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

Циклова комісія харчових технологій, готельно-ресторанної справи та туризму

Васильєв Максим Анатолійович

ПІБ здобувача

КУРСОВА РОБОТА

Характеристика та аналіз виробництва сиру кисломолочного з відновленого молока

тема

Навчальна дисципліна: Технології харчових виробництв

назва навчальної дисципліни

Ступінь освіти: Бакалавр

фаховий молодший бакалавр, молодший бакалавр, бакалавр

Галузь знань: 18 Виробництво та технологіхї

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

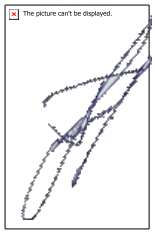
Керівник: Золотухіна Олена Олександрівна, викладач циклової комісії харчових технологій, готельно-ресторанної справи та туризму, спеціаліст вищої категорії

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

Здобувач : М. Васильєв

Підсумкова оцінка: _____75_____ (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

Васильєв Максим Анатолійович

ПІБ здобувача

ЗАВДАННЯ НА КУРСОВУ РОБОТУ

Навчальна дисципліна: Технології харчових виробництв

назва навчальної дисципліни

Тема роботи: Характеристика та аналіз виробництва сиру кисломолочного з відновленого 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 І розділу	31.03 – 19.04.2025
Написання проєктної частини (ІІ 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

М. Васильєв

(підпис) ПІБ здобувача

«___»_____ 2025 р.

ЗМІСТ

ВСТУП 2

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ТА АНАЛІТИЧНІ ОСНОВИ ВИРОБНИЦТВА СИРУ КИСЛОМОЛОЧНОГО З ВІДНОВЛЕНОГО МОЛОКА 5

1.1. Технологічні властивості відновленого молока та його придатність для переробки 5

1.2. Сировинна база, класифікація кисломолочних сирів і нормативні вимоги до їх якості 9

1.3. Стан виробництва кисломолочного сиру в Україні: статистичний аналіз і проблеми розвитку 12

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ І МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА СИРУ КИСЛОМОЛОЧНОГО 17

2.1. Характеристика технологічної схеми виробництва сиру кисломолочного з відновленого молока 17

2.2. Оптимізація технологічних параметрів, добір обладнання та контроль якості на виробництві 21

ВИСНОВКИ 26

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 28

ВСТУП

Актуальність теми. У структурі сучасної молокопереробної промисловості виробництво кисломолочних сирів з відновленого молока є не лише перспективним з економічної точки зору, а й важливим у забезпеченні технологічної мобільності та зменшенні залежності від сезонних коливань сировинного забезпечення. Використання відновленого молока, як альтернативи натуральній сировині, дає змогу стабілізувати виробничий цикл, знизити втрати, оптимізувати логістику та розширити можливості для переробки сухих компонентів молока. Водночас цей напрям ставить перед виробниками комплекс нових викликів, пов'язаних із збереженням органолептичних, фізико-хімічних і мікробіологічних характеристик продукції, що має відповідати чинним нормативам якості та безпеки.

Зважаючи на вимоги до кисломолочного сиру як до продукту з чітко регламентованим складом, вмістом вологи, кислотністю, текстурою та структурною стабільністю, необхідним є точний добір сировини, оптимізація технологічних параметрів та глибоке опрацювання методів контролю якості. Посилення уваги до використання системи НАССР, впровадження сучасного технологічного обладнання, необхідність енергозбереження та раціонального використання ресурсів формують нову реальність, у якій виробництво кисломолочного сиру з відновленого молока має ґрунтуватися на чітко вивірених і науково обґрунтованих підходах. Актуальність дослідження визначається потребою в детальному аналізі властивостей сировини, технологічних рішень і чинників, що впливають на якість готової продукції.

Теоретичне підґрунтя. Сучасна наукова література зосереджена на вивченні властивостей відновленого молока та його придатності до переробки, а також класифікації кисломолочних продуктів, зокрема сиру, з урахуванням нормативних вимог. Праці Івченка В. М. містять аналітичні матеріали щодо молочної сировини та ринкових цінових тенденцій в Україні та ЄС [11]. Вітчизняні фахові дослідження акцентують на стандартах виробництва (ДСТУ

4554:2006, ДСТУ 3662:2018), системах управління якістю (ДСТУ ISO 9001:2015, ISO 22000:2019) та вимогах до переробки на молочних підприємствах (ДСП 4.4.4-011-98). Вивчаються також методики впровадження системи НАССР у молочному секторі [2; 10; 21], що має безпосередній вплив на якість і безпеку готового продукту. Джерельна база доповнюється статистичними звітами державних установ, аналітичними матеріалами щодо ринку кисломолочних продуктів та технологічними рекомендаціями з боку виробничих підприємств [12–20].

Мета дослідження полягає в аналізі властивостей відновленого молока та обґрунтуванні шляхів вдосконалення технології виробництва кисломолочного сиру з урахуванням нормативних вимог, ефективності переробки, якості кінцевої продукції та контролю її стабільності.

Завдання дослідження:

- проаналізувати технологічні властивості відновленого молока, з’ясувати його вплив на параметри переробки
- охарактеризувати сировинну базу та здійснити класифікацію кисломолочних сирів, визначити чинні нормативні вимоги до їхньої якості
- дослідити сучасний стан виробництва кисломолочного сиру в Україні, навести статистичні дані та виявити проблеми галузі
- надати характеристику технологічної схеми виробництва кисломолочного сиру з відновленого молока, дослідити етапи обробки
- обґрунтувати напрями оптимізації технологічних параметрів, добору обладнання та системи контролю якості на виробництві

Об’єктом дослідження є сучасні технології виробництва кисломолочного сиру з відновленого молока.

Предметом дослідження є властивості відновленого молока, класифікація продукції, технологічні етапи, рецептурна стабільність, нормативна база та система контролю якості в процесі виробництва кисломолочного сиру.

Методи дослідження. У процесі дослідження застосовано порівняльний аналіз - для зіставлення характеристик натурального і відновленого молока; статистичний метод - для оцінки динаміки виробництва; аналітичний метод - для обробки джерел і нормативних актів; метод моделювання - для визначення оптимальної технологічної схеми; метод системного узагальнення - для формування висновків щодо ефективності й стабільності виробництва.

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

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ТА АНАЛІТИЧНІ ОСНОВИ ВИРОБНИЦТВА СИРУ КИСЛОМОЛОЧНОГО З ВІДНОВЛЕНОГО МОЛОКА

1.1. Технологічні властивості відновленого молока та його придатність для переробки

Відновлене молоко як сировина для сироробства представляє собою складну дисперсну систему, функціональні властивості якої безпосередньо залежать від параметрів процесу відновлення, якості вихідного сухого молока, його знежиреності, вмісту білкових фракцій, ступеня денатурації сироваткових білків, режимів гомогенізації, температурної обробки, а також хімічного складу води, що використовується для регідратації. Виробнича практика показує, що з метою підвищення стабільності структурно-механічного стану білкової матриці в процесі сквашування та наступного формування сирного згустку необхідно забезпечити не лише певний рівень загального білка, а й збалансовану пропорцію казеїнового комплексу до сироваткових білків, що визначає якість і щільність утвореного згустку. У випадку застосування відновленого молока, яке зазнало високотемпературного сушіння, спостерігається часткова агрегація β-лактоглобуліну з α-лактальбуміном, що змінює функціональні властивості білкової фази, особливо в процесах сичужного згортання. Залежно від ступеня термічного ураження білкових компонентів у сухому молоці, реологічні властивості відновленого молока можуть істотно змінюватись, що впливає на швидкість та повноту коагуляції під дією хімозину й обумовлює необхідність корекції процесу сквашування - у тому числі за рахунок застосування кальцієвих добавок для покращення здатності білків до гелеутворення [6, с. 12].

Гідратаційна здатність білків у процесі відновлення молока визначає його стабільність як емульсійної системи та характеризує ступінь набухання казеїнових мікел, що, у свою чергу, впливає на консистенцію та щільність сирного згустку. Невід’ємним чинником є температура і тривалість витримки

після відновлення, адже саме в цей період відбувається поступове насичення водного середовища білками і формування вторинної структури, близької до нативного стану рідкого молока. Оптимізація цих умов дозволяє досягти кращої функціональності молочної основи - зокрема, підвищення її здатності до сквашування, чутливості до дії молочнокислих бактерій, рівномірного перебігу флокуляції та гелеутворення. Важливим є і вибір температурного режиму пастеризації відновленого молока перед внесенням заквасок - залежно від початкового ступеня мікробіологічної забрудненості сировини обирають або традиційний режим (72–76 °C протягом 15–20 секунд), або підвищений (85–90 °C з наступним охолодженням), що водночас забезпечує деактивацію ферментативної активності забруднюючої мікрофлори. Однак агресивне температурне навантаження також підвищує ступінь денатурації білкових компонентів, що вимагає точного балансу між мікробіологічною безпекою і технологічною функціональністю [11, с. 36].

На технологічну поведінку відновленого молока у процесі сичужного згортання значно впливає масова частка сухих речовин, співвідношення основних макронутрієнтів і ступінь гомогенізації, адже ці чинники визначають в’язкість і поверхневу активність білкових фракцій. У випадку недостатньої гомогенізації або її повної відсутності жирова фаза у відновленому молоці зберігає схильність до коалесценції, що ускладнює рівномірне формування згустку і призводить до нерівномірного розподілу жиру у структурі сиру. Гомогенізація за тиску 15–20 МПа знижує середній розмір жирових кульок, уможливлює формування стабільних емульсій, а також сприяє більш ефективному інкапсулюванню жиру білковими оболонками, що стабілізує структуру продукту. Водночас надмірне диспергування жирової фази порушує природну мікроструктуру молока, що може негативно вплинути на текстурні властивості сиру - особливо в твердих сортах, де критично важливою є чітка структура білково-жирової матриці. У процесі переробки відновленого молока для сироваріння перевагу варто надавати двоступеневій гомогенізації, де перший етап забезпечує подрібнення жиру, а другий - стабілізацію білково-

жирового комплексу, що забезпечує однорідність і покращену когезію в готовому згустку.

Ферментативна активність коагулюючих препаратів при взаємодії з білковим середовищем відновленого молока виявляє залежність від іонного складу та ступеня сольового насичення. Іони кальцію, які природно відсутні або недостатньо представлені у сухому молоці після відновлення, потребують додаткового внесення, зокрема у вигляді хлориду кальцію (0,02–0,04%), що активує процеси зсідання та стабілізує структуру згустку. Це особливо суттєво при переробці сухого знежиреного молока, де природний вміст казеїну високий, але його здатність до агрегування знижена через нестачу вільних іонів кальцію. Корекція мінерального складу сприяє підвищенню гелеутворювальної здатності казеїнових мікел і скорочує латентну фазу коагуляції. Щодо мікробіологічного параметра - відновлене молоко має знижений рівень природної мікрофлори, але підвищену ймовірність контамінації при неправильному зберіганні або порушенні технологічного ланцюга, особливо при роботі з великогабаритними ємностями. Тому актуальною є фільтрація відновленого молока через мембранні системи (мікрофільтрація, ультрафільтрація), що забезпечують не лише знезараження, а й концентрацію білкових фракцій без зміни їхньої структури [2, с. 14].

Стабільність органолептичних і технологічних властивостей відновленого молока тісно пов’язана з якістю води, яка використовується для його відновлення. Жорсткість води, її окислювально-відновний потенціал, електропровідність, наявність залишкових концентрацій металів (Fe, Mn, Cu) чи хлорорганічних сполук здатні призводити до автокаталітичного окислення ліпідів, погіршення смаку, а також втрати білкової стабільності. У таких умовах рекомендується використання води, підданої попередньому зворотноосмотичному очищенню або демінералізації. У технологічній практиці обґрунтовано застосовується стандартизована вода з питомою електропровідністю не більше 100 μS/см і нейтральним pH - такий підхід мінімізує негативні зміни структури та забезпечує передбачувану поведінку

відновленого молока в технологічному процесі. У разі використання води з незначними залишками лужноземельних іонів слід враховувати потенційну зміну буферної ємності системи, що відображається на стабільності pH під час сквашування і може модифікувати активність заквасок. У цьому зв'язку особливого значення набуває контроль гідратаційного потенціалу білків, що формується внаслідок взаємодії з водним середовищем і безпосередньо впливає на реологічні властивості продукту [1, с. 8].

У разі використання відновленого молока в технологіях напівтвердих і твердих сирів, необхідно враховувати вищу вологозв'язувальну здатність білків, яка зазвичай є результатом термічних змін під час сушіння. Така здатність може сприяти утворенню пухкої або крихкої структури сиру в разі неправильного налаштування пресування чи тривалості обсушки. Водночас при правильно підібраних параметрах пресування (поступове підвищення тиску до 0,3–0,5 МПа із витримкою кожного етапу до повного припинення виділення сироватки) структура згустку стабілізується, і можна досягти високого ступеня ущільнення з рівномірним розподілом жиру й білка. Особливої уваги потребує регулювання кислотного профілю на етапі сквашування - надто швидке зниження pH може зруйнувати сформовану білкову сітку і спричинити надмірне виділення сироватки, що в подальшому ускладнює пресування та призводить до утворення пустот. З цією метою використовують адаптовані закваски з повільним метаболізмом, що дають змогу контрольовано досягати необхідного pH (близько 5,3–5,5 для формування стабільного згустку) без різких коливань кислотності.

Утворення вторинної структури сиру в період дозрівання також залежить від початкової якості білкової матриці відновленого молока. Рівень збереження фракцій казеїну αs1, αs2, β- і к-типу, а також співвідношення вільного і зв'язаного кальцію визначає інтенсивність автолітичних процесів, які впливають на ароматичний і текстурний профіль дозрілого продукту. У разі зниженої активності протеолітичних ферментів (через деградацію білкових ланцюгів у процесі сушіння або високотемпературної пастеризації)

необхідним є внесення додаткових протеаз або модифікованих заквасок з підвищеною ферментативною активністю. Такий підхід дозволяє компенсувати недоліки відновленого молока як сировини і забезпечити стабільність профілю зрілого сиру. Сучасні практики також передбачають комбінування відновленого молока з нативним у співвідношенні 40:60 або 30:70 для досягнення оптимального балансу між структурою, ферментативною активністю та органолептичними показниками.

1.2. Сировинна база, класифікація кисломолочних сирів і нормативні вимоги до їх якості

В класифікації кисломолочних сирів центральним критерієм є спосіб виготовлення, який поділяє їх на сичугово-кислі, власне кислі та кисло-сичугові. У виробництві кислих сирів основна коагуляція білка досягається завдяки зниженню pH під дією молочнокислих бактерій - найчастіше це Streptococcus thermophilus, Lactococcus lactis, Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus, які проявляють виражену протеолітичну активність. Для сичугово-кислих сирів, як то сир для запіканок або пастоподібні маси, застосовують комбінацію коагуляції - за рахунок ферментативного згортання казеїну сичужними або пепсиновими ферментами, після чого здійснюється кислотне доведення середовища до pH 5,2–5,4. Таке подвійне згортання забезпечує підвищену щільність білкової сітки і мінімізує втрати білка у сироватці. За вмістом жиру в сухій речовині розрізняють нежирні (менше 10%), напівжирні (10–19,9%), жирні (20–34,9%) і подвійно-жирні (понад 35%) сири. Така градація зумовлює не лише енергетичну цінність продукту, а й формує текстурний профіль: вища жирність - більша еластичність, нижча - більш зерниста структура. У практичному виробництві найбільш поширені напівжирні та жирні сири, оскільки вони забезпечують баланс між смаковими якостями та технологічною стабільністю при зберіганні [12, с. 15].

Кислотність сиру є інтегральним показником, що відображає як ступінь сквашування, так і мікробіологічну активність впродовж дозрівання.

Загальноприйняті значення титрованої кислотності для готового кисломолочного сиру коливаються в межах 210–270 °Т. Занадто висока кислотність свідчить про надмірну ферментативну активність, що може бути наслідком контамінації або порушення температурного режиму під час сквашування, і часто супроводжується надмірним виділенням сироватки, ламкістю структури та зниженням органолептичних характеристик. Для регулювання кислотного профілю використовують закваски з повільним або середнім темпом розвитку кислотності, а також буферні солі - зокрема цитрат натрію або фосфатні системи, які стабілізують середовище. Визначення кислотності проводиться потенціометрично або титрометрично - кожен метод має свої переваги залежно від етапу виробництва: титрометрія дозволяє оцінити загальну кислотність, а потенціометрія - динаміку зміни pH у реальному часі [10, с. 17].

Нормативні вимоги до кисломолочних сирів в Україні регламентуються ДСТУ 4554:2006, а також Технічним регламентом щодо вимог до безпечності харчових продуктів. Основними параметрами є масова частка вологи, жиру в сухій речовині, білка, загального вмісту сухих речовин, а також мікробіологічні та органолептичні показники. Для сирів жирних видів допустима масова частка вологи не повинна перевищувати 70%, що забезпечує баланс між текстурною стійкістю та зниженим ризиком мікробіологічного псування. Щодо мікробіологічних показників - дозволений рівень мезофільних аеробних бактерій не повинен перевищувати 1×10^6 КУО/г, а патогенні мікроорганізми (у т.ч. Salmonella spp., Listeria monocytogenes) повинні бути відсутні у 25 г продукту. Особлива увага приділяється контролю кількості дріжджів і пліснявих грибів, оскільки вони можуть швидко колонізувати поверхню сиру в умовах підвищеної вологості та температурних коливань. Допустимий рівень дріжджів - не більше 50 КУО/г, плісняви - не більше 10 КУО/г, що досягається завдяки дотриманню санітарного режиму та герметичному пакуванню.

Органолептична оцінка сиру базується на сукупності ознак: вигляду, кольору, консистенції, смаку і запаху. Допустимі варіації передбачають наявність однорідної, помірно щільної або зернистої структури без сторонніх включень, смаку без гіркоти або надмірної кислоти, запаху з типовим кисломолочним відтінком без ознак скисання або прогірклості. Колір продукту повинен бути рівномірним - білим або з легким кремовим відтінком у випадку жирних сортів. Наявність сірих, зеленуватих або синюшних тонів вважається дефектом, що може свідчити про окислення жирів або початкову контамінацію мікрофлорою, резистентною до пастеризації. Для оцінки текстури використовують інструментальні методи: пенетрометрію, реометрію, компресійну деформацію - що дозволяє встановити такі показники, як сила розриву згустку, пружність, пластичність, водоутримувальна здатність. Високоточні методи, такі як низькопольна ЯМР-спектроскопія або електронна мікроскопія, дають змогу оцінити мікроструктуру білкової сітки та характер розподілу жирових включень, що особливо актуально для досліджень стабільності структури протягом зберігання [3, с. 11].

Безпечність кисломолочного сиру також передбачає відсутність антибіотиків, мийних засобів, нітратів, залишкових кількостей дезінфікуючих речовин. Визначення вмісту таких домішок проводиться за допомогою хроматографії (ВЕРХ або ГЖХ), імуноферментного аналізу (ELISA), спектрофотометричних методів. Згідно з чинними нормативами, залишковий вміст хлортетрацикліну, стрептоміцину чи пеніциліну не повинен перевищувати 0,01 мг/кг. Забруднення нітратами допускається на рівні не вище 2 мг/кг, а наявність мийних засобів (ПАР) повинна бути нижчою за межу виявлення (часто <0,002 мг/кг). Це досягається шляхом контролю джерела молока, суворого дотримання режимів миття обладнання і використання безпечних миючих засобів із повним змиванням. У виробництві також застосовують індикаторні тест-системи для швидкої оцінки залишкової кількості антибіотиків у молоці перед сквашуванням, що дозволяє виключити недопустиму сировину з ланцюга переробки.

На сучасному етапі виробництво кисломолочних сирів переходить до застосування удосконалених технологій, зокрема мембранного концентрування, ультразвукової коагуляції, ферментативного модифікування білків. Мембранні технології дозволяють концентрувати білкову частину молока перед сквашуванням без теплового впливу, що зберігає нативність білкової структури, підвищує вихід продукту і покращує смакові характеристики. Ультразвук частотою 20–40 кГц стимулює формування згустку шляхом інтенсифікації гідратації білків та створення активних центрів коагуляції. Ферментативні препарати нового покоління - зокрема рекомбінантні сичуги - мають вищу специфічність до к-казеїну, що дозволяє зменшити час згортання і підвищити однорідність згустку. Усі ці методи сприяють вдосконаленню класичних технологій і відповідають запитам споживачів щодо високої якості, безпечності, натуральності продуктів.

1.3. Стан виробництва кисломолочного сиру в Україні: статистичний аналіз і проблеми розвитку

Виробництво кисломолочного сиру в Україні впродовж останніх років демонструє складну динаміку, обумовлену як внутрішніми економічними трансформаціями, так і глобальними викликами, включно з порушенням логістичних ланцюгів, зростанням вартості енергоресурсів, структурними змінами в аграрному секторі й частковим згортанням дрібного фермерського виробництва. Статистичні дані свідчать про стабільне зменшення обсягів виробництва молока-сировини в усіх категоріях господарств. Так, у період січень-липень 2023 року загальний обсяг надоїв у країні становив близько 4,34 млн тонн, що на 5,41% менше від аналогічного періоду 2022 року. Особливо помітне скорочення припадає на приватний сектор - господарства населення, які історично забезпечували понад 30% валового постачання молочної сировини. У цьому сегменті спостерігалося падіння на рівні 13,52%, що стало наслідком як економічного тиску, так і зниження привабливості ведення молочного господарства у приватному секторі. Натомість великі промислові

комплекси, попри вищу стійкість до зовнішніх коливань, не змогли компенсувати втрати в загальному балансі, що призвело до дефіциту якісної сировини для переробки на молокопереробних підприємствах [7, с. 9].

Кількість молокопереробних підприємств також скоротилася - переважно через їхню економічну нерентабельність у поточних умовах, а також через необхідність модернізації обладнання та забезпечення відповідності до сучасних стандартів безпеки HACCP. Такі вимоги, впроваджені в рамках адаптації до європейських норм, вимагають значних інвестицій у технічне переоснащення. Проте більшість малих і середніх підприємств не змогли їх реалізувати. Це призвело до зменшення виробничих потужностей у регіонах і зниження загального обсягу виготовленої молочної продукції, включаючи кисломолочні сири. Технологічне зношення, що охоплює близько 60% основних виробничих фондів у цій сфері, зумовлює підвищене енергоспоживання, зниження продуктивності обладнання, часті простої та відхилення в параметрах кінцевого продукту. Сучасні лінії з ультрафільтрації, пастеризації, автоматизованого фасування, що є стандартом у європейських країнах, поки що залишаються недоступними для значної частини українських виробників.

На тлі зменшення виробничих потужностей внутрішнє споживання кисломолочного сиру в Україні залишається на стабільно низькому рівні. Згідно з офіційними даними, середнє споживання сиру на одну особу в 2024 році становило 4,66 кг на рік. Для порівняння, у Польщі цей показник перевищує 7,5 кг, у Німеччині - понад 9 кг, у Франції - близько 11 кг. Така різниця пов’язана не лише з харчовими традиціями, але й із купівельною спроможністю споживачів, яка суттєво обмежена високими цінами на молочну продукцію, що формується під впливом подорожчання сировини, енергоносіїв, логістики, а також курсової нестабільності. Водночас внутрішній ринок характеризується тенденцією до сегментації: зростає попит на функціональні продукти - сири з пониженим вмістом жиру, пробіотичні композиції, збагачені білком або кальцієм, тоді як класичні масові сири

частково втрачають популярність через високу ціну й нестачу диференціації. Реакція виробників на зміну структури попиту є повільною через інерційність технологічних процесів і складнощі з перепрофілюванням обладнання [5, с. 22].

Попри складну ситуацію на внутрішньому ринку, експорт кисломолочного сиру демонструє позитивну динаміку. У період з січня по жовтень 2024 року обсяг експорту становив 10 100 тонн, що на 40,3% перевищує показники за аналогічний період 2023 року. Вартісний еквівалент поставок склав $43,7 млн (+34%), що свідчить про активізацію зовнішньоекономічної діяльності в сегменті молочної переробки. Найбільші ринки збуту - Молдова (33,1%), Казахстан (30,2%), Німеччина (9,3%) - орієнтуються на стабільні обсяги постачань, передбачувану якість і відповідність продукту до міжнародних стандартів (зокрема, вимог Codex Alimentarius та ISO 22000). Вихід на європейський ринок потребує дотримання низки технічних бар'єрів - реєстрації виробництва в реєстрі ЄС, сертифікації харчових безпечностей, системи простежуваності продукції, а також маркування відповідно до вимог країни-імпортера. Зважаючи на це, більшість підприємств-експортерів є середніми та великими компаніями, які мають власні лабораторії, потужності з контролю якості та відділи ЗЕД.

Серед найбільш значущих чинників, які стримують розвиток галузі виробництва кисломолочного сиру в Україні, визначається сировинний дефіцит, що має комплексний характер. З одного боку, скорочення поголів'я корів, зниження рентабельності молочного тваринництва, відсутність держпідтримки на рівні субсидій чи компенсацій для малих виробників призводять до постійного зменшення обсягів молока. З іншого - зростає конкуренція між молокопереробними підприємствами за якісну сировину, що спричиняє цінові коливання та загострює ризики нестабільного постачання. Проблема ускладнюється сезонністю надоїв - у літні місяці спостерігається профіцит сировини, в осінньо-зимовий період - дефіцит. Для вирівнювання цих коливань підприємства змушені або формувати буферні запаси (що

потребує охолоджувальних систем і витрат), або використовувати заморожене чи відновлене молоко, що негативно впливає на функціональні властивості продукту [14, с. 20].

Енергетична нестабільність - це системний бар'єр, який ускладнює роботу галузі. Подорожчання газу, електроенергії, часті відключення, необхідність переходу на автономні джерела живлення формують додаткове навантаження на собівартість продукції. Технологічні процеси виробництва кисломолочного сиру, включно з пастеризацією, гомогенізацією, охолодженням, ферментацією та фасуванням, є енергомісткими. У середньому на виробництво 1 тонни кисломолочного сиру витрачається від 280 до 340 кВт·год енергії, не враховуючи логістичні та супутні витрати. Умови перебоїв з постачанням електроенергії унеможливлюють дотримання режимів температурної стабільності, що є критичним на етапі ферментації, а також впливають на функціонування холодильних систем. У зв'язку з цим частина підприємств інвестує у встановлення дизель-генераторів або систем на базі відновлюваної енергії, однак окупність таких рішень становить не менше ніж 3–5 років, що є довгим горизонтом в умовах макроекономічної нестабільності.

Проблемою залишається і моральне та фізичне зношення обладнання. Значна частина діючих технологічних ліній була встановлена ще у 1990-х - на початку 2000-х років, і вже не відповідає сучасним вимогам якості, енергоефективності й гнучкості налаштувань. Це ускладнює перехід на нові формати продукції, автоматизацію пакування, візуальний контроль якості, інтеграцію цифрових систем керування виробництвом (MES, SCADA). Відсутність точного контролю за технологічними параметрами (pH, температура, концентрація сухих речовин) на кожному етапі процесу знижує повторюваність властивостей продукту, унеможливлює масштабування партій і зменшує термін зберігання. За даними професійних аудиторських звітів, понад 70% малих і середніх підприємств мають середній знос обладнання понад 50%, що суттєво підвищує ризики браку та втрати якості.

Ще одним обмеженням є трансформація споживчого попиту, зумовлена зростанням цін на молочну продукцію, скороченням доходів населення та зміною харчових звичок. У період 2021–2023 років середній приріст роздрібної ціни на кисломолочний сир становив понад 25%, що істотно зменшило його доступність. Покупці все частіше надають перевагу продуктам з довшим терміном зберігання - плавленим сиркам, йогуртам або пастоподібним десертам, які мають вищу стабільність при транспортуванні. У цьому контексті виробники кисломолочного сиру змушені адаптувати асортиментну політику - запроваджувати фасовані, порційні формати, збагачені білком, низькокалорійні або безлактозні версії. Проте ці інновації вимагають як технологічної готовності, так і маркетингової стратегії, що не завжди доступно малим виробникам [13, с. 19].

Отже, сучасний стан виробництва кисломолочного сиру в Україні є відображенням широкої системи міжгалузевих зв’язків, що охоплюють аграрне виробництво, харчову переробку, енергетичний сектор, споживчу економіку та міжнародну торгівлю. Для стабілізації та розвитку цього сегмента потрібен багатофакторний підхід: модернізація обладнання, диверсифікація джерел енергії, формування нової моделі постачання сировини на основі кластеризації виробників, а також гнучке реагування на запити ринку. У довгостроковій перспективі вирішальну роль відіграватиме інтеграція до глобального ринку через впровадження стандартів безпеки, автоматизацію простежуваності, цифровізацію ланцюгів постачання та орієнтацію на продукцію з доданою цінністю - функціональні, здорові та експортно привабливі молочні продукти.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ І МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА СИРУ КИСЛОМОЛОЧНОГО

2.1. Характеристика технологічної схеми виробництва сиру кисломолочного з відновленого молока

Виробництво кисломолочного сиру з відновленого молока є технічно складним процесом, що базується на глибокому розумінні фізико-хімічних перетворень основної сировини, зокрема білково-мінеральної та вуглеводно-водної фракцій молока. Відновлене молоко, як основа для технологічного циклу, формується з попередньо підготовленого сухого знежиреного молока шляхом гідратації та ретельного змішування з питною водою в термостатованих умовах. Температурний режим гідратації зазвичай підтримується в діапазоні 42–45 °C, що є оптимальним для відновлення мікроструктур казеїнових міцел і відтворення в’язкісних характеристик натурального молока. Структурна організація цього етапу передбачає не лише фізичне змішування, а й контроль гомогенності розподілу твердих частинок, що вимагає використання мішалок з регульованою швидкістю обертання та датчиків оптичної щільності [21, с. 37].

Після стадії гідратації сировина піддається гомогенізації, що проводиться при тиску 10–15 МПа, і має на меті зменшення розміру жирових глобул та стабілізацію жирово-білкової емульсії. Це забезпечує більш рівномірне зсідання у подальшій ферментаційній фазі та підвищує структурну однорідність готового продукту. Після гомогенізації молоко направляється на пастеризацію, яка здійснюється при температурі 85 °C з витримкою не менше 20 секунд, що забезпечує денатурацію сироваткових білків та мікробіологічну санацію сировини.

Далі відбувається охолодження до температури 30–32 °C, що є сприятливою для внесення заквасочних культур. Для цієї мети використовуються теплообмінники з двоступеневим режимом охолодження, де перший контур охолоджується водою, а другий - холодоагентом. У процесі

заквашування використовуються мезофільні молочнокислі культури, зокрема Lactococcus lactis subsp. lactis, Lactococcus lactis subsp. cremoris, які забезпечують поступове накопичення молочної кислоти та зниження pH до рівня 4.6 [17, с. 12].

Рис. 2.1 Горизонтальна декомпозиція технологічної системи виробництва кисломолочного сиру

У разі комбінованої коагуляції до заквашеного молока додається кальцій хлорид у концентрації 0.02–0.04 % та сичужний фермент з активністю 1:10 000. Саме на цьому етапі формується білковий гель - згусток, утворення якого залежить від багатьох факторів: концентрації казеїну, температури, величини pH, присутності кальцію у вільній формі та активності ферменту. Тривалість формування згустку становить приблизно 60 хвилин, після чого його нарізають ножовими блоками на гранули розміром 10–12 мм, щоб забезпечити поступове відокремлення сироватки. Ця операція реалізується в сирних ваннах або універсальних сирних столах, оснащених системою періодичного перемішування для контролю над ущільненням згустку. Важливою умовою є збереження температури середовища у межах 30–32 °C для уникнення передчасного відмивання білків або втрати вологи [22, с. 7].

Після нарізання згустку проводиться перша витримка, яка триває 15–20 хвилин і сприяє подальшому ущільненню білкової фракції. Потім здійснюється часткове видалення сироватки, і маса піддається самопресуванню, що триває до 3 годин за температури 18–20 °C. У цьому процесі відбувається стабілізація мікроструктури згустку, завершення синерезису і часткове дозрівання білкових фракцій. Після цього масу охолоджують до температури 4–6 °C в охолоджувальних бункерах або за допомогою охолоджуючих мішалок, і фасують у полімерну або вакуумну тару. У деяких технологічних варіантах допускається введення стабілізаторів консистенції (гуарова камедь, каррагінан) або смакових наповнювачів (родзинки, сухофрукти) безпосередньо перед фасуванням. Важливо зазначити, що в усьому процесі контроль над фізико-хімічними параметрами сировини й напівпродуктів здійснюється на кожному етапі - з використанням pH-метрів, термодатчиків, інфрачервоних спектрометрів та високоочутливих ваг. Злагоджена робота всіх технологічних вузлів дозволяє отримати готовий продукт з чітко визначеними параметрами: кислотність - 210–250 °T, масова частка вологи - не більше 74 %, білка - щонайменше 16 %, відсутність

сторонніх запахів, рівномірна консистенція та високий ступінь біологічної цінності.

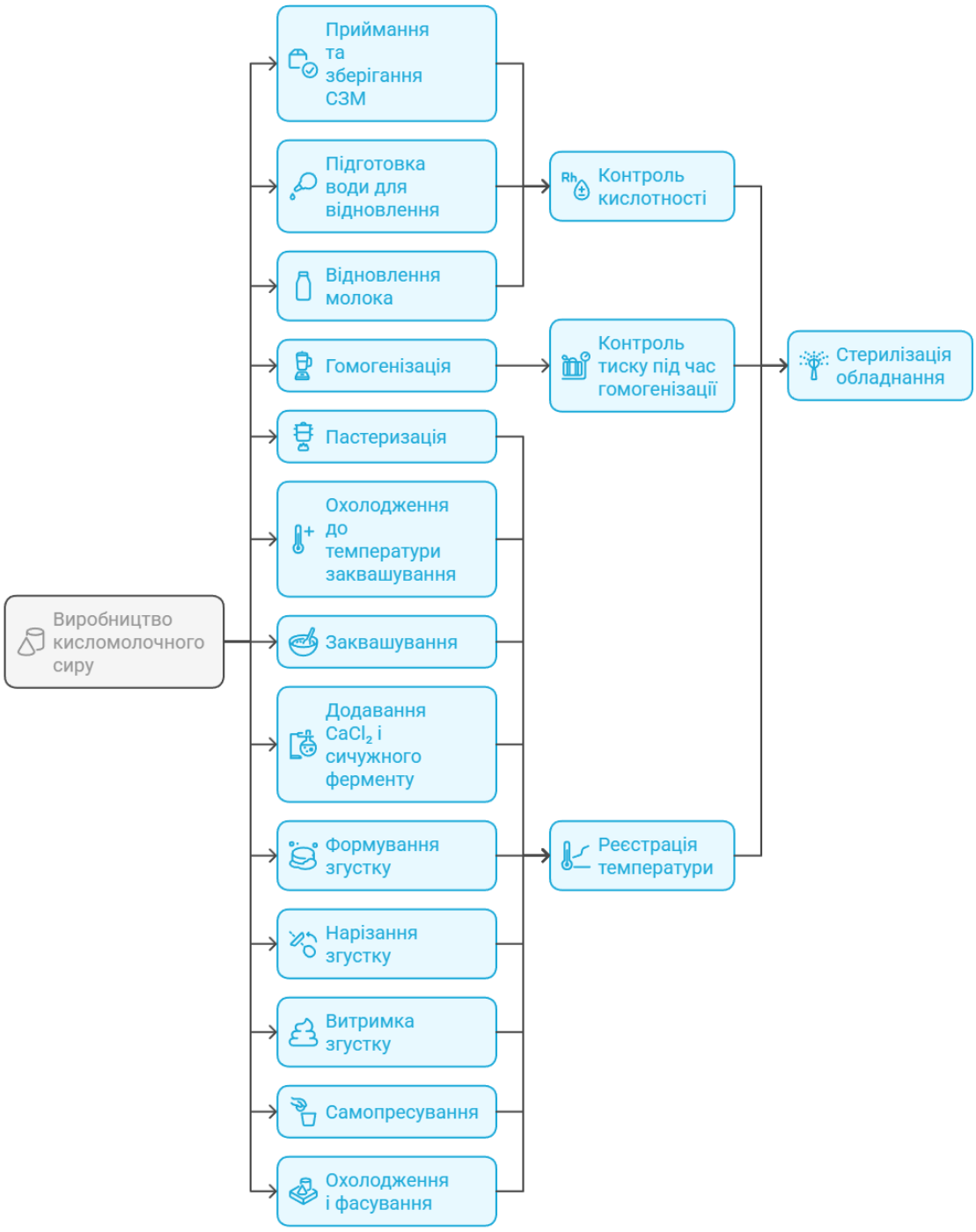


Рис. 2.2 Ієрархічна декомпозиція виробництва кисломолочного сиру

Ключовим моментом є аналіз взаємозв’язку між технологічними етапами, що забезпечує стабільність кінцевих параметрів продукту. Так, параметри гомогенізації прямо впливають на ступінь коагуляції: надмірно високий тиск може спричинити руйнування міцелярної структури казеїну, що

веде до слабкого згустку. Навпаки, недостатній тиск - до грубої неоднорідної маси. Температура ферментації взаємозалежна з активністю закваски: при зниженні температури нижче 28 °С сповільнюється нарощення кислотності, що впливає на час зсідання, а при перевищенні 35 °С зростає ризик денатурації білка. Аналогічно, режим самопресування має бути підібраний з урахуванням початкової вологи згустку - надто інтенсивне пресування спричинить втрату частини білків із сироваткою, а недостатнє - залишкову вологість понад норматив. Стабільність процесу залежить від параметричної адаптації на кожному етапі, що дозволяє гарантувати повторюваність результатів у серійному виробництві. Вся технологічна схема, таким чином, є замкненим керованим ланцюгом, у якому зміни на одному етапі тягнуть за собою ефекти на наступному [20, с. 14].

В умовах сучасних виробництв застосовується SCADA-системи, які забезпечують автоматичний контроль за всіма параметрами в реальному часі. Додатково, використання нейромережевого прогнозування дозволяє адаптивно змінювати параметри в залежності від якості партії СЗМ чи температури води в системі. Програмовані логічні контролери (ПЛК) інтегруються до ліній гомогенізації, пастеризації, ферментації, забезпечуючи динамічне реагування на відхилення. Така система дає змогу не лише зберігати стабільність продукції, а й мінімізувати втрати, автоматично перенаправляючи неякісний напівпродукт на повторну обробку або санітарну лінію.

2.2. Оптимізація технологічних параметрів, добір обладнання та контроль якості на виробництві

Оптимізація технологічних параметрів виробництва кисломолочного сиру з відновленого молока потребує системного аналізу всіх стадій перетворення сировини в готовий продукт, з урахуванням ключових показників стабільності білкових структур, температурно-часових режимів та кислотності середовища. Основний об’єкт регуляції в цьому процесі - це

коагуляція білків, що визначає текстурні характеристики продукту, ступінь відділення сироватки, рівень вологи, органолептичні властивості та тривалість зберігання. Оптимальні умови коагуляції в технології кисломолочного сиру досягаються при кислотності в межах pH 4,6–4,65, що забезпечує ізоелектричну точку казеїну та найефективніше утворення гелю. Температурний режим ферментації підтримується в межах 30–32 °C, з витримкою 6–8 годин, залежно від активності заквасочних культур [18, с. 6].

Висока стабільність процесу досягається лише при точному дотриманні температури на рівні ±0,5 °C, тому система регуляції повинна включати високоточні термореле, електронні контролери і термопари типу ТХА з цифровим модулем індикації. У промислових умовах рекомендовано використовувати закваски з гарантованою активністю 10^9 КУО/мл і коротким індукційним періодом, що дозволяє уникнути затягування ферментації. Після досягнення потрібного pH додається сичужний фермент у дозуванні, що забезпечує гелеутворення за 30–40 хвилин - як правило, це 0,02 % до маси сировини у перерахунку на стандартну активність. Не менш значущим параметром є концентрація іонізованого кальцію, яку регулюють шляхом додавання 10% розчину $CaCl_2$ у кількості 0,03–0,04 % до об’єму. Це забезпечує належну активацію коагулянтного ферменту та формування стабільної білкової матриці.

Точна регуляція зазначених параметрів реалізується через модульовані програмні профілі, які дозволяють фіксувати кожен технологічний показник у реальному часі. Найефективнішою вважається система з інтегрованими ПЛК-контролерами, які керують клапанами подачі ферменту, системами підігріву, насосами циркуляції та мішалками. У виробництві сиру доцільним є використання багатозональних ємностей з автоматичним керуванням температурою у кожній зоні, що дозволяє реалізувати температурну стратифікацію для рівномірного дозрівання згустку. Саме рівномірність ферментації є гарантією відсутності аномальних ділянок у сирній масі, таких як надмірно щільні або рідкі області. Технологічне обладнання, що найкраще

відповідає цим вимогам, включає резервуари типу СМТ з вертикальним обертальним мішальним валом, який дозволяє зменшити зрушувальні навантаження при перемішуванні. Гомогенізація проводиться у двоступеневих високонапірних агрегатах, таких як APV Gaulin, з можливістю регулювання тиску до 20 МПа. Ці установки оснащені автоматичною системою підтримання температури, яка мінімізує температурні коливання, що можуть вплинути на структуру білкових міцел [15, с. 9].

Таблиця 2.1

Аналіз рецептурного складу продукту

Найменування рецептурних компонентів	Роль компонента у формуванні структури	Вимоги до якості рецептурних компонентів (сировини)
Сухе знежирене молоко	Основна білкова база, джерело казеїну	Вміст білку ≥ 34 %, волога ≤ 4 %, відсутність грудок
Вода питна	Основа для гідратації білкових комплексів	Бактеріологічна чистота, t = 45 °C, мінералізація ≤ 100 мг/л
Кальцій хлорид	Підвищення коагуляційної здатності білка	10% стерильний розчин, відсутність домішок
Закваска мезофільна	Ініціювання молочнокислого бродіння	Титр ≥ 10^9 КУО/мл, життєздатність ≥ 95 %
Сичужний фермент	Формування гелеподібного згустку, активування казеїну	Ензимна активність 1:10 000, температуростабільність

Окрему увагу заслуговує фаза витримки згустку та його нарізання. Тут визначальними є тривалість гелеутворення, рівень в’язкості середовища та час витримки після введення ферменту. Згусток не повинен бути надмірно в’язким або крихким - для цього використовуються візкозиметри ротаційного типу, які визначають момент оптимального нарізання. Столи для нарізання обладнуються ножовими блоками з частотно-керованими приводами, що дозволяє змінювати швидкість і глибину нарізання залежно від щільності згустку. Система управління включає сенсорні панелі з візуалізацією параметрів у вигляді графіків у реальному часі. Результати автоматично зберігаються в цифровому протоколі виробничого циклу для подальшої верифікації. Витримка згустку після нарізання здійснюється у відкритих

ємностях при контрольованій температурі, із застосуванням перемішувальних систем, що підтримують рівномірність зневоднення гранул без руйнування їх структури. Подальше самопресування проводиться на похилих поверхнях з гравітаційним стоком сироватки або за допомогою легкого пневмонавантаження, що регулюється в діапазоні до 0,2 бар. Для цієї фази використовуються сирні столи з регульованим кутом нахилу та контрольованим тиском на сирну масу [19, с. 39].

Таблиця 2.2

Аналіз технологічної схеми виробництва кисломолочного сиру

Найменування етапу	Найменування операції	Режими, параметри	Фізико-хімічні зміни
Відновлення	Змішування СЗМ з водою	45 °C, співвідношення 1:7	Гідратація білків, відновлення фази
Гомогенізація	Гомогенізатор	Тиск 10 МПа, t = 60 °C	Розбиття жирових глобул, стабілізація
Пастеризація	Теплова обробка	85 °C, 20 сек	Денатурація білків, мікробна санація
Заквашування	Додавання закваски	t = 30 °C, тривалість 8 год	Накопичення молочної кислоти
Зсідання	Додавання ферменту	$CaCl_2$ 0.02 %, pH = 4.6	Казеїнова коагуляція, формування згустку
Обробка згустку	Нарізання, витримка	Гранула 12 мм, витримка 20 хв	Відділення сироватки, формування структури
Пресування	Самопресування	2 години, t = 18 °C	Зменшення вологості, ущільнення
Охолодження і фасування	Упаковка	t = 4 °C, вакуумна упаковка	Збереження властивостей, зниження окислення

Контроль якості на кожному етапі забезпечується за допомогою системи критичних контрольних точок (CCP), інтегрованої в HACCP-протокол. Найбільш критичними вважаються точки контролю температури пастеризації, pH під час заквашування, концентрації $CaCl_2$, тривалості коагуляції та вологості після самопресування. Для оцінки органолептичних властивостей використовується дегустаційна оцінка за 5-бальною шкалою, де фіксуються

такі параметри, як однорідність, аромат, відсутність побічних присмаків. Фізико-хімічний контроль включає вимірювання масової частки вологи (метод висушування до сталої маси при 102 °C), білку (за методом К'єльдаля), кислотності (титрометрія з NaOH), а також рівня лактози (ферментативний метод) [16, с. 17].

Таблиця 2.3

Методи контролю якості та вимоги до кисломолочного сиру

Показник	Метод контролю	Нормативне значення
Зовнішній вигляд	Органолептичний	Однорідна маса, без грудок
Колір і консистенція	Органолептичний	Білий або з кремовим відтінком
Смак і запах	Органолептичний	Кисломолочний, без сторонніх ароматів
Кислотність	Титрування	210–250 °T
Масова частка вологи	Гравіметричний метод	Не більше 74 %
Вміст білка	К'єльдаля	Не менше 16 %
Мікробна забрудненість (КМАФАнМ)	Посів і інкубація	$\leq 1\times10^5$ КУО/г
Наявність патогенів	ПЛР-аналіз або культуральний метод	Відсутні
Калорійність	Розрахунок на основі складу	85–100 ккал/100 г

Мікробіологічна оцінка включає посів на середовища для виявлення мезофільної мікрофлори, КМАФАнМ, наявності E.coli, дріжджів і плісеней. Кожен аналіз проводиться згідно з вимогами ДСТУ 4554:2006, а також міжнародних стандартів ISO 4833-1, ISO 7251, ISO 6611. Для цифрової обробки даних застосовуються лабораторні інформаційні системи (LIMS), які автоматизують введення, обробку і збереження аналітичних показників.

ВИСНОВКИ

У ході проведеного дослідження було встановлено, що відновлене знежирене молоко є придатною сировиною для виробництва кисломолочного сиру, за умови дотримання суворих режимних параметрів на кожному етапі технологічного циклу. Його головною технологічною перевагою є стабільність білкового складу, що дозволяє прогнозовано формувати згусток у заданому інтервалі pH і температури. При відновленні доцільно дотримуватись співвідношення сухого молока до води на рівні 1:7 із забезпеченням температури гідратації 42–45 °C. Отримана суміш повинна бути гомогенізована під тиском 10–15 МПа, щоб зменшити розмір жирових глобул і забезпечити однорідність білково-жирової фази. Такий підхід дає можливість досягнути чітко вираженої структурованості продукту після коагуляції. Дослідження сировинної бази підтвердило, що основні критерії придатності сировини - це вміст білка не менше 34 %, вологість не більше 4 % і низький вміст термостійких мікроорганізмів, які здатні зруйнувати закваску. Стандарти якості, встановлені чинною нормативною документацією (ДСТУ 4554:2006), передбачають контроль не лише органолептичних параметрів, а й таких показників, як титрувальна кислотність (210–250 °T), вологість (до 74 %), масова частка білка (не менше 16 %), що обов’язково враховуються на етапі планування технологічного процесу.

Аналітичний огляд стану галузі виявив, що виробництво кисломолочного сиру в Україні має стійку тенденцію до зростання з одночасною концентрацією виробничих потужностей у великих переробних центрах. Основними бар’єрами залишаються низький рівень автоматизації на малих підприємствах і нестабільність якості сировини, зумовлена сезонністю. Для підвищення ефективності виробництва та зменшення витрат рекомендовано впроваджувати автоматизовані системи керування критичними точками, зокрема регулювання температури пастеризації, часу ферментації, дозування $CaCl_2$ та ферменту, а також контроль pH. У межах

технічної моделі було детально змодельовано повний виробничий цикл кисломолочного сиру з урахуванням усіх критичних параметрів. Описано технологічну схему, що передбачає послідовне проходження етапів: відновлення, гомогенізація, пастеризація, охолодження, заквашування, коагуляція, нарізання згустку, витримка, самопресування, охолодження, фасування. Встановлено, що ефективне згортання білка відбувається при pH 4,6 і температурі 30–32 °C, а для стабільного формування згустку важливо підтримувати рівень вільного кальцію через точне дозування $CaCl_2$. Добір обладнання здійснювався на основі параметричної відповідності: резервуари типу CMT, гомогенізатори APV Gaulin, ножові сирні столи з частотно-регульованими приводами, системи CIP-миття, термостатичні камери. Усе обладнання повинно мати високу точність підтримання режимів, низький рівень механічного навантаження на згусток і забезпечення гігієнічності при експлуатації. Аналіз контрольних точок виявив необхідність інтеграції систем якості типу HACCP із LIMS-підсистемами та MES-рівнем виробничої цифровізації, що дозволяє в режимі реального часу здійснювати моніторинг усіх ключових параметрів та оперативно втручатись у разі відхилення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Виробництво молока. Статистика. URL: https://latifundist.com/novosti/57886-v-2021-godu-proizvodstvo-molokaprodolzhilo-sokrashchatsya-iz-za-umensheniya-pogolovya--ekspert (дата звернення: 28.03.2025).

2. Впровадження системи НАССР для операторів ринку харчових продуктів. URL: http://puet.edu.ua/uk/praktichniy-posibnik-vprovadzhennya-sistemi-nassr-dlyaoperatoriv-rinku-harchovih-produktiv (дата звернення: 28.03.2025).

3. Державна служба України. URL: http://kr.ukrstat.gov.ua/web.htm (дата звернення: 28.03.2025).

4. ДСП 4.4.4-011-98. Державні санітарні правила для молокопереробних підприємств. Постанова МОЗ України № 11 від 11.09.1998.

5. ДСТУ 2212:2003. Виробництво молока та кисломолочних продуктів. Терміни та визначення понять. Київ. 2004. 22 с.

6. ДСТУ 3662:2018. Молоко-сировина коров’яче. Технічні умови. Київ. 2019. 12 с.

7. ДСТУ 4554:2006. Сир кисломолочний. Технічні умови. Київ. 2007. 9 с.

8. ДСТУ ISO 22000:2019. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Київ. 2019. 39 с.

9. ДСТУ ISO 9001:2015. Системи управління якістю. Вимоги. Київ. 2015. 21 с.

10. Застосування системи НАССР в Україні. URL: https://www.dominuslegal.com/zastosuvannya-sistemi-haccp-vukrayini (дата звернення: 28.03.2025).

11. Івченко В. М. Аналітичні дослідження цінових тенденцій у сфері закупівлі великої рогатої худоби свиней і молока в Україні та країнах ЄС. Київ. НДІ Украïгропромпродуктивність. 2021. 36 с.

12. Молоко та молочні продукти. Географія продажів імпортери обсяг експорту і виробництва. URL: https://kurkul.com/spetsproekty/1179-moloko-ta-molochni-produkti-geografiya-prodajiv-importeri-obsyag-eksportu-i-virobnitstva (дата звернення: 28.03.2025).

13. Молочна галузь України та її майбутнє через 10 років. URL: http://agropolit.com.blog (дата звернення: 28.03.2025).

14. Молочна промисловість. Традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід. Олабоді О. В. Київ. НУХТ. 2018. 240 с.

15. НАССР як концепція забезпечення випуску безпечної продукції. URL: http://oblvet.org.ua/novini/nassryak-koncepciya-zabezpechennyavipusku-bezpechno-produkci (дата звернення: 28.03.2025).

16. Офіційний сайт групи компаній Молочний Альянс. URL: https://milkalliance.com.ua/company/brands/tmyagotynskedlya-ditej (дата звернення: 28.03.2025).

17. Офіційний сайт Державної статистики України. URL: http://www.ukrstat.gov.ua (дата звернення: 28.03.2025).

18. Офіційний сайт Яготинське для дітей. URL: https://yagotynkids.com.ua/ua (дата звернення: 28.03.2025).

19. Проєктування харчових виробництв. Методичні рекомендації до виконання курсового проєкту. Пухляк А. Г. Осьмак Т. Г. Київ. НУХТ. 2022. 39 с.

20. Статистична інформація по молочній галузі України. URL: http://www.ukrstat.gov.ua (дата звернення: 28.03.2025).

21. Ткаченко А. С. Впровадження системи НАССР для операторів ринку харчових продуктів. Полтава. ПУЕТ. 2020. 137 с.

22. ТОП-10 найбільших виробників молочної продукції в Україні. URL: https://agravery.com/uk/posts/show/top-10-najbilsih-virobnikiv-molocnoiprodukcii-v-ukraini (дата звернення: 28.03.2025).

23. Hazard Analysis and Critical Control Point official site. URL: https://www.haccp.com (дата звернення: 28.03.2025).