

УДК 005.2:006.83:338.28

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.1.2023.63>

**ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ
ПРОЦЕСАМИ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ТА БЕЗПЕЧНОГО
ВИРОБНИЦТВА МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ З УРАХУВАННЯМ
РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ**

Розбицька Тетяна Вікторівна,

доктор філософії (PhD),

<https://orcid.org/0000-0003-0098-927X>,*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
03041, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, Україна.***Толок Галина Арсенівна,**

кандидат технічних наук, доцент,

<https://orcid.org/0000-0002-2971-1645>,*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
03041, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, Україна.***Лю Сяовей,**

аспірант,

<https://orcid.org/0000-0003-0476-7420>,*Хефейський міжнародний коледж Пекінського університету іноземних мов,
230071, просп. Цзіньсю, 6155, район Цзінкай, Хефей, провінція Аньхой, Китай***Тищенко Людмила Миколаївна,**

кандидат технічних наук, доцент,

<https://orcid.org/0000-0002-3609-0920>,*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
03041, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, Україна.***Савченко Олександр Аркадійович,**

кандидат технічних наук, доцент,

<https://orcid.org/0000-0002-6596-6063>,*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
03041, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, Україна.*

Анотація. Результати досліджень показали, що стандарти ISO 22000 та ISO 50001 є важливими стандартами систем менеджменту бізнесу, які не суперечать принципам організації та сприяють забезпеченню високої якості та безпечності харчових продуктів, а також дотриманню принципів енергетичного менеджменту, якщо вимоги цих стандартів повністю виконуються. Нові версії стандартів орієнтовані на процесний підхід як ключовому принципу для формування інтегрованих систем менеджменту. В статті наведено структуру стандартів у форматі циклу Демінга (PDCA – планує, виконує, перевіряє, діє), який дозволяє керувати процесами, визначати й

поліпшувати їхні можливості. Тому стаття теоретично обґрунтовує і експериментально підтверджує концепцію системного підходу до управління безпечністю та якістю молочних продуктів, засновану на виявленні факторів впливу на різних етапах їхнього життєвого циклу, оптимізації параметрів виробництва, зберігання та реалізації продукції відповідно до вимог стандартів ДСТУ ISO 22000 і ДСТУ ISO 50001. У статті проведено аналіз і систематизацію матеріалів досліджень, включаючи критичний аналіз та статистичну обробку даних. Крім цього, була розроблена модель інтегрованої системи. Дослідження, що проводилися, мали велике практичне значення у впровадженні інтегрованої системи управління технологічними процесами для забезпечення ресурсозбереження та безпечності молочних продуктів. Ось кілька ключових аспектів, що підкреслюють їх важливість: ефективне використання ресурсів, підвищення якості продукції, покращення безпеки продукції, відповідність нормативним вимогам, сталість та екологічна відповідальність.

Впровадження інтегрованої системи управління технологічними процесами з метою ресурсозбереження та забезпечення безпечності молочних продуктів має значні практичні переваги для підприємств, споживачів та довкілля. Ці переваги виявляються в докорінному поліпшенні ефективності виробництва, зниженні витрат ресурсів, підвищенні якості та безпеки продукції, а також у збереженні природних ресурсів та зменшенні негативного впливу на навколишнє середовище.

Ключові слова: безпечність, інтегрована система менеджменту, енергоменеджмент, система управління безпечністю харчових продуктів, ризики, небезпеки.

UDC 005.2:006.83:338.28

AN INTEGRATED SYSTEM FOR MANAGING TECHNOLOGICAL PROCESSES FOR THE EFFICIENT AND SAFE PRODUCTION OF DAIRY PRODUCTS, TAKING INTO ACCOUNT RESOURCE CONSERVATION

Tetyana Rozbytska,

PhD,

<https://orcid.org/0000-0003-0098-927X>,

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
03041, Heroiv Oborony Str. 15, Kyiv, Ukraine.

Halyna Tolok,

PhD, Associate Professor,

<https://orcid.org/0000-0002-2971-1645>,

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
03041, Heroiv Oborony Str. 15, Kyiv, Ukraine.

Liu Xiaowei,

postgraduate,

<https://orcid.org/0000-0003-0476-7420>,

Hefei International College of Beijing Foreign Studies University,

230071, Jinxiu Avenue, 6155, Jingkai District, Hefei City, Anhui Province, China.

Liudmyla Tyshchenko,

PhD, Associate Professor,

<https://orcid.org/0000-0002-3609-0920>,

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,

03041, Heroiv Oborony Str. 15, Kyiv, Ukraine.

Oleksandr Savchenko,

PhD, Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0002-6596-6063>,

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,

03041, Heroiv Oborony Str. 15, Kyiv, Ukraine.

Abstract. The research results showed that the ISO 22000 and ISO 50001 standards are important standards of business management systems that do not contradict the principles of the organization and contribute to ensuring the high quality and safety of food products, as well as compliance with the principles of energy management if the requirements of these standards are fully met. The new versions of the standards are focused on the process approach as a key principle for the formation of integrated management systems. The article provides a structure of standards in the format of the Deming cycle (PDCA – plan, execute, check, act), which allows you to manage processes, determine and improve their capabilities. Therefore, the article theoretically substantiates and experimentally confirms the concept of a systemic approach to the management of the safety and quality of dairy products, based on the identification of influencing factors at various stages of their life cycle, optimization of production parameters, storage and sale of products by the requirements of the DSTU ISO 22000 and DSTU ISO 50001 standards. The article analyzes and systematizes research materials, including critical analysis and statistical data processing.

In addition, a model of an integrated system was developed. The conducted research was of great practical importance in the implementation of an integrated system of management of technological processes to ensure resource conservation and the safety of dairy products. Here are a few key aspects that highlight their importance: efficient use of resources, improving product safety, compliance with regulatory requirements, sustainability and environmental responsibility.

The implementation of an integrated system for managing technological processes to save resources and ensure the safety of dairy products has significant practical advantages for enterprises, consumers, and the environment. These advantages are manifested in the radical improvement of production efficiency, reduction of resource costs, improvement of product quality and safety, as well as in

the preservation of natural resources and reduction of negative impact on the environment.

Keywords: safety, integrated management system, energy management, food safety management system, risks, dangers.

Вступ

На сьогоднішній день, зростання економічної ефективності виробництва вимагає активного застосування енергозбереження як одного з основних напрямків. Зменшення витрат енергетичних ресурсів стає необхідним на всіх етапах виробництва, транспортування та споживання.

В широкому розповсюдженні сучасних інноваційних технологій виникає безліч технологічних нововведень, які кардинально змінюють ситуацію в галузі енергозбереження.

Однією з ключових задач енергозбереження є виявлення основних джерел втрат та вибір оптимального технологічного процесу, що дозволить значно знизити їхній вплив на загальну собівартість продукції (Pereira *et al.*, 2022).

Ми вважаємо, що розумним рішенням буде використання технологій, які дозволять значно знизити найбільш великі непродуктивні складові витрат енергії в системі. Ці технології повинні бути ефективними і забезпечувати високу продуктивність при мінімальних витратах (Osei Tutu and Anfu., 2019).

Харчова промисловість в Україні займає провідне місце у структурі промислового виробництва. Вона складає значну частку - 52,8%

виробництва споживчих товарів. Практично п'ята частина загального обсягу виробництва припадає на харчову промисловість (Kytaiev, Chala, and Androsoy, 2020).

У сучасних умовах, проблематика якості та безпеки харчових продуктів стає дуже актуальною. Якість та безпека харчових продуктів мають критичне значення для збереження життя та здоров'я людей, а також впливають на продовольчу, економічну та національну безпеку країни. Недостатня якість або небезпечність харчових продуктів можуть мати серйозні наслідки для суспільства в цілому. Тому необхідно звертати особливу увагу на контроль якості та безпеку харчових продуктів і приділяти їм належну увагу і ресурси..

Питання забезпечення стабільності якості та безпечності продукції в переробних підприємствах АПК, зокрема сільськогосподарського та харчового секторів, стають все більш важливими. Ці цілі досягаються завдяки впровадженню інтегрованих систем управління, які відповідають міжнародним стандартам, а також розробці продукції з урахуванням сучасних споживчих переваг та потреб ринку. Такий підхід дозволяє забезпечити сталу якість та безпеку продукції, відповідаючи вимогам

сучасного ринкового середовища. (ISO Guide 72:2001).

У відповідності до законодавства України, зокрема «Про безпечність та якість харчової продукції» (2002) і «Про дитяче харчування» (2006), всі підприємства, що займаються вирощуванням і виробництвом сільськогосподарської та харчової продукції, зобов'язані впровадити системи управління безпечністю харчових продуктів, які базуються на принципах аналізу критичних контрольних точок (НАССР) (Nikolaïenko and Bal-Prylypko, 2020). Станом на 2023 рік впровадження системи управління безпечністю на переробних підприємствах АПК вже не є достатнім. У сучасних умовах, міжнародні ринки та споживачі вимагають від виробників продукції не тільки гарантії безпечності, але також постійної якості, екологічності, енергоефективності (згідно з вимогами 2013 року), а також забезпечення безпеки праці та виконання соціальних стандартів (згідно з вимогами 2001 року). (Nikolaïenko and Bal-Prylypko, 2020).

У зв'язку з постійним зростанням потреб підприємств харчової промисловості у паливо-мастильних матеріалах та альтернативних джерел енергії, що посилюється світовою кризою, пандемією Sars-Covid 19 та локдаунами, значні капіталовкладення в галузі стають все важчими. Однак, харчова промисловість має значний потенціал у галузі енергозберігаючих технологій.

Для реалізації цього потенціалу необхідна структурно-технологічна

перебудова підприємств галузі та їх технологічних процесів. Це можливо шляхом розроблення та впровадження інтегрованих систем управління, що відповідають міжнародним стандартам ISO серій 9000 (якість) (ISO 9001:2015), 22000 (безпечність) (ISO 22000:2018) та 50000 (енергоефективність) (ISO 50001:2018). При цьому необхідно враховувати особливості законодавства та нормативної бази, а також реалії переробних підприємств України в умовах військового стану (SAI SA 8000:200; ISO 19011:2018).

У розвиток теорії і практики стандартизації та управління якістю внесли значний внесок багато вітчизняних та зарубіжних вчених:

І. Сикорський – український науковець, який займався проблемами стандартизації, сертифікації та якості. Він розробив методику системного управління якістю, яка включає планування, контроль і покращення якості виробництва. Його роботи були важливим кроком у розвитку стандартизації та управління якістю в Україні.

Л. Ганін – видатний український вчений, який зробив значний внесок у розвиток теорії якості і стандартизації. Він розробив методику дослідження якості продукції, теорію стандартів якості і показників якості. Ганін активно працював над підвищенням якості продукції в Україні та вніс вагомий внесок у розвиток стандартизації.

М. Чубинський – вітчизняний вчений, який вніс значний внесок у розвиток теорії стандартизації та

управління якістю. Він розробив систему управління якістю виробництва, яка включає процедури контролю якості, внутрішню сертифікацію та стандартизацію процесів. Роботи Чубинського стали важливим внеском у вдосконалення системи якості в Україні.

А. Іванов – відомий український науковець, який присвятив своє життя дослідженню якості та стандартизації. Він розробив методику оцінки якості продукції, включаючи аналіз відхилень від стандартів якості та визначення причин дефектів. Роботи Іванова стали основою для вдосконалення системи управління якістю в Україні.

В. Едвардс – американський вчений, який започаткував революцію в якості і управлінні в Японії після Другої світової війни. Він розвинув концепцію управління якістю, включаючи поняття статистичного контролю якості та кругообігу ПДКА (планування, реалізація, контроль, дія). Демінга принципи і методи вплинули на якість виробництва не тільки в Японії, але й у всьому світі.

Д. Міжен – американський вчений, відомий як один з батьків управління якістю. Він вніс великий внесок у розвиток теорії якості, розробив концепцію «тріохметрового контролю» (планування якості, контролю якості та покращення якості) і підкреслив важливість залучення керівників до управління якістю.

Ф. Кросбі – американський вчений, автор концепції «нульових дефектів» і програми «Якість - це

безкоштовно». Він наголошував на важливості попередження дефектів, а не їх виправлення, і розробив систему управління якістю, спрямовану на забезпечення високої якості на всіх етапах виробництва.

Г. Фоджерті та Г. Роміг – американські вчені, які розвинули статистичні методи контролю якості і статистичне управління процесами. Вони розробили методи контролю якості на основі статистичного аналізу даних і внесли значний внесок у практику стандартизації та управління якістю.

Ш. Шінго – японський інженер, відомий своїм внеском у розвиток системи виробництва Тойоти та концепції «покращення без витрат» (kaizen). Він розробив багато інноваційних методів та інструментів, таких як SMED (однохвилинна обмін підготовки) і Рока-Йоке (профілактика дефектів), що сприяли поліпшенню якості та ефективності виробництва.

Ці вчені лише декілька з численних особистостей, які внесли вагомий внесок у теорію і практику стандартизації та управління якістю. Їхні ідеї, концепції та методи стали основою для багатьох сучасних підходів до управління якістю та стандартизації.

Однією з актуальних проблем, які потребують вирішення, є розробка моделей, які забезпечать передбачення якості та безпеки продукції на основі ефективності технологічних процесів. Ця проблема має велике практичне значення і є важливою для розвитку промисловості (Rozbytska, 2021).

Крім того, важливо розробляти методи оцінки функціонування інтегрованих систем управління на переробних підприємствах сільського господарства, звертаючи увагу на якість та кількісні аспекти (Antoniv and Rozbytska, 2019; Samoilichenko et al., 2022).

Метою даної роботи є розробка та впровадження інтегрованої системи управління технологічними процесами з метою забезпечення ресурсозбереження та забезпечення безпеки молочних продуктів.

Методи дослідження щодо системи менеджменту якості

Для встановлення основних показників системи управління, які служать для оцінки та виявлення ризиків, були використані методи дослідження, що враховують характеристики харчового (молокопереробного) підприємства (Yasnolob et al., 2019).

З урахуванням впливу на технологічні процеси виробництва харчових продуктів значної кількості неконтрольованих факторів, які можуть змінювати свої параметри та мати випадковий характер, виникає необхідність періодичного виявлення ризиків та оцінки їх впливу на систему управління. Під час проведення дослідження було обрано та належним чином обґрунтовано основні методи, спрямовані на оперативне управління ризиками в інтегрованій системі управління харчовим (молокопереробним) підприємством. Задля оцінки цих методів була сформована група експертів з відповідними знаннями та

досвідом у цій галузі, які визначили основні переваги та недоліки цих методів, а також обґрунтували доцільність їх застосування на харчових підприємствах (згідно з ISO 31000:2018).

Основні методи ідентифікації небезпечних факторів та оцінки їх впливу на харчове (молокопереробне) підприємство включають наступні:

1) Метод Делфі (Delphi method) є одним зі способів прогнозування або збору експертних думок для прийняття рішень. Цей метод зазвичай використовується в ситуаціях, коли немає достатньої кількості об'єктивних даних або коли необхідно оцінити майбутні події або тренди.

Він включає ітеративний процес збору і обробки інформації від групи експертів. Основна ідея полягає у тому, щоб отримати консенсусну думку з використанням анонімних опитувань та обміну інформацією між експертами.

Даний метод дає можливість систематизувати думки експертів, виявити тенденції та знайти консенсусне рішення або прогноз. Він широко використовується у багатьох галузях, таких як менеджмент, технологічне прогнозування, стратегічне планування та інші, де потрібно зробити прогнози умовної невизначеності.

2) Опитувальний листок має свої переваги, оскільки питання, на які потрібно дати відповідь, не вимагають спеціальної підготовки персоналу. Однак, він також має свої недоліки: питання, на які потрібно дати відповідь, не стимулюють

респондентів виявляти особливості ризиків, які виходять за межі заданих питань. Раціональною буде використання опитувального листка для виявлення небезпек, які будуть враховані під час оцінки ризиків.

3) Аналіз первинної документації є процесом вивчення і оцінки документів, що містять первинну інформацію про певну сферу діяльності. Цей метод зазвичай застосовується для отримання детального розуміння ситуації або проблеми шляхом аналізу документів, які були створені або зібрані в рамках цієї діяльності.

Метод аналізу первинної документації є важливим інструментом для досліджень, планування бізнесу, оцінки ризиків та прийняття рішень на основі достовірних даних. Він дозволяє отримати об'єктивну інформацію, встановити зв'язки між фактами та виявити ключові аспекти питання, що досліджується.

4) Аналіз організаційної структури підприємства є методом вивчення та оцінки внутрішньої організації і розподілу функцій і відповідальностей на підприємстві. Цей метод дозволяє дослідити, як взаємодіють структурні одиниці підприємства, як розподіляються ролі та влада, як формується ланцюг керування та комунікації.

5) Аналіз технологічних процесів та технологічних потоків допомагає виявити можливості для підвищення ефективності виробництва, скорочення часу циклу, поліпшення якості продукції та зниження витрат. Він також дозволяє підприємству

виробляти конкурентоспроможні продукти та адаптуватися до змін у виробничому середовищі.

6) Інспекційні перевірки - це процес проведення офіційної перевірки або огляду певних аспектів, діяльності або об'єктів з метою забезпечення дотримання правил, стандартів, нормативів або законодавства. Ці перевірки можуть здійснюватися урядовими органами, регуляторними організаціями, професійними асоціаціями або іншими відповідними установами.

Вони забезпечують дотримання стандартів безпеки, якості та відповідності правилам у різних галузях, таких як харчова промисловість, медицина, будівництво, екологія та інші. Вони сприяють підвищенню рівня впевненості громадськості у якості продуктів і послуг, а також допомагають уникнути можливих ризиків або проблем.

7) Причинно-наслідкова діаграма Ісікави, також відома як діаграма «Рибка» або «Діаграма Ішікави», є методом візуалізації та аналізу причинно-наслідкових зв'язків між факторами, що призводять до певного результату або проблеми. Цей метод допомагає ідентифікувати та візуалізувати різні можливі причини, що призводять до певної ситуації, і допомагає зосередитися на головних факторах, які можуть бути впливовими.

Даний метод є ефективним інструментом для аналізу причинно-наслідкових зв'язків, сприяє глибокому розумінню проблеми та допомагає зосередитися на головних

факторах, які можуть бути вирішальними для досягнення успіху.

8) Інструмент HAZOP (Hazard and Operability Study) є методом систематичного аналізу потенційних небезпек і вимог безпеки в індустрії. Він використовується для ідентифікації і оцінки ризиків, пов'язаних з технологічними процесами, технічним обладнанням або системами. HAZOP дозволяє ідентифікувати потенційні небезпеки, зменшити ризики та покращити безпеку в промислових процесах. Цей метод застосовується в багатьох галузях, включаючи хімічну промисловість, нафтову і газову промисловість, фармацевтику, електроенергетику та інші, де безпека є критичним аспектом.

9) Дерево рішень, також відоме як дерево варіантів або дерево прийняття рішень, є графічним інструментом, який використовується для візуалізації послідовності рішень і їх наслідків. Воно допомагає аналізувати альтернативи та оцінювати ризики та можливі наслідки прийнятих рішень. Дерево рішень складається з вузлів, які представляють рішення та їх можливі варіанти, і гілок, які показують наслідки вибраних варіантів. Зазвичай дерево рішень має початковий вузол, який представляє вихідне рішення, і кінцеві вузли, які представляють кінцеві результати.

10) Статистичні методи - це набір інструментів та технік, які використовуються для збору, аналізу та інтерпретації даних з метою розуміння явищ, встановлення відношень та розробки узагальнень на

основі об'єктивних числових даних. Дані методи є важливим інструментом для обробки та інтерпретації даних, а також для підтримки обґрунтованого прийняття рішень.

Основні методи якісного оцінювання ризиків на харчовому підприємстві включають:

НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points) - це систематичний підхід до ідентифікації, оцінки та контролю ризиків у харчовому виробництві. НАССР визначає критичні контрольні точки, де можуть виникнути ризики, та встановлює міри контролю для їх усунення або зниження. Цей метод вимагає документування процесів та процедур з метою забезпечення безпеки харчових продуктів.

Аналіз небезпек (Hazard Analysis) - метод, що використовується для ідентифікації потенційних небезпек на харчовому підприємстві. Він оцінює характеристики харчових продуктів, процесів виробництва, умов зберігання та транспортування з метою визначення можливих ризиків для здоров'я споживачів.

Аналіз критичних точок (Critical Point Analysis) - метод дозволяє виявити та оцінити критичні точки виробничого процесу, де можуть виникнути ризики. Це допомагає встановити необхідні контрольні заходи та процедури для запобігання ризикам і забезпечення безпеки харчових продуктів.

Аналіз небезпечних факторів (FMEA - Failure Mode and Effects Analysis) - метод використовується для ідентифікації потенційних

небезпек та оцінки наслідків відмов харчового процесу або обладнання. FMEA оцінює імовірність виникнення відмов та їх вплив на безпеку та якість харчових продуктів.

Експертна оцінка (Expert Assessment) – метод залучає експертів зі спеціалізованої галузі для оцінки ризиків на харчовому підприємстві. Експерти використовують свої знання та досвід, щоб ідентифікувати потенційні ризики, встановити їх пріоритетність та розробити рекомендації щодо управління ними.

Аналіз інцидентів та недоліків (Incident and Deficiency Analysis) - метод аналізує інциденти, які сталися на харчовому підприємстві, а також виявляє недоліки, що були виявлені під час внутрішнього контролю та перевірок. Аналіз цих інцидентів та недоліків допомагає виявити причини та проблемні аспекти, які потребують вдосконалення.

Аналіз трендів та статистичний контроль - метод використовує статистичні дані для виявлення трендів та змін в ризиках на харчовому підприємстві. Він включає аналіз даних про якість продукції, результати внутрішніх та зовнішніх аудитів, звіти про споживачів тощо. Аналіз трендів допомагає виявити зміни ризиків та прийняти необхідні заходи для управління ними.

Аналіз попереджувальних систем (Early Warning Systems) - метод використовує систему спостереження та виявлення небезпек, щоб запобігти виникненню серйозних проблем на харчовому підприємстві. Він включає розробку

та встановлення механізмів спостереження, що дозволяють оперативно виявляти зміни в ризиках та приймати відповідні заходи.

Аналіз інформаційних джерел - метод включає пошук, збір та аналіз інформації з різних джерел, таких як наукові дослідження, законодавство, стандарти, технічні звіти тощо. Це допомагає харчовому підприємству оцінити ризики, що впливають з нових технологій, інгредієнтів, законодавчих змін тощо.

Аналіз взаємодії з постачальниками та споживачами - метод включає оцінку ризиків, пов'язаних з постачальниками сировини та матеріалів, а також споживачами харчових продуктів. Він враховує ступінь контролю, якість та надійність постачальників, а також сприйняття споживачів щодо безпеки та якості продуктів (Rogoskii et al., 2020).

Ці методи допомагають харчовим підприємствам оцінити та управляти ризиками, пов'язаними з безпекою та якістю харчових продуктів. Вони дозволяють виявити потенційні небезпеки, встановити контрольні міри та прийняти необхідні заходи для забезпечення безпеки споживачів та дотримання вимог стандартів та регулюючих органів.

За результатами проведених досліджень встановлено, що використовуючи вищезазначені рекомендації неможливо виконати завдання, які були визначені на початку нашого дослідження.

Розглянемо наукові підходи до кількісного оцінювання ризиків в харчовій промисловості:

Аналіз небезпек та критичних контрольних точок (Hazard Analysis and Critical Control Points, HACCP), метод оцінює потенційні небезпеки, пов'язані з харчовим виробництвом, і визначає критичні контрольні точки, які потрібно контролювати для запобігання ризикам.

Аналіз ризиків та критичних керуючих точок (Risk Analysis and Critical Control Points, RACCP), метод поєднує аналіз ризиків з підходом HACCP. Він допомагає ідентифікувати потенційні ризики, оцінює їх вплив та розробляє стратегії контролю (Can Saglam, Yildiz Çankaya and Sezen, 2021).

Метод визначення кількісного ризику (Quantitative Risk Assessment, QRA), метод використовує математичні моделі та статистичні дані для оцінки ризиків, пов'язаних з різними аспектами харчового виробництва, такими як бактеріальне забруднення, хімічні речовини тощо.

Метод аналізу вразливості продукції (Vulnerability Assessment), метод допомагає ідентифікувати потенційні вразливості в харчовому ланцюжку та оцінює ймовірність виникнення ризикових ситуацій.

Скорингові моделі ризику, використовуються для призначення числових оцінок ризику різним аспектам харчового виробництва на основі відповідних показників і факторів.

Метод експертних оцінок є одним з популярних підходів до збору та аналізу даних в контексті

прийняття рішень. Він використовується для оцінки ймовірностей, прогнозування результатів або ранжування альтернатив за допомогою думок експертів, які мають відповідні знання і досвід у певній галузі.

Важливо враховувати, що даний метод має свої обмеження, такі як суб'єктивність оцінок та можливість впливу неправильних або неадекватних думок експертів. Тому, перед використанням цього методу, важливо вибрати компетентних та надійних експертів і ретельно провести процес оцінювання.

Кореляційний аналіз досліджує статистичну залежність між змінними і визначає ступінь їх взаємозв'язку. Регресійний аналіз, з свого боку, використовується для побудови математичної моделі, що описує залежність між однією залежною змінною і однією або більше незалежними змінними.

Даний метод широко використовується в харчовій промисловості, що дозволяє досліджувати і розуміти статистичні зв'язки між різними змінними і знаходити практичне застосування цієї інформації.

Кваліметричний метод - це метод вимірювання та оцінки якості явищ, процесів, продуктів або послуг за допомогою кваліметрів, тобто спеціально розроблених інструментів для збору та обробки якісної інформації.

Метод багатокритеріальної оптимізації дозволяє шукати компромісні рішення, які забезпечують найкращу можливу

компромісну точку між кількома критеріями. Це може включати пошук Парето-ефективних рішень, що є такими рішеннями, які неможливо поліпшити по одному критерію, не погіршивши інші критерії. Інші методи багатокритеріальної оптимізації використовують ваги або функції корисності для ранжування рішень залежно від їхньої відповідності кожному критерію.

Метод аналізу ієрархій (MAI) - це математичний метод прийняття рішень, розроблений Томасом Сааті, який дозволяє ранжувати та вибирати альтернативи в залежності від їхньої значимості для багатокритеріальних задач.

MAI базується на ідеї розбиття складних проблем на більш прості складові, які представлені у вигляді ієрархії критеріїв і підкритеріїв. Проблема розбивається на рівні, починаючи з вищого рівня цілей і закінчуючи нижчим рівнем альтернатив. Ієрархія показує відношення між критеріями та їх вагомість відносно вищих рівнів.

Карта потоків (також відома як Value Stream Map або VSM) - це інструмент, що використовується в методології Lean для аналізу та вдосконалення процесів. Вона дозволяє візуалізувати потік матеріалів та інформації в процесі виробництва або надання послуг.

Карта потоків дає змогу ідентифікувати непотрібні кроки, затримки, втрати та надмірні запаси в процесі. Вона допомагає виділити основні етапи процесу, визначити час, необхідний для виконання кожного

кроку, та ідентифікувати можливі покращення.

Впровадження та ефективність інтегрованої системи управління

Складання основного списку потенційних небезпек та їх основних характеристик, які можуть становити загрозу для побудови інформаційної системи управління (ІСУ), з метою виявлення зовнішніх і внутрішніх факторів, що можуть негативно впливати на безпеку молочних продуктів та енергоефективність їх виробництва. Також, визначення основних показників ІСУ та оцінка його результативності та ефективності у впливі на технологічні процеси на дослідному молокопереробному підприємстві. Нище представлені фактори, які мають суттєвий вплив:

Забруднення середовища – агрохімікати, відходи виробництва із забрудненими речовинами, неконтрольоване скидання відходів можуть негативно впливати на якість сировини для виробництва молочних продуктів та спричиняти забруднення довілля.

Недотримання гігієнічних стандартів – недостатній контроль за умовами зберігання і транспортування молочних продуктів, неправильна обробка та санітарія можуть призвести до розмноження бактерій, вірусів та інших патогенних мікроорганізмів, що загрожує безпечності продуктів.

Відсутність контролю якості – недостатня система контролю якості на різних етапах виробництва молочних продуктів може призвести

до випуску продукції низької якості або з дефектами, що може негативно вплинути на безпеку споживачів.

Енерговитратні процеси виробництва – використання енергоємних технологій та обладнання в процесі виробництва молочних продуктів може призводити до великої витрати енергії, що не ефективно з точки зору енергозбереження.

Недостатня утилізація відходів – некоректна або недостатня утилізація відходів виробництва молочних продуктів може мати негативний вплив на навколишнє середовище. Накопичення відходів може призвести до забруднення ґрунту, води або повітря, що загрожує екологічній стійкості.

Зміни клімату, що може впливати на доступність сировини для виробництва молочних продуктів, якості пасовищ, водних ресурсів та загрозувати стійкості аграрного сектору.

Технологічні виклики – високий рівень автоматизації та використання новітніх технологій можуть створювати ризики для безпечності молочних продуктів. Недостатня кваліфікація персоналу, технічні збої, а також проблеми з кібербезпекою можуть негативно позначитися на якості та безпеці продукції.

Зміни в споживацьких перевагах – зміни в смакових уподобаннях, збільшення популярності альтернативних молочних продуктів (наприклад, рослинних) можуть вплинути на попит на традиційні молочні продукти, вимагаючи переорієнтації

виробництва та змін у виробничих процесах.

Регуляторні вимоги – зміни в законодавстві та регуляторному середовищі, які стосуються безпеки харчових продуктів, можуть вимагати від виробників молочних продуктів впровадження нових стандартів і вимог, що впливають на виробничі процеси та витрати.

Зазначені фактори підкреслюють важливість ефективного управління ризиками, використання передових технологій, дотримання вимог стандартів якості та безпеки, а також впровадження енергоефективних практик для забезпечення безпеки молочних продуктів і збереження енергії.

Для проведення досліджень було створено команду фахівців, яка складалась з провідних спеціалістів у галузі молокопереробки, що володіють необхідними знаннями та мають досвід роботи. Основними завданнями аудиту були ідентифікація можливих загроз безпеці та визначення заходів для їх усунення або зменшення.

Для цього була створена група експертів із провідних спеціалістів у досліджуваній галузі, а саме молокопереробній, що мають необхідні знання й досвід. Основний аналіз почався з оцінки наявних процесів та систем на переробному підприємстві. Під час проведення аудиту, шляхом опитування та візуальної оцінки, а також шляхом вивчення спеціалізованої науково-технічної літератури, експерти скомпілювали список потенційно небезпечних факторів, які можуть

виникнути на будь-якому етапі технологічного процесу (Miedviedieva et al., 2019).

Дана інтегрована система управління розроблена з метою зниження впливу бізнес-середовища на рівень безпеки. Зокрема, вона спрямована на підвищення рівня безпеки молочної продукції та енергоефективності всіх технологічних процесів. Це досягається не лише завдяки знанням, вмінням та спеціальним навичкам працівників підприємства, але й за допомогою науково-методичної підтримки та врахуванням відповідних досліджень.

Шляхом застосування відповідних наукових методів ідентифікації небезпек було проведено системний аналіз на молокопереробному підприємстві. Цей аналіз дозволив експертам встановити та класифікувати внутрішні та зовнішні небезпечні фактори, які негативно впливають на безпечність виробництва молочної продукції та енергозбереження загалом на маслозаводі. У процесі

цього дослідження були визначені характеристики цих небезпечних факторів. Для оцінки їх важливості був використаний метод ранжування за 100-бальною шкалою, де кожній ідентифікованій небезпеці була призначена оцінка. Цей аналіз дозволив нам виявити блок оцінюваних небезпек на маслозаводі, які були класифіковані на двох рівнях, про які ми подальше розглянемо. (Bal-Prylypko et al., 2022).

Після ідентифікації небезпечних факторів, було проведено оцінювання можливих наслідків цих подій та ймовірності їх виникнення. Оцінювання проводилося двома способами: якісним аналізом і кількісним аналізом, що включав врахування коефіцієнта узгодженості думок експертів (Stadnyk et al., 2021).

Під час аналізу отриманих оцінок від експертів, виявилася необхідність визначити ступінь згоди - конкордацію - між їхніми думками стосовно факторів, що впливають на кінцевий результат. За результатами цього дослідження було побудовано графічну модель ІСУ (Рис. 1).

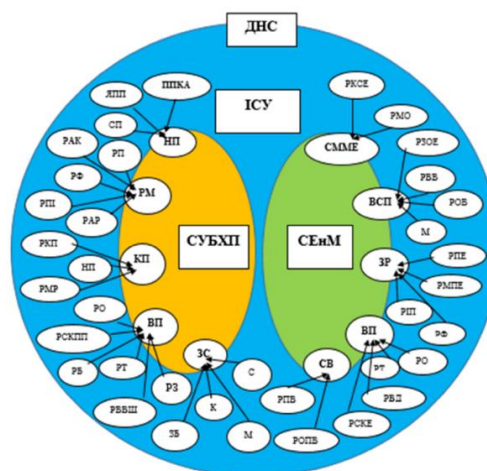


Рисунок 1. Модель управління молокопереробного підприємства, яка має кілька рівнів інтеграції, розроблена з урахуванням впливу бізнес-середовища.

Дослідження впливу факторів базується на використанні методів регресійного аналізу. Для проведення аналізу були здійснені експериментальні дослідження, які включали опитування експертів (Рис. 2). Експертна оцінка була отримана шляхом заповнення експертного

листа, розробленого згідно з планом Бокса-Бенкіна. У цьому листі експерти відповідали на запитання, що стосуються системи управління біологічною харчовою продукцією (СУБХП), використовуючи 100-бальну шкалу для оцінки ситуації.

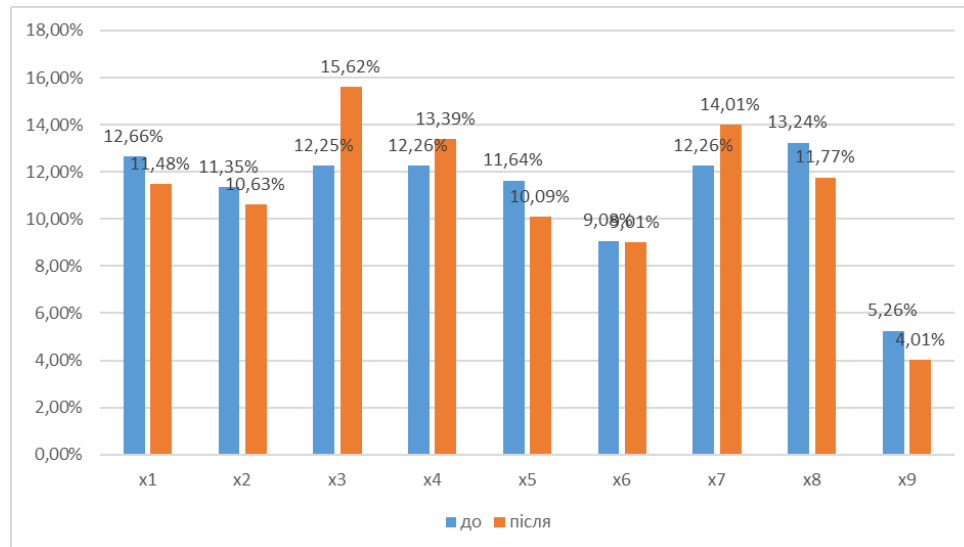


Рисунок 2. Пріоритети, які відображають значення важливості різних чинників.

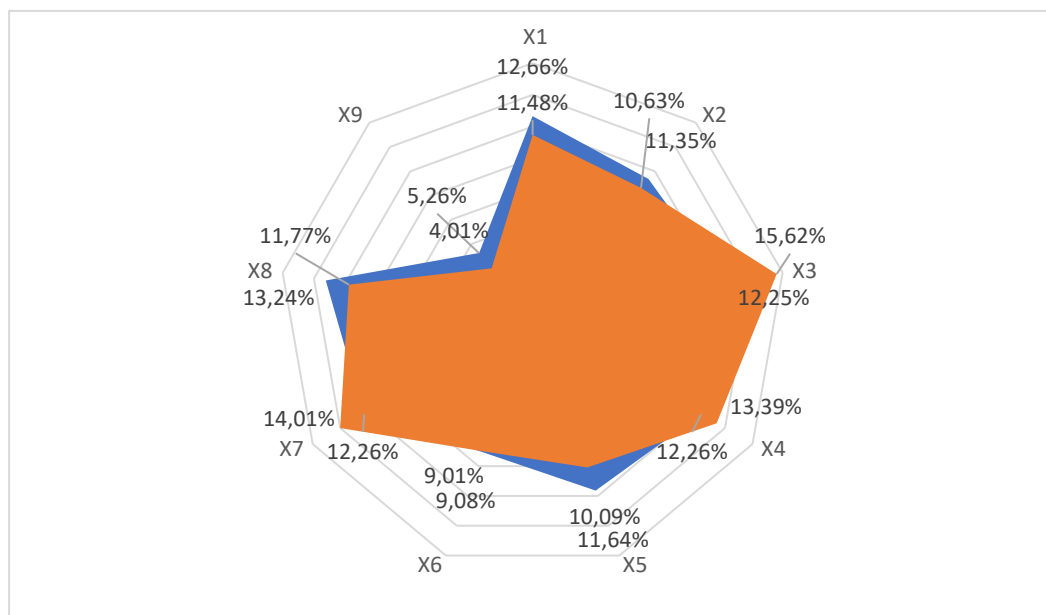


Рисунок 3. Інтегрована система управління, яка об'єднує різні компоненти з метою забезпечення єдності та ефективності управління.

За допомогою регресійних моделей, побудованих на основі результатів опитування експертів, були створені відповідні моделі, що відображають залежність між оцінками експертів та впливом дев'яти факторів на інтегровану систему управління (ІСУ). Експерти оцінювали важливість цих факторів до та після впровадження системи ІСУ, і їхні оцінки були використані для розробки моделі.

За допомогою розробленої моделі було проведено оцінку важливості та ступеня впливу чинників на результуючу ознаку. Серед найважливіших чинників (у порядку важливості) виявилися Х3, Х7, Х4, Х8, Х1, Х2, Х5, Х6, Х9, а також взаємодія між Х1-Х5 та Х2-Х3. Аналіз регресійної моделі показав, що після впровадження ІСУ змінився ступінь впливу окремих чинників. Наприклад, ступінь впливу Х1 зменшився з 12,66% до 11,48%, ступінь впливу Х7 збільшився з 12,26% до 14,01%, а ступінь впливу Х3 значно зросла з 12,25% до 15,62% (Рис. 3).

Висновки

В роботі була розглянута актуальна науково-прикладна задача, пов'язана з розробкою методичних і нормативних засад для впровадження ІСУ на базі стандартів ISO. Ця розробка дозволяє підвищити рівень безпечності харчових продуктів і енергоефективність молокопереробних підприємств в Україні.

Запровадження системи управління енергоспоживанням та

проведення енергоаудиту для молокопереробних підприємств відкрили нові можливості для оптимізації контролю, координації контрольних заходів та зниження енерговитрат. Це підходящий інструментарій, який сприяє зменшенню витрат і поліпшенню управління енергією.

Запропоновано раціональний підхід до вибору набору інструментів для кращого контролю й ефективного управління енерговитратами.

Розроблено і введено в дію інноваційну систему рейтингових оцінок енергоефективності молокопереробних підприємств на основі математичного моделювання.

Встановлено, що застосування даної системи забезпечує зниження енерговитрат на 5% і дозволяє об'єктивно оцінювати та порівнювати рівень енергоефективності між різними підприємствами.

Проведено детальний аналіз впливу потенційних небезпечних чинників на системи управління та розроблено типовий алгоритм для виявлення та аналізу ризиків в інтегрованій системі управління, що дозволить своєчасно ідентифікувати ризики і розробляти відповідні стратегії та заходи для їх управління.

При реалізації інтегрованої системи управління технологічними процесами з метою забезпечення ресурсозбереження та безпечності молочних продуктів можна вивчати наступні напрями для подальших досліджень:

► *оптимізація процесу виробництва*, дослідження можуть спрямовуватися на знаходження

оптимальних параметрів технологічних процесів, які забезпечують ефективне використання ресурсів, таких як енергія, вода, сировина. Дослідження можуть включати розробку нових методів контролю та регулювання процесів, що дозволять знижувати витрати ресурсів без втрати якості продукції;

- *використання нових технологій*, дослідження можуть бути спрямовані на впровадження нових технологій у виробничий процес, наприклад, використання автоматизації, штучного інтелекту (AI) та машинного навчання (ML). Це може допомогти покращити моніторинг, контроль та оптимізацію процесів в реальному часі, що призведе до зменшення втрат ресурсів та підвищення безпеки продукції;

- *аналіз та прогнозування даних*, використання аналітичних методів та моделей для обробки та аналізу великих обсягів даних може допомогти виявити закономірності та тренди у виробничих процесах. Це дозволить приймати обґрунтовані рішення щодо оптимізації процесів,

прогнозування попиту на продукцію та управління ризиками;

- *вдосконалення системи контролю якості*, дослідження можуть бути спрямовані на розробку нових методів та технологій контролю якості молочних продуктів. Це може включати розробку швидких та точних аналітичних методів для виявлення забруднень чи дефектів, а також використання технологій трасованості, щоб забезпечити безпеку та якість продукції на кожному етапі виробництва;

- *екологічні аспекти*, дослідження можуть бути спрямовані на зменшення негативного впливу виробництва молочних продуктів на навколишнє середовище. Це може включати розробку енергоефективних технологій, використання відновлюваних джерел енергії, утилізацію відходів та впровадження енергоощадних систем водо збереження.

Ці напрями досліджень можуть сприяти покращенню ефективності виробництва, зменшенню витрат ресурсів, підвищенню якості та безпеки молочних продуктів та збереженню навколишнього середовища.

References

Antoniv, A. D., & Rozbytska, T. V. (2021). Analysis of hazardous factors related to foodstuffs in a retail establishment. *Animal Science and Food Technology*, 12(3). <https://doi.org/10.31548/animal2021.03.008>

Bal-Prylypko, L., Nikolaenko, M., Stepasyuk, L., Cherednichenko, O., Lialyk, A. (2022). Forecasting the sale price of pork in agricultural enterprises. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal* 8(4), 170–187

<https://doi.org/10.51599/are.2022.08.04.08>

Can Saglam, Y., Yildiz Çankaya, S. Sezen, B. (2021). Proactive risk mitigation strategies and supply chain risk management performance: an empirical analysis for manufacturing firms in Turkey. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(6), 1224-1244.

International Organization for Standardization. (2014). *Social Accountability International* (SAI Standard No. SA 8000:2014).

International Organization for Standardization. (2015). *Quality management systems – Requirements* (ISO Standard No. 9001:2015).

International Organization for Standardization. (2018). *Energy management systems – Requirements* (ISO Standard No. 50001:2018).

International Organization for Standardization. (2018). *Food safety management systems – Requirements for any organization in the food chain* (ISO Standard No. 22000:2018).

International Organization for Standardization. (2018). *Guidelines for auditing management systems – Requirements* (ISO Standard No. 19011:20018).

International Organization for Standardization. (2015). *Environmental management systems – Requirements* (ISO Standard No. 14001:2015).

ISO Guide 72:2001. Guidelines for the justification and development of management system standards – *Requirements*.

ISO 31000: 2018 Risk management – *Guidelines*.

Kytaiev, A., Chala, N., & Androsoy, Y. (2020). Failures of energy policy in Ukraine in the context of energy security priorities. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal*, 23(3), 111–124. <https://doi.org/10.33223/epj/127509>

Medvedeva N., Sukhenko V., Levitskyi M., Sukhenko Yu. (2019). International standardisation and technical support of energy efficiency of enterprises. NUBiP of Ukraine, Kyiv.

Nikolaienko, M., Bal-Prylypko, L. (2020). Development of an integrated food quality management system. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences* 14, 862–873. <https://doi.org/10.5219/1434>

Osei Tutu, B., & Anfu, P. O. (2019). Evaluation of the food safety and quality management systems of the cottage food manufacturing industry in Ghana. *Food Control*, 101, 24–28. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.02.028>

Pereira, A., Leal, P., Silva, L., & Pena, A. (2022). Risk assessment of nickel through Portuguese homemade baby foods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 114, 104855. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104855>

Rogoskii, I., Mushtruk, M., Titova, L., Snezhko, O., Rogach, S., Blesnyuk, O., Rosamaha, Y., Zubok, T., Yeremenko, O., & Nadtochiy, O. (2020). Engineering management of starter cultures in the study of temperature of fermentation of sour-milk drink with apiproducs. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 14, 1047–1054. <https://doi.org/10.5219/1437>

Rozbytska T.V. (2021) Development and implementation of an integrated management system of the technological process to ensure resource conservation and safety of dairy products. (Publication No.26.004.015) [Ph.d dissertation, NULES of Ukraine].

Samoilichenko, O., Priadko, O., Mokiichuk, V., Pashchenko, N., Bal-Prylypko, L., Slyva, Y., Tkachuk, V., Silonova, N., Nikolaienko, M., & Rozbytska, T. (2022). The impartiality of conformity assessment bodies is an integral component of the food safety management system. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 16, 765–776. <https://doi.org/10.5219/1784>

Stadnyk, I., Bodnarchuk, O., Kopylova, K., Petrov, P., Bal-Prylypko, L., & Narizhnyy, S. (2021). Modification of the properties of milk-fat emulsions with the phase structure of “oil in water” in the dependence on the mass part of the lipoid and the stabilizing systems. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 15, 741–748. <https://doi.org/10.5219/1389>.

Yasnolob, I., Chayka, T., Gorb, O., et al. (2019). Using resource and energy-saving technologies in agricultural production as a direction of raising the energy efficiency of rural territories. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(1), 244-250.

Отримано в редакцію 28.10.2023 р., прийнято до публікації 20.11.2023 р.