молокопереробне підприємство функціонує, як складна виробнича система, що включає взаємопов'язані технологічні, санітарно-гігієнічні, логістичні та управлінські процеси. Якість готової продукції формується на кожному етапі – від приймання сировини до фасування та зберігання. Невідповідність параметрів навіть одного процесу може спричинити погіршення показників безпечності, економічні втрати та репутаційні ризики.

Міжнародні стандарти, розроблені International Organization for Standardization, зокрема стандарт ДСТУ ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015, IDT), визначають вимоги до створення систем управління якістю (СУЯ), що базується на процесному переході, ризик-орієнтованому мисленні та постійному вдосконаленні. Важливою складовою цих вимог є організація системного моніторингу, вимірювання та оцінювання результативності процесів (розділ 9 стандарту), що дозволяє своєчасно виявити відхилення, аналізувати причини та впроваджувати коригувальні дії.

Об'єктом дослідження є виробничі процеси підприємства молочної промисловості.

Актуальність теми зумовлена необхідністю розробки комплексної документованої процедури моніторингу, вимірювання та оцінювання якості процесів на підприємстві молочної промисловості з урахуванням вимог національного законодавства щодо безпечності та якості молока, також вимог стандарту ДСТУ ISO 9001:2015.

Метою дослідження є розробка системи моніторингу, вимірювання та оцінювання якості процесів на підприємстві молочної продукції.

Завданням дослідження є:

- Дослідити теоретичні основи управління якістю згідно з ДСТУ ISO 9001:2015;
- Проаналізувати нормативні вимоги до безпечності та якості молока і молочних продуктів, чинні в Україні (закони, технічні регламенти, ДСТУ);
- виконати аналіз технологічного процесу виробництва молока з відокремленням критичних точок контролю;
- обґрунтувати вибір інструментів моніторингу якості (гістограма, FMEA-аналіз, діаграма Парето, бенчмаркінг) та застосувати їх для аналізу ключових показників якості молочної продукції;
- сформулювати пропозиції щодо корегувальних заходів на основі отриманих результатів.

Практична значущість роботи полягає у створенні структурованого методу управління та може бути адаптований до інших підприємств харчової промисловості.

Застосування інструментів дає змогу не лише підвищити показники якості готової продукції, а й забезпечити її відповідність встановленим вимогам та очікуванням споживачів.

Результати даного дослідження були апробовані на XXIX Міжнародному молодіжному форумі «Радіoeлектроніка та молодь у XXI столітті» (додаток А).

# 1 ТЕОРИТИЧНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ НА ПІДПРИЄМСТВА МОЛОЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

1.1 Концепція якості та основні принципи впровадження системи управління якістю (СУЯ) відповідно до стандарту ДСТУ ISO 9001:2015 системи управління якістю. Вимоги (ISO 9001:2015, IDT)

У сучасних умовах глобалізації економіки та зростання конкуренції якість продукції і послуг є ключовим фактором конкурентоспроможності підприємства. Вона визначає рівень задоволеності споживачів, формує репутацію організації та впливає на її фінансові результати. Особливої актуальності питання управління якістю набуває для підприємства харчової та молочної промисловості, оскільки їх продукція безпосередньо впливає на здоров'я населення.

Відповідно до стандарту ISO 9001:2015[12], якість визначається як ступінь відповідності сукупності власних характеристик об'єкта встановленим вимогам. Вимоги можуть бути законодавчими, нормативними, договірними або очікуваними споживачем. Таким чином, якість розглядається не лише як технічна характеристика продукції, а як комплекс, що охоплює всі аспекти діяльності підприємства.

Еволюція концепції якості пройшла декілька етапів. На початковому етапі домінував лише контроль якості (QC), який передбачав перевірку якості готової продукції та виявлення дефектів. Надалі формувалася концепція забезпеченості якості (QA), що орієнтувалася на попередженні дефектів шляхом контролю процесів. Сучасним етапом розвитку є тотальне управління якістю (TQM), яке передбачає залучення усього персоналу підприємства до процесу постійного вдосконалення.

Для підприємства молочної промисловості поняття якості включає не лише органолептичні показники продукції, але й її безпечність, мікробіологічну чистоту, стабільність складу, відповідність вимогам технічних регламентів і санітарних норм. У зв'язку з цим управління якістю в молочній промисловості тісно пов'язане з контролем технологічних режимів, умов зберігання, транспортування та реалізації

продукції.

Система управління якістю (СУЯ) – це частина загальної системи менеджменту організації, спрямована на досягнення результатів у сфері якості відповідно до встановленої політики та цілей. Вона охоплює організаційну структуру, процеси, ресурси, документацію та відповідальність керівництва. В Україні вимоги до СУЯ встановлені стандартом ДСТУ ISO 9001:2015, який є ідентичним міжнародному стандарту ISO 9001:2015.

Стандарт ISO 9001:2015 є універсальним і може застосовуватись до будь-якої організації незалежно від її розміру, форми власності чи галузі діяльності. Його метою є забезпечення стабільності здатності організації надавати продукцію та його послуги, що відповідають вимогам споживачів і чинному законодавству, а також підвищення рівня задоволеності споживачів. Впровадження СУЯ на підприємстві молочної промисловості дозволяє систематизувати виробничі процес, мінімізувати ризики виготовлення небезпечної продукції, підвищити рівень керованості підприємства, забезпечити відповідність міжнародним вимогам, розширити ринок збуту. Також стандарт ґрунтується на семи принципах менеджменту якості:

– Орієнтація на замовника (Customer focus)

Головною метою діяльності підприємства є задоволеність споживачів. Організації залежать від своїх споживачів, тому мають розуміти поточні та майбутні потреби, виконувати їхні вимоги та докладати зусиль для перевищення очікувань. Для молочної продукції це означає стабільність смакових характеристик, безпечність та доступність продукції. Організація повинна визначити вимоги споживачів і прагнути перевищити їх очікування. Орієнтація на замовника для молокопереробного підприємства має два рівні. Перший — це безпосередні споживачі готової продукції (населення), які очікують свіжого, безпечного, смачного молока з привабливою упаковкою та доступною ціною. Другий — це торговельні мережі, які висувують вимоги до обсягів поставок, термінів зберігання, логістики. Розуміння потреб обох груп дозволяє підприємству формувати асортиментну політику, визначати технологічні параметри та будувати збутову стратегію.

### – Лідерства (Leadership)

Керівництво повинно забезпечувати єдність цілей та напрямів розвитку підприємства, формувати політику у сфері якості та створювати умови для її реалізації. Без активної участі керівництва ефективне функціонування СУЯ є неможливим. У молочному виробництві лідерство проявляється через особисту участь керівництва у впровадженні культури якості. Коли директор підприємства особисто цікавиться результатами лабораторних досліджень, бере участь в аналізі невідповідностей, виділяє ресурси на модернізацію обладнання – це створює потужний сигнал для всього персоналу про те, що якість є безумовним пріоритетом. Дослідження впровадження систем забезпечення якості на молокопереробних підприємствах В'єтнаму показали, що підтримка вищого керівництва була важливим фактором, який впливав на рішення малих підприємств впроваджувати системи якості. Аналогічно, дослідження готовності палестинських молочних підприємств до впровадження статистичного контролю процесів виявило, що відданість вищого керівництва є ключовим фактором успіху, тоді як організаційна культура часто потребує розвитку.

### – Залучення персоналу (Engagement of people)

Персонал є основним ресурсом підприємства. Підвищення кваліфікації працівників, їх мотивація та відповідальність за результати роботи сприяють підвищенню якості продукції. Практичні дії для реалізації: забезпечення розуміння важливості внеску кожного працівника, визнання кожного внеску працівника, сприяння відкритому обговоренню проблем, оцінювання задоволеності персоналу. Для молочного виробництва, де критично важливим є дотримання санітарно-гігієнічних вимог, температурних режимів, технологічних параметрів, залученість персоналу набуває особливого значення. Оператор лінії пастеризації, лаборант, приймальник молока — від кожного з них залежить, чи потрапить до споживача якісний продукт.

### – Процесний підхід (Process approach)

Діяльність розглядається як система взаємопов'язаних процесів. Кожен процес має вхідні ресурси, певні процедури виконання та вихідний результат. Управління процесами дозволяє досягти більш передбачуваних результатів. Процесний підхід є

надзвичайно плідним для аналізу молочного виробництва. Технологічний ланцюг від приймання сирого молока до відвантаження готової продукції може бути представлений як послідовність взаємопов'язаних процесів: приймання → охолодження → нормалізація → гомогенізація → пастеризація → охолодження → розлив → пакування → зберігання. Кожен із цих процесів має свої входи (сировина, енергія, інформація), виходи (напівфабрикат або готова продукція), ресурси (обладнання, персонал) та методи управління (регламенти, параметри). Розуміння цих зв'язків дозволяє виявити критичні точки контролю та оптимізувати всю систему.

– Поліпшення (Improvement)

Постійне вдосконалення є невід'ємною складовою СУЯ. Організація повинна систематично аналізувати результати діяльності та впроваджувати заходи щодо покращення. Концепція постійного поліпшення для молочного підприємства реалізується через різноманітні механізми: аналіз рекламаций, коригувальні дії за результатами внутрішніх аудитів, моніторинг тенденцій показників якості, впровадження нових технологій.

– Прийняття рішень на основі доказів (Evidence-based decision making)

Ефективні рішення базуються на аналізі достовірних даних, статистичних показників, результатів внутрішніх аудитів та моніторингу процесів. Прийняття рішень часто є складним процесом, і воно завжди пов'язане з певною невизначеністю. Воно часто включає різні типи та джерела вхідних даних, а також їх інтерпретацію, яка може бути суб'єктивною. Важливо розуміти причинно-наслідкові зв'язки та потенційні непередбачувані наслідки. Факти, докази та аналіз даних приводять до більшої об'єктивності та впевненості в рішеннях. Принцип прийняття рішень на основі доказів вимагає не просто збирати ці дані, а аналізувати їх, виявляти тенденції, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки.

– Управління взаємовідносинами (Relationship management)

Організація повинна підтримувати взаємовигідні відносини з постачальниками, партнерами та іншими зацікавленими сторонами. Для молочної галузі особливо важливою є співпраця з постачальниками сировини. Побудова довгострокових

партнерських відносин з постачальниками, навчання фермерів, впровадження системи збору молока з дотриманням температурних режимів, прозора систем оплати – все це елементи реалізації принципу управління взаємовідносинами.

Процесний підхід займає особливе місце серед семи принципів, оскільки він є методологічною основою для побудови всієї системи управління якістю. Саме він визначає логіку структури стандарту та підходи до управління. Для того, щоб організація функціонувала ефективно, вона повинна ідентифікувати численні пов'язанні між собою завдання та види діяльності. Перевага процесного підходу полягає в постійному контролі, який він забезпечує над зв'язками між окремими процесами в системі, а також над їх комбінацією та взаємодією.

Невід'ємною частиною процесного підходу є методологія, відома як «Plan-Do-Check-Act» (PDCA) – «Плануй-Виконуй-Перевіряй-Дій». Цей цикл, вперше запропонований Волтером Шухартом та популяризований Едвардом Демінгом, може бути застосований до усіх процесів на (рис. 1.1).

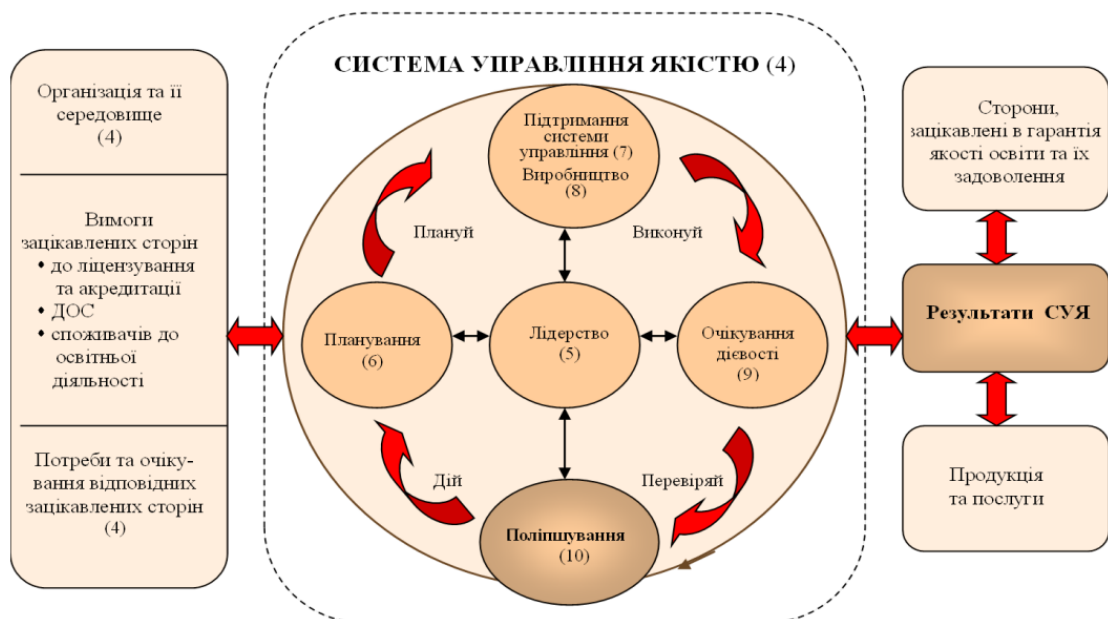


Рисунок 1.1 – Модель системи управління якістю

Цикл PDCA коротко можна описати наступним чином:

- Plan (Плануй): встановлення цілей та процесів, необхідних для досягнення результатів відповідно до вимог споживачів та політики організації;
- Do (Виконуй): впровадження процесів;
- Check (Перевіряй): моніторинг та вимірювання процесів, продукції та послуг

відповідно до політики, цілей та вимог, а також звітування про результати;

- Акт (Дій): вжиття заходів для поліпшення результативності процесів.

Ця модель була використана для структурування стандарту ISO 9001[12], що можна побачити на рисунку (рис. 1.1).

Сім принципів управління якістю не існують ізольовано. Вони інтегровані в структуру та вимоги стандарту ДСТУ ISO 9001:2015, впровадження системи управління якістю має особливе значення для підприємств молочної промисловості кількох причин:

1. Вимоги безпечності харчових продуктів. Молочна продукція належить до категорії продуктів з високим ризиком мікробіологічного псування. Впровадження СУЯ дозволяє системно підійти до контролю небезпечності факторів на всіх етапах виробництва.

2. Відповідність законодавчим вимогам. В Україні діють технічні регламенти та накази, що встановлюють обов'язкові вимоги до безпечності та якості молока (зокрема, Наказ Мінагрополітики №118). СУЯ допомагає забезпечити систематичне виконання цих вимог.

3. Конкурентоспроможність. Сертифікація за ISO 9001 є визнаним у світі підтвердженням здатності підприємства виробляти якісну продукцію. Для молокопереробних підприємств, які прагнуть виходити на зовнішні ринки або співпрацювати з міжнародними мережами, це часто є обов'язковою умовою.

4. Управління ризиками. Молочне виробництво залежить від багатьох факторів ризику: якості сировини, стабільності технологічного процесу, людського фактору. СУЯ на основі ISO 9001 вимагає ідентифікувати ризики та керувати ними.

5. Постійне поліпшення. Ринок молочної продукції висококонкурентний. Здатність постійно покращувати якість, знижувати витрати, підвищувати ефективність є ключовою для виживання та розвитку.

## 1.2. Вимоги до моніторингу, вимірювання та оцінювання якості процесів згідно настанов ISO 9001:2015

Сучасна система управління якістю ґрунтується на процесному підході, який є одним із базових принципів стандарту ISO 9001:2015[12]. Цей підхід полягає у розгляді діяльності організації як сукупності взаємопов'язаних процесів, що перетворюють вхідні ресурси на вихідні результати – продукцію чи послуги, які мають задовольняти вимоги споживачів та інших зацікавлених сторін.

Процесний підхід забезпечує, чітке визначення та документування процесів, їхніх меж, відповідальності та взаємозв'язків; формалізацію методів вимірювання, контролю і оцінювання кожного процесу; управління змінами в процесах на основі доказових даних; оптимізацію діяльності, мінімізацію втрат та підвищення ефективності. У межах процесного підходу центральну роль відіграє моніторинг, вимірювання, аналіз та оцінювання процесу. Данна інтегрована послідовність дій дозволяє не лише отримувати інформацію про поточний стан процесів, але й робити висновки про їхню результативність, знаходити можливості для вдосконалення та прогнозувати перспективи розвитку. Згідно з методологічними настановами щодо реалізації ISO 9001:2015, моніторинг та вимірювання процесів є основою для оцінювання їх дієвості й ефективності.

Розділ 9 стандарту ISO 9001:2015 [12] під назвою «Оцінювання результативності» визначає вимоги, щодо моніторингу, вимірювання та оцінювання процесів, котрі забезпечують функціонування СУЯ. Метою вимог є спрямування на те, щоб організація систематично оцінювала, чи досягає вона поставлених цілей у сфері якості, і чи є система придатною та результативною.

Необхідною умовою, є визначення :

- Що потрібно для моніторингу та вимірювання: тобто які процес, показники та параметри є критичними для досягнення вимог до якості продукції;
- Методи моніторингу, вимірювання та оцінювання, які забезпечать достовірність, повторювані об'єктивні результати;
- Коли необхідно провадити моніторинг та контроль: частота контролю, етапи

процесу, періодичність вимірювань;

- Коли оцінювати й аналізувати отримані результати: для забезпечення управління на основі факторів.

Вимоги передбачають, що організація сама встановлює критерії та методи оцінювання для кожного процесі залежно від його важливості та ризиків, пов'язаних із діяльністю. Важливо також, щоб організація оцінювала результативність і придатність функціонування СУЯ в цілому. Підприємство зобов'язане задокументувати інформацію, що підтверджує отримані результати вимірювань та оцінювання, що є доказами відповідності вимогам стандарту та власним вимогам підприємств.

Стандарт також підкреслює важливість моніторингу задоволеності споживачів. Організація повинна відстежувати те, як замовники сприймають новий рівень задоволеності їхніх потреб і очікувань. Це може здійснювались шляхом (опитувань клієнтів, аналізу відгуків та скарг, вивчення ринку та тенденції попиту, оцінювання поведінки споживачів після реалізації продукції). Отримана інформація дозволяє оцінити сприйняття продукції на ринку, визначити проблемні ділянки у процесах виробництва а сервісу, а також зробити заходи щодо поліпшення.

Результати аналізу повинні використовуватись для оцінювання відповідності продукції, ступеня задоволеності споживачів, дієвості та результативності СУЯ, результативності планування, ефективності заходів щодо управління ризиками та можливостями, дієвості діяльності зовнішніх постачальників, потреби поліпшення СУЯ. Методи аналізу можуть охоплювати статистичні методи обробки даних, трендовий аналіз, порівняння фактичних даних із заданими показниками та інші методики оцінювання задоволеності

Метою оцінювання відповідності встановленим вимогам, підприємство повинно запровадити систему внутрішніх аудитів:

- Планувати та проводити аудити з урахуванням важливості процесів, змін та попередніх результатів;
- Визначити критерій й сферу застосування кожного аудиту;

- Добиращи кваліфікованих аудиторів для забезпечення об'єктивності,;
- Звітувати про результати перед керівництвом;
- Вжити відповідні корегувальні дії для усунення невідповідностей.

Застосування даної системи сприяє систематичній перевірці процесів на предмет відповідності як власним вимогам, так і вимогам стандарту.

Крім оцінювання окремих процесів, найвище керівництво повинно планово аналізувати загальну СУЯ, щоб забезпечити її придатність, адекватність і результативність. Вхідними даними для такого аналізу є:

- результати попередніх аналізів;
- зовнішні та внутрішні зміни;
- задоволеність замовників;
- виконання цілей у сфері якості;
- результати моніторингу, аудитів та коригувальних дій;
- достатність ресурсів;
- ефективність управління ризиками тощо.

Вихідними даними такого аналізу мають бути рішення щодо, потенційних поліпшень, змін до СУЯ, потреби в ресурсах. Усі результати аналізу підлягають документуванню.

Моніторинг, вимірювання, аналізування та оцінювання якості процесів відповідно до розділу 9 ISO 9001:2015 [12] є невід'ємною складовою ефективною системи управління якістю. Ці процедури забезпечують систематичне відстеження показників діяльності, своєчасне виявлення відхилень, аналіз ефективності управлінських заходів та підвищення рівня відповідності продукції встановленим вимогам, особливості їх реалізації можна розписати наступним чином:

Таблиця 1.1 – Особливості реалізації вимог розділу 9 ДСТУ ISO 9001:2015

| Пункт стандарту      | Вимога стандарту                     | Реалізація на підприємстві молочної промисловості | Основні показники                          |
|----------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 9.1<br>Моніторинг та | Визначення параметрів, що підлягають | Контроль якості молока-сировини, температури      | кислотність молока, жирність, бактеріальне |

| Пункт стандарту                   | Вимога стандарту                                   | Реалізація на підприємстві молочної промисловості                              | Основні показники                                     |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| вимірювання                       | контролю                                           | пастеризації, умов зберігання                                                  | число                                                 |
| 9.1.2<br>Задоволеність споживачів | Оцінювання рівня задоволеності клієнтів            | Аналіз скарг споживачів, відгуків торговельних мереж, маркетингові дослідження | Кількість рекламаций, результати опитувань            |
| 9.1.3 Аналіз і оцінювання         | Аналіз отриманих результатів контролю              | Статистичний аналіз показників якості продукції, лабораторні дослідження       | відсоток браку, результати мікробіологічного контролю |
| 9.2<br>Внутрішній аудит           | Перевірка функціонування системи управління якістю | Проведення аудитів виробничих підрозділів і лабораторій                        | кількість невідповідностей                            |
| 9.3 Аналіз з боку керівництва     | Оцінка ефективності системи управління якістю      | Розгляд результатів аудитів, скарг, контролю продукції                         | управлінські рішення щодо покращення процесів         |

Візуальне відображення аналізу розділу ДСТУ 9001:2015 (рис. 1.2).

Для підприємств молочної промисловості впровадження вимог розділу 9 має особливе значення, оскільки якість молока та молочних продуктів прямо впливає на здоров'я споживачів. Стабільний моніторинг технологічних параметрів, контроль відповідності продукції, аналіз відгуків споживачів і внутрішні аудити дозволяють забезпечити високу якість, зменшити ризики браку, підвищити довіру до продукції та постійно вдосконалювати процеси виробництва, що є запорукою конкурентоспроможності підприємства на ринку.



Рисунок 1.2 – Модель системи управління якістю адаптоване до молочного підприємства

У сучасних умовах стрімкого розвитку й конкуренції підприємства, особливо в харчовій промисловості, де якість та безпечність продукції є першочерговими, постійно шукають шляхи підвищення ефективності та результативності своєї діяльності.

## 2 ФОРМУВАННЯ РОЗРОБКА ПРОЦЕДУРИ МОНІТОРИНГУ, ВИМІРЮВАННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ПРОЦЕСІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ МОЛОЧНОЇ ПРОМИСЛОВOSTІ

### 2.1 Аналіз нормативних вимог до якості виробництва молока

Для розробки процедури моніторингу, вимірювання та оцінювання якості процесів на підприємстві молочної промисловості необхідно провести аналіз чинних нормативних вимог, що регулюють виробництво молока та молочної продукції. Такі вимоги встановлюються законодавчими актами, підзаконними нормативними документами та державними стандартами. Вони визначають показники безпечності та якості молока, вимоги до умов виробництва, зберігання та транспортування продукції, а також критерії контролю якості на різних етапах виробничого процесу [19].

Аналіз нормативної бази є необхідним для визначення основних параметрів контролю якості, які повинні враховуватись під час розробки процедур моніторингу на підприємстві. Дотримання цих вимог дозволяє забезпечити безпечність продукції, її відповідність встановленим стандартам та підвищення конкурентоспроможності підприємства на ринку.

Основним нормативним документом, котрий регулює вимоги до безпечності та якості молока в Україні, є Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 12.03.2019 №118 «Про затвердження Вимог до безпечності та якості молока і молочних продуктів». Цей документ встановлює обов'язкові вимоги до виробництва, обробки, зберігання та транспортування молока і молочних продуктів, а також визначає гігієнічні та мікробіологічні критерії якості молочної сировини.

Згідно з цим нормативним актом, сире коров'яче молоко повинно відповідати встановленим показникам безпечності та якості. Зокрема, визначено допустимі рівні мікробіологічного забруднення молока. Кількість мікроорганізмів у сирому молоці не повинна перевищувати 300 тис. КУО/мл (колонієутворюючі

одиниці на мілілітр), а кількість соматичних клітин — 400 тис. на мілілітр. Також встановлюються вимоги до температурного режиму зберігання молока після доїння: молоко повинно бути охолоджене до температури не вище 8 °С у разі щоденного збору або не вище 6 °С, якщо збір здійснюється рідше.

Крім того, документ визначає вимоги до гігієни виробництва, які передбачають використання чистого обладнання, дотримання ветеринарно-санітарних правил, контроль стану здоров'я тварин та забезпечення належних умов утримання худоби. Виконання цих вимог спрямоване на запобігання мікробіологічному забрудненню молока та забезпечення його безпечності для подальшої переробки і споживання.

У 2024 році до зазначених вимог були внесені зміни з метою вдосконалення нормативної бази та гармонізації українського законодавства з вимогами Європейського Союзу. Оновлені положення передбачають уточнення гігієнічних вимог до виробництва молока, посилення контролю за мікробіологічними показниками, удосконалення процедур контролю операторів ринку та уточнення вимог до рівня безпечності молочної продукції та забезпечення простежуваності продукції на всіх етапах виробничого ланцюга.

Окрім обов'язкових вимог законодавства, у сфері виробництва молока застосовуються державні стандарти України, які встановлюють добровільні вимоги до якості молочної сировини. Основним стандартом, що регламентує характеристики сирого коров'ячого молока, є ДСТУ 3662:2018[4].

Цей стандарт визначає технічні умови для молока-сировини, а також встановлює класифікацію молока за гатунками, органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники якості. Відповідно до стандарту молоко поділяється на три основні гатунки: екстра, вищий та перший. Такий поділ дозволяє диференціювати молочну сировину залежно від її якості та використовувати її для виробництва різних видів молочної продукції.

Стандарт встановлює органолептичні вимоги до молока, зокрема воно повинно мати чистий, властивий молоку смак і запах, однорідну консистенцію та білий або злегка кремовий колір. Наявність сторонніх запахів, домішок або ознак

псування не допускається.

Також ДСТУ визначає фізико-хімічні показники молока, серед яких масова частка жиру, густина та кислотність. Ці показники мають важливе значення для технологічних процесів переробки молока, оскільки впливають на вихід готової продукції та її якісні характеристики.

Окрему увагу в стандарті приділено мікробіологічним показникам. Для молока різних гатунків встановлено різні допустимі рівні бактеріального забруднення. Наприклад, для молока гатунку екстра відповідно до ДСТУ 3662:2018 [4] допустимий рівень мікроорганізмів становить до 100 тис. КУО/мл, для вищого гатунку — до 300 тис. КУО/мл, а для першого — до 500 тис. КУО/мл. Крім того, стандарт передбачає відсутність інгібіторів, антибіотиків та інших сторонніх речовин у молоці.

Незважаючи на добровільний характер застосування, державні стандарти відіграють важливу роль у системі забезпечення якості молока на підприємствах молочної промисловості. Вони дозволяють більш детально оцінювати якість сировини, встановлювати внутрішні вимоги до постачальників та формувати ефективну систему контролю якості на підприємстві.

Таким чином, нормативні документи, що регулюють якість молока в Україні, включають обов'язкові законодавчі вимоги та добровільні стандарти. Наказ №118 визначає мінімально допустимі показники безпечності молока, тоді як державні стандарти деталізують критерії його якості. Сукупність цих нормативних актів створює основу для формування ефективної системи моніторингу, вимірювання та оцінювання якості процесів на підприємствах молочної промисловості.

## 2.2 Аналіз технологічного процесу виробництва молока

Для ідентифікації критичних точок контролю, об'єктів моніторингу та встановлення параметрів вимірювання необхідно провести аналіз технологічного процесу виробництва пастеризованого молока. Технологічна схема (рис. 2.1) являє

собою структуровану послідовність операцій, яка враховує як періодичні та і безперервний спосіб нормалізації сировини, що дозволяє гнучко адаптувати виробництво до вимог щодо жирності готового продукту.

Основною метою цього процесу є отримання молока високої якості, котре відповідає встановленим вимогам безпечності та придатне для подальшої переробки.

Організація технологічного процесу виробництва молока передбачає дотримання ветеринарно-санітарних норм, гігієнічних вимог та умов зберігання продукції. Важливу роль у цьому процесі відіграє контроль якості на кожному етапі виробництва, оскільки саме на початкових стадіях формується якість майбутньої молочної продукції.

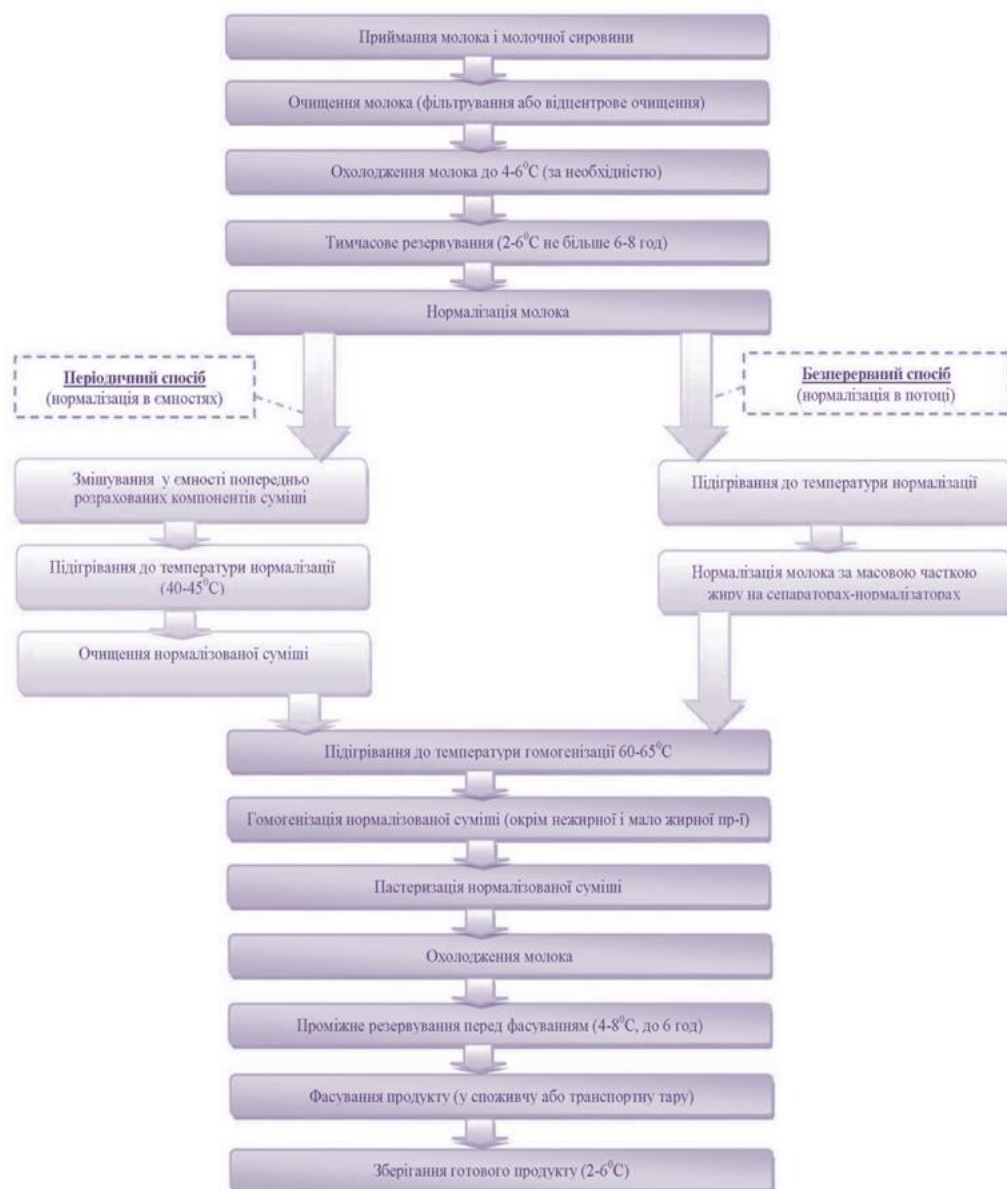


Рисунок 2.1 – Технологічна схема виробництва пастеризованого молока

Основні етапи технологічного процесу виробництва молока включають:

- Приймання молока та молочної сировини:

На цьому етапі здійснюється вхідний контроль якості відповідно до вимог Наказу Мінагрополітики №118 та ДСТУ 3662:2018[4]. Контролюються: супровідні документи, органолептичні показники, фізико-хімічні, мікробіологічні та вміст соматичних клітин.

- Очищення молока:

Видалення механічних домішок здійснюється фільтруванням та відцентрованим очищенням (серапатори-молокоочисноки) . Якісне очищення запобігає швидкому розвитку мікрофлори та підвищує ефективність подальшої термічної обробки.

- Охолодження молока до 4-6 °С:

Проводиться негайно після очищення за допомогою пластинчастого охолоджувача. Метою є пригнічення розвитку мікрофлори та збереження технологічних властивостей молока .

- Тимчасове резервування:

Охолоджене молоко зберігається в ізотермічних резервуарах при температурі 2-6°С. Тривалість резервування не повинна перевищувати 6-8 годин, щоб уникнути накопичення протеаз бактеріального походження.

- Нормалізація молока:

Нормалізація – приведення масової частки жиру у відповідність до вимог готового продукту. Залежно від організації виробництва застосовуються два способи:

1. Періодичний спосіб (нормалізація в ємностях)

Полягає у змішуванні в резервуарі попередньо розрахованих компонентів (цільного молока та знежиреного молока або вершків). Суміш підігрівають до температури нормалізації (40-45°С) для полегшення подальшого очищення.

2. Безперервний спосіб (нормалізація в потоці)

Здійснюється на сепараторах-нормалізаторах. Молоко попередньо підігрівають до 40-45°С, після чого на сепараторі відокремлюють вершки та автоматично змішують їх із знежиреним молоком у необхідній пропорції для досягнення заданої жирності.

- Підігрівання до температури гомогенізації (60-65 °С):

Перед гомогенізацією нормалізовану суміш підігрівують для зниження в'язкості та покращення диспергування жирових кульок. Температурний режим контролюється автоматично.

– Гомогенізація:

Проводиться на гомогенізаторах при тиску 15-20 МПа. Цей етап забезпечує подрібнення жирових кульок, запобігає відстоюванню вершків, покращує смак та консистенцію продукту.

– Пастеризація нормалізованої суміші:

Це критична контрольована точка (ККТ), що гарантує мікробіологічну безпеку продукту. Пастеризацію виконують у пластинчастих пастеризаційно-охолоджувальних установках. Типові режими: температура 74-76 °C з витримкою 20-40 с. Контроль ефективності здійснюється за допомогою автоматичної реєстрації температури та час і проведенням проби на лужну фосфатазу (фермент, що інактивується при дотриманні режимів пастеризації).

– Охолодження молока:

Після пастеризації продукт швидко охолоджують до 4-8 °C, щоб унеможливити проростання термофільних спорових бактерій та зберегти якість.

– Проміжне резервування перед фасуванням:

Охолоджене молоко тимчасово зберігають в закритих резервуарах при температурі 4-8 °C не більше 6 годин. Це дозволяє створити буфер між пастеризацією та фасуванням, мінімізуючи ризик вторинного мікробного забруднення.

– Фасування продукту:

Фасування виконується на автоматичних лініях у споживчу або транспортну тару. Контролюється:

1. Герметичність пакування;
2. Маса нетто;
3. Якість маркування;
4. Санітарний стан обладнання.

– Зберігання готового продукту:

Готове молоко зберігають у холодильних камерах при температурі 2-6 °C

до моменту відвантаження. Забезпечується дотримання санітарних норм та умов зберігання, що гарантує стабільність показників якості протягом встановленого терміну.

Проведений аналіз технологічного процесу дозволяє ідентифікувати етапи, які потребують особливої уваги при розробці процедури моніторингу.

2.3 Вдосконалення процедури моніторингу, вимірювання та оцінювання якості процесів на підприємстві молочної промисловості впровадженням інструментів моделі управління якістю Lean Six Sigma

Відповідно до проведеного раніше аналізу нормативних вимог до показників якості молочної продукції та аналізу технологічного процесу виробництва молока на підприємстві запропоновано документовану процедуру «Моніторинг, вимірювання та оцінювання процесів», яка передбачає застосування інструментів управління якістю моделі управління якістю Lean Six Sigma (LSS).

Метою розробки даної процедури є встановлення єдиного порядку планування та оцінювання результативності з метою забезпечення стабільності якості продукції. Процедура спрямована на отримання об'єктивної інформації про стан виробничих процесів, своєчасне виявлення відхилень від установлених вимог та впровадження коригувальних і попереджувальних заходів для підвищення ефективності діяльності підприємства.

Метою процедури є встановлення чіткого алгоритму контролю параметрів процесів для гарантування безпечної та якісної продукції. Процедура регламентує дії персоналу щодо збору даних про стан технологічної системи, їх обробку та прийняття рішень про відповідність молока встановленим стандартам. Сфера дії охоплює всі підрозділи: від лабораторії приймання сировини до цех пакування та логістичного центру.

Основними документами, що регламентують вимоги до моніторингу, є:

- ДСТУ ISO 9001:2015 Системи управління якістю. Вимоги;

- ДСТУ ISO 9000:2015 Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів;
- ДСТУ ISO 2661:2010 Молоко коров'яче питне. Загальні технічні умови;
- ДСТУ ISO 22000:2019 Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-якої організації в харчовому ланцюзі;
- ДСТУ 17025 Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій .

У даній процедурі використовуються такі терміни та визначення:

- Моніторинг – систематичне спостереження за станом процесу або продукції для визначення їх відповідності встановленим вимогам;
- Вимірювання – визначення значення показників якості продукції або параметрів технологічного процесу за допомогою вимірювальних засобів;
- Оцінювання процесу – аналіз отриманих результатів моніторингу та вимірювання для визначення результативності процесу;
- Невідповідність – невиконання встановлених вимог до продукції або процесу;
- Валідація – підтвердження того, що обраний режим роботи дійсно забезпечує відповідність встановленим вимогам;
- КТ – контрольована точка виробничого процесу.

Моніторинг, вимірювання та оцінювання процесів на підприємстві молочної промисловості здійснюються з метою отримання об'єктивної та достовірної інформації про стан виробничих процесів, рівень якості та безпечності молочної продукції. Отримані результати використовуються для аналізу ефективності діяльності підприємства, прийняття коригувальних і попереджувальних заходів, а також для постійного покращення системи управління якістю.

У межах даної процедури здійснюється контроль вхідних параметрів сировини, технологічних параметрів виробництва та показників якості готової продукції. Моніторинг охоплює всі основні етапи виробництва молока: приймання молока-сировини, його очищення, пастеризацію, нормалізацію, фасування та зберігання готової продукції.

Система показників, що використовуються для оцінювання процесів, повинна забезпечувати повноту, об'єктивність та достовірність отриманої інформації. Показники можуть бути кількісними та якісними і визначаються з урахуванням специфіки технологічного процесу, періодичності контролю та можливості ефективного аналізу результатів.

Для проведення моніторингу та аналізу можуть застосовуватися різні методи оцінювання, зокрема інструментальні методи лабораторного контролю, розрахункові та експертні методи, а також статистичні інструменти управління якістю. Рекомендовано застосовувати гістограми якості, діаграми Парето, FMEA-аналіз можливих відмов технологічного процесу, метод бенчмаркінгу для порівняння показників діяльності підприємства з галузевими стандартами та інші інструменти управління якістю моделі LSS.

Контрольні точки технологічного процесу, періодичність проведення вимірювань та відповідальні особи визначаються власниками процесів. Результати моніторингу фіксуються у відповідних документах та використовуються керівництвом підприємства для оцінювання результативності процесів і прийняття управлінських рішень щодо підвищення якості продукції.

Процедура моніторингу, вимірювання та оцінювання процесів на підприємстві молочної промисловості передбачає контроль показників якості на всіх етапах виробництва молока.

Моніторинг здійснюється під час приймання молока-сировини, пастеризації, нормалізації, фасування та зберігання готової продукції. На кожному етапі проводиться вимірювання технологічних та якісних показників за допомогою лабораторного і контрольно-вимірювального обладнання.

Отримані результати фіксуються у відповідних журналах та аналізуються із

застосуванням інструментів управління якістю, зокрема гістограм, діаграм Парето, FMEA-аналізу та бенчмаркінгу.

У разі виявлення відхилень від встановлених вимог проводяться коригувальні та попереджувальні заходи з метою підвищення ефективності виробничих процесів і забезпечення належної якості молочної продукції.

Розподіл відповідальності та повноважень між структурними підрозділами і посадовими особами при здійсненні контролю та моніторингу процесів виробництва молока визначаються внутрішніми стандартами підприємства.

Відповідність і повноваження щодо інших процесів встановлюються корпоративними стандартами та документованими процедурами відповідно до вимог систем управління якістю.

Записи результатів контролю та моніторингу виробничих процесів здійснюються у таких документах, як:

- Журнал обліку виробничих операцій та санітарних перевірок;
- Журнал реєстрації скарг, пропозицій та рекламацій;
- Протоколи виробничих нарад та рішень керівництва;
- Протоколи невідповідностей та заходів для покращення за результатами внутрішніх аудитів;
- Звіти планованих перевірок щодо якості продукції та дотримання технологічних процесів.

Записами результатів оцінки процесів є протоколи, накази, розпорядження, звіти та плани коригувальних заходів. Відповідальність за введення та збереження записів покладається на керівника відповідного структурного підрозділу, де зберігаються документи зазначені в переліку.

Ефективність визначається як ступінь реалізації запланованої діяльності та досягнення запланованих результатів.

1. Визначається відношення вимірюючого, фактичного значення показника до нормативного панового.

2. Визначається відносна результативність цільового показника процесу
3. Визначається підсумкова результативність процесу, як сума відносних результативностей цільових показників процесу, помножена на 100%.

Розрахунки заносяться в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Розрахунок результативності процесів

| Найменування характеристики (цільовий показник) | Нормативний, плановий показник ( $P_{пл}$ ) | Виміряне, фактичне значення показника ( $P_{вим}$ ) | Коефіцієнт вагомості (значущості) показника, $K$ | Відносна результативність цільового показника | Результативність процесу %, ( $P$ ) |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1                                               | $P_{пл1}$                                   | $P_{вим1}$                                          | $K_1$                                            | $P_1$                                         | $P$                                 |
| 2                                               | $P_{пл2}$                                   | $P_{вим2}$                                          | $K_2$                                            | $P_2$                                         |                                     |
| 3                                               | $P_{пл3}$                                   | $P_{вим3}$                                          | $K_3$                                            | $P_3$                                         |                                     |
| ...                                             | ...                                         | ...                                                 | ...                                              | ...                                           |                                     |
| $N$                                             | $P_{пл N}$                                  | $P_{вимN}$                                          | $K_N$                                            | $P_N$                                         |                                     |

$N$  – кількість цільових показників

Для коефіцієнтів вагомості показників справедливо:  $\sum K = 1,0$

Відносна результативність цільового показника  $P_i = P_{вим i} / P_{пл i} \cdot K_i$

Якщо, виміряне, фактичне значення показника  $P_{вим i}$  більше планового  $P_{пл i}$ , тоді для підсумкової оцінки результативності процесу відносна результативність цільового показника приймається  $P_i = K_i$ .

Підсумкова результативність процесу:  $P = \sum P_i \cdot 100 (\%)$ .

### 3 АНАЛІЗ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ, ВИМІРЮВАННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ МОЛОЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ

#### 3.1 Вибір обґрунтування інструментів моніторингу якості

Для вдосконалення системи моніторингу виробництва молочної продукції та встановлення єдиного порядку планування і та оцінювання результативності з метою забезпечення стабільності якості продукції, можна використовувати не лише традиційні інструмент оцінки якості продукції (органолептичний, фізико-хімічний контроль), але й інструменти такі, як FMEA – аналіз, метод бенчмаркінгу. Зазначені інструменти є складовими частинами концепції Learn Six Sigma [17],[18], що дозволяє комплексно підходити до управління якістю на засадах запобігання дефектам та зменшення варіабельності процесів. Нижче наведено розгорнуту характеристику кожного з цих методів у контексті молочної промисловості.

FMEA – аналіз (Failure Mode and Effects Analysis) – це структурований метод виявлення потенційних дефектів (видів відмов) технологічного процесу, оцінювання їхніх причин, наслідків та критичності. Основною метою FMEA є попередження виникнення дефектів ще на стадії проєктування процесу абр його вдосконалення, а не виправлення вже готової невідповідності продукції. Метод передбачає заповнення спеціальної таблиці, де для кожного потенційного дефекту розраховується пріоритетне число ризику (RPN) за формулою:

$$RPN = S * O * D, \quad (3.1)$$

де S – тяжкість наслідків;

O – ймовірність виникнення дефекту;

D – ймовірність невиявлення дефекту засобами контролю.

Метод бенчмаркінгу – це процес систематичного порівняння власних показників якості, технологічних процесів або організаційних рішень із кращими практиками провідних підприємств (прямих конкурентів абр підприємств із суміжних галузей). Для молока переробних заводів бенчмаркінг може включати порівняння таких параметрів, як до прикладу стабільність кислотності протягом

зберігання, кількість мікроорганізмів. Результатом бенчмаркінгу є встановлення реалістичних цільових показників («золотих стандартів») для власної системи моніторингу та виявлення резервів для покращення.

Діаграма Парето – це графічний інструмент аналізу якості, що ґрунтується на принципі 80/20: 80% проблем (дефектів, витрат рекламаций) спричиняють лише 20% можливих причин. Для молокопереробних заводів діаграма Парето дозволяє систематизувати дані про невідповідність, наприклад: бактеріальне обсіменіння, коліформи (на етапі вхідного контролю)[7]. Результатом застосування діаграми Парето є обґрунтування визначення пріоритетів для системи моніторингу, фокусування ресурсів на усуненні причин, а також можливість візуально оцінити ефективність коригувальних заходів шляхом порівняння діаграм «до» та «після».

Діаграма Ішікави – це інструмент аналізу якості, призначений для виявлення кореневих причин проблеми впливу. Для молокопереробного заводу Ішікави дозволяє структуровано проаналізувати, чому виникає, певна проблема. Побудов передбачає формування проблеми («риб'ячий хвіст»), визначення основних категорій причин (адаптовані 6М: людина – оператори, обладнання – пастеризатори/гомогенізатори, матеріал – сировина, метод – технологічний режим, вимірювання – точність сенсорів/лабораторії, середовище – температура/вологість у цеху), проведення для виявлення конкретних причин у кожній категорії та подальшого ранжування найбільш імовірних кореневих причин. Результатом застосування діаграми Ішікави є наочне представлення причинно-наслідкових зв'язків, яке дозволяє системі моніторингу зосередити контроль не на симптомах (до прикладу «підвищена кислотність»), а на їх першочергових джерелах (наприклад, «нестабільна температура в термостатній камері»), що критично для забезпечення стабільності якості молока.

### 3.2 Аналіз показників якості виробництва молока

Згідно з наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України від 11 липня 2024 року, вносяться зміни до Вимог до безпечності та якості молока і

молочних продуктів. Для вхідної сировини котра використовується в процесі виробництва молока, обов'язково встановлені дані вимоги до максимально допустимих рівнів, які контролюються під час вхідного контролю.

Таблиця 3.1 – Допустимі рівні критерії до сирого молока, що не піддавалося термічній обробці

| Показник                                                                                                                                                   | Максимально-допустимі рівні |                | План відбору зразків |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------|----------------------|----------------|
|                                                                                                                                                            | m <sup>1</sup>              | M <sup>1</sup> | N <sup>1</sup>       | C <sup>1</sup> |
| Кількість мікроорганізмів (загальне бактеріологічне забруднення (кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікрорганізмів) за 30°C, КУО/мл | 30000                       | 50000          | 5                    | 2              |
| Кількість соматичних клітин, кількість/мл                                                                                                                  | 300000                      | 400000         | 5                    | 2              |
| Коліформи за 30°C, КУО/мл                                                                                                                                  | 20                          | 100            | 5                    | 1              |
| Коагулазопозитивні стафілококи, КУО/мл (для ВРХ, овець, кіз)                                                                                               | 100                         | 500            | 5                    | 2              |
| Streptococcus agalactiae, КУО/0,1 мл                                                                                                                       | 00                          | 100            | 5                    | 2              |
| Сальмонела в 25 мл                                                                                                                                         | відсутність                 |                | 5                    | 0              |
| Органолептичні властивості (консистенція, колір, смак)                                                                                                     | відсутність                 |                | 5                    | 0              |
| Тест на фосфатазу                                                                                                                                          | відсутність                 |                | 5                    | 0              |

Де:

m – максимально-допустимий рівень (нижня межа), результат оцінки молока вважається задовільним у разі, якщо результати лабораторних досліджень по окремо відібраних зразках (n) не перевищують це значення.

M – максимально-допустимий рівень (верхня межа), результат оцінка молока вважається незадовільним у разі, якщо результат лабораторних досліджень хоча б по

одному із окремо відібраних зразків ( $n$ ) перевищують це значення.

$S$  – кількість зразків, параметричні значення яких знаходиться в межах між  $m$  та  $M$ , результати оцінки молока вважається у цьому разі прийнятним, якщо результати по кожному із зразків не перевищують  $M$ .

Молоко повинне відповідати вимогам стандарту ДСТУ 2661:2010 [5] Молоко коров'яче питне. Загальні технічні умови. Молоко повинно відповідати основним критеріям якості. За органолептичними показниками молоко пастеризоване повинно відповідати вимогам, прописаним у таблиці 3.2 відповідно стандарту ДСТУ 2661:2010 [5] Молоко коров'яче питне. Технічні умови.

Таблиця 3.2 – Органолептичні показники молока пастеризованого коров'ячого.

| Показник         | Характеристика                                                                                                                                                      |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зовнішній вигляд | Однорідна рідина без осаду, пластівців та грудочок жиру                                                                                                             |
| Смак і запах     | Чисті, без сторонніх, не притаманних свіжому молоку присмаків та запахів.<br>Для пастеризованого та ультрапастеризованого молока – з легким присмаком пастеризації. |
| Колір            | Білий, рівномірний за всією масою                                                                                                                                   |

За фізико-хімічними показникам, молоко коров'яче пастеризоване 2,5%, повинно відповідати вимогам, наведеним у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – фізико - хімічні показники молока пастеризованого.

| Показник              | Норма                 |
|-----------------------|-----------------------|
| Масова частка жиру, % | Від 1,0 до 6,0 включ. |

|                                                                                         |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Масова частка білка, % не менше ніж:<br>- 3 масовою часткою жиру від 2,50% до 4,55%     | 2,80     |
| Титрована кислотність, °T, не більше ніж:<br>Пастеризованого, пряженого                 | 21       |
| Густина, кг/м <sup>3</sup> , не менше ніж:<br>3 масовою часткою жиру від 2,50% до 4,55% | 1027     |
| Група частоти, не нижче ніж                                                             | I        |
| Фосфатаза для пастеризованого                                                           | Відсутня |
| Температура під час випуску з підприємства, °C:<br>Пастеризованого, пряженого           | 4 ± 2    |

\*ДСТУ Молоко та молочні продукти. Методики визначення наявності пероксидази і фосфатази (лужної та кислотної).

Згідно мікробіологічних показників молоко повинно відповідати вимогам, зазначеним у таблиці 3.4 [7].

Таблиця 3.4 – Мікробіологічні показники молока коров'ячого пастеризованого.

| Показники                                                                                                                         | Норма               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Кількість мезофільних, аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАМ) в 1,0 см <sup>3</sup> :<br>- пастеризованого | 1 · 10 <sup>5</sup> |

|                                                                                                   |                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Бактерії групи кишкової палички (коліформи) в 0,1 см <sup>3</sup>                                 | Не дозволено                 |
| Патогенні мікроорганізми в 25 см <sup>3</sup> продукту, зокрема:<br>Salmonella<br>L.monocytogenes | Не дозволено<br>Не дозволено |
| Staphylococcus aureus в 1,0 см <sup>3</sup> продукту                                              | Не дозволено                 |

Вміст токсичних елементів і мікотоксинів у молоці питному не повинен перевищувати гранично допустимі рівні, передбачені СанПіН 42-123-4089 і зазначені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Гранично допустимі рівні токсичних елементів і мікотоксинів.

| Показник                  | Допустимий рівень, мг/кг, не більше ніж |
|---------------------------|-----------------------------------------|
| Токсичні елементи:        |                                         |
| Свинець                   | 0,1                                     |
| Кадмій                    | 0,3                                     |
| Миш'як                    | 0,05                                    |
| Ртуть                     | 0,0005                                  |
| Мідь                      | 1,0                                     |
| Цинк                      | 5,0                                     |
| Мікотоксини:              |                                         |
| Афлатоксин B <sub>1</sub> | Не дозволено (<0,001)                   |
| Афлатоксин M <sub>1</sub> | 0,0005                                  |

Для проведення аналізу молока коров'ячого було виокремлено три ключові показники якості, які згідно з експертним дослідженням забезпечують функціональні властивості та безпечність об'єкта дослідження:

Перший показник – кількість мікроорганізмів котрий, визначається на етапі вхідного контролю (загальне бактеріологічне забруднення), що не повинно перевищувати 30000 КУО/мл (нижня межа m) та 50000 КУО/мл (верхня межа M). Другий показник – коліформи (бактерії групи паличок), вміст яких не повинен перевищувати 20 КУО/мл (m) та 100 КУО/мл (M). Третій показник – масова частка жиру ( добровільний показник згідно з ДСТУ), яка для сирого молока повинна відповідати базисній нормі, встановлений договором або технічними вимогами ( зазвичай не менше ніж 3,4% для вищого гатунку згідно до ДСТУ).

Дані показники якості було виділено через те, що при проходженні вхідного контролю було встановлено невідповідність цих показників нормам, що призвело до великої кількості дефектів продукції. Через це виявлення та контролювання зазначених показників є важливим у забезпеченні відповідності сирого молока вимогам безпечності та якості.

### 3.3 Застосування інструментів контролю якості для моніторингу, вимірювання та оцінювання якості молочної продукції

Для моніторингу, вимірювання та оцінювання якості молока у відповідності до розділу 9 Настанови з якості [14] було експертним методом обрано три ключові показники, згідно з аналізом статистичних даних молочних підприємств, що знаходиться у відкритому доступі, та звітів Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів ( Держпродспоживслужба).

#### 3.3.1 Розрахунок результативності виробничого процесу за ключовими показниками якості

Результативність визначається як ступінь реалізації запланованої діяльності та досягнення запланованих результатів.

1. Визначається відношення виміряного, фактичного значення показника до нормативного, планового.
2. Визначається відносна результативність цільового показника процесу.

3. Визначається підсумкова результативність процесу, як сума відносних результативностей цільових показників процесу, помножена на 100%.

Для коефіцієнтів вагомості показників :  $\sum K = 1,0$

Відносна результативність цільового показника:  $P_1 = P_{\text{вим1}} / P_{\text{пл1}} * K_1$

Якщо виміряне, фактичне значення показника  $P_{\text{вимі}}$  більше планового  $P_{\text{плі}}$ , то для підсумкової оцінки результативності процесу відносна результативність цільового показника приймається  $P_i = K_i$ .

Підсумкова результативність процесу:  $P = \sum P * 100(\%)$

Результати розрахунків:

Відносна результативність цільового показника:

Цільовий показник №1:

$$P_1 = P_{\text{вим1}} / P_{\text{пл1}} * K_1 = (32000 / 30000) * 0,4 = 0,2667\%$$

Цільовий показник №2:

$$P_2 = P_{\text{вим2}} / P_{\text{пл2}} * K_2 = (21 / 20) * 0,4 = 0,1333\%$$

Цільовий показник №3:

$$P_3 = P_{\text{вим3}} / P_{\text{пл3}} * K_3 = (2,8 / 2,5) * 0,2 = 0,1647\%$$

Результативність процесу:

$$P_i = K_i = 0,5647 \%$$

Отримані результати занесено до таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Оцінювання якості виробничого процесу за ключовими показниками якості

| Найменування характеристики (цільовий показник) | Нормативний, плановий показник ( $P_{\text{пл}}$ ) | Виміряне, фактичне значення показника ( $P_{\text{вим}}$ ) | Коефіцієнт вагомості (значущості) показника, $K$ | Відносна результативність цільового показника | Результативність процесу %, ( $P$ ) |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------|
| Кількість мікроорганізм                         | 30000                                              | 32000                                                      | 0,4                                              | 0,2667                                        | 0,56                                |

|                             |               |     |     |        |  |
|-----------------------------|---------------|-----|-----|--------|--|
| ів, КУО/мл                  |               |     |     |        |  |
| Коліформи,<br>КУО/мл        | 20            | 21  | 0,4 | 0,1333 |  |
| Масова<br>частка жиру,<br>% | $2,5 \pm 0,1$ | 2,8 | 0,2 | 0,1647 |  |
| Разом                       |               |     | 1,0 | 0,5647 |  |

Отримане значення  $P = 0,56$ , цільове значення дорівнює 1. Це свідчить про незадовільний стан виробничого процесу. Близько 44% потенційної якості втрачається. Потрібно виявити та проаналізувати причини невідповідностей.

### 3.3.2 Побудова гістограми якості

Для показника якості «Кількість мікроорганізмів»: на основі зібраних даних контрольованого параметру ( $x_i$ ). Результати 40 вимірювань розташовуємо у порядок зростання й заносимо у таблицю.

Верхня допустима межа згідно з наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України [3] становить 30000 КУО/мл.

Таблиця 3.6 – Ранжовані результати показника якості «Кількість мікроорганізмів»

| i  | $x_i$ | $m_i$ | $F_x$ |
|----|-------|-------|-------|
| 1  | 27000 | 3     | 0,075 |
| 2  | 27300 |       |       |
| 3  | 27600 |       |       |
| 4  | 27900 | 7     | 0,175 |
| 5  | 28000 |       |       |
| 6  | 28150 |       |       |
| 7  | 28250 |       |       |
| 8  | 28350 |       |       |
| 9  | 28450 |       |       |
| 10 | 28550 |       |       |

|    |       |    |       |
|----|-------|----|-------|
| 11 | 28700 | 9  | 0,225 |
| 12 | 28800 |    |       |
| 13 | 28900 |    |       |
| 14 | 29000 |    |       |
| 15 | 29100 |    |       |
| 16 | 29200 |    |       |
| 17 | 29280 |    |       |
| 18 | 29350 |    |       |
| 19 | 29420 |    |       |
| 20 | 29490 |    |       |
| 21 | 29520 | 11 | 0,275 |
| 22 | 29600 |    |       |
| 23 | 29680 |    |       |
| 24 | 29750 |    |       |
| 25 | 29830 |    |       |
| 26 | 29920 |    |       |
| 27 | 30000 |    |       |
| 28 | 30100 |    |       |
| 29 | 30200 |    |       |
| 30 | 30300 |    |       |
| 31 | 30400 | 7  | 0,175 |
| 32 | 30500 |    |       |
| 33 | 30600 |    |       |
| 34 | 30750 |    |       |
| 35 | 30850 |    |       |
| 36 | 30950 |    |       |
| 37 | 31100 |    |       |
| 38 | 31250 | 3  | 0,75  |
| 39 | 31600 |    |       |
| 40 | 32000 |    |       |

1. Визначаємо найбільше  $x_{max}$  і найменше  $x_{min}$  значення з усіх даних і обчислюємо R:

$$R = x_{max} - x_{min}$$

$$R = 32000 - 27000 = 5000 \text{ КУО/мл}$$

Розмах характеризує розкид контрольованої величини і визначає ширину гістограми.

2. Діапазон ділимо на кілька інтервалів. Число інтервалів, що залежить від загальної кількості зібраних даних  $n$  і деяких інших чинників, для цього використовуємо формулу Стерджесса:

$$k = 1 + 3,322 \ln n$$

$$k = 1 + 3,322 \ln 40 = 6$$

3. Далі визначаємо ширину інтервалу:

$$R/k = (x_{\max} - x_{\min})/k$$

$$R/k = (32000 - 27000)/6 = 833$$

4. Всі отримані дані розподіляємо на інтервали:

$$1) 27000 + 833 = 27833$$

$$2) 27833 + 833 = 28677$$

$$3) 28677 + 833 = 29500$$

$$4) 29500 + 833 = 30333$$

$$5) 30333 + 833 = 31167$$

$$6) 31167 + 833 = 32000$$

Для кожного інтервалу підраховуємо відносну частоту попадання в нього даних, за формулою:

$$f_1(x) = \frac{3}{40} = 0,075$$

$$f_2(x) = \frac{7}{40} = 0,175$$

$$f_3(x) = \frac{9}{40} = 0,252$$

$$f_4(x) = \frac{11}{40} = 0,275$$

$$f_5(x) = \frac{7}{40} = 0,175$$

$$f_6(x) = \frac{3}{40} = 0,075$$

Результати заносимо в таблицю 4.3

5. Будуємо гістограму у вигляді стовпчиків шириною рівною границям інтервалів і висотою рівною відносної частоти, де ВМД – верхня межа допуску, а НМД – нижня межа допуску:

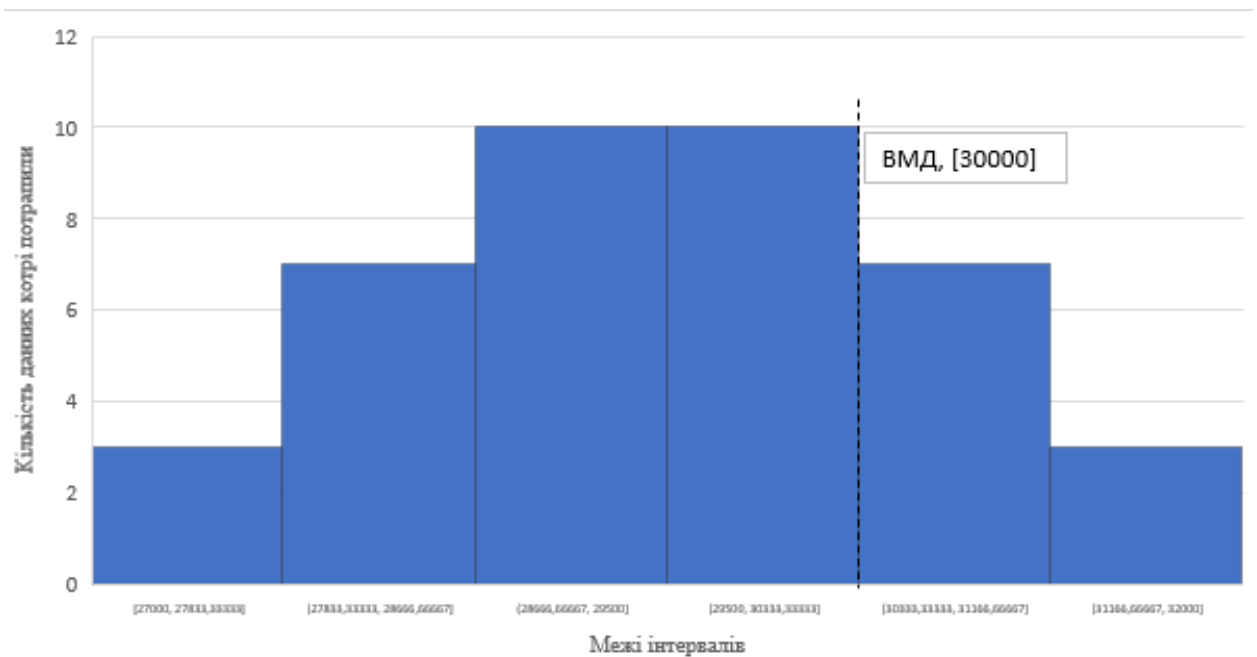


Рисунок 3.1 – Гістограма за показником «Кількість мікроорганізмів»

Згідно з наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України [3] кількість для вхідної сировини для молочної продукції, показник Коліформи, не повинен перевищувати 20 КУО/мл.

Таблиця 3.7 – Ранжовані результати показника якості «Коліформи»

| $i$ | $x_i$ | $m_i$ | $F_x$ |
|-----|-------|-------|-------|
| 1   | 17,00 | 3     | 0,075 |
| 2   | 17,30 |       |       |
| 3   | 17,55 |       |       |
| 4   | 17,70 | 7     | 0,175 |
| 5   | 17,82 |       |       |
| 6   | 17,94 |       |       |
| 7   | 18,05 |       |       |
| 8   | 18,15 |       |       |
| 9   | 18,24 |       |       |
| 10  | 18,32 |       |       |
| 11  | 18,36 | 10    | 0,25  |
| 12  | 18,43 |       |       |
| 13  | 18,50 |       |       |
| 14  | 18,57 |       |       |
| 15  | 18,64 |       |       |
| 16  | 18,71 |       |       |
| 17  | 18,78 |       |       |
| 18  | 18,85 |       |       |
| 19  | 18,92 |       |       |
| 20  | 18,99 |       |       |

|    |       |    |       |
|----|-------|----|-------|
| 21 | 19,01 | 10 | 0,25  |
| 22 | 19,08 |    |       |
| 23 | 19,15 |    |       |
| 24 | 19,22 |    |       |
| 25 | 19,29 |    |       |
| 26 | 19,36 |    |       |
| 27 | 19,43 |    |       |
| 28 | 19,50 |    |       |
| 29 | 19,57 |    |       |
| 30 | 19,64 |    |       |
| 31 | 19,68 | 7  | 0,175 |
| 32 | 19,76 |    |       |
| 33 | 19,85 |    |       |
| 34 | 19,95 |    |       |
| 35 | 20,06 |    |       |
| 36 | 20,18 |    |       |
| 37 | 20,30 |    |       |
| 38 | 20,45 | 3  | 0,075 |
| 39 | 20,70 |    |       |
| 40 | 21,00 |    |       |

1. Визначаємо найбільше  $x_{max}$  і найменше  $x_{min}$  значення з усіх даних і обчислюємо R:

$$R = x_{max} - x_{min}$$

$$R = 21 - 17 = 4$$

Розмах характеризує розкид контрольованої величини і визначає ширину гістограми.

2. Діапазон ділимо на кілька інтервалів. Число інтервалів, що залежить від загальної кількості зібраних даних  $n$  і деяких інших чинників, для цього використовуємо формулу Стерджесса:

$$k = 1 + 3,322 \ln n$$

$$k = 1 + 3,322 \ln 40 = 6$$

Далі визначаємо ширину інтервалу:

$$R/k = (x_{\max} - x_{\min})/k$$

$$R/k = (118 - 5)/6 = 0,65$$

4. Всі отримані дані розподіляємо на інтервали:

$$1) 17,00 + 0,648 = 17,76$$

$$2) 17,76 + 0,648 = 18,41$$

$$3) 18,41 + 0,648 = 19,06$$

$$4) 19,06 + 0,648 = 19,70$$

$$5) 19,70 + 0,648 = 20,35$$

$$6) 20,35 + 0,648 = 21,00$$

Для кожного інтервалу підраховуємо відносну частоту попадання в нього даних, за формулою:

$$f_1(x) = \frac{3}{40} = 0,075$$

$$f_2(x) = \frac{7}{40} = 0,175$$

$$f_3(x) = \frac{10}{40} = 0,25$$

$$f_4(x) = \frac{10}{40} = 0,25$$

$$f_5(x) = \frac{7}{40} = 0,175$$

$$f_6(x) = \frac{3}{40} = 0,075$$

5. Будуємо гістограму у вигляді стовпчиків шириною рівною границям інтервалів і висотою рівною відносної частоти:

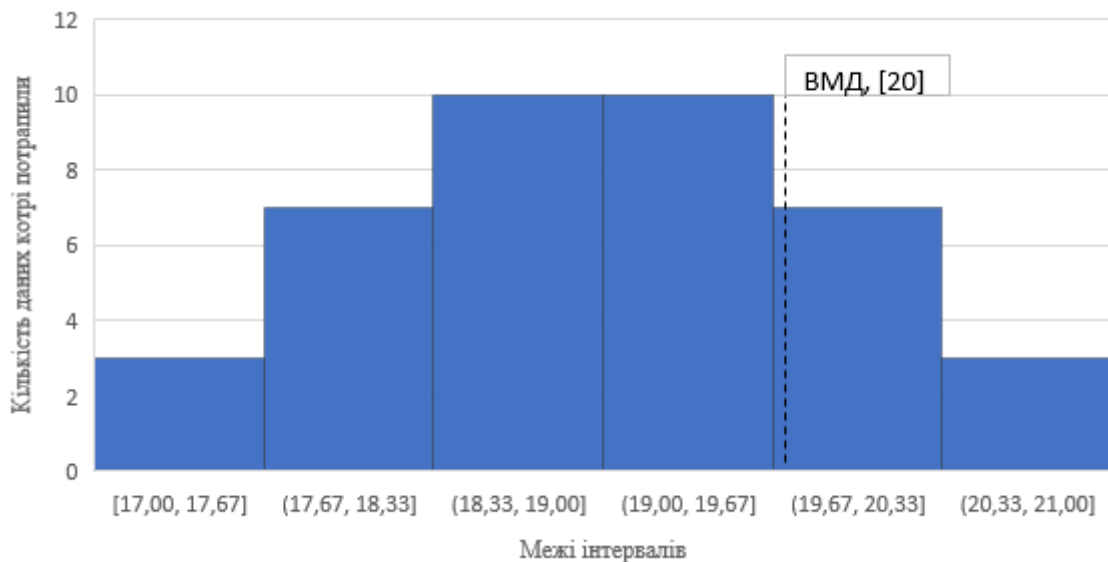


Рисунок 3.2 – Гістограма за показником «Коліформи»

Згідно з ДСТУ 2661:2010 [5] «Молоко коров'яче питне. Загальні технологічні умови» нормативне значення повинне коливатись від 1 до 6 %, згідно з нашими рецептурними значеннями масова частка жиру повинна бути 2,5 %  $\pm$  0,1%.

Таблиця 3.8 – Ранжовані результати показника якості «Масова частка жиру»

| i | $x_i$ | $m_i$ | $F_x$ |
|---|-------|-------|-------|
| 1 | 2,02  | 5     | 0,125 |
| 2 | 2,08  |       |       |
| 3 | 2,15  |       |       |
| 4 | 2,22  |       |       |
| 5 | 2,25  |       |       |

|    |      |    |       |
|----|------|----|-------|
| 6  | 2,30 | 5  | 0,125 |
| 7  | 2,34 |    |       |
| 8  | 2,38 |    |       |
| 9  | 2,42 |    |       |
| 10 | 2,46 |    |       |
| 11 | 2,51 |    |       |
| 12 | 2,53 |    |       |
| 13 | 2,55 |    |       |
| 14 | 2,57 |    |       |
| 15 | 2,59 |    |       |
| 16 | 2,61 |    |       |
| 17 | 2,63 |    |       |
| 18 | 2,65 |    | 0,25  |
| 19 | 2,67 | 10 |       |
| 20 | 2,69 |    |       |
| 21 | 2,71 |    |       |
| 22 | 2,73 |    |       |
| 23 | 2,75 |    |       |
| 24 | 2,77 |    |       |
| 25 | 2,79 |    |       |
| 26 | 2,81 |    |       |
| 27 | 2,83 |    |       |
| 28 | 2,85 | 10 | 0,25  |
| 29 | 2,87 |    |       |
| 30 | 2,89 |    |       |

|    |      |   |       |
|----|------|---|-------|
| 31 | 2,92 |   |       |
| 32 | 2,95 |   |       |
| 33 | 2,98 |   |       |
| 34 | 3,04 |   |       |
| 35 | 3,08 |   |       |
| 36 | 3,12 |   |       |
| 37 | 3,18 | 7 | 0,175 |
| 38 | 3,25 |   |       |
| 39 | 3,31 |   |       |
| 40 | 3,38 | 3 | 0,075 |

1. Визначаємо найбільше  $x_{max}$  і найменше  $x_{min}$  значення з усіх даних і обчислюємо R:

$$R = x_{max} - x_{min}$$

$$R = 3,38 - 2,05 = 0,23$$

Розмах характеризує розкид контрольованої величини і визначає ширину гістограми.

2. Діапазон ділимо на кілька інтервалів. Число інтервалів, що залежить від загальної кількості зібраних даних  $n$  і деяких інших чинників, для цього використовуємо формулу Стерджесса:

$$k = 1 + 3,322 \ln n$$

$$k = 1 + 3,322 \ln 40 = 6$$

Далі визначаємо ширину інтервалу:

$$R/k = (x_{max} - x_{min})/k$$

$$R/k = (3,38 - 2,02)/6 = 0,2266$$

4. Всі отримані дані розподіляємо на інтервали:

$$1) 2,02 + 0,226 = 2,247$$

$$2) 2,247 + 0,226 = 2,473$$

$$3) 2,473 + 0,226 = 2,700$$

$$4) 2,700 + 0,226 = 2,927$$

$$5) 2,927 + 0,226 = 3,153$$

$$6) 3,153 + 0,226 = 3,380$$

Для кожного інтервалу підраховуємо відносну частоту попадання в нього даних, за формулою:

$$f_1(x) = \frac{5}{40} = 0,125$$

$$f_2(x) = \frac{5}{40} = 0,125$$

$$f_3(x) = \frac{10}{40} = 0,25$$

$$f_4(x) = \frac{10}{40} = 0,25$$

$$f_5(x) = \frac{7}{40} = 0,175$$

$$f_6(x) = \frac{3}{40} = 0,075$$

Результати заносимо в таблицю 4.3

5. Будуємо гістограму у вигляді стовпчиків шириною рівною границям інтервалів і висотою рівною відносної частоти:

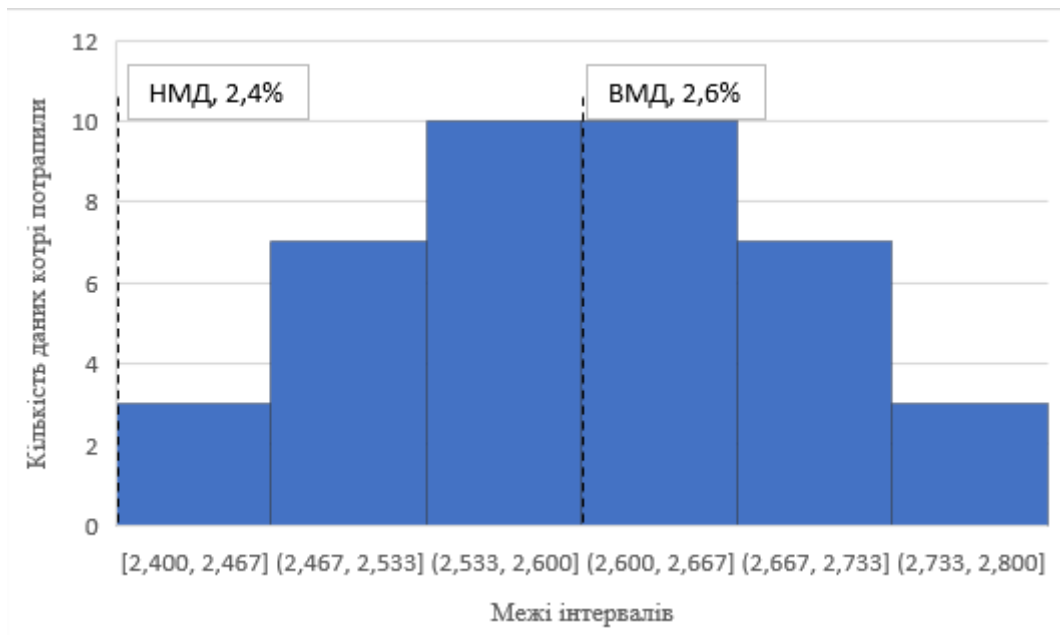


Рисунок 3.3 – Гістограма за показником «Масова частка жиру»

Побудова гістограм дозволила візуалізувати розподіл кожного з трьох показників та знайти характер відхилення кожного з показників. Розподіл є симетричним зміщений вправоруч, що свідчить про наявність систематичної похибки, що має вплив на виробничий процес. Тому потрібно провести додаткове дослідження, щоб виявити фактори через, що виникає систематична похибка. Також отримані дані є основою для подальшого застосування інструментів контролю якості (діаграми Ішікави, FMEA-аналізу, діаграми Парето) у наступних підрозділах роботи.

### 3.3.3 Аналіз ризиків виникнення невідповідностей за методом FMEA-аналізу

За для системного виявлення та оцінювання потенційних ризиків, що впливають на якість сирого молока, проведено FMEA-аналіз (Failure Mode and Analysis). Аналіз виконано для трьох показників якості, визначених у попередніх пунктах роботи: кількість мікроорганізмів, коліформи та масова частка жиру. Метою є виявлення та оцінювання найбільш критичних видів невідповідностей та їх впливу на якість молока, визначивши причини виникнення та запропонувати пріоритетні коригувальні дії.

Таблиця 3.9 - FMEA-аналіз потенційних дефектів

| Вид потенційного дефекту              | Наслідки потенційного дефекту                                | S | Потенційна причина дефекту                                                        | O | Методи виявлення дефекту                             | D | ПЧР |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------|---|------------------------------------------------------|---|-----|
| Перевищення кількості мікроорганізмів | 1. Швидке прокисання молока, зниження терміну зберігання     | 9 | 1. Порушення температурного режиму охолодження (вище 6°C) під час транспортування | 8 | 1. Лабораторний аналіз МАФАНМ (48–72 год)            | 5 | 360 |
|                                       | 2. Зниження якості готової продукції (кисломолочні продукти) | 5 | 2. Забруднене доїльне обладнання на фермі                                         | 4 | 2. Вимірювання температури при прийманні (термограф) | 3 | 60  |
|                                       | 3. Економічні втрати через зниження гатунку                  | 7 | 3. Недотримання гігієни доїння (брудне вим'я)                                     | 6 | 3. Візуальний контроль цистерни (залишки молока)     | 2 | 84  |
| Перевищення вмісту коліформ           | 1. Ризик потрапляння патогенної мікрофлори                   | 9 | 1. Фекальне забруднення під час доїння                                            | 9 | 1. Лабораторний аналіз коліформ (24–48 год)          | 6 | 486 |
|                                       | 2. Можливість харчового отруєння споживачів                  | 9 | 2. Брудні стійла, антисанітарія на фермі                                          | 9 | 2. Експрес-тест на коліформи (тест-смужки)           | 5 | 405 |
|                                       | 3. Бракування партії,                                        | 8 | 3. Забруднена вода для миття                                                      | 3 | 3. Перевірка санітарного                             | 2 | 48  |

|                                           |                                                                                          |   |                                                                                 |   |                                                                                   |   |     |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------|---|-----|
|                                           | економічні збитки                                                                        |   | обладнання                                                                      |   | стану цистерни (змиви)                                                            |   |     |
| Перевищення рецептурного показника якості | 1.Невідповідність сировини вимогам нормативної документації, щодо масової частки жиру    | 8 | 1. Неправильне налаштування або калібрування обладнання для нормалізації молока | 8 | 1. Лабораторний аналіз показників якості                                          | 6 | 384 |
|                                           | 2. Перевитрати молочного жиру та збільшення собівартості                                 | 8 | 2. Надлишкове внесення вершків під час нормалізації                             | 3 | 2. Контроль параметрів нормалізації та перевірка технологічних журналів           | 2 | 48  |
|                                           | 3. Порушення стабільності технологічного процесу та необхідність коригувальної процедури | 7 | 3. Недостатній контроль з боку виробничого персоналу за процесом нормалізації   | 3 | 3. Внутрішній аудит технологічного процесу та порівняльні лабораторні вимірювання | 3 | 63  |

#### Аналіз результатів:

Найбільше значення ПЧР (486) має дефект «Перевищення вмісту коліформ» з причини фекального забруднення під час доїння. Цей ризик є критичним, оскільки безпосередньо загрожує безпечності продукту, та пов'язаний з потраплянням патогенної мікрофлори.

Другим за значущістю є ризик харчового отруєння споживачів через антисанітарні умови утримання тварин ПЧР (405). Отримані результати свідчать про необхідність посилення санітарно-гігієнічного контролю на фермах, забезпечення належних умов охолодження та транспортування молока, а також

регулярного контролю й калібрування вимірюваного обладнання для запобігання виникненню потенційних дефектів і забезпечення стабільної якості сировини.

### 3.3.4 Побудова діаграми Парето

Після проведення FMEA аналізу було визначено перелік потенційних невідповідностей (дефектів), причини їх виникнення та розраховано пріоритетне число ризику (ПЧР) для кожної причини дефекту. Для ефективного управління виявленими ризиками та оптимального розподілу ресурсів доцільно застосувати діаграму Парето. Цей інструмент дозволяє систематизувати та ранжувати причини за рівнем їхнього ризику та впливу на якість продукції, що дає змогу визначити першочергові напрями для впровадження коригувальних заходів. Згідно з принципом Парето (80/20) приблизно 20% причин викликають 80% наслідків. Отже, усунувши ці 20% причин, можна суттєво підвищити загальну якість молока. Застосування цього підходу дозволить забезпечити максимальний ефект від вкладених ресурсів, сконцентрувавши зусилля на усуненні найважливіших чинників виникнення дефектів. Для побудови діаграми Парето проводимо ранжування потенційних причин виникнення невідповідності за ПЧР, розраховуємо в відсотках долю внеску та накопичену долю внеску, отримані дані заносимо в таблицю. Діаграма Парето дає змогу ранжувати причини за рівнем їхнього впливу на загальний ризик та виділити ті з них, усунення яких забезпечить найбільше підвищення якості та безпечної молочної сировини. Згідно з принципом Парето, переважна частина проблем зазвичай зумовлена обмеженою кількістю найбільш вагомих причин, тому їх своєчасне усунення є пріоритетним напрямком удосконалення виробничого процесу.

Таблиця 3.10 – Відсортовані показники за ПЧР

| Причина                                      | ПЧР |
|----------------------------------------------|-----|
| Фекальне забруднення під час доїння          | 486 |
| Брудні стійла, антисанітарія на фермі        | 405 |
| Невідповідність сировини вимогам нормативної | 384 |

|                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| документації, щодо масової частки жиру                                           |     |
| Порушення температурного режиму охолодження                                      | 360 |
| Забруднене доїльне обладнання на фермі                                           | 280 |
| Забруднена вода для миття обладнання                                             | 84  |
| Економічні витрати через перевитрати сировини та можливе відбракування продукції | 63  |
| Недотримання гігієни доїння                                                      | 60  |
| Погіршення органолептичних властивостей                                          | 48  |

Доля внеску розраховується за формулою:

$$ДВ = \frac{ПЧР}{\sum ПЧР} \quad (3.2)$$

Для першої причини НДВ дорівнює ДВ. Починаючи з другої причини накопичена доля внеску розраховується за формулою:

$$НДВ_i = НДВ_{i-1} + ДВ_i \quad (3.3)$$

Оцінка впливу потенційних причин на ризик появи дефектів за ключові показники якості наведено в таблиці.

Таблиця 3.11 – Розрахунок відсоткового співвідношення

| № | Потенційна причина виникнення невідповідності                                       | ПЧР | Частка, % | Накопичено, % |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------|---------------|
| 1 | Фекальне забруднення під час доїння                                                 | 486 | 22,396%   | 22,396%       |
| 2 | Брудні стійла, антисанітарія на фермі                                               | 405 | 18,664%   | 41,060%       |
| 3 | Невідповідність сировини вимогам нормативної документації, щодо масової частки жиру | 384 | 17,696%   | 58,756%       |
| 4 | Порушення температурного режиму охолодження                                         | 360 | 16,590%   | 75,346%       |
| 5 | Фальсифікація водою                                                                 | 280 | 12,903%   | 88,249%       |

|   |                                                                                  |      |        |          |
|---|----------------------------------------------------------------------------------|------|--------|----------|
| 6 | Недотримання гігієни доїння                                                      | 84   | 3,871% | 92,120%  |
| 7 | Економічні витрати через перевитрати сировини та можливе відбракування продукції | 63   | 2,903% | 95,023%  |
| 8 | Забруднене доїльне обладнання на фермі                                           | 60   | 2,765% | 97,788%  |
| 9 | Погіршення органолептичних властивостей                                          | 48   | 2,212% | 100,000% |
|   | Сума                                                                             | 2170 |        |          |

Побудова діаграми Парето наведена на рис. 3.4

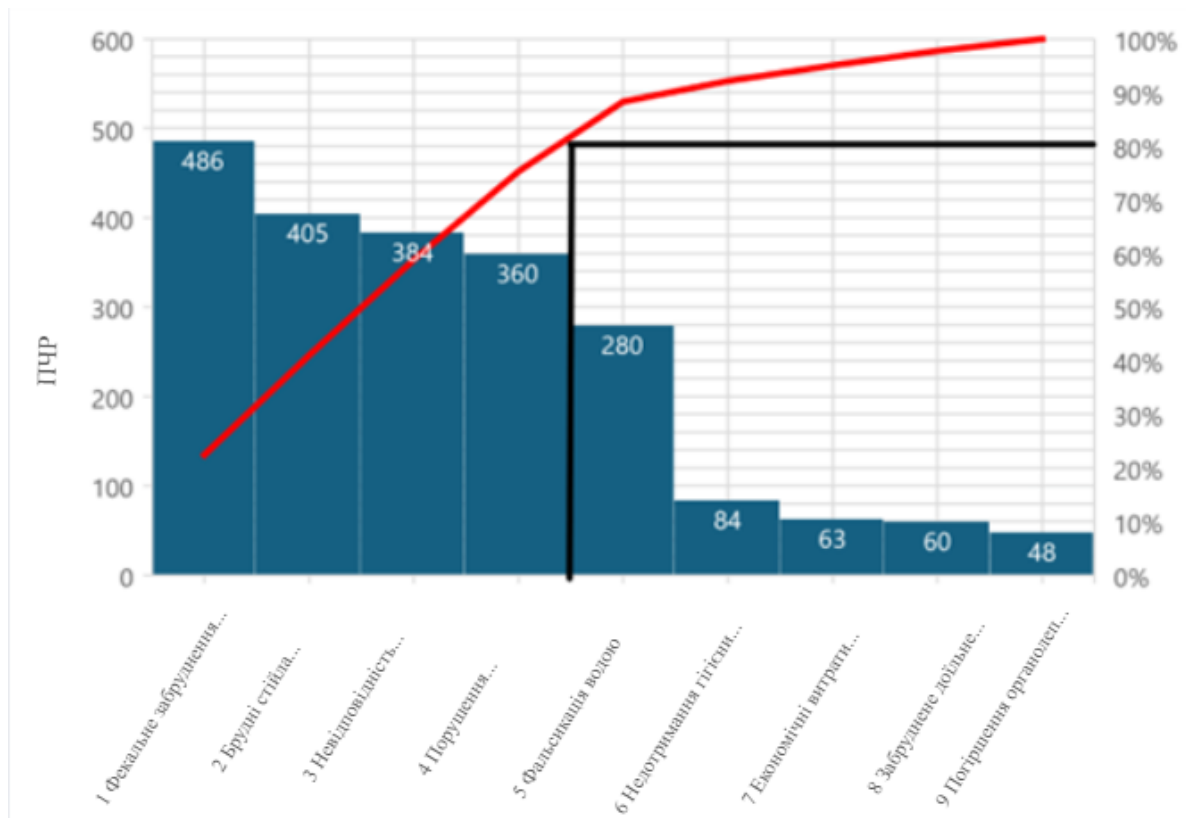


Рисунок 3.4 – Діаграма Парето

В результаті аналізу діаграми Парето було виявлено 4 ключових причин, які сукупно формують майже 80% усіх ризиків виникнення дефектів, а саме:

- Фекальне забруднення під час доїння;
- Брудні стійла, антисанітарія на фермі;

- Невідповідність сировини вимогам нормативної документації, щодо масової частки жиру;
- Порушення температурного режиму охолодження;

Для покращення якості молока підприємству необхідно зосередити основні зусилля на усуненні саме цих виявлених першопричин виникнення дефектів. Це має стати одним із головних пріоритетів діяльності підприємства.

Наступним етапом є реалізація методу бенчмаркінгу для формування системи коригуючих заходів.

### 3.4 Реалізація методу бенчмаркінгу для формування системи коригуючих заходів

На основі результатів FMEA-аналізу, діаграми Парето та гістограми якості було визначено найбільш критичні причини виникнення дефектів сирого молока. Для розроблення ефективних коригуючих заходів застосовано метод бенчмаркінгу, який передбачає вивчення та впровадження кращих практик провідних молочних підприємств і фермерських господарств.

Порівняння діючих процесів контролю якості сировини з галузевими практиками, показало, що основними напрямками удосконалення є підвищення рівня санітарно-гігієнічного контролю, забезпечення температурного режиму під час зберігання і транспортування молока, а також підвищення точності лабораторного контролю показників якості. Також перегляд постачальників на безпечність та становище корів з котрих відбувається отримання сировини.

Таблиця 3.12 – Комплексне оцінювання конкурентоспроможності компаній-виробників сирого молока за критеріями якості та безпечності (наша компанія В)

| Показник якості                         | Ваговий коефіцієнт | Компанія А | Компанія Б | Компанія В |
|-----------------------------------------|--------------------|------------|------------|------------|
| Фекальне забруднення підчас доїння      | 0,3                | 5          | 4          | 3          |
| Незадовільний санітарний стан приміщень | 0,2                | 2          | 3          | 5          |

|                                                                                     |     |     |     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Невідповідність сировини вимогам нормативної документації, щодо масової частки жиру | 0,4 | 5   | 3   | 1   |
| Неправильне калібрування аналізаторів жиру                                          | 0,1 | 4   | 5   | 3   |
| Загальний рейтинг                                                                   | 1   | 4,3 | 3,5 | 2,6 |

За результатами проведеного бенчмаркінгу та аналізу даних, Компанія В отримала найнижчу загальну оцінку (2,6 балів) порівняно з конкурентами: Компанією А (4,3 бали) та Компанією В(3,5 балів). Це вказує на критичну необхідність впровадження покращень за ключовими показниками процесу виробництва.

1. Невідповідність сировини вимогам нормативної документації, щодо масової частки жиру

Оцінка: Компанія В – 1 бал (найнижча оцінка), тоді як лідер Компанія А має 5 балів. Це найбільш критичний показник, оскільки він безпосередньо впливає на відповідність продукції встановленим вимогам, має найвищий ваговий коефіцієнт (0,4).

Що використовує лідер (компанія А):

- Впроваджена автоматизована система контролю критичних параметрів виробництва з постійною реєстрацією даних;
- Регулярний лабораторний контроль сировини та готової продукції на всіх етапах виробництва;
- Посилений вхідний контроль показників якості сировини, особливо масової частки жиру.

Перелік рішень для Компанії В:

1. Впровадити локальні реєстратори температури (логгери) для безперервної фіксації параметрів охолодження молока.
2. Провести технічний аудит системи.
3. У довгостроковій перспективі – модернізувати лінію приймання та

первинного охолодження молока із заміною застарілих пристроїв.

Чи можна застосувати ці рішення в нас?

Впровадження моніторингу й реєстрації температури є цілком реальним і не потребує значних фінансових втрат. Технічний аудит наявного обладнання можна виконати силами інженерної служби. Впровадження навчальних семінарів працівникам, щодо контролю вхідної сировини, а також контроль зі сторони постачальників.

Чи можемо очікувати аналогічних результатів?

Організація жорсткого контролю температурного режиму дозволить оперативно виявляти збої та зупинити розмноження термофільної мікрофлори. Це стабілізує сировину, хоча досягнення технологічного рівня лідера (5 балів) без заміни застарілих холодильних потужностей буде складним.

#### 1. Фекальне забруднення під час доїння

Оцінка: Компанія В – 3 бали, тоді як лідер компанія А має 5 балів. Показник суттєво впливає на загальну мікробіологічну чистоту продукції ( $K = 0,3$ ).

Що використовує лідер (Компанія А):

- Суворе дотримання триетапної технологічної підготовки виміні до доїння (використовування спеціальних дезінфекторів).
- Регулярний вхідний контроль кожної партії сировини на наявність редуктази або соматичних клітин.

Перелік рішень для компанії В:

- 1 Стандартизувати та задокументувати процедуру санітарної обробки тварини і доїльного обладнання перед початком робочої зміни.
- 2 Забезпечити персонал одноразовими розхідниками для гігієни тварини.
- 3 Провести позаплановий інструктаж і навчання операторів машинного доїння.

Чи можна застосовувати ці рішення в нас?

Так, ці заходи є суто організаційними. Перехід на якісні засоби гігієни та закупівля матеріалу мають мінімальне навантаження на бюджет, а розробка чітких робочих інструкцій реалізується силами менеджера з якості.

Чи можемо ми очікувати аналогічних результатів?

Усунення первинного джерела забруднення безпосередньо на етапі отримання сировини очікувано знизить кількість бактерій групи кишкової палички (БГКП). Це дозволить наблизитися до показників конкурентності та покращити сортність молока.

## 2. Неправильне калібрування аналізаторів жиру

Оцінка: Компанія В – 3 бали, тоді як лідер Компанія Б має (5 балів). Похибки вимірювань призводять до неточностей при нормалізації молока за жиром.

Що використовує лідер (Компанія Б):

- Затвердження графіків метрологічної повірки та калібрування приладів.
- Використання сертифікованих стандартних зразків (контрольних матеріалів) для щоденного налаштування приладів.

Перелік рішень для компанії В:

- 1 Розробити та впровадити суворий графік щоденного внутрішнього калібрування лабораторних аналізаторів.
- 2 Організувати періодичне навчання лаборантів правилам експлуатації та технологічного обслуговування вимірювальних приладів.

Чи можна застосовувати ці рішення в нас?

Рішення є абсолютно реалістичними. Налагодження процедури внутрішнього калібрування за допомогою стандартних розчинів потребує закупівлі недорогих тест-матеріалів для дисципліни лабораторного персоналу.

Чи можемо ми очікувати аналогічних результатів?

Точне калібрування обладнання усуне систематичну похибку вимірювань, що дозволить точно розраховувати матеріальний баланс під час пастеризації та сепарування, виключивши перевитрати жирової фази.

## 3. Незадовільний санітарний стан приміщень

Оцінка: Компанія В – 5 балів, що є найкращим показником серед усіх учасників ринку (Компанія А – 2 бали, Компанія Б – 3 бали).

Що використовує Компанія В:

- Жорсткий план проведення генеральних прибирань, дезінфекція виробничих зон.

- Сучасні системи мийки (CIP-мийки) для очищення необхідних зон.

Перелік рішень для компаній:

- 1 Запровадити кодування санітарного інвентарю за кольорами для різних типів приміщень, та сфери застосування.
- 2 Запровадити практику щотижневого інспекційного аудиту чистоти з фіксацією результатів у чек-листах.

Чи можна застосовувати рішення в нас?

Організаційні рішення (зонування, кодування інвентарю, чек-листи) не потребують капіталовкладень і можуть бути впроваджені негайно силами внутрішнього контролю

Чи можемо ми очікувати аналогічних результатів?

Застосування системного підходу Компанії В до санітарії дозволить повністю ліквідувати ризики вторинного потрапляння молока від навколишнього середовища та обладнання. Про те, як показує загальний рейтинг, для утримання високої якості продукції цей успіх обов'язково має підкріплюватись жорстким температурним контролем, оскільки сама лише чистота приміщень не здатна зупинити ріст мікроорганізмів у теплому середовищі.

На підставі проведеного бенчмаркінгу запропоновано такі коригуючі заходи (табл. 3.13).

Таблиця 3.13 – План коригувальних заходів за результатами FMEA-аналізу

| Виявлена проблема                  | Коригуючі заходи                                                                            | Очікуваний результат                 | Приблизний час на реалізацію усунення проблеми |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------|
| Фекальне забруднення підчас доїння | Впровадження санітарних процедур підготовки вимені та контролю чистоти доїльного обладнання | Зниження вмісту коліформних бактерій | 1-2 місяці                                     |

|                                             |                                                                            |                                                                |           |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------|
| Незадовільний санітарний стан приміщень     | Посилення санітарної обробки стійл та зон утримання тварин                 | Зменшення ризику мікробіологічного забруднення                 | 2-4 тижні |
| Порушення температурного режиму охолодження | Використання автоматизованого контролю температури та реєстрів даних       | Зниження загального бактеріального обсіменіння                 | 1 місяць  |
| Неправильне калібрування аналізаторів жиру  | Встановлення графіка регуляторного калібрування та метрологічної перевірки | Підвищення достовірності результатів контролю                  | 1 тиждень |
| Недотримання гігієни персоналом             | Проведення періодичного навчання та внутрішніх аудитів                     | Підвищення культури виробництва та зниження кількості дефектів | 2-4 тижні |

Реалізація запропонованих коригуючих заходів дозволить зменшити рівень ризиків, визначених під час FMEA-аналізу, підвищити якість та безпечність сирого молока, а також забезпечити стабільність виробничих процесів відповідно до вимог системи управління якістю та принципів НАССР.

З метою кількісного підтвердження дієвості запропонованого комплексу рішень було виконано прогностичне оцінювання системи. Отриманні в результаті моделювання метрики, що відображають новий стан процесу, наведеного нижче.

3.5 Оцінювання якості виробничого процесу за ключовими показниками якості після моделювання впровадження запропонованих заходів.

Результативність процесу виробництва молока за ключовими показниками якості після моделювання впровадження коригуючих заходів:

$$P = \frac{30000}{29800} * 0,4 + \frac{20}{20} * 0,4 + \frac{2,41}{2,5} * 0,2 = 0,4 + 0,4 + 0,19 = 0,99$$

| Найменування<br>характеристики<br>(цільовий<br>показник) | Нормативний,<br>плановий<br>показник<br>( $P_{пл}$ ) | Виміряне,<br>фактичне<br>значення<br>показника<br>( $P_{вим}$ ) | Коефіцієнт<br>вагомості<br>(значущості)<br>показника,<br>$K$ | Відносна<br>результативність<br>цільового<br>показника | Результативність<br>процеса %, (P) |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Кількість<br>мікроорганізмів,<br>КУО/мл                  | 30000                                                | 29800                                                           | 0,4                                                          | 0,4                                                    | 0,99                               |
| Коліформи,<br>КУО/мл                                     | 20                                                   | 20                                                              | 0,4                                                          | 0,4                                                    |                                    |
| Масова<br>частка жиру,<br>%                              | $2,5 \pm 0,1$                                        | 2,41                                                            | 0,2                                                          | 0,19                                                   |                                    |
| Разом                                                    |                                                      |                                                                 | 1,0                                                          |                                                        |                                    |

Отримане значення  $P = 0,99$ . Це свідчить про задовільний стан виробничого процесу.

## ВИСНОВКИ

У результаті процесного виконання роботи було здійснено дослідження системи моніторингу, вимірювання та оцінювання якості виробництва молочної продукції на підприємстві (на прикладі молока). Робота базувалась на вимогах ДСТУ ISO 9001:2015 та гармонізованих з європейськими нормами стандартах безпечності харчових продуктів.

Проаналізовано концепцію якості та основні принципи впровадження системи управління якістю (СУЯ) відповідно до ДСТУ ISO 9001:2015. Визначено, що ефективне функціонування СУЯ на підприємстві молочної промисловості потребує постійного моніторингу, вимірювання та оцінювання якості процесів. Обґрунтовано доцільність застосування Learn Six Sigma, (гістограма, FMEA-аналіз, діаграма Парето, бенчмаркінг) для виявлення та усунення невідповідностей.

Досліджено нормативні вимоги до безпечності продуктів чинні в Україні (Закон України «Про безпечність та якість харчових продуктів», «Про молоко та молочні продукти», ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови», ДСТУ 2661:2010 «Молоко коров'яче питне. Загальні технологічні умови».) На основі аналізу технологічного процесу виробництва молока виокремлено критичні точки контролю (КТК) – етапи приймання, охолодження зберігання та транспортування, де найчастіше виникають невідповідності за мікробіологічними та фізико-хімічними показниками.

Обґрунтовано вибір чотирьох інструментів контролю: гістограма – для візуалізації розподілу та виявлення характеру відхилень; FMEA-аналіз – для кількісної оцінки ризиків і визначення пріоритетності причин; діаграма Парето – для фокусування на «небагатьох життєво важливих» факторах; бенчмаркінг – для порівняння з галузевими еталонами та формування коригувальних заходів.

На основі вимірювань кожного показника побудованого гістограми для кількості мікроорганізмів (МАФАНМ), коліформ та масової частки жиру. Було встановлено:

- Розподіл МАФАНМ є нормальним, що свідчить про стабільність процесу;

17,5% зразків перевищують верхню межу  $M = 30\,000$  КУО/мл;

- Розподіл коліформ є симетричним (нормальним), однак лише 7,5% зразків відповідають нормі  $\leq 20$  КУО/мл, а 7,5 % перевищують  $M = 20$  КУО/мл;
- Розподіл масової частки жиру також є нормальним, але є кількість зразків котрі мають жирність вище планового показника 2,5% (середня фактична - 2,41%).

Розраховано, що реалізація коригувальних дій дозволить підприємству, підвищити загальну результативність виробництва процесу з 0,56 до 0,99;

Активне залучення персоналу до аналізу причин дефектів (діаграми Ішікави, FMEA) сприятиме формуванню культури безперервного вдосконалення на підприємстві, що забезпечує довгострокову стабільність технологічних операцій.

Розроблена в роботі інтегрована методологія моніторингу, вимірювання та оцінювання якості ( гістограма, FMEA-аналіз, діаграма Парето, бенчмаркінг) може бути адаптована для інших молокопереробних підприємств з метою підвищення їх конкурентоспроможності, забезпечення відповідності продукції вимогам ДСТУ та євроінтеграційним стандартам (гармонізація з вимогами ЄС щодо безпечності молока-сировини).

Отримані результати підтверджують ефективність застосування обраних інструментів контролю якості для діагностики проблем, визначення пріоритетів та розробки коригувальних заходів на підприємстві. Впровадження запропонованих заходів рішень дозволить суттєво покращити якість сирого молока як сировини, зменшити економічні витрати, мінімізувати ризики для здоров'я споживачів та підвищити довіру до продукції підприємства.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів : Закон України від 06.12.2018 № 2639-VIII. Дата оновлення: 23.11.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2639-19> (дата звернення: 06.06.2026).
2. Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів : Закон України від 23.12.1997 № 771/97-ВР. Дата оновлення: 02.03.2026. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0318-26> (дата звернення: 06.06.2026).
3. Про затвердження Змін до наказу Міністерства аграрної політики та продовольства України від 12 березня 2019 року № 118 : Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 11.07.2024 № 2033. Дата реєстрації: 14.08.2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0593-19#Text> (дата звернення: 17.06.2026)
4. Про затвердження Вимог до молока, молочних продуктів та пастоподібних жирів : Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 12.03.2019 № 118. Дата оновлення: 24.06.2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1434-17> (дата звернення: 06.06.2026).
5. ДСТУ 3662:2018 Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови: чинний від 2019-01-01. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2018. – 8 с.
6. ДСТУ 2661:2010 Молоко коров'яче питне. Загальні технічні умови: чинний від 2011-10-01. – Київ: Держспоживстандарт України, 2010. – 23 с.
7. ДСТУ 8552:2015 Молоко та молочні продукти. Методи визначання масової частки вологи та сухої речовини: чинний від 2017-01-01. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 16 с.
8. ДСТУ 7140:2009 Молоко та молочні продукти. Метод підрахування кількості коліформ та кишкової палички (*E. coli*) за допомогою пластин: чинний від 2012-01-01. – Київ: Держспоживстандарт України, 2009. – 12 с.
9. ДСТУ EN ISO 707:2022 Молоко та молочні продукти. Настанови з відбирання проб (EN ISO 707:20008, IDT; ISO 707:2008, IDT): чинний від 2017-01-01. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2022. – 94 с.

10. ДСТУ 4834:2007 Молоко та молочні продукти. Правила приймання, відбирання та готування проб до контролювання: чинний від 2008-10-01. – Київ : УкрНДНЦ, 2007.
11. ДСТУ ISO 22000:2019 Системи керування безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-якої організації в харчовому ланцюзі (ISO 22000:2018, IDT): чинний від 2021-09-01. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020. – 40 с.
12. ДСТУ ISO 7870-1:2016 Статистичний контроль. Карти контрольні. Частина 1. Загальні настанови (ISO 7870-1:2014, IDT): чинний від 2017-04-01. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 34 с.
13. ДСТУ ISO/TR 10017:2005 Настанови щодо застосування статистичних методів у стандартах ISO 9001:2000: чинний від 2006-04-01. – Київ : Держспоживстандарт України, 2005. – 66 с.
14. ДСТУ ISO 31000:2018 Менеджмент ризиків. Принципи та настанови (ISO 31000:2018, IDT): чинний від 2019-04-01. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. – 22 с.
15. ДСТУ ISO 9004:2018 Управління якістю. Якість організації. Настанови щодо досягнення сталого успіху (ISO 9004:2018, IDT): чинний від 2019-04-01. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. – 55 с.
16. Нікітенко О. М. Сучасні інструменти управління якістю [Електронний ресурс]: підручник / О. М. Нікітенко, А. Б. Єгоров, Н. В. Штефан ; ХНУРЕ ; - Електрон. вид. – Харків: ХНУРЕ, 2019. <http://openarchive.nure.ua/handle/document/10521> (дата звернення: 06.06.2026).
17. Moshchenko I. O. Value stream map optimization model in the field of educational services / I. O. Moshchenko, O. M. Nikitenko // Збірник наукових праць ОДАТРЯ. – 2023. – № 2 (23). – С. 6–15. DOI: <https://doi.org/10.32684/2412-5288.2023-2-23-6-15> (date of access: 20.05.2025).
18. Moshchenko I. O. , Zaporozhets O. V. Technology for implementing the “Lean Six Sigma” quality management model in higher education institutions. Part 1: Identification and measurement of the educational process critical to quality characteristics. Metrology and Instruments. 2024. № 1. P. 51–58. DOI:

- <https://doi.org/10.30837/2663-9564.2024.1.10> (date of access: 20.05.2025).
19. Moshchenko I. O. , Zaporozhets O. V. Technology for implementing the “Lean Six Sigma” quality management model in higher education institutions. Part 2: inconsistencies analysis, educational process improvement and control of improvements sustainability. *Metrology and Instruments*. 2024. № 2. P. 56–63. DOI: <https://doi.org/10.30837/2663-9564.2024.2.11> (date of access: 20.05.2025).
20. Курганська А. А. Функціонально-вартісний аналіз процесу виробництва молока / А. А. Курганська // *Радіoeлектроніка та молоді у ХХІ столітті* : матеріали 30-го Міжнар. молод. форуму, 22-24 квітня 2026 р. – Харків : ХНУРЕ, 2026. – Т. 4. – С. 164-166.

## ДОДАТОК А

Тези доповіді з конференції 30-й Міжнародний молодіжний форум  
«Радіoeлектроніка та молоді у ХХІ»

УДК 637.13.95:006.015.5

**ФУНКЦІОНАЛЬНО-ВАРТІСНИЙ АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА  
МОЛОКА**

Курганська А.А.

e-mail: [anastasiia.kurhanska@nure.ua](mailto:anastasiia.kurhanska@nure.ua)

Харківський національний університет радіoeлектроніки, каф. ІВТ  
м. Харків, Україна

The paper examines the development of methodological approaches to conducting functional and cost analysis in the dairy industry of Ukraine. Emphasis is placed on the identification of key product functions and the evaluation of costs associated with their implementation at different stages of milk processing. Special attention is given to technological, organizational, and logistical functions that are crucial for effective cost optimization. The application of functional and cost analysis ensures rational resource utilization, stable product quality, and improved competitiveness of dairy products.

Молочна промисловість є однією з базових галузей харчової індустрії України та відіграє роль у забезпеченні продовольчої безпеки держави.

Критично необхідним й особливо важливим завданням на підприємстві молочної галузі є задоволеність потреб споживачів, а точніше забезпечення їх стабільно високою якістю молока. Реалізація цього завдання потребує системного аналізу вимог чинних законодавчих і нормативно-правових актів України та Європейського союзу у сфері безпечності та якості харчових продуктів. Основні обов'язкові вимоги до показників якості й безпечності молочної продукції встановлюються міжнародними й національними стандартами, законами та технічними регламентами [1-3]. Дотримання положень зазначених документів дає змогу виробникам гарантувати відповідність продукції встановленим нормам, забезпечуючи стабільність його споживчих властивостей і підвищувати конкурентоспроможність продукції на внутрішньому та зовнішніх ринках.

В умовах зростання вартості сировини, енергоресурсів і логістики особливої актуальності набуває пошук резервів зниження собівартості масових продуктів харчування без погіршення їх якості та безпечності. Застосування сучасних інструментів управління якістю дає можливість вирішити це питання найбільш ефективним способом [4]. Одним із ефективних інструментів розв'язання завдання оптимізації співвідношення якості та вартості є функціонально-вартісний аналіз (ФВА), який дає змогу проаналізувати співвідношення між процесами забезпечення якості продукції та витратами на їх реалізацію.

Проведення ФВА включає такі основні етапи:

- 1) Формування переліку функцій продукції.
- 2) Визначення питомих витрат на реалізацію кожної функції.

3) Побудову матриці зіставлення коефіцієнтів значимості і питомої ваги окремих параметрів за витратами.

4) Пошук альтернативних технологічних і організаційних рішень.

5) Оцінювання очікуваного економічного ефекту від упровадження запропонованих заходів.

ФВА процесу виробництва молока 2,5% жирності передбачає ідентифікацію основних і допоміжних процесів, що забезпечують реалізацію функцій продукту. До основних функцій належать харчова, енергетична та біологічна функції. Допоміжні функції включають органолептичність, безпечність, зручність споживання, тривалість зберігання та інформаційну функцію пакування.

У межах вартісного аналізу особлива увага приділяється витратам на молоко-сировину, процесам нормалізації жиру, тепловій обробці, та іншим процесам, які істотно впливають на кінцеву собівартість продукції. За результатами зіставлення значущості функцій та рівня витрат визначаються функції з не виправдано високою вартістю, що створює передумови для їх оптимізації без погіршення споживчих властивостей продукту.

Вартісна модель процесу виробництва молока наведена на рисунку.



Рисунок 1 - Функціонально-вартісна модель об'єкта аналізу

В таблиці проаналізована значущість кожного процесу у відсотковому вигляді та розрахований коефіцієнт витрат для кожного процесу.

Найважливішим процесом з точки зору забезпечення якості кінцевого продукту є перший елемент (Закупівля молока). Зіставивши відповідні витрати з коефіцієнтом важливості, отримаємо її коефіцієнт витрат  $K_1=0,875$ , що говорить про те, що витрати на отримання параметра сумірні з важливістю, співвідношення сприятливе. Коефіцієнт витрат для елементів (Охолодження, Гомогенізація, Етикетування, Нагрівання) більше одиниці що означає, що потрібно розробляти та впроваджувати заходи, щодо зниження собівартості, для елементів що менше одиниці потрібно перенаправити грошовий потік для поліпшення якості процесів.

Таблиця – Розрахунок коефіцієнтів витрат процесів

| Процеси                | Значимість,<br>% | Питома вага окремих<br>параметрів за<br>витратами, % | Коефіцієнт<br>витрат |
|------------------------|------------------|------------------------------------------------------|----------------------|
| Закупівля молока       | 40               | 35                                                   | 0,875                |
| Нагрівання             | 11               | 8                                                    | 0,6                  |
| Первинна<br>фільтрація | 10               | 5                                                    | 0,5                  |
| Пакування              | 10               | 9                                                    | 0,9                  |
| Охолодження            | 9                | 8                                                    | 0,8                  |
| Зберігання             | 5                | 4                                                    | 0,8                  |
| Гомогенізація          | 5                | 3                                                    | 0,6                  |
| Етикетування           | 5                | 2                                                    | 0,4                  |
| Транспортування        | 5                | 1                                                    | 0,2                  |
| Закупорювання          | 2                | 1                                                    | 0,5                  |
| Енерговитратність      | 3                | 1                                                    | 0,66                 |
| Разом:                 | 100              | 100                                                  | 100                  |

Застосування запропонованого методичного підходу до функціонально-вартісного аналізу дозволяє очікувати зниження собівартості молока 2,5% жирності, підвищення ефективності використання матеріальних та енергетичних ресурсів, а також забезпечення відносності продукції вимогам чинних національних стандартів і законодавства України у сфері безпечності харчових продуктів. Отримані результати можуть бути використані молокопереробними підприємствами для прийняття управлінських рішень, спрямованих на підвищення конкурентоспроможності продукції, оптимізацію виробничих процесів та сталий розвиток молочної галузі України в умовах євроінтеграції.

#### Список використаних джерел:

1. Про молоко та молочні продукти: Закон України від 24.06.2004 № 1870-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1870-15>
2. Молоко коров'яче питне. Загальні технічні умови : ДСТУ 2661:2010. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 17 с.
3. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-якої організації в харчовому ланцюгу (ISO 22000:2018, IDT) : ДСТУ ISO 22000:2019. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 42 с.
4. Мощенко І.О., Нікітенко О.М., Козлов Ю.В. Візуалізація інструментів контролю якості циклу PDCA засобами інформаційно-комунікаційних технологій. *Збірник наукових праць ОДАТРА*. № 1(20). 2022. С. 6-15. <https://doi.org/10.32684/2412-5288-2022-1-20>