

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**



Остап'юк Соломія Даріївна

УДК 65.018:637.1

Вдосконалення методології впровадження системи НАССР, як системи управління якістю на молокопереробних підприємствах

05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

ЛЬВІВ – 2017

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Національному університеті «Львівська політехніка» Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник:

доктор технічних наук, професор
Микийчук Микола Миколайович,
директор Інституту комп'ютерних
технологій, автоматики та метрології
Національного університету
«Львівська політехніка»,
м. Львів

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор
Тріщ Роман Михайлович,
завідувач кафедри охорони праці,
стандартизації та сертифікації
Української інженерно-педагогічної
академії,
м. Харків


кандидат технічних наук, доцент
Гонсьор Оксана Йосипівна,
доцент кафедри механізації та
автоматизації тваринництва
Львівського національного
аграрного університету,
м. Дубляни

Захист відбудеться «17» травня 2018 року о 14⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 35.052.21 у Національному університеті «Львівська політехніка» (79013, Львів-13, вул. С.Бандери, 28а, ауд. 713 п'ятого навчального корпусу).

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного університету «Львівська політехніка» (79013, Львів, вул. Професорська, 1).

Автореферат розісланий «16» квітня 2018 р.

*Учений секретар спеціалізованої
вченої ради, д.т.н., доцент*

 Т.З. Бубела

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Молочна продукція – це повсякденний і традиційний продукт харчування, який споживається усіма віковими групами населення, тому якість і безпека цього продукту має бути гарантованою. Разом з цим, якість харчової продукції є головною умовою її конкурентоздатності. Висока цінність молока стосується продукту, одержаного в умовах суворого дотримання санітарно-гігієнічних правил, оскільки за рівнем забруднення мікроорганізмами та частотою випадків харчових отруєнь молоко й молочні продукти належать до першої категорії ризику. Враховуючи це, необхідно створювати ефективну систему контролю якості, яка охоплюватиме всі етапи життєвого циклу продукції.

Сьогодні у світі найефективнішою системою, яка дає можливість досягнути належної якості харчових продуктів при виробництві сировини, переробці, її зберіганні та використанні є система НАССР (НАССР - Hazard Analysis and Critical Control Point – система аналізу ризиків, небезпечних чинників і контролю критичних точок). Система НАССР враховує всі типи потенційних ризиків для безпеки харчових продуктів, а серед них найважливішими з точки зору охорони здоров'я є біологічні ризики. Вона набула значного поширення у світовій практиці завдяки тому, що працює з будь-якими харчовими продуктами та з будь-якою системою виробництва для забезпечення якості та безпеки при споживанні.

Однак, ця система ще не набула широкого розповсюдження в нашій країні. Це зумовлено низьким рівнем нормативно-методичного забезпечення системи контролю безпеки і якості молочної продукції в нашій країні. Тому актуальним є завдання удосконалення процесу контролю безпеки і якості молочної продукції на базі принципів системи НАССР.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема дисертації відповідає науковому напрямку «Метрологія і метрологічне забезпечення в інформаційно-вимірювальних технологіях (інформаційно – вимірювальних, кібер-фізичних, робото-технічних та інших системах); оцінювання якості продукції, характеристика та тестування продукції і програмного забезпечення» кафедри «Інформаційно-вимірювальні технології». Дисертація виконана в межах держбюджетної науково-дослідної роботи «Дослідження параметрів якості харчової та промислової продукції», (№ держреєстрації 0113U005288; термін виконання 2013-2017р.р.).

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є удосконалення нормативно-методичних основ системи НАССР, як основи системи управління якістю на молокопереробних підприємствах.

Для досягнення поставленої мети в роботі визначено такі основні завдання:

- розробити структуру системи контролю технологічного процесу виробництва пастеризованого молока за системою НАССР на молокозаводі;
- розробити концепцію контролю якості технологічного процесу виробництва пастеризованого молока на основі мікробіологічних ризиків у критичних точках;
- провести дослідження ефективності методів очищення молочної сировини від соматичних клітин;

- виявити і дослідити критичні точки контролю для управління якістю виробництва пастеризованого молока;
- розробити новий метод світлопроменевої діагностики проб молока для швидкого виявлення мікроорганізмів.

Об'єктом дослідження є процес контролю безпеки і якості молочної продукції.

Предметом дослідження є показники якості молока та методи їх контролю.

Методи дослідження базуються на використанні теоретичних та експериментальних методів дослідження. Під час теоретичних досліджень використовуються методи статистичного аналізу, системного аналізу, методологія оцінювання непевності результатів вимірювань.

Експериментальні дослідження виконувалися з використанням фізико-хімічних та мікробіологічних методів за стандартизованими методиками, спектрофотометрії, а результати опрацьовувалися із застосуванням прикладних програмних пакетів, а саме: «Microsoft Office Excel», «Visio».

Наукова новизна одержаних результатів полягає у розробленні експериментально-методологічних засад упровадження системи НАССР на молокопереробному підприємстві.

При виконанні дисертаційної роботи отримані такі наукові результати:

1. Запропоновано замінити якісний метод оцінювання мікробіологічного показника молочної продукції в технологічному процесі її виробництва кількісним методом, побудованим на світлопроменевої діагностиці, що дає змогу скоротити в 1,5-3 рази тривалість технологічного процесу, внаслідок підвищення швидкості та якості виявлення мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів на різних етапах виробництва питного молока .
2. Вдосконалено методичні підходи щодо впровадження системи НАССР, на основі яких визначено три критичні точки технологічного процесу виробництва пастеризованого молока та запропонована схема їх контролю, що дає можливість одержання якісної та безпечної молочної продукції.
3. Доведено доцільність методу бактофугування для очищення молока від соматичних клітин, що дає змогу створити передумови для збільшення термінів зберігання вироблених з неї продуктів.
4. Запропоновано кількісний метод оцінювання мікробіологічних ризиків для кожної критичної точки при виробництві пастеризованого питного молока, який базується на визначенні кількості мікроорганізмів у молоці, що дає можливість встановлювати межу, вище якої молоко є непридатним для подальшого перероблення.

Практичне значення одержаних результатів.

1. Запропоновано методуку і засіб експрес-аналізу визначення кількості мікроорганізмів у молоці, що дає можливість замінити на молокопереробному підприємстві метод якісного контролю методом кількісного аналізу і прискорити в 1,5-3 рази (від 3 днів згідно чинного НД до 1-2 днів) технологічний процес виробництва молока.

2. Розроблено робочу програму впровадження системи НАССР на ТзОВ «Радивилівмолоко», яка включає виявлення небезпечних чинників і встановлення критичних точок контролю. Це дає можливість запобігти появі небезпечного фактора, усунути або зменшити його до прийняттого рівня.
3. За результатами дослідження методів очищення молока від соматичних клітин визначено, як найбільш ефективний, метод бактофугування, що дає можливість підвищити якість молочної сировини і створити передумови для збільшення термінів зберігання вироблених з нього молочних продуктів.
4. Встановлено параметри мікробіологічних ризиків у критичних точках контролю технологічного процесу виробництва пастеризованого молока. Одержані в роботі результати можуть бути впроваджені на молокопереробних підприємствах, що займаються виготовленням пастеризованого молока.

Особистий внесок здобувача. У дисертації використані розробки, ідеї, результати теоретичних і практичних досліджень, що відображені в наукових працях і представлені на конференціях, у роботі яких автор брала безпосередню участь. Зокрема у друкованих працях, написаних у співавторстві, здобувачу належить: [1] - зроблено аналіз стану виробництва молока у світі, у тому числі в Україні, показано перспективи одержання молока, як сировини для молокопереробних підприємств, за принципами системи НАССР, [2] - виявлено основні небезпечні чинники, проведено їхній аналіз та розглянуто заходи для контролювання ідентифікованих мікробіологічних небезпечних факторів, [3] - встановлені критичні точки контролю та їх граничні значення при виробництві несоленого вершкового масла, а також запропоновано удосконалення системи моніторингу в критичних точках контролю за системою НАССР, [4] - встановлено у виробничих умовах мікробіологічні ризики (МР) для визначення кількості мезофільних аеробних факультативно-анаеробних мікроорганізмів у критичних точках контролю технологічного процесу виробництва молока, [5] - розроблені методичні основи впровадження системи НАССР, як системи управління якістю, на молокопереробних підприємствах, [6] - розроблена процедура моніторингу для кожної критичної точки контролю за системою НАССР на прикладі виробництва вершкового масла, [7] - встановлено граничні межі виробництва вершкового масла щодо кожної критичної точки контролю, визначеної в результаті аналізу небезпечних чинників, [8] - розроблено процедури моніторингу у критичних точках контролю при виробництві вершкового масла, [9] - встановлено коригувальні дії для кожної критичної контрольної точки при виробництві молокопродуктів.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційних досліджень представлені та обговорені на 4 міжнародних та всеукраїнських науково-технічних конференціях: Міжнародній науково - практичній конференції «Управління якістю в освіті та промисловості: досвід, проблеми та перспективи», 2013, Львів, Україна; I Міжнародній науково - практичній конференції «Формування і оцінювання асортименту, властивостей та якості продовольчих товарів», 2013, Львів, Україна; III Міжнародній науково - практичній конференції «Устойчивое развитие зима-2014», 2014, Варна, Болгарія; VII Міжнародній науково-практичній конференції «Технологический аудит и резервы производства», 2014, Польща.

Публікації. Основні результати дисертаційної роботи опубліковані у 9 друкованих наукових працях: з них 5 статей опубліковано у наукових фахових виданнях України, 1 стаття опублікована у науковому періодичному виданні іншої держави, 3 тези доповідей на міжнародних всеукраїнських та науково-технічних та науково-практичних конференціях.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів та висновків, списку використаної літератури та 3 додатків, містить 142 сторінки друкованого тексту, 30 рисунків, 25 таблиць та список використаних джерел із 117 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обгрунтовано актуальність вибраного напрямку досліджень, визначено предмет і об'єкт дослідження, сформульовано мету, завдання та методи досліджень, визначено наукову новизну і практичну цінність результатів. Наведено зв'язок роботи із науковими програмами та темами, наведені дані про особистий внесок здобувача, апробацію та публікації результатів досліджень.

У першому розділі дисертаційної роботи зроблено аналіз виробництва і споживання молока у світі та Україні. Показано, що виробництво молока у світі за останні 25 років збільшувалось на 2-4 % кожного року. Однак, в Україні виробництво молока постійно зменшується, що має безпосередній вплив на показник споживання, який, на сьогодні, становить близько 60 % від науково обгрунтованої норми. Проведений порівняльний аналіз вимог щодо якості та безпеки харчових продуктів у країнах Європейського Союзу та Україні показав, що вимоги до молока в Україні є значно занижені і це є основною причиною невідповідності молочної продукції.

Провівши аналіз кількості поступлення молочної сировини на молокопереробні підприємства за гатунками, з'ясовано, що кількість молока вищого гатунку останніми роками збільшується і в 2015 році становила 34 %. З'явилася також молочна сировина гатунку «екстра». Але порівнюючи у процентному співвідношенні, частка такого молока є все ще низькою – 10%. При цьому, як і раніше, найбільша кількість молока, яке надходить на молокопереробні підприємства, становить молоко I гатунку – 54 %.

Таким чином, завадами щодо гармонізації українських нормативних документів з європейськими є низька якість молока, що заготовляється, недосконала інфраструктура заготівлі, зберігання і транспортування молока, відсутність на фермах і заводах сучасних приладів для визначення основних показників якості молока.

Це вимагає розроблення системи контролю якості продукції, починаючи від сировини і завершуючи готовою продукцією. Дана система базуватиметься на методах, що охоплюють весь діапазон показників, які дають об'єктивну оцінку сировини, якості готової продукції.

Сьогодні у світі найефективнішою системою, яка дає можливість забезпечити безпеку та якість харчових продуктів, є НАССР. Впровадження цієї системи дає змогу підприємству стабільно виробляти молочну продукцію встановленої якості. Вивчення законодавчих аспектів системи НАССР на молокопереробному

підприємстві вказує на доцільність впровадження її на малих та середніх молокопереробних підприємствах. Розпочати упровадження системи НАССР слід із програм – передумов, які є основою системи і від яких в найбільшій мірі залежить система НАССР.

Обґрунтовано доцільність функціонування системи НАССР на підприємствах, де виробники мають контролювати не тільки продукт, який виробляють і методи його виробництва, але й сировину та допоміжні матеріали. Розглянуті основні причини неготовності молокопереробних підприємств до застосування стандартів на сьогоднішній час, а також показані відмінності звичайних методів контролю за якістю молочної продукції та нових тенденцій управління якістю за системою НАССР, яка виступає гарантом якості та безпеки продукції.

У другому розділі дисертації проведено систематизацію взаємозв'язків між характеристиками технологічного процесу та показниками якості молочної продукції на основі дослідження господарсько - економічних характеристик молокопереробного підприємства, досліджено вміст соматичних клітин у молоці та його зміну при залученні різних методів очищення, що є показником придатності його для переробки, розроблено концептуальну модель впровадження системи НАССР при виробництві молочної продукції, а також новий метод світлопроменевої діагностики проб молока для пришвидшеного виявлення кількості мікроорганізмів.

Здійснено аналіз основних показників вхідної молочної сировини, що характеризують якість молока, а саме: вміст жиру і білка, кислотність, густина, бактеріальне забруднення, вміст соматичних клітин, наявність інгібіторів. Дослідженнями фізико-хімічних показників молочної сировини встановлено гатунок молока, яке поступає на молокопереробне підприємство.

Дослідження молока на мікробіологічні показники є обов'язковими, оскільки вважаються основними для встановлення якості та безпеки молочної продукції. Надмірне бактеріальне забруднення молока сприятиме погіршення смаку, зниження поживної цінності та скорочення термінів його зберігання.

Таблиця 1 - Зміна вмісту соматичних клітин після холодного очищення та бактофугування, $M \pm m$, $n=5$

Назва фермерського господарства	Молоко сире	Молоко після холодного очищення		Молоко після бактофугування	
	Кількість соматичних клітин, тис/см ³	Кількість соматичних клітин, тис/см ³	Ефективність, %	Кількість соматичних клітин, тис/см ³	Ефективність, %
Русь	462 ±33	285±30	38.3	128±20	72.3
Гусар	408 ±28	209±24	48.8	88±17	78.4
Маяк	390 ±22	183±18	53.1	74±15	81.3
Пчани	265 ±26	127±14	52.1	48±13	81.6
Перлина Полісся	387 ±30	185±17	52.2	88±10	87.3

Наявність у молочній сировині значної кількості соматичних клітин впливає на зниження показників якості, тобто знижується біологічна цінність, оскільки є

втрати жиру, казеїну і лактози, знижується кислотність та погіршуються технологічні властивості молока. За результатами порівняння двох методів очищення молока показано, що бактофугування істотно знижує вміст соматичних клітин у молоці, на відміну від методу холодного очищення (табл.1). При бактофугуванні з молочної сировини виділяється біля 70 % бактеріальних клітин.

Дослідженням впливу бактофугування на кількість соматичних клітин у молоці (рисунок 1) встановлено, що ефективність оброблення молока становила від 72,3% (постачальник «Русь») до 87,3% (постачальник «Перлина Полісся»).

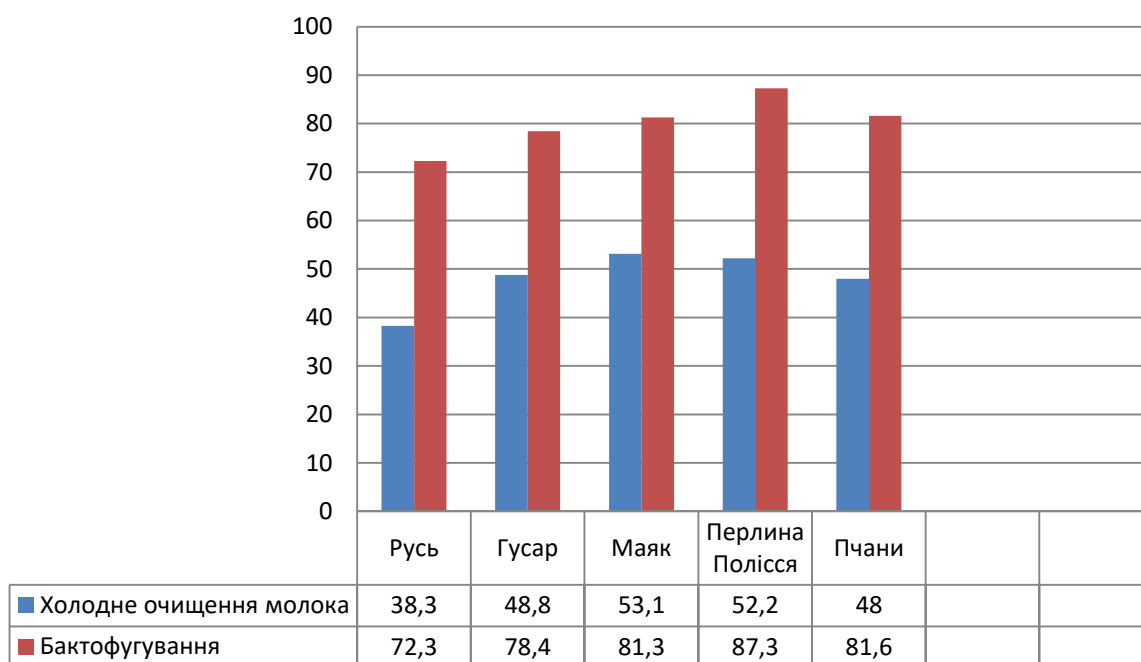


Рисунок 1- Ефективність методів очищення молока різних постачальників, %

Тобто, використання процесу бактофугування дозволяє підвищити якість молока і створити передумови для збільшення термінів зберігання молочних продуктів (дає змогу збільшити періоди зберігання продукції до 3 діб).

На якість та безпеку виробництва молочної продукції у її технологічному процесі мають вплив небезпечні чинники різного походження, такі як фізичні, хімічні та мікробіологічні. З трьох основних типів небезпек мікробіологічна — найбільш небезпечніша. До мікробіологічних небезпечних чинників відносяться шкідливі бактерії, віруси, пріони та паразити. Система НАССР базується на управлінні цими чинниками, шляхом встановлення механізмів контролю в кожній критичній точці.

Можна стверджувати, що система управління якістю на основі концепції НАССР переносить контроль із лабораторії безпосередньо на виробництво, тим самим він і стає безперервним.

Розроблена концептуальна модель процесу виробництва пастеризованого молока та показано, що побудова якісного харчового ланцюга виробництва молочних продуктів має базуватися на впровадженні всіх принципів системи НАССР. Концептуальна модель зображена на рисунку 2 і полягає у:

- ідентифікації можливих небезпечних чинників протягом всього технологічного процесу виготовлення молочних продуктів на молокозаводі;

- встановленні можливості ліквідації небезпечних чинників;
- розробці відповідних заходів і навчання персоналу;
- впровадженні заходів на практиці та документування.

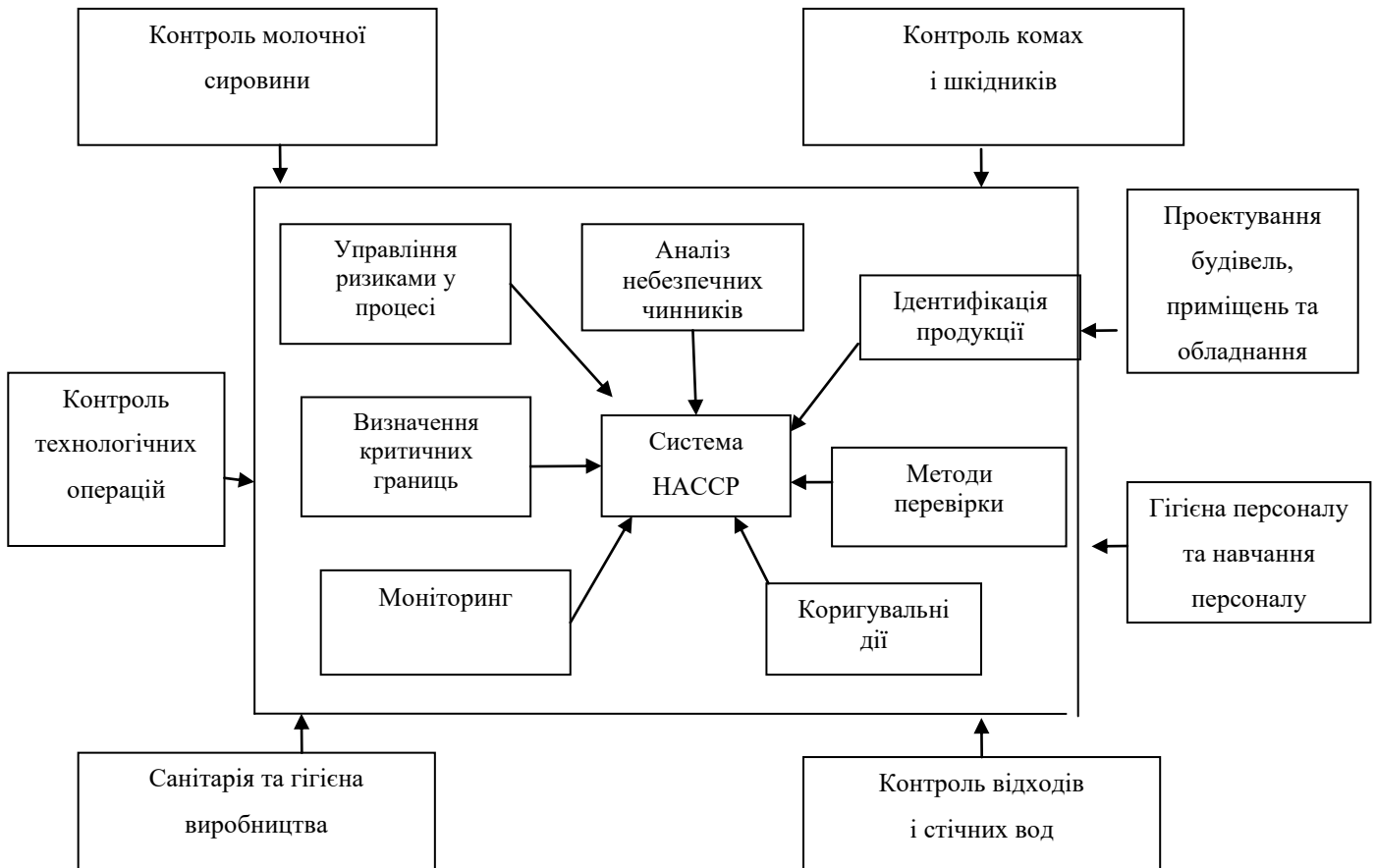


Рисунок 2- Концептуальна модель процесу виробництва пастеризованого молока

Застосування поєднання НАССР з традиційними перевітками і методами контролю за якістю молока веде до створення на молокопереробних підприємствах системи забезпечення якості із запобіжною дією, що гарантує більшу впевненість у безпечності та якості продукції у споживачів.

Проте, підприємства зацікавлені у прискоренні виробничого циклу, хоча б, за рахунок прискорення методів лабораторного аналізу молочної продукції на етапі виготовлення. Зокрема, зменшення тривалості технологічного процесу у 1,5-3 рази спроможно дати істотний економічний ефект для будь-якого підприємства, оскільки стрімко знижуються витрати на зберігання молока.

Тому запропоновано метод і засіб кількісного експрес-аналізу визначення кількості мікроорганізмів у молоці, що дає можливість замінити якісний метод контролю. Для реалізації запропонованого експрес - аналізу визначення кількості мезофільних аеробних і факультативно - анаеробних мікроорганізмів розроблено метод світлопроменевої діагностики для проб молока різного розведення.

Для проведення експрес - аналізу необхідно вирішити наступні завдання:

- підібрати метод дослідження світлопроменевої діагностики проб молока на пропускання світла та визначити джерело світла;
- оцінити середньквдратичне похибки знятих результатів;

- дослідження спектрів молока, які витримувалися в термостаті при температурі $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$ з інтервалом 2 дні;
- дослідити часову залежність розмноження мікроорганізмів, оскільки з часом збільшується бактеріальне забруднення молока.

Проведено низку експериментальних досліджень по підборі оптимального джерела світла:

- зразковий гелій неоновий лазер з високостабільною частотою генерування ($\lambda=632,2$ нм);
- зразкове джерело світла типу пірометричної лампи ($\lambda=280-1200$ нм);
- світлодіод з червоним спектром випромінювання, тобто довжиною хвилі $\lambda = 430-470$ нм.

В результаті проведених досліджень підбрано метод дослідження світлопроменевої діагностики проб молока на пропускання світла та запропоновано використати, як джерело світла - світлодіод з червоним спектром випромінювання.

Для реалізації запропонованого методу доцільно використати проби молока, яке посіяли на м'ясо-пептонний агар в трьох розведеннях: перше ($0,1 \text{ см}^3$); друге ($0,01 \text{ см}^3$); третє ($0,001 \text{ см}^3$) по три чашки кожного витримуваних в термостаті при температурі $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Здійснено опромінення світлодіодом засіяних чашок Петрі з інтервалом 2 дні:

1. Перше вимірювання проведено в точці, де не виявлений ріст мікроорганізмів.
2. Друге – при опроміненні зразка в точці, де виявлено ріст мікроорганізмів.
3. Третє – повторне опромінення чашки в першій точці.

Така методика з використанням подвійного вимірювання в точці умовного «нуля» дає змогу мінімізувати вплив або усунути адитивну складову похибки, результати представлені у вигляді графіків, один з яких на рисунку 3.

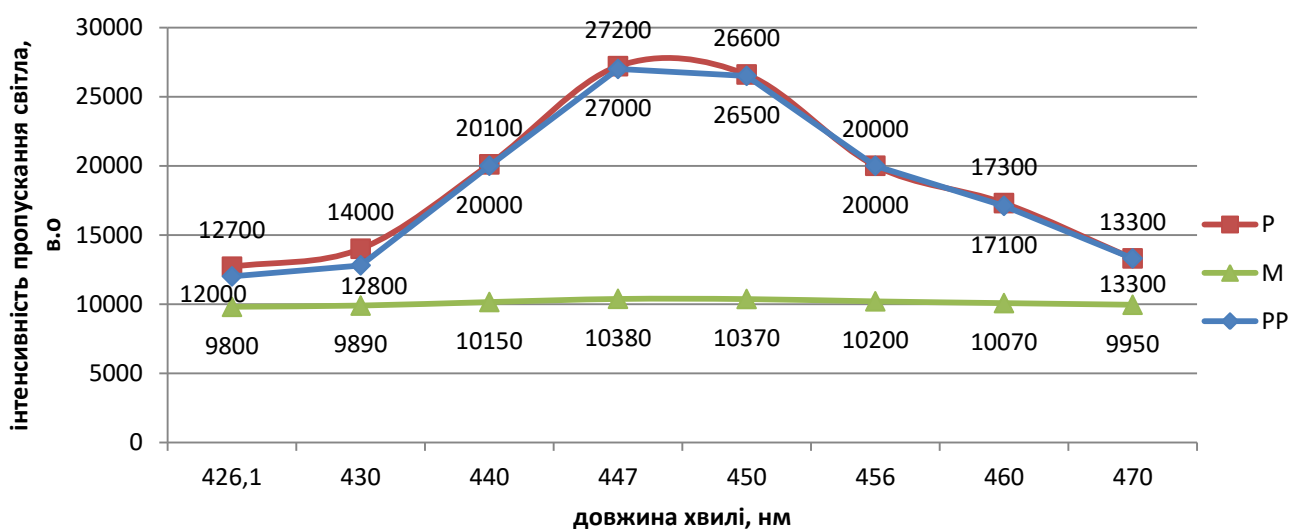


Рисунок 3 – Інтенсивність пропускання світла від світлодіода молоком для другого розведення

При просвічуванні світла крізь чашки у різних точках, виявлено відмінність спектрів поглинання світла на довжині хвилі $\lambda = 447\text{нм}$, а це вказує на те, що на цій довжині найкраще спостерігалось виявлення росту мікроорганізмів.

Досліджено часову залежність розмноження мікроорганізмів у молоці для трьох розведень. На основі результатів експериментальних даних встановлено, що найкращим розведенням молока для визначення їх кількості становить друге.

Дослідження полягали у зніманні характеристик пропускання світла від світлодіода через зразок десятикратного розведення молока, посіяним тонким шаром на чашку Петрі.

Проведено опрацювання характеристик непевності отриманих результатів. Кожне вимірювання спектральної характеристики проводилось 3-кратно, внаслідок цього було визначено непевність результатів вимірювання. Стандартна непевність за методом типу А дорівнює стандартному відхиленню s_x окремих спостережень поділеному на квадратний корінь із кількості спостережень, тобто за виразом:

$$u_A(x) = \frac{s_x}{\sqrt{n}}, \quad (1)$$

де, s_x – стандартне відхилення; u_A - стандартна непевність.

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

$$s_x \pm 0,8 \%$$

Проведене дослідження показало, що стандартна непевність, визначена за методом типу А, дорівнює стандартному відхиленню $s_x \pm 0,8 \%$.

У третьому розділі проведено визначення та ідентифікацію небезпечних чинників технологічного процесу виробництва пастеризованого молока. Для цього склали опис пастеризованого молока та розробили блок-схему технологічного процесу виробництва молока.

Аналізуючи блок-схему технологічного процесу, провели ідентифікацію небезпечних чинників. Небезпечний чинник, ідентифікований на блок-схемі, згрупували і описали у робочому аркуші.

Для проведення аналізу блок-схеми технологічного процесу необхідно вирішити наступні завдання (рис. 4):

- а) присвоїти номер кожному етапу технологічного процесу на блок-схемі зліва направо та зверху вниз, від одержання сировини і матеріалів до транспортування;
- б) дослідити кожний етап технологічного процесу і за даними опрацьованих джерел інформації визначити існування небезпечних чинників, пов'язаних з цим етапом;
- в) біля кожного етапу записати небезпечний чинник, де його виявлено;
- г) описати ідентифікований небезпечний чинник.

При проведенні аналізу небезпечних чинників і визначенні контрольних критичних точок (ККТ) відповідно до кожної стадії технологічного процесу виробництва молока пастеризованого, визначено ступінь суттєвого впливу і вірогідності потенційних небезпек.

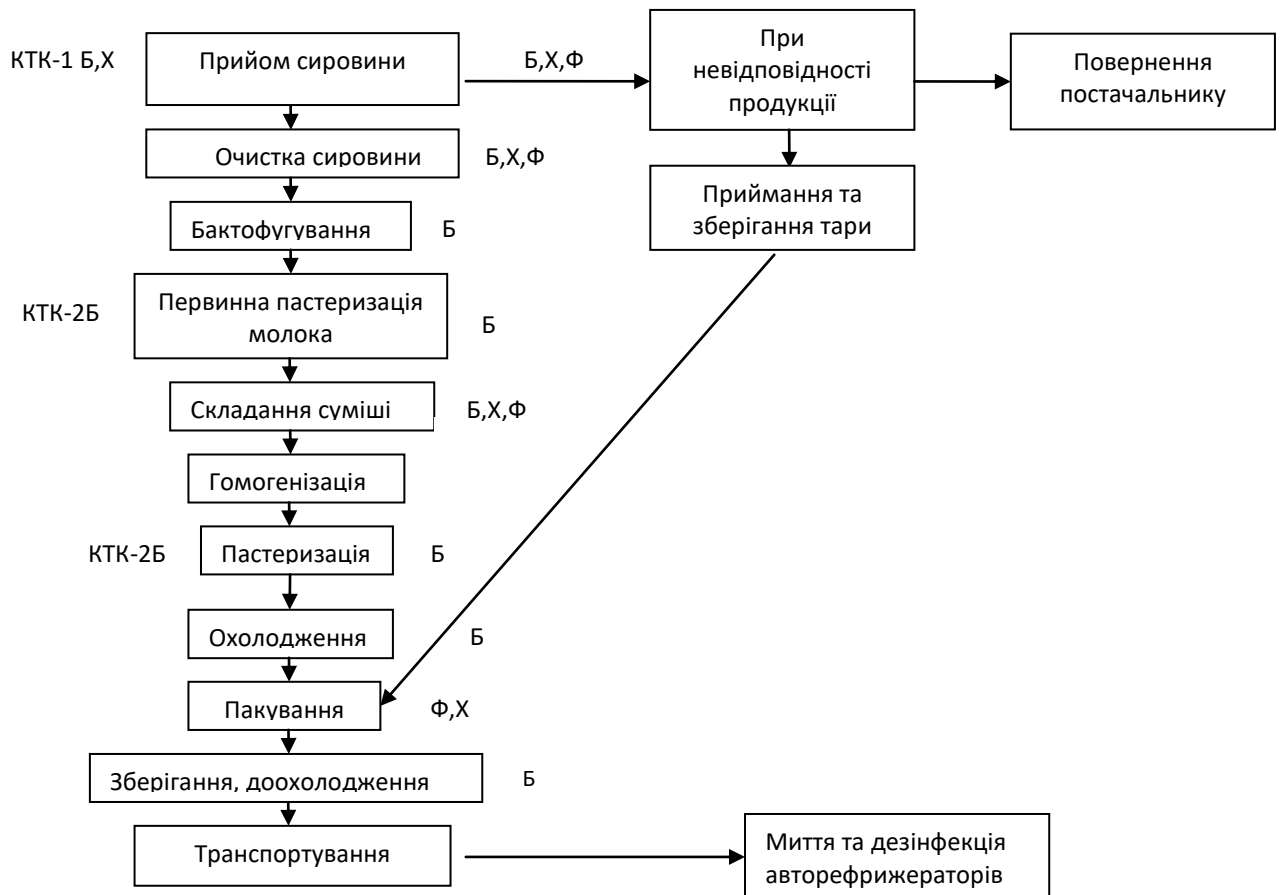


Рисунок 4 - Блок-схема технологічного процесу виробництва пастеризованого молока з виявленням небезпечних чинників на кожному етапі

Використовуючи методику системи НАССР, визначено критичні точки контролю у таких місцях технологічного ланцюга виробництва пастеризованого молока: КТК -1- «Приймання молока»; КТК -2- «Первинна пастеризація молока»; КТК-3- «Пастеризація молока».

В результаті дослідження критичних точок, визначено граничні межі молока пастеризованого (табл. 2).

Таблиця 2 - Визначення критичних та робочих меж

Етап процесу	КТК	Опис небезпечного чинника	Критичні межі	Робочі межі	Джерело інформації
Прийом сировини	КТК-1Х,Б	Інгібувальні речовини, вхідний контроль поступаючої сировини на мікробіологічні показники	Наявність не доп.	Не доп.	ДСТУ 3662-97 «Молоко коров'яче незбиране. Вимоги при закупівлі»
Первинна пастеризація	КТК-2Б	Можливість залишення мікрофлори	Не < 45 ⁰ С >65 ⁰ С	Не < 40 ⁰ С >60 ⁰ С	ДСТУ 2661:2010 «Молоко коров'яче питне. Загальні технічні умови»
Пастеризація	КТК-3Б	Можливість залишення остаточної мікрофлори в залежності від коефіцієнта рівня пастеризації та первинної бактеріальної забрудненості молочної сировини	Не < 85 ⁰ С >96 ⁰ С	Не < 88 ⁰ С >95 ⁰ С	ДСТУ 2661:2010 «Молоко коров'яче питне. Загальні технічні умови»

Для кожної КТК розроблена система моніторингу та коригувальних дій для проведення спостережень і вимірювань, необхідних для виявлення порушень критичних меж.

У четвертому розділі розроблено алгоритм контролю технологічного процесу виробництва пастеризованого молока на конкретному молокопереробному підприємстві за принципами НАССР з встановленням мікробіологічних ризиків для мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів у критичних точках контролю, який має важливе значення для запобігання або ліквідації небезпечного ризику; подано результати експериментальних досліджень спектрів молока для 3-х різних розведень, які витримувалися в термостаті при температурі $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$ з інтервалом 2 дні. Дослідження полягали у вивченні частотної залежності пропускання світла крізь чашку Петрі в точці, де виявлено ріст мікроорганізмів щодо вихідного зразка (молоко з практично нульовим вмістом мікроорганізмів).

У роботі розроблена схема контролю технологічного процесу виробництва пастеризованого молока за можливими небезпечними ризиками щодо кожного етапу (рисунок 5).

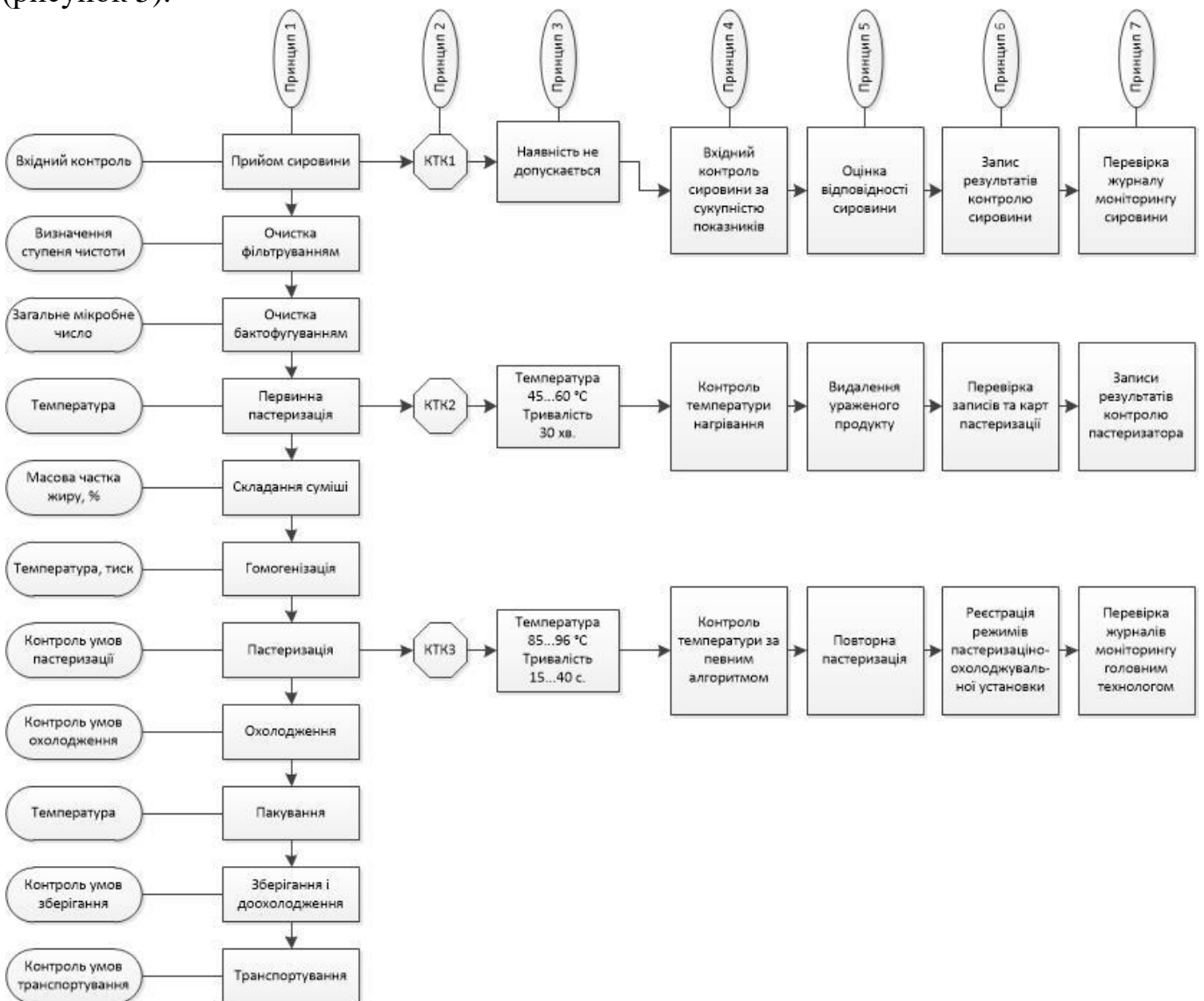


Рисунок 5 - Схема контролю виробництва пастеризованого молока за системою НАССР

Проводячи такий контроль, дозволяє виявити небезпеку на ранньому етапі з встановленням мікробіологічних ризиків у критичних точках і тим самим запобігти виробництво небезпечної молочної продукції.

За модифікованою методикою розроблене рівняння для критичної точки контролю (3):

$$H_n \geq \sum I_{n+t} + \sum R_{n-t} \leq MP_n, \text{ де} \quad (3)$$

H_n – початковий рівень загальної кількості мікроорганізмів (КМАФАнМ);

$\sum I_{n+t}$ - сума етапів, що збільшують рівень мікроорганізмів у молоці;

$\sum R_{n-t}$ - сума етапів, що зменшують рівень мікроорганізмів у пастеризованому молоці;

MP_n – мікробіологічний ризик.

$$H_1 \geq \sum I_{1+t} + \sum R_{1-t} \leq MP_{1 \text{ КМАФАнМ}} (=H_{0-2})$$

$$H_2 \geq \sum I_{2+t} + \sum R_{2-t} \leq MP_{2 \text{ КМАФАнМ}} (=H_{0-3})$$

$$H_3 \geq \sum I_{3+t} + \sum R_{3-t} \leq MP_{3 \text{ КМАФАнМ}}$$

Використовуючи цю схему підрахунку, визначаємо мікробіологічний ризик для кількості мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів у критичних точках контролю при виробництві двох партій пастеризованого молока (таблиця 3).

Таблиця 3- Мікробіологічні ризики виробництва 2-х партій молока у 3-х критичних точках контролю

Критичні точки контролю	Партії молока	
	1-а партія	2-а партія
1-а	$\leq 500000 \text{ КУО/см}^3$	$\leq 500000 \text{ КУО/см}^3$
2-а	$\leq 5000 \text{ КУО/см}^3$	$\leq 9300 \text{ КУО/см}^3$
3-я	$\leq 1290 \text{ КУО/см}^3$	$\leq 5020 \text{ КУО/см}^3$

В роботі подано результати експериментальних досліджень спектрів молока для 3-х різних розведень, які витримувалися в термостаті при температурі $30 \pm 1^\circ\text{C}$ з інтервалом 2 дні. Дослідження полягали у вивченні частотної залежності поглинання світла крізь чашку Петрі в точці, де виявлено ріст мікроорганізмів щодо вихідного зразка (молоко з практично нульовим вмістом мікроорганізмів):

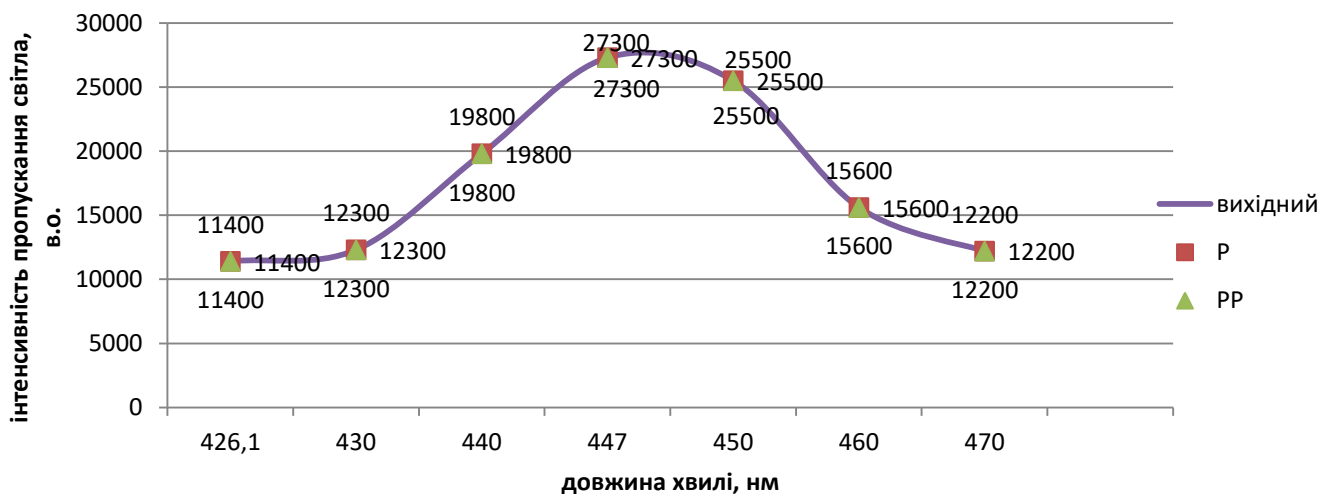


Рисунок 6 - Спектри опромінення світлодіодом крізь чашку першого розведення у місці, де не виявлено ріст мікроорганізмів.

Шляхом усереднення отриманих результатів двох графіків отримано вихідний графік, який показує спектр поглинання (вимірювання) світлодіоду через чашку з живильним середовищем, на якому не виявлено ріст мікроорганізмів (рис. 6), а також здійснено порівняння отриманої залежності і результатів 2-го опромінення (з мікроорганізмами), яке вказане на рисунку 7.

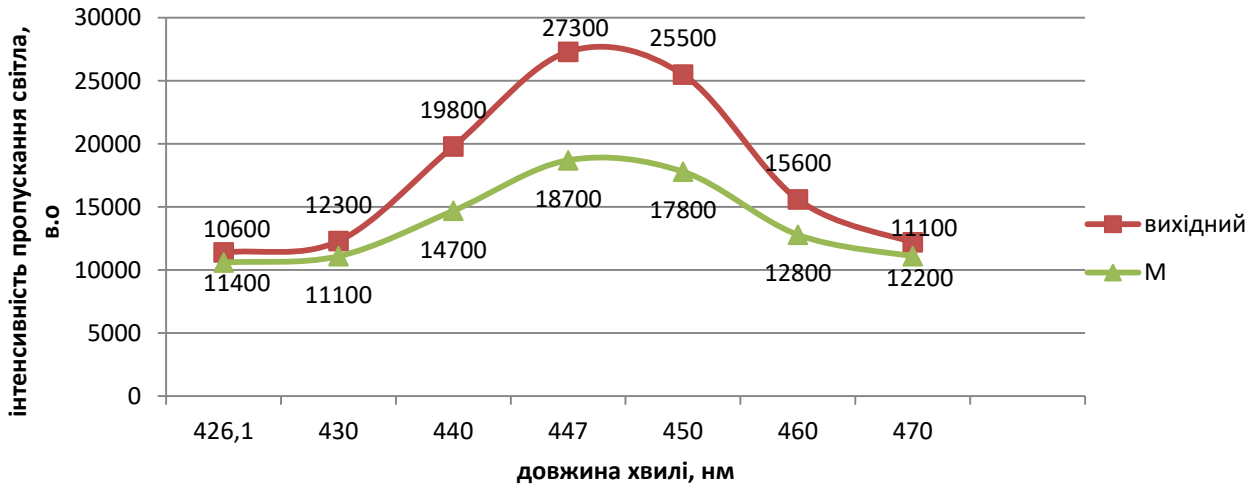


Рисунок 7 - Порівняння спектрів пропускання світла 2-х точок зразка молока однієї і тої самої чашки Петрі (1-а точка – з мінімальним вмістом мікроорганізмів та максимальним світлопропусканням; 2-а точка - із значним вмістом мікроорганізмів та незначним світлопропусканням)

Проведено результати вивчення частотної залежності поглинання світла крізь чашку Петрі в точці, де виявлено ріст мікроорганізмів щодо вихідного зразка (молоко з практично нульовим вмістом мікроорганізмів):

$$n = \frac{I_{\text{вих.зраз.}}}{I_{\text{заб.зраз.}}}, \quad (4)$$

де n - коефіцієнт послаблення; $I_{\text{вих.зраз.}}$ - інтенсивність вихідного зразка, $I_{\text{заб.зраз.}}$ - інтенсивність зразка, де виявлені мікроорганізми.

Результати вивчення частотної залежності поглинання світла крізь чашку Петрі в точці, де виявлено ріст мікроорганізмів щодо вихідного зразка обчислюються за формулою 4 і вказані у таблиці 4:

Таблиця 4- Частотна залежність поглинання світла

λ	n
426,1	1,08
430	1,11
440	1,35
447	1,46
450	1,43
460	1,41
470	1,1

Дослідження показали, що найкраще виявлення мікроорганізмів спостерігалось на довжині хвилі $\lambda=447$ нм. Тут коефіцієнт послаблення світла $n= 1,46$. Це позитивно характеризує метод виявлення в цілому.

Таке саме опрацювання інформації здійснювалися для II, III розведень молока, що передбачається технологією досліджень за нормативним документом.

Для зразка другого розведення найкраще виявлення мікроорганізмів спостерігалось на довжині хвилі $\lambda=447$ нм, з коефіцієнтом послаблення світла $n= 1,09$.

$$n/\lambda (447) = \frac{19200}{17600} = 1,09$$

Проведені такі ж експериментальні дослідження молока дозволили визначити і для третього розведення коефіцієнт послаблення світла:

$$n/\lambda (447) = \frac{19500}{16900} = 1,15$$

В результаті експериментальних досліджень пропускання світла світлодіодом з довжиною хвилі $\lambda = 430-470$ нм виявлено, що найвища чутливість даного методу знаходиться на довжині хвилі $\lambda= 447$ нм та отримано три залежності відповідно для 3-х розведень молока першого дня.

В результаті аналогічних досліджень з тими самими зразками на II – день отримали знову три залежності $n=n(\lambda)$ інтенсивності світла на довжині хвилі $\lambda=447$ нм:

- $n_1 = 1.04$ – I розведення;
- $n_2 = 2,61$ – II розведення;
- $n_3 = 2,12$ – III розведення.

На рисунку 8 показано частотний діапазон інтенсивності світла в найвищій точці поглинання на протязі 2 днів.

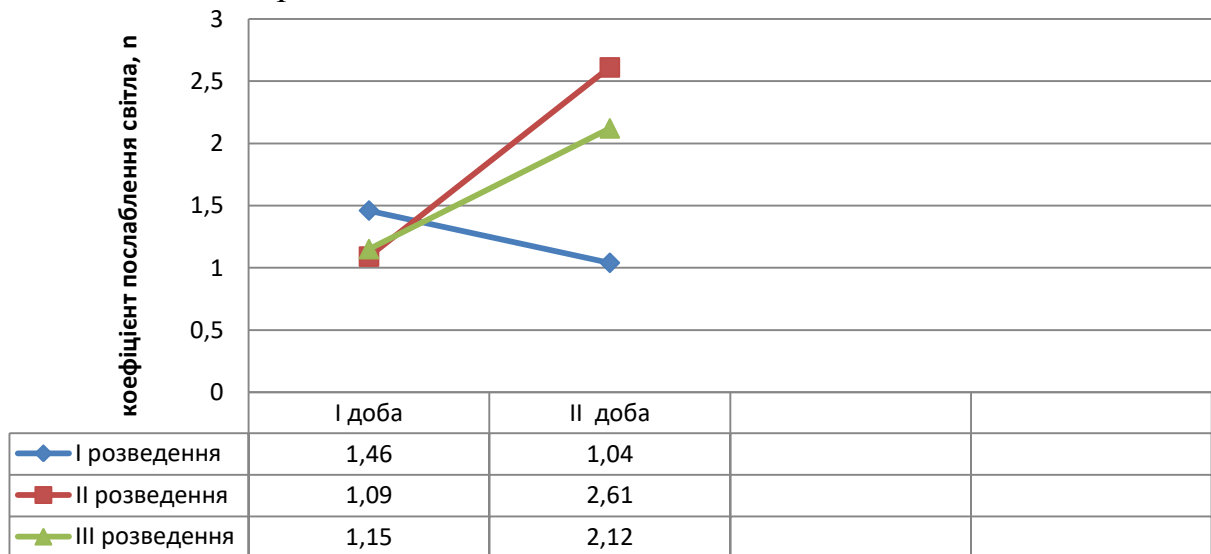


Рисунок 8 - Зміна коефіцієнта послаблення світлопропускання в часі

Видно, що розмноження мікроорганізмів у молоці збільшується з часом, причому ці процеси найкраще проявляються на зразках молока II розведення, що очевидно зумовлено чинником розведення.

На рисунку 9 показано, що існує кореляція між методом, запропонованим у даній роботі та прийнятим на молокопереробних підприємствах, що базується на чинних нормативних документах.

Все це дає обґрунтування впровадити метод кількісного аналізу визначення кількості мікроорганізмів шляхом дослідження коефіцієнту послаблення світлового потоку, що пропускається через досліджуваний зразок; а далі використання його, як релевантного методу для промислового виробництва.



Рисунок 9 - Кореляція результатів досліджень за світлопропусканням і за чинними нормативними документами (для II розведення молока на протязі 2 діб)
Визначення мікробіологічних ризиків є одним з найбільш важливих розробок в галузі управління безпеки харчових продуктів.

ВИСНОВКИ

Результатом досліджень даної дисертаційної роботи є вирішення науково-практичного завдання, що стосується удосконалення методології впровадження системи НАССР на молокопереробних підприємствах шляхом встановлення ризиків і проведення управління критичними контрольними точками.

1. Проведено аналіз стану та обґрунтовано перспективи виробництва молока, як сировини для молокопереробних підприємств за принципами системи НАССР. Показано щорічне світове виробництво молока збільшується приблизно на 2-4 %, тоді як в Україні зменшується. Так, у 1995 році Україна займала п'яте місце, а в даний час - одинадцяте серед країн світу.
2. Порівнянням двох методів очищення молока встановлено доцільність істотного зниження вмісту соматичних клітин методом бактофугування порівняно з холодним очищенням, а саме: 72,3-87,3% проти 38,3-53,1%.
3. Проведено дослідження можливості застосування світлопроменевої діагностики для визначення вмісту мікроорганізмів в молоці за показником мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів; встановлена наявність кореляції коефіцієнта світлопропускання з кількістю мікроорганізмів; запропоновано впровадження даного методу контролю як релевантного до діючих на молокопереробних підприємствах.
4. Розроблено схему контролю виробництва питного молока на молокопереробному підприємстві згідно принципів системи НАССР, яка

дозволяє ефективно виявляти і проводити аналіз ризиків на всіх етапах виробництва молочної продукції, здійснювати управління критичними контрольними точками з оцінкою результатів цього управління.

5. Встановлено мікробіологічні ризики для кількості мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, що встановлюють межу, вище якої харчові продукти розглядаються, як неприйнятно забруднені мікроорганізмами.
6. Зменшення у 1,5-3 рази тривалості технологічного процесу виробництва молочної продукції в результаті впровадження методу світлопроменевої діагностики на підприємствах галузі спроможно дати істотний економічний ефект для будь-якого підприємства, оскільки стрімко знижуються витрати на зберігання молока.

СПИСОК ОСНОВНИХ ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

- 1.Столярчук П.Г. Аналіз виробництва молока та перспективи його одержання за системою НАССР в Україні /Столярчук П.Г, Остап'юк С.Д. // Науковий збірник «Вимірювальна техніка та метрологія» НУ «Львівська політехніка».-2012.- №73.- С.141-147.
2. Столярчук П.Г. Ідентифікація та аналіз мікробіологічних небезпечних чинників при виробництві молочної продукції /Столярчук П.Г., Остап'юк С.Д. // Науково-технічний журнал «Стандартизація, сертифікація, якість» Харківської філії «Українського науково-дослідного і навчального центру проблем стандартизації, сертифікації та якості».-2012.-№ 6.- С.52-61.
3. Столярчук П.Г. Встановлення граничних значень критичних точок контролю за системою НАССР при виробництві вершкового масла / Столярчук П.Г., Остап'юк С.Д. // Науковий збірник «Автоматика, вимірювання та керування» НУ «Львівська політехніка».-2013.-№.753.-С.31-36.
4. Остап'юк С.Д. Встановлення параметрів мікробіологічних ризиків у критичних точках контролю технологічного процесу виробництва пастеризованого молока /Остап'юк С.Д. // Науковий збірник НУ «Львівська політехніка» «Вимірювальна техніка та метрологія». - 2016. - № 77. - С. 183-187.
5. Микийчук М.М. Етапи розроблення системи НАССР на молокопереробному підприємстві / Микийчук М. М., Остап'юк С. Д. // Електронний науковий журнал НУ «Біоресурсів і природокористування України» «Енергетика і автоматика».-2017.-№1.-С.123-131.
6. Stolyarchuk P.DEVELOPMENT OF MONITORING PROCEDURE FOR CRITICAL POINTS OF CONTROL AFTER SYSTEM HACCP / Stolyarchuk P., Ostapyuk S.// International Journal "Sustainable Development" Varna, 2014.-№14.- P.132-135.
7. Столярчук П.Г. Встановлення граничних значень критичних точок контролю за системою НАССР при виробництві вершкового масла /Столярчук П.Г., Остап'юк С.Д.// I Міжнародна науково-практична конференція «Формування і оцінювання асортименту, властивостей та якості непродовольчих товарів» 22.11.2013р. Тези доповідей.-2013.-С.82-83.

8. Столярчук П.Г. Моніторинг у критичних точках контролю за системою НАССР при виробництві вершкового масла / Столярчук П.Г., Остап'юк С.Д. // Збірник тез «Формування і оцінювання асортименту, властивостей та якості непродовольчих товарів» Львівська комерційна академія.- 2013.-С.116-118.

9. Остап'юк С.Д. Коригувальні дії для кожної критичної точки контролю при виробництві молочних продуктів // Збірник тез «Технологический аудит и резервы производства» м. Перемишль.-2014.- № 1/5 (15).- С.29-31.

АНОТАЦІЯ

Остап'юк С.Д. «Вдосконалення методології впровадження системи НАССР, як системи управління якістю, на молокопереробних підприємствах».

- На правах рукопису .

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.01.02 – Стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення. Національний університет «Львівська політехніка», Міністерство освіти і науки України, Львів, 2018р.

Дисертація присвячена дослідженню вдосконалення методології впровадження системи НАССР, як системи управління якістю, на молокопереробних підприємствах. Для цього проведено аналіз стану та обґрунтовано перспективи виробництва молока, як сировини для молокопереробних підприємств за принципами системи НАССР. Показано щорічне світове виробництво молока збільшується приблизно на 2-4 %, тоді як в Україні зменшується. Так, у 1995 році Україна займала п'яте місце, а в даний час - одинадцяте серед країн світу. Встановлено, що при виробництві молочної продукції найефективнішою системою, яка гарантує якість та безпеку їх є НАССР. Використання системи НАССР дозволяє ефективно виявляти і проводити аналіз ризиків на всіх етапах виробництва молочної продукції, здійснювати управління критичними контрольними точками з оцінкою результатів цього управління. Проведено дослідження можливості впровадження світлопроменевої діагностики для визначення кількості мікроорганізмів в молоці, внаслідок яких встановлена наявність кореляції коефіцієнта світлопропускання з кількістю мікроорганізмів. Порівняльною характеристикою ефективності очищення сирого молока встановлено, можливість значно більше знизити вміст соматичних клітин методом бактофугуванням, як холодним очищенням, а саме: 72,3-87,3 % проти 38,3-53,1%. На кожному етапі виробництва молока пастеризованого встановлено критичні точки контролю за допомогою «дерева рішень». Розроблено структуру системи контролю технологічного процесу виробництва пастеризованого молока за системою НАССР. Встановлено мікробіологічні ризики для мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, що визначають прийнятність процесів та встановлюють межу, вище якої харчові продукти мають розглядатися, як неприйнятно забруднені мікроорганізмами, для яких встановлені критерії.

Ключові слова: молоко, критичні точки контролю, небезпечні чинники, мезофільні аеробні і факультативно - анаеробні мікроорганізми, ризики, процедура моніторингу, коригувальні дії, пастеризація, спектрофотометр, світлодіод.

АННОТАЦИЯ

Остапюк С.Д. «Совершенствование методологии внедрения системы НАССР, как системы управления качеством, на молокоперерабатывающих предприятиях». - На правах рукописи.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.01.02 – стандартизация, сертификация и метрологическое обеспечение. Национальный университет «Львівська політехніка», Министерство образования и науки Украины, Львов, 2017 г.

Диссертация посвящена исследованию совершенствования методологии внедрения системы НАССР, как системы управления качеством, на молокоперерабатывающих предприятиях. Для этого проведен анализ состояния и обоснованно перспективы производства молока, как сырья для молокоперерабатывающих предприятий на принципах системы НАССР. Показано ежегодное мировое производство молока увеличивается примерно на 2-4%, тогда как в Украине уменьшается. Так, в 1995 году Украина занимала пятое место, а в настоящее время - одиннадцатый среди стран мира. Установлено, что при производстве молочной продукции эффективной системой, которая гарантирует качество и безопасность их есть НАССР. Использование системы НАССР позволяет эффективно выявлять и проводить анализ рисков на всех этапах производства молочной продукции, осуществлять управление критическими контрольными точками оценке результатов этого управления. Проведено исследование возможности внедрения светолучевой диагностики для определения количества микроорганизмов в молоке, в результате которых установлено наличие корреляции коэффициента светопропускания с количеством микроорганизмов. Сравнительной характеристикой эффективности очистки сырого молока установлен, значительно больше снизить содержание соматических клеток методом Бактофугирование, как холодным очисткой, а именно: 72,3-87,3% против 38,3-53,1%. На каждом этапе производства молока пастеризованного установили критические точки контроля с помощью «дерева решений». Разработана структура системы контроля технологического процесса производства пастеризованного молока по системе НАССР. Установлено микробиологические риски для мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, определяющих приемлемость процессов и устанавливают границу, выше которой пищевые продукты должны рассматриваться, как неприемлемо загрязненные микроорганизмами, для которых установлены критерии.

Ключевые слова: молоко, критические точки контроля, опасные факторы, мезофильные аэробные и факультативно - анаэробные микроорганизмы, риски, процедура мониторинга, корректирующие действия, пастеризация, спектрофотометр, светодиод.

ANNOTATION

Ostapyuk S.D. Improvement of the methodology of implementation of the HACCP system as a quality management system at dairy processing enterprises. - On the rights of manuscript.

The thesis for a scientific degree of the Candidate of Technical Sciences by specialty 05.01.02 - Standardization, Certification and Metrological Assurance. Lviv Polytechnic National University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Lviv, 2017.

The dissertation is devoted to the research of improvement of the methodology of implementation of the HACCP system, as a quality management system, at dairy processing enterprises. For this purpose, the analysis of the state and the prospects of milk production as raw materials for dairy processing enterprises according to the principles of the HACCP system was substantiated. The annual world production of milk is shown to increase by about 2-4%, while in Ukraine it is decreasing. Thus, in 1995 Ukraine occupied the fifth place, and now it is the eleventh among the countries of the world. The EU and Ukraine legislation on the implementation of the HACCP system in the dairy processing enterprise has been analyzed and it is shown that today in our country the HACCP system is implemented only in 77 enterprises, including 21 milk processing enterprises. It has been established that in the production of dairy products, the most effective system that guarantees the quality and safety of them is HACCP. The use of the HACCP system makes it possible to efficiently identify and carry out risk analysis at all stages of dairy production, to manage critical control points, and to evaluate the results of this management. Dangerous factors of various origin, such as physical, chemical and microbiological, are influenced by the quality and safety of dairy production in its technological process. Of the three main types of dangers, the microbiological - the most dangerous. Microbiological hazards include harmful bacteria, viruses, prions and parasites. The HACCP system is based on the management of these factors, by establishing control mechanisms at each critical point. The conceptual principles of the construction and functioning of the HACCP system at the dairy processing enterprise have been developed, on the basis of which all hazardous factors are identified, as well as critical points of control have been established that enable the production of high-quality and safe milk products. At each stage of the production of pasteurized milk, using the HACCP system methodology, three critical control points were established with the help of the "decision tree": CPC -1- "The adoption of milk", CPC-2 - "Primary pasteurization of milk", CTC-3 "Pasteurization of milk » As a result of the study of critical points, the limits of pasteurized milk have been determined. For each CPC, a system of monitoring and corrective action has been developed to conduct observations and measurements necessary to detect violations of critical boundaries. The scheme of monitoring the production of drinking milk has been developed in accordance with the principles of the HACCP system. Application of the combination of HACCP with traditional inspections and methods of quality control of milk leads to the establishment of a system of quality assurance with

preventive action in dairy processing enterprises, which guarantees greater confidence in the safety and quality of products from consumers. The microbiological risks for mesophilic aerobic and optional anaerobic microorganisms, which determine the acceptability of processes, as well as the microbiological criteria of food safety, setting the threshold above which food products should be considered as unacceptably contaminated by micro-organisms for which criteria are established, are established. For the studied samples, the determination of the parameters of the incoming dairy raw material, which characterizes the quality of milk, namely: the content of fat and protein, acidity, density, bacterial contamination, the content of somatic cells, the presence of inhibitors. On their basis, a brand of milk is introduced, which enters the milk processing enterprise. The results of the study of methods for purifying milk from somatic cells have established the most effective method of bactofugation - here the efficiency was 72.3% - 87.3%, while the cold treatment method - 38, 3% - 53,1%. This gives the opportunity to improve the quality of dairy products and create the prerequisites for increasing the shelf life. It is suggested to carry out light-radiation diagnostics of laboratory milk samples, to increase the speed and quality of detection of mesophilic aerobic and optional anaerobic microorganisms at different stages of the technological process of production of drinking milk, which makes it possible to switch from a qualitative diagnostic method to a normative document to a quantitative method for determining the content of microorganisms and to accelerate in 1.5-3 times the process of their detection in milk. As a result of the conducted research, the method of research of light-radiation diagnostics of milk samples for light transmittance has been selected and it is suggested to use as a light source a light-emitting diode with a red spectrum of radiation. The research was to take away the characteristics of passing light from the LED through a sample of ten times milk breeding, seeded with a thin layer on a Petri dish. When the light is transmitted through the cup at different points, the difference in absorption spectra of light at the wavelength $\lambda = 447\text{nm}$ is detected, which indicates that at this length the detection of microorganism growth was best observed. The time dependence of reproduction of microorganisms in milk for three dilutions was investigated. Based on the results of experimental data, it was found that the best breeding of milk to determine their number is second.

Key words: milk, critical control points, dangerous factors, mesophilic aerobic and optional anaerobic microorganisms, risks, monitoring procedure, corrective actions, pasteurization, spectrophotometer.