

**ВСП «Харківський торговельно-економічний фаховий коледж
Державного торговельно-економічного університету»**

**Циклова комісія харчових технологій, готельно-ресторанної справи
та туризму**

Кулік Марія Сергіївна

ПІБ здобувача

КУРСОВА РОБОТА

**Характеристика та аналіз технологічного процесу виробництва згущеного
молока**

тема

Навчальна
дисципліна

Технології харчових виробництв

назва навчальної дисципліни

Ступінь освіти

Бакалавр

фаховий молодший бакалавр, молодший бакалавр, бакалавр

Галузь знань

18 Виробництво та технології

шифр і назва галузі знань

Спеціальність

181 Харчові технології

код і найменування спеціальності

Освітньо-професійна
програма

Ресторанні технології

назва освітньо-професійної програми

Академічна група

ТХБ-1-22

назва академічної групи

Харків, 2025 рік

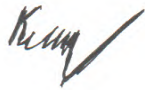
ДОПУЩЕНО ДО ЗАХИСТУ

Керівник:

Золотухіна Олена Олександрівна, викладач циклової комісії харчових технологій, готельно-ресторанної справи та туризму, спеціаліст вищої категорії

Робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Здобувач :



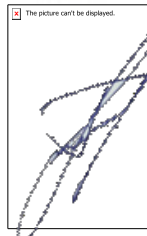
М. Кулік

Підсумкова оцінка: _____ 95 _____ (балів)

Члени комісії з захисту:



О. Золотухіна



К. Гібкін

**ВСП «Харківський торговельно-економічний фаховий коледж
Державного торговельно-економічного університету»**

Циклова харчових технологій, готельно-ресторанної справи та туризму

Кулік Марія Сергіївна

ПІБ здобувача

ЗАВДАННЯ НА КУРСОВУ РОБОТУ

Навчальна
дисципліна

Технології харчових виробництв

назва навчальної дисципліни

Тема роботи

Характеристика та аналіз технологічного процесу
виробництва згущеного молока

тема курсової роботи

Термін подання
завершеної роботи

26.05.25-07.06.25 р.

фаховий молодший бакалавр, молодший бакалавр, бакалавр

Графік виконання роботи

Виконання роботи за розділами	Термін виконання
Вибір та затвердження теми	03.03 – 15.03.2025
Добір та аналіз літератури за обраною темою	17.03 – 22.03.2025
Складання плану курсової роботи	24.03 – 29.03.2025
Написання вступу та I розділу	31.03 – 19.04.2025
Написання проектної частини (II розділ) курсової роботи	21.04 – 10.05.2025
Написання висновків та пропозицій, оформлення курсової роботи	12.05 – 24.05.2025
Подання курсової роботи керівнику для рецензування (для рекомендації до захисту)	26.05 – 07.06.2025
Захист курсової роботи	09.06 – 14.06.2025

Завдання видав

Науковий керівник,
спеціаліст вищої категорії



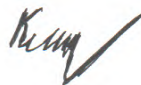
Олена ЗОЛОТУХІНА

(підпис)

« ____ » _____ 2025 р.

Завдання отримав

Здобувач



(підпис)

М. Кулік

ПІБ здобувача

« ____ » _____ 2025 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	2
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ ПЕРЕРОБКИ ЗГУЩЕНОГО МОЛОКА	4
1.1. Загальна характеристика, класифікація та асортимент продукції переробки згущеного молока.....	4
1.2. Дослідження та аналіз технологічних процесів виробництва на прикладі різних видів продукції.....	8
1.3. Економічні та екологічні аспекти технології переробки згущеного молока	12
РОЗДІЛ 2. МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ.....	2
2.1. Розробка декомпозицій і принципової технологічної схеми виробництва продукції з згущеного молока	16
2.2. Аналіз рецептурного складу та технологічної схеми виробництва продукції. Визначення вимог до якості готового продукту.....	19
ВИСНОВКИ	24
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	26

ВСТУП

Актуальність теми. Переробка згущеного молока є одним із ключових напрямів функціонування сучасної молокопереробної галузі, що забезпечує створення широкого асортименту готової продукції з високими органолептичними, поживними та зберігальними характеристиками. Продукти на основі згущеного молока, зокрема з додаванням цукру, користуються стабільним попитом серед споживачів завдяки простоті використання, поживній цінності та універсальності застосування. Зростає зацікавленість у мінімізації впливу на довкілля, зниженні енергоспоживання та втрат сировини, що потребує комплексного дослідження технології з позицій економічної доцільності, санітарно-гігієнічної безпеки та ресурсозбереження.

Виробництво згущеного молока передбачає складну технологічну схему, що включає етапи пастеризації, гомогенізації, концентрації, охолодження та фасування, кожен з яких впливає на властивості кінцевого продукту. Залежно від сировинної бази, способів згущення, типів добавок та упаковки, формується різноманіття видів продукції - від класичного згущеного молока до інноваційних десертів на його основі. Сучасні наукові підходи акцентують на застосуванні принципів НАССР, впровадженні енергозберігаючих установок, використанні мембранних методів згущення та екологічно орієнтованих рішень. У працях Григи О.В., Бойка В.В., Карпюка Я.М. висвітлюються питання автоматизації процесу, модернізації устаткування, зниження витрат енергії та забезпечення стабільної якості продукції. Дослідження Берника І.М., Гроцького В. та Закржевської А.В. свідчать про актуальність економічної оцінки витрат, управління якістю і безпечністю технологічного циклу. Водночас залишається потреба у моделюванні ефективних схем виробництва, адаптованих до сучасних вимог законодавства, технічних регламентів та споживчих очікувань.

Об'єктом дослідження є сучасні технології переробки згущеного молока в умовах промислового виробництва.

Предметом дослідження є асортимент, рецептурні й технологічні особливості продукції переробки згущеного молока, а також вимоги до якості готового продукту в умовах сучасних виробничих процесів.

Мета дослідження полягає у всебічному аналізі сучасного стану, технологічних схем і рецептурних рішень у виробництві продукції зі згущеного молока, з урахуванням економічних, екологічних і якісних параметрів.

Для досягнення поставленої мети передбачається розв'язати такі завдання:

- охарактеризувати асортимент, класифікаційні ознаки та споживчі властивості продукції на основі згущеного молока;
- дослідити технологічні процеси виробництва на прикладі різних видів продукції переробки згущеного молока;
- проаналізувати економічні та екологічні фактори, що супроводжують сучасні технології переробки;
- розробити принципову схему виробництва продукції з урахуванням стадій обробки, контролю якості та рецептурного складу;
- здійснити аналіз складу та технологічних особливостей виробництва, сформулювати вимоги до якості готового продукту.

Методи дослідження. У роботі використано аналітичний, описовий, порівняльний та структурно-функціональний методи. Проведено аналіз нормативної документації, діючих технологічних карт, галузевих стандартів та інструкцій. Метод технологічного моделювання застосовано для побудови принципової схеми виробництва продукції.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, двох розділів, п'яти підрозділів, висновків і списку використаних джерел.

РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ ПЕРЕРОБКИ ЗГУЩЕНОГО МОЛОКА

1.1. Загальна характеристика, класифікація та асортимент продукції переробки згущеного молока

Продукція переробки згущеного молока становить самостійну групу концентрованих молоковмісних систем, що поєднують у собі властивості традиційного молока та структурно змінених харчових субстратів. На відміну від рідкого молока, концентровані форми, зокрема згущене молоко, є результатом видалення вологи шляхом термічної концентрації, в умовах часткового збереження біохімічної активності білків, жирів і вуглеводів. Сам процес згущення змінює термодинамічний стан дисперсної системи, призводячи до підвищення осмотичного тиску, що, своєю чергою, забезпечує мікробіологічну стабільність і пролонговану безпечність при зберіганні без додаткового стерилізаційного навантаження. Типологія такої продукції базується на зміні цукру, режимі термічної обробки, структурно-реологічних властивостях і наявності домішок або ароматизаторів. Продуктові модифікації у рамках цього кластеру включають згущене молоко з цукром, без цукру, зі зниженою масовою часткою жиру, зі смаковими добавками (какао, кава, фруктові концентрати), з додатковим білковим або жировим підсиленням, а також реконституйовані варіанти на основі сухих компонентів [3, с. 9].

Основний класифікаційний розподіл продукції переробки згущеного молока орієнтується на масову частку сахарози, що безпосередньо впливає на осмотичну активність і, як наслідок, на мікробіологічну безпеку. Традиційне згущене молоко з цукром містить від 43 до 46% сахарози, що є бар'єрним чинником для розвитку патогенних мікроорганізмів. Водночас альтернативні форми без додавання цукру потребують стерилізаційної обробки або застосування комбінованих консервувальних технологій, таких як УНТ-нагрів або асептичне пакування. Окрема група - це згущене молоко з пониженим вмістом жиру, де жирова фаза частково заміщується вуглеводневими або

білковими матрицями, збереження яких забезпечується за рахунок використання емульгаторів та стабілізаторів типу карагенану, гуарової камеді або модифікованого крохмалю. Ці варіанти демонструють більш стабільну в'язкість і знижений рівень калорійності, що робить їх привабливими для споживачів із дієтичними обмеженнями. Присутні також спеціалізовані форми згущених продуктів, адаптовані для функціонального харчування, зокрема для дитячого, спортивного або клінічного вжитку, де введення додаткових нутрієнтів - таких як лактулоза, пребіотики, омега-3 кислоти чи ізольовані молочні білки - підвищує біологічну цінність кінцевого продукту [8, с. 24].

Асортимент сучасних згущених молочних продуктів, представлений на ринку України, демонструє як традиційні форми, так і інноваційні технологічні рішення з розширеним спектром функцій. Базові позиції охоплюють класичне згущене молоко з цукром, яке виготовляється з нормалізованого пастеризованого молока шляхом вакуумного упарювання при зниженому тиску. У таких умовах випаровується близько 60% вологи, після чого продукт фасується в металеві або багат шарові полімерні контейнери. Дедалі ширше представлені позиції зі смаками: какао, кави, вершкової карамелі, полуничні або чорничні наповнювачі, зокрема у вигляді компаундів, додаються до основної маси перед фасуванням або під час охолодження. Присутні також продукти з термічно карамелізованою фазою - варене згущене молоко, у якому частина цукру вступає в реакцію Майяра з білками, створюючи складний ароматичний профіль та змінюючи колір у бік насиченого бурштинового. Такі продукти використовуються у кондитерській промисловості, зокрема у виробництві тістечок, тортів, кремів та десертів. Водночас окрема лінійка - це реконституйовані продукти на основі сухого знежиреного молока або молочного білка, де в'язкість та солодкість регулюється не лише введенням цукру, але і термодинамічними параметрами при гомогенізації [7, с. 16].

Імпортований асортимент згущеного молока часто представлений модифікованими формулами, які враховують специфіку національного смаку,

нормативного регулювання та умов логістики. У європейських країнах домінує тенденція до зниження вмісту цукру та жиру, активного використання замінників лактози й введення рослинних аналогів. Особливо поширеними є продукти на основі кокосового чи мигдалевого молока з додаванням стабілізованих емульсій, що імітують смак класичного згущеного молока. Такі формати є поширеними у сегменті *vegan-friendly* продуктів. У США асортимент включає продукти з підвищеним вмістом білка, зокрема на основі концентрованого молочного білка або ультрафільтрованого молока, що дозволяє створювати кремові текстури з мінімальним використанням жиру. Ринок Південно-Східної Азії представлений широкою лінійкою згущених продуктів з екзотичними смаками: манго, тамаринд, матча. Часто такі продукти фасуються у порційні пакети, що пристосовані до використання у вуличній гастрономії. В Японії, Китаї, Таїланді активно розвивається сегмент згущених систем для *bubble tea*, де згущене молоко виступає базою для напоїв із додаванням тапіоки, фруктових соків і барвників. У цих варіаціях важливу роль відіграє стабільність емульсійного стану при низьких і високих температурах [12, с. 14].

На технологічному рівні формування асортименту згущених продуктів передбачає поєднання класичних процесів упарювання, гомогенізації, термізації, ферментативної стабілізації й ароматичного модулювання. У виробництві згущеного молока з цукром важливим є контроль рівня сухих речовин у кінцевому продукті - він коливається у межах 74–76% і визначається за показниками рефрактометрії або вагового аналізу після випарювання. У системах без цукру проводиться стерилізація при температурі понад 115 °С, що забезпечує відсутність спор патогенних мікроорганізмів. Введення какао або кави потребує попереднього диспергування інгредієнта у частині жирової фази для уникнення осадження. При цьому стабільність колоїдної системи регулюється гомогенізацією на двоступеневих установках, де тиск першого ступеня забезпечує розмір жирових глобул менше 2 мкм, а другий ступінь зменшує піноутворення. Для вареного згущеного молока окрема технологічна

стадія передбачає витримку готового продукту при температурі 120–130 °С протягом 20–30 хвилин, що сприяє карамелізації та утворенню специфічних смакоароматичних сполук [5, с. 22].

Згущене молоко також може бути продуктом сухого типу - як цільномолочні, так і знежирені форми з вмістом жиру до 26%. Сухі концентрати, виготовлені методом розпилювального сушіння, потім можуть бути відновлені до рідкої форми із заданими параметрами в'язкості, солодкості й аромату. У таких системах технологи мають змогу створювати рецептури з регульованим співвідношенням білка й жиру, оптимізуючи їх під потреби певних галузей - від хлібопекарської до ресторанного сегменту HoReCa. Молочні концентрати з підвищеним умістом білка використовуються для створення функціональних барів, паст, начинок, де висока пластичність і термостабільність мають вирішальне значення. У певних нішах продукція згущеного типу застосовується у вигляді попередньо стабілізованих компонентів для автоматизованих кавових машин, де забезпечується точне дозування й швидка розчинність навіть у холодній воді. У цьому випадку рецептури орієнтовані на високу емульгованість і відсутність розшарування при багатократному циклі охолодження-нагріву [10, с. 34].

З погляду нормативної бази, в Україні виробництво та маркування згущеного молока регламентується державними стандартами (ДСТУ 4274:2003, ДСТУ 2903:2005), які встановлюють вимоги до органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників. Відповідно до цих стандартів, згущене молоко повинне мати однорідну консистенцію, відсутність осаду, сторонніх запахів і присмаків, вміст білка не нижче 7%, жиру - залежно від типу - 8,5% або більше. Окремо визначається перелік допустимих добавок: стабілізаторів, загусників, ароматизаторів, які повинні мати відповідні сертифікати безпечності згідно з нормами технічного регламенту харчових продуктів. У рамках євроінтеграції та гармонізації норм із законодавством ЄС, українські виробники дедалі частіше переходять на маркування відповідно до вимог Codex Alimentarius, де додатково

регламентуються питання алергенності, наявності ГМО, трансізомерів жирних кислот і рівня забруднювачів - таких як важкі метали чи мікотоксини.

1.2. Дослідження та аналіз технологічних процесів виробництва на прикладі різних видів продукції

Технологічний процес виробництва згущеного молока являє собою складну послідовність фізико-хімічних та біохімічних перетворень, у межах яких молочна сировина проходить стадії глибокої обробки, модифікації її структурно-функціональних властивостей і стабілізації в новому агрегатному стані. Виробничий цикл передбачає поступовий перехід від нестабільної природної дисперсної системи до контрольованої термодинамічно стабільної фази з подовженим терміном зберігання та регульованими органолептичними характеристиками. Основним конструктивним елементом усієї технології є баланс між дегідратацією (упарюванням), стабілізацією білково-жирової матриці та забезпеченням сенсорної якості продукту. Розпочинається процес із приймання та первинної підготовки молока, яке проходить фільтрацію, сепарування та нормалізацію - тобто вирівнювання масової частки жиру до заданого рівня відповідно до рецептури. Цей етап передбачає застосування пластинчастих теплообмінників для нагрівання до температури 35–45 °С, що оптимізує умови для наступної сепарації та підвищує ефективність жировиділення. Водночас здійснюється стандартизація за вмістом сухих речовин і білків, дещо змінюючи реологічні параметри системи [2, с. 12].

Наступним етапом є пастеризація нормалізованої суміші - зазвичай у діапазоні 85–95 °С з витримкою 10–15 секунд, що забезпечує інактивацію мікрофлори, ферментів та стабілізацію білкових структур. Це необхідно для запобігання коагуляції білків під час упарювання, де температура системи може досягати 60–70 °С при зниженому тиску. Після пастеризації суміш надходить у вакуум-апарати або вакуум-випарні установки, які працюють у кілька корпусів для підвищення енергоефективності процесу. Тут відбувається основне згущення, в межах якого видаляється 55–60% вологи. При зниженому

тиску точка кипіння знижується до 45–50 °С, що дозволяє зберегти функціональні властивості молочних білків і мінімізувати небажані зміни кольору чи смаку. Концентрація сухих речовин у результаті досягає 72–75%, в залежності від типу продукції. На цьому етапі важливо забезпечити рівномірність випаровування, контроль показника рефрактометрії та підтримання стабільного тиску в кожному з випарних корпусів. Апаратурне забезпечення містить автоматизовані системи контролю параметрів температури, вакууму та об'ємного витратоміра для динамічного регулювання процесу.

Після досягнення заданої концентрації сухих речовин проводиться охолодження згущеного концентрату до 25–30 °С, що стабілізує систему перед подальшою обробкою. У випадку виробництва згущеного молока з цукром наступним етапом є додавання розчину сахарози. Цукор заздалегідь розчиняється в деаерованій воді з температурою 65–70 °С до концентрації 60–65% та вносяться до концентрату в співвідношенні, яке забезпечує кінцевий вміст сахарози на рівні 43–46%. Після змішування суміш піддається гомогенізації при тиску 15–20 МПа, що забезпечує стабільність емульсії, знижує ризик відстоювання жирової фази та запобігає утворенню кристалів лактози. Процес гомогенізації є ключовим для регуляції текстурних властивостей та забезпечення стабільності продукту під час тривалого зберігання. Відтак відбувається охолодження до температури кристалізації - зазвичай до 10–12 °С, після чого суміш витримується у спеціальних резервуарах протягом 6–12 годин для формування кристалічної структури. Правильне кристалізаційне моделювання дозволяє уникнути надмірного зростання кристалів лактози, що забезпечує однорідність консистенції та рівномірний блиск продукту [1, с. 10].

У разі виробництва згущеного молока без цукру технологія зазнає певної модифікації: після основного етапу згущення не відбувається внесення сахарози, а стабільність досягається через стерилізацію. Такий продукт направляється до УНТ-установки, де обробляється при температурі 135–140

°C упродовж 4–6 секунд, після чого негайно охолоджується до температури пакування. Асептичне середовище й стерильне пакування у багатошарові контейнери дає змогу досягти тривалого терміну зберігання без додавання консервантів. Виготовлення вареного згущеного молока базується на термічному карамелізуванні сахарози й реакції Майяра між лактозою та аміногрупами білків. Для цього використовується високотемпературна витримка згущеної суміші при 120–130 °C упродовж 30–60 хвилин у закритих резервуарах з мішалками. В результаті відбувається утворення меланоїдинів - полімерних речовин бурого кольору, що формують насичений аромат, колір і смаковий профіль. В'язкість продукту після варки змінюється, і для її стабілізації можуть бути введені колоїдні агенти - карагенан або модифікований крохмаль.

При виробництві згущеного молока з додаванням какао, кави чи фруктових концентратів до рецептури додаються попередньо підготовлені смакові компоненти. Какао-порошок диспергується в частині жирової фази для рівномірного розподілу й запобігання осадженню. У випадку фруктових наповнювачів застосовуються пюре або екстракти, які стабілізуються за допомогою натуральних загусників - пектину, альгінату натрію або желатину, залежно від типу фруктів. Такі системи потребують особливої обережності щодо термічного навантаження: висока температура може спричинити денатурацію ароматичних сполук або зміну кольору наповнювача. Саме тому введення добавок здійснюється на заключному етапі перед фасуванням. Комбіновані продукти з додаванням білкових або рослинних компонентів (соєвого, вівсяного білка) потребують попередньої ферментативної обробки, зокрема за допомогою протеаз або трансглютамінази, що дозволяє змінити реологічні властивості і забезпечити інтеграцію гетерогенних фаз у єдину матрицю. У цьому разі формуються високостабільні системи, придатні для охолодження, заморожування або використання в якості наповнювачів у десертах.

Технологічне оснащення сучасних підприємств, які виготовляють згущене молоко, охоплює багаторівневі комплекси з автоматизованим управлінням. Установки вакуумного упарювання можуть бути вертикальними (типу КУВ) або горизонтальними багатокорпусними, що дозволяє варіювати кратність згущення та швидкість виведення вологи. У гомогенізаторах високого тиску використовуються керамічні клапани, здатні витримувати агресивні середовища та забезпечувати рівномірну диспергацію навіть при високій концентрації сухих речовин. Охолоджувальні установки з динамічними мішалками, обладнані автоматичними регуляторами температури та в'язкості, дозволяють точно моделювати параметри кристалізації. Важливою технологічною ланкою є системи дозування добавок: багатокomпонентні змішувачі з вакуумною дегазацією та ультразвуковим контролем в'язкості гарантують точне дозування та уникнення фазового розшарування [11, с. 68].

Порівняльний аналіз технологічних схем виробництва різних видів згущеного молока демонструє значну варіативність параметрів у залежності від кінцевої рецептури. У класичній моделі зі згущенням і додаванням цукру визначальним є контроль в'язкості на рівні 2000–2500 мПа·с, що досягається шляхом моделювання температурного профілю під час охолодження. У продуктах без цукру головним завданням є мікробіологічна безпека, тому тут акцент робиться на асептичність процесу. У комбінованих продуктах важливим є синергетичний ефект від взаємодії білків, жирів та стабілізаторів. Такі технології потребують тонкого балансу термодеструкції й реологічної стабільності. Багато виробників застосовують системи прогнозування текстури на базі візкозиметричних моделей, що дозволяє формувати продуктові лінійки із заданими характеристиками для різних ринкових ніш. Виробництво спеціалізованих форм - наприклад, для морозива або кондитерських виробів - передбачає наявність функціонального резерву в рецептурі, що дозволяє зберігати стабільність продукту при подальшій термічній або механічній обробці. З урахуванням цього, до рецептур додають

структуроутворювачі - мікрокристалічну целюлозу, казеїнат натрію, білкові гідролізати, які виконують функції загусників, емульгаторів та модифікаторів текстури.

1.3. Економічні та екологічні аспекти технології переробки згущеного молока

Економічна ефективність переробки згущеного молока безпосередньо залежить від трьох взаємопов'язаних факторів: витрат на сировину, витрат на енергоресурси, а також рівня технологічних втрат і здатності підприємства до реутилізації побічної продукції. Сировинна складова є домінантною у структурі собівартості - вартість молока-сировини на вході формує до 65–70% загальної калькуляції. За даними виробників, для отримання 1 тонни згущеного молока з масовою часткою сухих речовин 74% потрібно щонайменше 2,4–2,7 тонни нормалізованого молока. Це обумовлено втратами при упарюванні, втратами маси при гомогенізації та невиробничими відходами при переході між партіями. При середній закупівельній ціні на молоко 12–14 тис. грн/т, лише сировинна складова в структурі готового продукту становить понад 30 тис. грн. На додачу, підприємства змушені враховувати сезонну варіативність вартості молока, яка може досягати $\pm 15\%$ в залежності від періоду року. Щоб зменшити вплив сировинних коливань, деякі виробники впроваджують технологію часткової реконституції, комбінуючи свіже молоко з сухим знежиреним молоком (СЗМ) або молочним білком - це дає змогу стабілізувати фізико-хімічні параметри та зменшити обсяг закупівлі сировини [6, с. 17].

Значну частину змінних витрат становить енергозабезпечення, особливо з огляду на специфіку випарювання води при зниженому тиску. Упарювання є надзвичайно енергоємним етапом, і на випаровування 1 кг води у вакуумі витрачається в середньому 0,22–0,25 кВт·год. Враховуючи, що для виробництва 1 т згущеного молока потрібно видалити понад 1500–1600 кг води, сумарні енерговитрати на упарювання становлять приблизно 350–400

кВт·год на тонну готової продукції. Крім того, додаються витрати на електроенергію для роботи гомогенізаторів (10–12 кВт·год/т), пастеризаторів (25–30 кВт·год/т), насосного обладнання, автоматизованих систем мішання, охолодження та фасування. У підсумку, сукупна енергоємність виробництва 1 т готового продукту перевищує 500–550 кВт·год, а при середній вартості енергії на рівні 5,5–6 грн/кВт·год цей компонент у структурі собівартості наближається до 3000–3500 грн/т. Зниження енергоспоживання можливе за рахунок впровадження багатокорпусних випарних систем з повторним використанням вторинної пари, систем рекуперації тепла та теплообмінників із протитечійним принципом. Деякі підприємства переходять на комбіновані джерела енергії, включаючи біомасу, технологічний біогаз, отриманий із побічних продуктів, або сонячну енергію для підігріву теплоносіїв, що дозволяє знизити енергетичну залежність і підвищити ресурсну автономність виробництва [9, с. 11].

Вартісна оцінка утилізації побічної продукції тісно пов'язана з обсягами технологічних втрат та організацією замкнених циклів у межах підприємства. У процесі виробництва згущеного молока утворюється щонайменше три категорії відходів: промивні стоки після обробки обладнання, залишки концентрату при переході між партіями та осадки білкової фракції при аварійних зупинках. Усі ці залишки можуть становити до 1,5–2% загального обсягу продукту. Їх утилізація потребує відповідної системи сепарації та нейтралізації, що передбачає механічне фільтрування, відстоювання, ферментативне розкладання органіки або застосування біореакторів із мікрофлорою активного мулу. Практика показує, що модернізація очисних споруд дозволяє зменшити витрати на утилізацію до 50%, а за наявності інфраструктури анаеробного бродіння частину органіки можна перетворювати на біогаз - джерело енергії або теплоносія. Економічна ефективність такого підходу залежить від концентрації COD (хімічного споживання кисню) в стоках - при рівні понад 4000 мг/л біогазогенерація стає доцільною. У той же час залишки жиру, що потрапляють у стічні води, можуть спричинити

надмірне навантаження на флору очисних систем, тому передбачаються фільтри-гравітаційні пастки або флотатори.

З екологічного погляду виробництво згущеного молока належить до категорії харчових технологій із помірним рівнем забруднення, однак при недотриманні регламентів можуть виникати істотні навантаження на ґрунт, воду та атмосферу. Основними джерелами впливу є надмірна витрата води, теплові викиди та скиди органіки в каналізаційні системи. На виробництво 1 т згущеного молока витрачається в середньому 7–10 м³ технічної води, з яких близько 60% - на миття обладнання, а решта - на охолодження. В умовах дефіциту водних ресурсів, підприємства впроваджують рециркуляційні схеми водопостачання, закриті контури охолодження та мембранні технології очищення. Зокрема, нанофільтрація та ультрафільтрація дозволяють видаляти з води білки, жири, лактозу, бактерії, роблячи її придатною для технічного повторного використання. Іншим екологічно значущим фактором є викиди CO₂ та летких органічних сполук під час роботи котлів, генераторів і при термообробці. Для скорочення цих викидів використовуються газоочисні установки, багатоступеневі скрубери та каталізатори окиснення. Підприємства, які мають у своєму складі ТЕЦ на біомасі або комбіновані установки з когенерацією, можуть скоротити викиди CO₂ до 35–40% від базового рівня.

Потенційні ризики утилізації жирових залишків, молочної сироватки та концентратів білка полягають у можливому зростанні бактеріального навантаження на стічні системи, що здатне призвести до розмноження анаеробної мікрофлори та виникнення неприємного запаху. Тому застосовуються методи попереднього окиснення (озонування, хлорування), ферментативного попереднього гідролізу та ультразвукової деструкції. Сучасні установки дозволяють не лише знижувати навантаження на екосистему, але й перетворювати відходи на цінну вторинну сировину. Залишки лактози використовуються у виробництві кормів для тварин, пробіотиків, а також як субстрат для біотехнологічного синтезу органічних

кислот. Молочний шлам після фільтрації може бути використаний у виробництві компосту або біоенергетичних пелетів. В межах циркулярної економіки такі рішення дозволяють не тільки зменшити вплив на довкілля, але й генерувати додаткову економічну вартість на кожному з етапів.

Ще одним важливим аспектом є маркування й логістика, які безпосередньо впливають на обсяг вторинного пластику та інших пакувальних матеріалів. Використання комбінованих пакувань типу Tetra Pak, які не завжди можуть бути перероблені локально, створює додаткове навантаження на систему поводження з відходами. У зв'язку з цим провідні виробники переходять на монотипові матеріали - поліетиленові, поліпропіленові чи целюлозні контейнери з біоорієнтованими бар'єрними шарами. Це не лише спрощує утилізацію, але й забезпечує відповідність критеріям Life Cycle Assessment (LCA). Логістичні схеми також підлягають оптимізації - зменшення кількості фасувальних одиниць, упровадження поворотної тари, використання палет з переробленого полімеру та оптимізація транспортування для зменшення викидів CO₂ [4, с. 7].

Таким чином, економічна та екологічна логіка виробництва згущеного молока перебуває у стані глибокої трансформації, де на перший план виходять питання ресурсоефективності, вторинного використання побічних потоків, енергетичної незалежності та біоінженерної модифікації залишків. Оптимізація собівартості вже не зводиться лише до зменшення витрат - це складна система багаторівневого керування ланцюгами створення вартості, де враховуються не лише прямі економічні вигоди, а й довготривалі екологічні наслідки, сталість постачання сировини, нормативні вимоги та інституційні ризики. У такому середовищі ефективність вимірюється не лише у гривнях за тонну, а в коефіцієнтах енергетичної ємності, кількості повторно використаної води, частці реутилізованих відходів і обсязі компенсованих викидів. І саме це наближає технологію переробки згущеного молока до моделі індустрії 5.0 - персоналізованої, екологічно чутливої, заснованої на інтелектуальній аналітиці та етичній відповідальності.

РОЗДІЛ 2. МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ

2.1. Розробка декомпозицій і принципової технологічної схеми виробництва продукції з згущеного молока

Процес моделювання виробництва згущеного молока передбачає детальне технолого-логістичне структурування всіх стадій обробки молочної сировини, починаючи з її приймання і завершуючи формуванням готової до споживання продукції. Виробнича модель має бути розгорнутою у вигляді послідовних ланцюгів технологічних дій, що охоплюють прийом сировини, її очищення, термічну стабілізацію, концентрацію сухих речовин, стабілізацію структури та забезпечення мікробіологічної стійкості. У якості об'єкта декомпозиції розглядається виробнича лінія, яка функціонує на основі механізмів безперервного потоку, синхронізованих через автоматизовану систему керування [18, с. 22].

Горизонтальне розгортання логіки технологічної послідовності дає змогу чітко встановити межі відповідальності кожної ланки: від лінії приймання сировини, де первинно перевіряється органолептична відповідність і кислотність, до секції термостатування, в якій відбувається пастеризація при температурі 85–95 °С, а згодом – випарювання вологи з використанням багатокорпусних вакуумних випарювачів. Останні функціонують у режимі зниженого тиску (близько 0,09 МПа), що дозволяє зберігати термолабільні компоненти, зокрема вітаміни групи В і С, не допускаючи карамелізації лактози. Стадія гомогенізації, що відбувається при тиску 12–15 МПа у високонапірному гомогенізаторі, забезпечує диспергування жирових глобул і формування стабільної емульсійної матриці. Фінальний етап - охолодження до температури 10–12 °С - необхідний для зниження мікробіологічної активності, і саме тут починає формуватись структура майбутнього продукту як стабільної в'язкої маси з прогнозованою реологією.

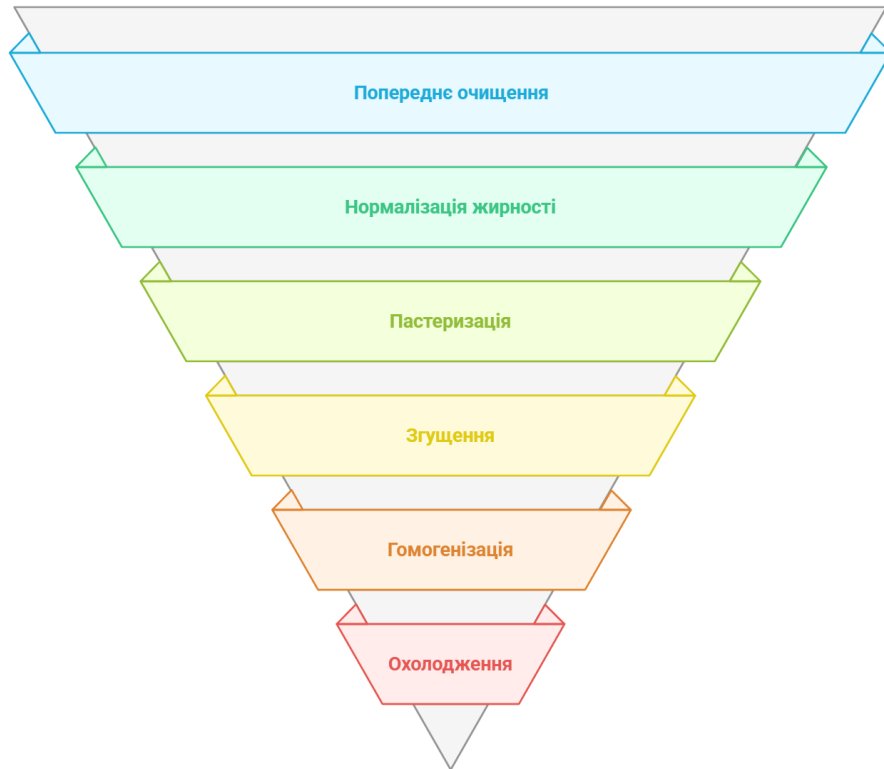


Рис. 2.1 Горизонтальна декомпозиція технологічної системи

Деталізована ієрархічна декомпозиція технологічного процесу дозволяє перейти від загального опису до рівня апаратурної взаємодії та енергетичних параметрів окремих секцій. У першому ступені моделювання виділяють блок приймання сировини, що включає фільтрацію через металеві сітки з діаметром отворів до 200 мкм, проміжне зберігання в охолоджувальних танках місткістю 10 м³ і подальшу подачу насосами з мембранною амортизацією на секцію нормалізації. На цьому етапі застосовують сепаратори-нормалізатори, що забезпечують підтримку стабільного вмісту жиру на рівні 8,5 % у відповідності до рецептурної вимоги. Далі молоко надходить до пастеризаційного блоку, де в пластинчастому теплообміннику типу ВПУ-500 відбувається швидке нагрівання до температури 92 °С із витримкою 20 секунд. Потім продукт передається у випарювальну секцію, де відбувається випаровування води. Випарювання проводиться у трикорпусній вакуумній установці, що працює за принципом протитечії - пара з першого корпусу використовується як теплоносій у другому, що суттєво знижує споживання

пари. Контроль густини проводиться рефрактометричним методом безпосередньо у потоковому режимі. Далі продукт проходить гомогенізацію в установці високого тиску, після чого охолоджується в пластинчастому охолоджувачі з гліколевим контуром. Температура знижується до 10 °С за 60 секунд, що забезпечує миттєву стабілізацію текстури [17, с. 4].



Рис. 2.2 Ієрархічна декомпозиція технологічної схеми (на прикладі виробництва згущеного молока)

На підставі розробленої технологічної схеми виконується формалізація кожної операції у вигляді принципової блок-схеми, яка відображає послідовність переходів, тип обладнання та режим функціонування. Структура схеми розпочинається з молокоприймального резервуара, далі йде блок грубої очистки, насосна станція з частотним перетворювачем, сепаратор з контролем густини, теплообмінник, вакуум-випарник, гомогенізатор і, на завершення, фасувальна секція з автоматом типу АФ-3. Усі компоненти з'єднані між собою трубопроводами з харчової нержавіючої сталі AISI 316L, що має стійкість до молочних кислот та легко піддається санітарній обробці. Робота лінії координується через SCADA-систему з використанням ПЛК Siemens Simatic S7, що дозволяє здійснювати візуалізацію температурних і

тискових режимів у реальному часі. Зчитування показників проводиться через термопари типу ТХА і тензодатчики в зонах гомогенізації. Завдяки застосуванню сенсорної діагностики забезпечується безперервний контроль усіх критичних точок виробництва (Critical Control Points - ССР), згідно з вимогами НАССР. Особливістю такої моделі є її адаптивність - у разі зміни сировинного потоку або рецептурних вимог, окремі вузли схеми можуть бути переналаштовані без потреби повного демонтажу лінії [14, с. 9].

Інтеграція декомпозицій і блок-схем у єдину модель виробництва дозволяє здійснювати точкове регулювання якісних показників на кожному етапі. Наприклад, відхилення температури пастеризації на ± 2 °С здатне вплинути на термін зберігання згущеного молока на 15–20 %, що обумовлено активізацією або інактивацією залишкових ферментів. Аналогічно, зміна ступеня гомогенізації впливає на стабільність емульсії: при тиску нижче 10 МПа можливе розшарування під час зберігання, при тиску вище 18 МПа - руйнування білкових структур і випадіння осаду. Врахування цих даних дозволяє автоматично коригувати режими роботи, мінімізуючи втрати і відхилення від нормативної якості. Також у межах технологічної моделі враховується енергетичний баланс: застосування теплоутилізаційних рішень у вакуумному випарюванні дозволяє знизити витрати пари на 30–35 %, що робить процес більш рентабельним і екологічно прийнятним. Тому моделювання в такому форматі дозволяє одночасно вирішувати технічні, економічні й екологічні завдання виробництва, створюючи основу для його подальшої оптимізації та масштабування на промислових потужностях.

2.2. Аналіз рецептурного складу та технологічної схеми виробництва продукції. Визначення вимог до якості готового продукту

У межах аналітичного етапу моделювання технологічної системи виробництва згущеного молока ключовим завданням стає ретельне дослідження рецептурного складу, що передбачає не лише фіксацію масової частки основних інгредієнтів, а й визначення їх функціонального

навантаження у формуванні структурно-реологічних, сенсорних та мікробіологічних властивостей кінцевого продукту. У традиційній рецептурі основу складає високоякісне нормалізоване коров'яче молоко з масовою часткою жиру в межах 8,5 %, яке виконує роль емульгованої білково-жирової фази, відповідальної за консистенцію та насиченість смаку. Другим компонентом є кристалічна сахароза, що виконує роль консерванта завдяки створенню високого осмотичного тиску, а також забезпечує солодкий смак і знижує водоактивність середовища. [15, с. 6].

Таблиця 2.1

Аналіз рецептурного складу продукту, що є об'єктом дослідження

Найменування рецептурних компонентів	Роль компонента у формуванні структури	Вимоги до якості рецептурних компонентів
Незбиране молоко	Основна білково-жирова основа	Кислотність 16–18 °Т, жирність не менше 3,4 %, щільність не менше 1027 кг/м ³
Сахароза	Осмотичний стабілізатор, підсолоджувач	Вологість не більше 0,1 %, чистота не менше 99,8 %
Аскорбат натрію	Антиоксидант, стабілізація кольору	Погоджено з ТУ, чистота не менше 98 %
Регулятор кислотності (лактат натрію)	Балансування рН	Дозоване використання, рН стабілізація в межах 6,2–6,6

У рецептурах з подовженим терміном зберігання до складу додають регулятори кислотності (лактат натрію, цитрат калію), стабілізатори (камедь рожкового дерева, карагенан), антиоксиданти (аскорбат натрію), які не лише підтримують фізико-хімічну стабільність, а й модулюють процеси кристалізації лактози в готовому продукті. У процесі розроблення рецептурної карти здійснюється розрахунок теоретичної вологи, вмісту сухих речовин, індексу редуції маси, а також визначаються допустимі межі відхилень для кожного інгредієнта. Сировина має відповідати параметрам, встановленим у ДСТУ 4274:2003, ДСТУ 3662:2018, Технічному регламенті щодо безпечності молока і молочних продуктів. Визначення допустимого рівня кислотності сировини (до 18 °Т), мікробіологічного фону (не більше 300 тис. КУО/см³) і

стабільності білково-жирового комплексу є умовою для допуску партії до виробництва [19, с. 11].

Таблиця 2.2

Аналіз технологічної схеми виробництва згущеного молока

Найменування етапу	Найменування операції	Режими, параметри	Фізико-хімічні зміни
Приймання сировини	Приймання та охолодження молока	$t = 4-6\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\tau \leq 1$ год	Зменшення бактеріального навантаження, збереження свіжості
Попередня обробка	Сепарація	$t = 40-45\text{ }^{\circ}\text{C}$, обертання 8000 об/хв	Відокремлення жиру, нормалізація
Теплова обробка	Пастеризація	$t = 85-95\text{ }^{\circ}\text{C}$, витримка 20 с	Інактивація ферментів, знищення патогенної мікрофлори
Згущення	Випарювання	$t = 60-70\text{ }^{\circ}\text{C}$, тиск = 0,08–0,1 МПа	Випаровування вологи, підвищення концентрації сухих речовин
Структурування	Гомогенізація	тиск = 12–15 МПа	Формування стійкої емульсії, рівномірність консистенції
Фінальна обробка	Охолодження	$t = 10-12\text{ }^{\circ}\text{C}$	Стабілізація структури, зменшення активності ферментів
Фасування і зберігання	Дозування та запаювання тари	Стерильне середовище, автоматичне	Збереження стерильності, запобігання забруднення

Рецептурний аналіз пов'язаний із контролем функціонально-технологічних показників сировини, які впливають на перебіг кожного етапу технологічної обробки. Молоко з підвищеним вмістом іонів кальцію або надлишковою кислотністю може викликати нестабільність білкової матриці під час пастеризації, що унеможливить нормальне згущення. Тому доцільно проводити оцінку буферної ємності сировини, ступеня дисперсності жирових глобул, термостійкості казеїнових міцел. У разі виявлення відхилень

допустимим є використання інгібіторів протеолітичної активності або введення стабілізуючих комплексів на основі солей натрію. Підбір технологічних параметрів проводиться з урахуванням рецептурної карти: температури згущення коригуються в межах 60–70 °С залежно від вмісту сухих речовин; швидкість випаровування узгоджується з концентраційною здатністю кожного корпусу випарника; рівень вакууму регулюється для уникнення перегріву. Особлива увага приділяється динаміці утворення кристалів сахарози: при недостатньому перемішуванні або порушенні температурного градієнта можливе надмірне укрупнення кристалів, що негативно впливає на текстуру. Тому введення сахарози повинно відбуватись поетапно, з попереднім підігрівом та контролем в'язкості. Після випарювання здійснюється гомогенізація - технологічний прийом, що забезпечує рівномірність дисперсної структури за рахунок роздрібнення жирових часток до 1,5–2,0 мкм. При цьому тиск у гомогенізаторі задається залежно від в'язкості потоку: для більш в'язкої маси рекомендовано тиск 14–15 МПа. Гомогенізована маса охолоджується до 10–12 °С, що припиняє мікробіологічну активність та забезпечує первинну стабілізацію [20, с. 10].

Наступним етапом є побудова та аналіз технологічної схеми, яка ілюструє взаємозв'язок усіх етапів обробки - від приймання сировини до отримання готового продукту. У цій схемі передбачені основні операційні вузли: ємності для охолодження і зберігання молока, сепаратор-нормалізатор, пастеризаційна установка, випарювальний апарат, гомогенізатор, охолоджувач, фасувальне устаткування. Для кожного вузла в таблицях технологічної карти зазначаються режимні параметри - температура, тиск, тривалість обробки, рівень споживання пари, витрати електроенергії. Для прикладу, в пастеризаторі типу ВПУ-500 температура нагрівання регулюється до 92 °С, витримка складає 20 с, споживання пари - 0,35 кг/л; вакуумний випарник ВУ-3 забезпечує концентрацію при тиску 0,08 МПа, температура кипіння - 65 °С, тривалість випарювання - 30–40 хв. Оцінка ефективності кожного етапу здійснюється за критеріями фізико-хімічних змін: ступінь

зниження вологи, рівень залишкової мікрофлори, стабільність структури [13, с. 7].

Таблиця 2.3

Вимоги до якості готового продукту (згущене молоко з цукром)

Показник	Нормативне значення
Консистенція	Однорідна, в'язка
Колір	Кремово-білий
Смак	Солодкий, без сторонніх присмаків
Аромат	Властивий згущеному молоку
Вміст сухих речовин	Не менше 74 %
Масова частка вологи	Не більше 26 %
Кислотність	Не більше 20 °Т
pH	У межах 6,2–6,6
Загальна мікрофлора	Не більше 10 ³ КУО/см ³
Наявність патогенних мікроорганізмів	Відсутні
Калорійність	330–350 ккал/100 г
Вміст білка	7–8 %

Органолептика оцінюється за такими параметрами, як однорідність консистенції, наявність або відсутність осаду, колір (від кремового до світло-бежевого), смак (без кислинки, без сторонніх присмаків), запах (молочно-солодкий). Усі оцінки проводяться візуально, дегустаційною комісією за 5-бальною шкалою. Фізико-хімічні показники включають масову частку сухих речовин (не менше 74 %), вологи (не більше 26 %), кислотність (до 20 °Т), pH (6,2–6,6), в'язкість (4000–6000 мПа·с), ступінь гомогенізації (відсутність розшарування при зберіганні протягом 30 діб). Для оцінки застосовують методи титрування, рефрактометрії, віскозиметрії, pH-метрії. Мікробіологічні критерії охоплюють загальну кількість мезофільної мікрофлори (не більше 10³ КУО/см³), відсутність патогенів (*E. coli*, *Salmonella spp.*, *Listeria spp.*). Уся продукція проходить тестування згідно з ISO 4833, ISO 6579, ISO 11290. Харчова цінність виражається у співвідношенні макронутрієнтів: білки - 7–8 %, жири - 8–9 %, вуглеводи - 55–60 %.

ВИСНОВКИ

У ході проведеного дослідження було здійснено системний огляд сучасного стану виробництва продукції на основі згущеного молока, із залученням класифікаційного аналізу, технолого-економічної оцінки та моделювання повного виробничого циклу. Було встановлено, що асортимент продуктів переробки згущеного молока охоплює як традиційні формати на основі незбираного молока й сахарози, так і модернізовані рецептури з додаванням стабілізаторів, рослинних компонентів, знежирених фракцій або підвищеним вмістом білків. Таке розширення асортименту пов'язане зі зміною споживчих запитів і зростаючими вимогами до біологічної та енергетичної цінності харчових продуктів. Продукти умовно класифікуються за жирністю (повножирні, знежирені), наявністю підсолоджувачів (цукрові, безцукрові), фізико-хімічною структурою (пастоподібні, текучі, згущені з кристалічною фазою), а також за типом пакування й умовами зберігання. Основною сировиною залишається нормалізоване коров'яче молоко, оброблене з дотриманням вимог щодо мікробіологічної чистоти, кислотності, вмісту сухих речовин і стабільності білково-жирового комплексу. На прикладі типових виробничих ліній було здійснено технічну реконструкцію технологічних процесів, у межах якої проаналізовано структуру апаратурного оснащення, енерговитрати, режими пастеризації, випарювання та фасування. Показано, що найбільші втрати вологи, енергії й якості продукту спостерігаються на стадії згущення, що обумовлює потребу в впровадженні вакуумно-енергоощадних установок з рекуперацією пари. У процесі гомогенізації зафіксовано залежність структури готового продукту від рівня тиску й дисперсності, що вимагає точного регулювання технологічних параметрів із застосуванням автоматизованих ПЛК-рішень.

Під час вивчення економічних і екологічних характеристик встановлено, що впровадження теплоутилізаційних схем і заміна морально застарілих апаратів дозволяє зменшити питомі витрати електроенергії на 28–32 %, а

також знизити обсяг викидів CO₂ на одиницю продукції. Рециркуляція конденсату й використання індукційних систем нагріву сприяє підвищенню екологічної ефективності. Економічна ефективність модернізації розраховувалась із урахуванням циклу амортизації, витрат на обслуговування, окупності за 3–5 років. Моделювання виробничої системи у другому розділі дозволило створити функціональну схему переробки згущеного молока з урахуванням декомпозиційного підходу, в якому було чітко ідентифіковано взаємозв'язок між етапами, їх технічним навантаженням і роллю в формуванні показників якості. Горизонтальна декомпозиція дала змогу узагальнити етапи виробництва, тоді як ієрархічна дозволила деталізувати внутрішню структуру кожної операції. Збудована принципова схема включає основні апарати - охолоджувальні резервуари, сепаратори, пастеризатори, випарники, гомогенізатори, фасувальні автомати - з відповідними технічними характеристиками, температурними режимами та параметрами обробки. У процесі аналізу рецептурного складу встановлено критичний вплив якісних характеристик молока на стабільність структурно-реологічної моделі згущеного продукту.

У підсумку сформульовано набір технічних критеріїв якості згущеного молока, які мають відповідати встановленим показникам згідно з діючими стандартами: масова частка сухих речовин - не менше 74 %, в'язкість - 4000–6000 мПа·с, кислотність - до 20 °Т, відсутність патогенної мікрофлори, калорійність - до 350 ккал/100 г. Пропоновано інтегрувати багаторівневу систему контролю, яка включає сенсорну діагностику, лабораторну перевірку та верифікацію рецептури, що дозволяє в режимі реального часу забезпечувати стабільність параметрів і формувати продукт із прогнозованою якістю. Отримані результати можуть бути використані для розроблення гнучких виробничих систем, здатних адаптуватися до зміни рецептур, обсягу виробництва й технічних умов із мінімальними втратами ресурсів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Берник І. М. Новгородська Н. В. Соломон А. М. Овсієнко С. М. Бондар М. М. Інноваційні технології харчових виробництв. Монографія. Вінниця. 2022. 300 с.
2. Бойко В. В. Розробка системи автоматизації технологічного процесу виробництва згущеного молока. 2021.
3. Грига О. В. Розробка систем автоматизації процесу виготовлення згущеного молока. 2020.
4. Гроцький В. Аналіз небезпечних факторів у технології виробництва молока незбираного згущеного з цукром в умовах Первомайського молочно-консервного комбінату. ОНТУ. 2023.
5. Доценко В. Ф. Кочерга В. І. Технологія продукції ресторанного господарства. Навчально-наочний посібник. Київ. 2019. 292 с.
6. ДСТУ 3008:2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення. URL: https://edu.htek.org.ua/pluginfile.php/76905/mod_resource/content/1/derzhstandart_3008_2015.pdf (дата звернення: 28.03.2025).
7. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. URL: https://edu.htek.org.ua/pluginfile.php/76904/mod_resource/content/1/dstu_8302_2015.pdf (дата звернення: 28.03.2025).
8. Євлаш В. В. Головка М. П. Прісс О. П. Гігієна та санітарія закладів ресторанного господарства. Навчальний посібник. Харків. 2019. 246 с.
9. Закржевська А. В. Розроблення системи управління якістю виробництва згущеного молока з цукром для оператора ринку ТОВ Галіївський молокозавод. 2022.
10. Зубар Н. М. Теоретичні основи харчових виробництв. Підручник. Київ. 2020. 304 с.

11. Карпенко П. О. Притульська Н. В. Оздоровче харчування. Навчальний посібник. Київ. 2019. 628 с.
12. Карпюк Я. М. Електрообладнання і автоматизація технологічного процесу виробництва згущеного молока. 2021.
13. Коренець Ю. М. Клевцов Є. Г. Проектування закладів ресторанного господарства з основами САД. Методичні рекомендації. Кривий Ріг. 2021. 156 с.
14. Павлоцька Л. Ф. Дуденко Н. В. Димитрієвич Л. Р. Основи фізіології гігієни харчування та проблеми безпеки харчових продуктів. Навчальний посібник. Київ. 2019. 441 с.
15. Пигуль Є. В. Розробка системи автоматизації виробництва згущеного молока. 2024.
16. Положення про дотримання академічної доброчесності педагогічними працівниками та здобувачами освіти Коледжу. URL: <https://htek.com.ua/wp-content/uploads/2023/09/1АкДобр.pdf> (дата звернення: 28.03.2025).
17. Положення про курсову роботу у ВСП Харківський торговельно-економічний фаховий коледж ДТЕУ. URL: https://htek.com.ua/wp-content/uploads/2023/04/Курсові_роботи_ХТЕФК_ДТЕУ.pdf (дата звернення: 28.03.2025).
18. Семко Т. В. Іваніщева О. А. Аналіз сучасного стану крафтового виробництва сирів в Україні з елементами НАССР. Scientific Letters of Academic Society of Michal Baludansky. 2019. № 7. Vol. 4. С. 92–95.
19. Сирохман І. В. Якість і безпечність харчової продукції традиційних та інноваційних технологій. Підручник. Львів. 2020. 504 с.
20. Теличкун В. І. Гавва О. М. Теличкун Ю. С. Губеня О. О. Технологічні комплекси харчових виробництв. Навчальний посібник. Київ. 2017. 456 с.