

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет ТВШТСБ

**Кафедра біотехнології та біоінженерії
Спеціальність 162 – «Біотехнології та біоінженерія»
Ступінь вищої освіти «Бакалавр»**

«Допустити до захисту»

Декан _____ Михайло ГИЛЬ

“ ____ ” _____ 20 ____ р.

«Рекомендувати до захисту»

Зав.кафедри _____ Сергій ЛУГОВИЙ

“ ____ ” _____ 20 ____ р.

**ОЦІНКА БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО СПОСОБУ ВПЛИВУ
БАКТЕРІАЛЬНИХ ПРЕПАРАТІВ ПРЯМОГО ВНЕСЕННЯ НА ВИХІД
ТА ЯКІСТЬ СИРІВ ГОЛЛАНДСЬКОЇ ГРУПИ
04.02.–КР.48-О.23 0309.007**

Виконавець:

Здобувач вищої

Освіти IV курсу _____ Анна ЧЕРНЕНКО

Науковий керівник:

доцент _____ **Олена ЮЛЕВИЧ**

Рецензент:

доцент _____ **Олена КАРАТЄЄВА**

Миколаїв – 2023

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	3
РЕФЕРАТ.....	4
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	8
1.1. Характеристика факторів, від яких залежить формування органолептичних та фізико-хімічних показників сиру	8
1.2. Підготовка молока при виробництві твердих сичужних сирів	12
1.3. Вплив заквашувальної мікрофлори на якісні особливості сиру	16
1.4. Процес визрівання твердих сичужних сирів та можливості його прискорення	18
РОЗДІЛ 2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	22
2.1. Об'єкти і матеріали дослідження	22
2.1.1. Об'єкти дослідження.....	22
2.1.2. Методи дослідження.....	22
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	26
3.1. Характеристика основних властивостей коров'ячого молока	26
3.1.1. Оцінка термостійкості молока-сировини	27
3.1.2. Оцінка сиропридатності молока-сировини	28
3.2. Оцінка якості вітчизняних заквашувальних препаратів.....	30
3.3. Дослідження змін хімічного складу та біологічної цінності сирів.....	35
3.4. Опис технологічного режиму виробництва сиру Гауда.....	39
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	42
ВИСНОВКИ	45
ПРОПОЗИЦІЇ	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	47

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АПК – агропромисловий комплекс;

БГКП – бактерії групи кишкової палички;

КУО – колонієутворюючі одиниці – показник кількості життєздатних мікроорганізмів в одиниці об'єму;

КМАФАНМ – кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних бактерій;

СУОП – система управління охороною праці;

УОП – управління охороною праці;

DVS – directvatset (заквашувальні препарати прямого внесення);

HTST – high-temperatureshort-time (високотемпературна короткочасна пастеризація);

LTLT – low-temperaturelong-time (низькотемпературна тривала пастеризація);

L. casei – *Lactobacillus casei* ssp. casei;

Lb. lactis – *Lactobacillus lactis* ssp. lactis;

Lb. cremoris – *Lactobacillus cremoris* ssp. cremoris;

L. lactisbv. diacetylactis – *Lactococcus lactis* ssp. lactisbiovar diacetylactis;

РЕФЕРАТ

Дослідження за темою кваліфікаційної роботи проводились відповідно до календарного плану освітньої програми на базі підприємства ПРАТ «Лакталіс-Миколаїв». Темою роботи була «Оцінка біотехнологічного способу впливу бактеріальних препаратів прямого внесення на вихід та якість сирів голландської групи».

Кваліфікаційна робота складається з вступу, основної частини, яка представлена трьома розділами (аналіз літературних джерел, матеріалів і методів для проведення експериментів, власне експериментального розділу, висновків та пропозицій виробництву. Четвертий розділ – охорона праці. Робота викладена на 50 сторінках і містить 2 рисунка та 8 таблиць. Список використаної літератури складається з 42 джерел.

Розроблено схему виробництва сиру з використанням препаратів прямого внесення «Актив» та проведено порівняння із взірцем, отриманим за внесення препарату «Актив-ЛН». На підставі проведених досліджень було встановлено, що застосування бактеріального препарату забезпечує підвищену чисельність життєздатних клітин молочнокислих бактерій та їх активність, покращує органолептичні властивості готового продукту. Отримані результати свідчать, що не спостерігається суттєвої різниці фізико-хімічних показників продукту виготовленого при застосуванні обох препаратів, проте перевагою використання закваски «Актив» є збільшення на 3% виходу маси сиру після пресування. Проведено органолептичну оцінку, згідно з якою браку за консистенцією у дослідній партії не спостерігалось, що свідчить про позитивну роль різних груп мікробіоти заквасок у процесах структуроутворення, органолептичних властивостей і якості готової продукції. Використання бактеріальної закваски «Актив» у виробництві сиру дозволило скоротити час зсідання молока та тривалість другого нагрівання на 10 хв. і зменшити загальну тривалість процесу більш ніж на 20 хвилин.

ВСТУП

Актуальність теми. Український ринок сирів є одним з ключових сегментів харчового ринку, який зазнає значних змін. Основними регіонами в Україні, які забезпечують ринок сирами є Миколаївська, Житомирська, Запорізька, Вінницька, Херсонська та Полтавська області [21].

На сьогодні існує велика кількість різних твердих сичужних сирів, але їх якість і конкурентоспроможність залежить від складу заквасочної мікрофлори, що використовується для виготовлення. Формування якості сирів значною мірою визначається складом і властивостями молока-сировини, мікробіологічними і біохімічними особливостями визрівання продукту, технологічними параметрами виробництва [16]. Застосування ефективних заквашувальних культур є необхідним для отримання високоякісного продукту та вирішення проблеми з конкурентоспроможністю сичужних сирів.

Новою тенденцією у виробництві сирів є використання бактеріальних препаратів прямого внесення, що має переваги порівняно з традиційними заквасками та бактеріальними концентратами з попередньою активізацією. Застосування таких культур спрощує технологічний процес, зменшує ризик вторинної контамінації та забезпечує точніший контроль за утворенням сичужного згустку, рівнем рН, формуванням рівномірного рисунка та вмістом вологи у сирі. Крім того, використання таких препаратів є економічно ефективним, оскільки не потрібно готувати виробничі закваски на підприємствах.

Важливо підкреслити, що закваски прямого внесення не тільки пришвидшують процес виробництва, а й надають можливість кращого регулювання технологічних параметрів їх виробництва [32].

У зв'язку з цим, розробка технології застосування бактеріальних препаратів прямого внесення є важливим кроком для поліпшення якості та розширення асортименту твердих сичужних сирів. Це може підвищити

ефективність технологічного процесу виробництва сиру, зменшити витрати на виробництво, підвищити якість та розширити асортимент твердих сичужних сирів. У результаті впровадження нової технології, сироробні підприємства зможуть бути більш конкурентоздатними на ринку, а споживачі отримають більше можливостей для вибору якісних та різноманітних сирів.

Метою роботи було обґрунтувати доцільність використання бактеріальних препаратів прямого внесення для покращення смаку, протеолітичної та ліполітичної активності мікрофлори сиру та скорочення терміну його дозрівання.

Для виконання поставленої мети визначені такі завдання:

1. Провести біохімічну та мікробіологічну оцінку молока-сировини для можливого використання у технології виробництва сичужного сиру.
2. Дослідити сировину за показником сиропридатності та термостабільності для виготовлення сиру з використанням бактеріальних препаратів прямого внесення.
3. Обґрунтувати доцільність застосування вітчизняних бактеріальних препаратів прямого внесення та визначитись з препаратом, який буде використано у технологічному процесі.
4. Охарактеризувати температурні режими та технологію виготовлення сиру типу Гауда з використанням препаратів прямого внесення.
5. Зафіксувати та дослідити зміни із компонентами сирної маси в процесі дозрівання сиру.

Об'єктами дослідження були бактеріальні препарати прямого внесення, сирне зерно, сирна маса та тверді сичужні сири з низькою температурою другого нагрівання, культури мезофільних молочнокислих бактерій та їх заквашувальні комбінації.

Предметами дослідження є мікробіологічні показники молока-сировини, біохімічні показники бактеріальних препаратів прямого внесення, органолептичні та технологічні зміни у сирі за час його дозрівання.

Методами досліджень основних показників якості сирів, властивостей штамів, бактеріальних препаратів були:

- фізико-хімічні та санітарно-бактеріологічні показники зразків молочних продуктів визначали згідно з вимогами, викладеними нормативних документах.

- біохімічні показники складу молока і молочних продуктів визначали згідно з вимогами, викладеними в нормативних документах і методиках.

Опрацьовано технологічні режими виробництва сирів з заквашувальними композиціями для твердих сичужних сирів з низькою температурою другого нагрівання «Актив» та «Актив-ЛН». На основі запропонованих технологічних рішень проаналізовано вплив використовуваних препаратів на вихід та якість сиру. Досліджено зміни фізико-хімічних показників якості у твердих сичужних сирах, вироблених із застосуванням бактеріальних препаратів прямого внесення «Актив» та «Актив-ЛН» під час технологічного процесу виробництва сирів, виявлено позитивну роль різних груп мікробіоти заквасок у процесах структуроутворення, органолептичних властивостей і якості готової продукції.

Розроблено схему виробництва сичужного твердого сиру з низькою температурою другого нагрівання типу Гауда з застосуванням препарату прямого внесення «Актив». Встановлено, що тривалість сичужного зсідання молока становить 25 ± 5 хв., тривалість вимішування сирного зерна перед другим нагріванням – 10 ± 5 хв., температура другого нагрівання – $38-41^\circ\text{C}$, тривалість вимішування після другого нагрівання – $30-50$ хв.

РОЗДІЛ 1

ЛІТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД

1.1. Характеристика факторів, від яких залежить формування органолептичних та фізико-хімічних показників сиру

Виробництво твердих сирів є складним та багатоаспектним процесом, в якому навіть незначна зміна одного фактора може вплинути на якість продукту. Це може призвести до змін у біохімічних, фізико-хімічних та мікробіологічних перетвореннях, що відбуваються під час виготовлення та дозрівання сиру, а також може вплинути на безпечність продукту.

На формування якісних характеристик сиру впливають такі фактори як: склад і властивості молока, закваски і ферментні препарати, які використовуються при виробництві сиру, технологічні режими виробництва, а також умови визрівання і зберігання продукту [31].

Бактеріальні закваски, що використовуються у виробництві, в значній мірі впливають на показники якості. Відомо, що сири можна отримати при використанні спеціальних бактеріальних заквасок і регулюванні технологічних параметрів їх виробництва. Однією з ключових характеристик молочнокислих бактерій, які використовуються при виробництві сирів, є їх протеолітична активність. Дія протеолітичних ферментів, які виділяються закваскою, має значний вплив на процес гідролізу білків молока та впливає на формування органолептичних і реологічних властивостей сиру. Склад протеїназ і пептидаз мікроорганізмів, їх специфічність і активність відіграють визначальну роль у процесі формування смакових і текстурних характеристик сиру. Ферментативні перетворення протікають з утворенням багаточисельних сполук, що формують специфічний смак і аромат твердих сичужних сирів з низькою температурою другого нагрівання. Для прискорення визрівання сичужних сирів та біологічного захисту їх від

негативного впливу сторонньої мікрофлори, а також для підвищення безпеки сирів для здоров'я споживачів, доцільно у складі бактеріальних заквасок використовувати молочнокислі палички, які дозволяють створити нові технології і розширити асортимент сирів. [18].

Останнім часом, з впровадженням інноваційних біотехнологій у виробництві сирів, більшість підприємств працює на бактеріальних заквасках нового типу – препаратах прямого внесення, які не тільки пришвидшують ефективність процесу виробництва, а й надають можливість кращого регулювання технологічних параметрів. Перевагами в цьому випадку є зниження ризику атаки бактеріофагами, гнучкість при використанні, можливість застосування культур із змішаних штамів і видів, відсутність необхідності в обладнанні для розведення культур. Ці заходи дозволяють досягнути високої стабільності технологічного процесу та, незважаючи на сезонні коливання якості молока, отримати високоякісний сир з поліпшеною органолептикою та скороченим терміном визрівання [32].

Таким чином, склад використаних заквашувальних культур має вирішальне значення для одержання високоякісного сиру з певними властивостями.

Під час виробництва сирів важливо максимально ефективно використовувати складові частини молока. Оскільки розчинні речовини переважно переходять у сироватку, а казеїн та більшість жиру – в сирну масу, то з'являється потреба досліджувати методи більш повного використання білка та жиру, включаючи сироваткові білки, щоб підвищити вихід сиру. В процесі формування структури сирів визначальну роль відведено білкам молока.

Згідно з численними дослідженнями, саме у результаті коагуляції білка відбувається утворення просторової матриці із міцел пара-казеїну, з'єднаних між собою «кальцієвими містками». Сирний згусток із молока може утворитися тільки тоді, коли вміст у ньому казеїну буде не нижче 0,7%. При вмісті більше 2,5% казеїну між щільністю згустку і вмістом казеїну виникає

пряма залежність, причому щільність зростає швидше, ніж підвищується вміст казеїну. Збільшення вмісту казеїну у молоці збільшує вихід сиру не лише за рахунок маси казеїну, але й через збільшення кількості зв'язаної вологи. Проте це не порушує співвідношення між масою вологи та масою казеїну, яке впливає на якість структури сиру більше, ніж абсолютний вміст вологи [29].

Як молочні білки в сирах здійснюють реструктуризацію шляхом зміни колоїдної поведінки та взаємодії з біологічними компонентами, а також роль, яку відіграє коагуляція молочних білків у перетравленні, широко не вивчені. Поглиблення знань і розуміння в цьому відношенні може збільшити можливості та потенціал застосування молочних білків.

Наразі відомо, що молочний білок може забезпечити бажану в'язкість і текстуру молочних продуктів. Здатність білка до гідратації і, таким чином, захоплювати або зв'язувати воду є важливою в багатьох харчових технологіях, через те, що в'язкість стосується таких важливих характеристик якості, як зовнішній вигляд і смакові відчуття [38]. Вода асоціюється з білком через водневі зв'язки з полярними групами. Іноді неполярні групи потрапляють у воду як частина певної білкової структури. Крім того, вода може фізично утримуватися в капілярах усередині продукту або затримуватися в структурі їжі поверхневими силами. Загалом білки, які є повністю розчинними, менш ефективні у зв'язуванні води, ніж ті, які менш розчинні [41]. Тим не менш, отримання продукту високої якості, певною мірою, залежить від вмісту вологи в ньому. Збільшення кількості сухої речовин в сирі призводить до збитків. У процесі дозрівання вміст вологи в сирі поступово зменшується, але занадто швидке та значне випаровування води може спричинити проблеми з дозріванням. Однак, найбільша втрата вологи відбувається в період соління сиру, яка залежить від початкового вмісту вологи в сирі після пресування, концентрації і температури розсолу, та продовжує зменшуватись під час усушки сиру. Також слід зазначити, що вміст вологи в сирі впливає на його сенсорні властивості.

Особливість видів сирів визначається рівнем відведення вологи з сирної маси, що впливає на інтенсивність бактеріальних і ферментативних процесів, а також на температуру другого нагрівання сирного зерна. Ці процеси відіграють важливу роль у формуванні органолептичних властивостей сиру та його структури під час визрівання. Однак, прискорення визрівання твердих сирів технологічними методами досить обмежене. З одного боку, збільшення температурних режимів обробки та вмісту вологи у сирі, зниження активної кислотності та концентрації солі інтенсифікує формування органолептичних показників. З іншого боку, ці фактори сприяють створенню умов для розвитку сторонньої мікрофлори, що викликає певні вади та погіршує показники безпечності та якості сирів [17].

Одним з варіантів осучаснення тенденцій виробництва твердого сиру є скорочення терміну визрівання сирів, що надасть можливість підвищити обсяги виробництва, збільшити обіг камер зберігання, як наслідок – покращити економічний стан підприємства.

Під час дозрівання у сирній масі послідовно відбувається комплекс складних мікробіологічних, біохімічних і фізико-хімічних перетворень, які можна звести до трьох основних процесів: гліколізу, протеолізу та ліполізу. Найважливішу роль відіграють перетворення, пов'язані з розщепленням протеїнів – реакції протеолізу. Спрямованість та швидкість цих реакцій спричиняє появу і накопичення речовин різних хімічних класів, які визначають смак, аромат, консистенцію і біологічну цінність кінцевого продукту. Згідно з дослідженнями М. О. Шугай [36], внесення додаткової культури одночасно із закваскою слід вважати перспективним способом скорочення терміну визрівання сиру, а використання *L. casei*, як додаткової культури у виробництві сиру, поглиблює протеолітичні реакції, внаслідок чого зростає вміст розчинних продуктів розщеплення білків. Важливо, що внесення згаданого штаму суттєво не впливає на технологічний процес виробки сиру, а отже не приводить до його коригування.

Отже, отримання високоякісного сиру залежить від чинників, які включають у себе якість сировини, технологічні режими підготовки, мікробіологічні аспекти виробництва, а також вдосконалення технологій виготовлення сиру.

1.2. Підготовка молока при виробництві твердих сичужних сирів

При виготовленні твердих сичужних сирів молоко-сировина повинна відповідати певним вимогам. Серед цих параметрів: нормальні органолептичні властивості молока, відсутність вад смаку, запаху, кольору та консистенції; повний біохімічний склад та оптимальні фізико-хімічні властивості; висока санітарно-гігієнічна якість; термостійкість; відсутність сторонніх домішок; оптимальні параметри для сичужного згортання молока. Хімічний склад, фізичні властивості та мікробіологічні показники молока є ключовими факторами, які впливають на його згортання та утворення згустку необхідної щільності, тобто на його сиропридатність.

Один з ключових показників, що визначає гігієнічну якість молока, – відсутність у ньому антибіотиків, лікарських речовин, пестицидів, добрив і інших шкідливих речовин. Ці речовини можуть порушити процес сквашування молока і спричинити вади в готовому продукті. Тому державний контроль за наявністю антибіотиків та інших інгібіторів у молоці є обов'язковим для забезпечення якості молочних продуктів.

Недостатньо збалансований раціон, який не відповідає фізіологічному стану тварин, забруднення води та кормів призводять до загального погіршення стану тварин і забруднення молока патогенними мікроорганізмами. Неналежна гігієна корівника призводить до розмноження паразитичних грибів, патогенних і спорових бактерій, що негативно впливає на здоров'я тварин. Бактерії кишкової групи можуть бути присутні у гної та підстилці. Розвиток інфекційних та паразитарних захворювань згубно впливає на хімічний склад молока та збільшує мікробне обсіменіння, а

потрапляння антибіотиків або інших інгібіторів у молоко викликає неналежний рівень ветеринарного менеджменту в господарстві [10].

Рівень санітарно-гігієнічних показників якості отриманого молока визначається гігієною доїння корів. Виключення обробки вимені до та після доїння збільшує ризик потрапляння небажаної мікрофлори в молоко. Збільшення кількості мікроорганізмів, високий вміст патогенних і спороутворюючих мікроорганізмів, а також їх токсинів виникає за неналежного очищення молочного обладнання [28].

За даними М. О. Шугай [36] відомо, що отримати стерильне молоко, навіть за хороших санітарних умов, неможливо, оскільки вже в момент видоювання воно зазнає бактеріального забруднення сапрофітними бактеріями, які постійно знаходяться в сосковому каналі. Після доїння молоко неодмінно забруднюється мікрофлорою з навколишнього середовища: бактеріями групи кишкової палички, ентерококами, молочнокислими і маслянокислими бактеріями, споро утворювальними бацилами, псевдомонадами, коринебактеріями, дріжджами та пліснявими грибами.

Молоко, яке має високий рівень бактеріального забруднення і містить шкідливу та патогенну мікрофлору, не придатне для виробництва якісних молочних продуктів. Таке молоко швидко стає кислим, і його не можна використовувати в технологічному процесі. Складові молока, такі як жир і білок, руйнуються мікрофлорою, що призводить до зміни смаку, запаху та консистенції молочних продуктів.

Зважаючи не вищевикладене, для виробництва сиру молоко необхідно підготувати: по-перше, як середовище для розвитку корисної мікрофлори; по-друге, для усунення небажаних змін його складу і властивостей під час зберігання на фермах, транспортування і вимушеного резервування [19].

У разі недостатньої кількості молока для приготування сиру, його резервують. Молоко охолоджують до 5°C і при цій температурі зберігають до наступної доби. Якщо на завод надійшло парене або охолоджене, але свіже

молоко, його не можна переробляти на сир. Свіже молоко погано зсідається штучним ферментом і є непридатним джерелом для розвитку молочнокислих бактерій. З такого молока виходить невідповідний згусток, який буде погано віддавати сироватку, процес молочнокислого бродіння протікає повільно. Тому свіжозціджене молоко має дозрівати при 8-12°C протягом 10-14 годин. Під час дозрівання молока внаслідок розвитку мікрофлори змінюються його фізико-хімічні якості. При цьому збільшуються міцели казеїну, знижується кислотовідновлюючий потенціал, підвищується кислотність на 1-2°C, частина солей кальцію переходить у розчинений стан, збільшується кількість поліпептидів. Ці зміни в складі молока прискорюють його сичужне згортання, забезпечують кращий розвиток молочнокислих бактерій, що сприяє утворенню більш якісного сиру. Гранична кислотність молока після визрівання не повинна перевищувати 20°Т [34].

Нормалізацію молока у сироробстві проводять за масовою часткою жиру з урахуванням масової частки білка в молоці при використанні сепараторів-нормалізаторів або сепараторів вершковідокремлювачів.

На якість сирого молока суттєво впливають умови приймальних відділень. Вже після зберігання нативного молока при температурі 40°C впродовж трьох діб питома вага психротрофних мікроорганізмів сягає 10%. Це призводить до зниження його здатності до згортання та утворення згустку необхідної щільності через протеолітичну та ліполітичну активність цих мікробів. Це, в свою чергу, може призвести до численних дефектів у сичужних сирах. Саме тому, для запобігання зростання кількості сторонньої мікрофлори, свіжовидоєне молоко слід якомога швидше переробляти [14].

Для забезпечення безпеки молока використовують різні методи пастеризації, такі як низькотемпературна та високотемпературна. Вибір режиму пастеризації молока повинен базуватися на дослідженнях мікробного забруднення молока-сировини, при цьому мінімізуючи постпастеризаційне забруднення [26].

У виробництві твердих сирів застосування високих температур пастеризації молока є непопулярним, оскільки така практика в основному використовується лише при виробництві м'яких сирів. Недостатня увага до цього аспекту може призвести до погіршення згортання молока під дією сичужного ферменту і недостатньої вологоутриманості сирного зерна.

Теплове оброблення молока призводить не лише до переходу частини розчинних форм небілкового кальцію і фосфору у колоїдний стан, але і до структурних змін сироваткових білків. Дія високих температур на термолабільні компоненти молока призводить до погіршення сичужного згортання молока і синеретичних властивостей згустку. Оптимальним режимом пастеризації молока в сироробній галузі вважають температуру 70-72°C з витриманням 20-25 с. У разі підвищеної бактеріальної забрудненості молока дозволяється збільшення температури пастеризації до 76°C. Дослідження сичужного згортання молока, яке пройшло теплову обробку при 85°C показало, що тривалість згортання молока збільшується, більше ніж в 3 рази, а після нагрівання при температурі 125, 135 і 145°C молоко практично повністю втрачає здатність до згортання. Тому в нормалізовану суміш додають розчин хлористого кальцію із розрахунку від 10 до 40 г зневодненої солі на 100 кг молока [42].

Також останнім часом набув значного поширення спосіб подвійної теплової обробки молока, що полягає в термізації з подальшим охолодженням до температури не вище 10°C упродовж 8-10 год. Внаслідок термізації зменшується кількість вегетативних форм мікроорганізмів та відбувається активація спор за час резервування молока. Проведення повторної термообробки – пастеризації – дозволяє знищити утворені зі спор вегетативні клітини, чим досягається необхідний ступінь бактеріальної чистоти сировини. Результати досліджень вказують, що для ефективного знищення надмірної кількості мікроорганізмів молока сирого необхідно застосовувати температуру не нижче 86,5°C [26].

1.3. Вплив заквашувальної мікрофлори на якісні особливості сиру

Видові та якісні особливості сирів формуються під впливом біохімічних процесів, зумовлених мікрофлорою сиру і технологічними умовами його виробництва. Головним фактором, який визначає якість сиру із пастеризованого молока, є бактеріальна закваска, яку вносять для підготовки молока до сичужного зсідання.

Мікроорганізми, які містяться у заквасках, є основним джерелом ферментів, що відповідають за перетворення компонентів сирної маси під час її дозрівання. Глибина та напрям перетворень залежать від кількості бактерій, їх активності та специфічності ферментних компонентів [37].

Для твердих сирів з низькою температурою другого нагрівання (сири типу голландського «Голландський», «Косторомський», «Пошехонський», «Естонський», «Буковинський», «Ярославський», «Гауда», «Едам» та інші) в закваску вводять, у якості основних, кілька штамів мезофільних молочнокислих стрептококів *Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris*, а як обов'язкові компоненти – ароматоутворюючі бактерії *Lactococcus diacetylactis* та *Leuconostoc dextranicum*. Крім того можуть використовувати і інші культури молочнокислих мікроорганізмів, в тому числі і термофільних, таких як *Streptococcus thermophilus* і *Lactovacillus helveticus*.

Мезофільні лактококи *Lb. lactis*, *Lb. cremoris* та *L. lactis* *bv. diacetylactis* (у деяких сирах зустрічається підвид *ssp. durans*) здатні до розвитку у широкому діапазоні температури – від 4 до 40°C (оптимальна температура – близько 30°C) і за низького рН. Вони вирізняються високою конкурентоздатністю відносно сторонньої мікробіоти, що й забезпечує їх перевагу у багатьох кисломолочних продуктах, які характерні для регіонів з помірним кліматом. *Lb. lactis* і *Lb. cremoris* – активні кислотоутворювачі, тоді як *L. lactis* *bv. diacetylactis* поступається їм за цією ознакою і є продуцентом діацетилу із цитрату молока. Важливими технологічними властивостями *Lb. cremoris* також є формування значної кількості летких кислот, які створюють

аромат, під час розвитку у вершках та білкових згустках. *L. lactisbv. diacetylactis*, крім аромату, формує значну кількість CO₂, присутність бульбашок якого в сирі формує вічки невеликого розміру, що є характерною рисою для сирів голландського типу [35].

Вітчизняна переробна галузь постійно висуває нові практичні завдання, вирішення яких потребує глибокого теоретичного аналізу світових досягнень, основних тенденцій біотехнології заквашувальних культур, а також сфери їх застосування[27]. Проблема удосконалення заквасок для сирів у різних країнах вирішується різним чином. З цієї причини з початку минулого століття штами, виділені з найкращих природних джерел, культивувалися та вивчалися в певних умовах промисловими компаніями та дослідницькими установами Нідерландів та використовувалися як відібрані (або визначені) закваски у харчових виробництвах [39].

У країнах Балтії, з метою прискорення дозрівання сичужних сирів і підвищення їх якості, застосовують особливі закваски, до складу яких входять активні молочнокислі бактерії та їх автолізати. У разі використання таких автолізованих заквасок разом з активними, з першого дня дозрівання, у сирній масі відбуваються паралельні процеси перетворення лактози в молочну кислоту і процес розпаду білкових речовин, у результаті чого дозрівання сирів прискорюється [33].

В Україні, прогресивним напрямком у сироробній галузі є застосування бактеріальних препаратів прямого внесення, що має ряд переваг порівняно з традиційними заквасками та бактеріальними концентратами з попередньою активізацією, зокрема: вони є простішими та зручнішими у використанні, забезпечують стабільність співвідношення між штамми та властивостями закваски, уникнення можливості внесення сторонньої мікрофлори з закваскою, та забезпечують відповідність світовим стандартам. Крім того, вони гарантують якість та кількість активних клітин, підвищують вихід сиру на 1-1,5%, та забезпечують менші коливання рН та вологи у готовому продукті. Культури прямого внесення дають можливість отримати

додатковий прибуток без додаткових витрат, та розширюють асортимент продукції. Також вони не забруднюються фагами, та забезпечують сталу тривалість процесу [8].

Існує три методи застосування препаратів: I – безпосереднє внесення у молоко для виготовлення сиру; II – приготування виробничої закваски із препарату (концентрату) без приготування пересадочних заквасок; III – внесення у молоко для виготовлення сиру або приготування виробничої закваски після короткочасної активації препарату. Безпосереднє внесення препаратів та концентратів у молоко для виготовлення сиру виключає їх зараження сторонньою мікрофлорою і бактеріофагами, підвищує вихід сиру (на суху речовину на 0,27%). Активізація препарату при безпосередньому внесенні у молоко для виготовлення сиру скорочує його витрати приблизно у два рази. Витрата препаратів у цьому випадку складає від 2 до 10 порцій, або від 500 до 2500 одиниць активності на 1 т сиру (за одиницю активності прийнято 250×10^9 КУО лактобактерій закваски), що у 12-120 разів вище, ніж при виготовленні з препаратів виробничої закваски [30].

Таким чином, існує кореляція між кількістю смаково-ароматичних речовин, що утворюються в сирах під час дозрівання та зберігання, та складом мікрофлори, що міститься в бактеріальних заквасках, а отже вибір правильної закваски є важливим етапом в виготовленні сиру, оскільки він може суттєво вплинути на якість та характеристики готового продукту.

1.4. Процес визрівання твердих сичужних сирів та можливості його прискорення

Виробництво твердого сиру включає два основних етапи – виробництво свіжого сиру і його визрівання.

Процес дозрівання сиру визначається взаємодією мікробіологічних, фізико-хімічних та біохімічних процесів, які залежать від різних технологічних факторів. Основним фактором, що забезпечує цей процес, є

молочнокисла мікрофлора. Дозрівання сиру є тривалим процесом, який зазвичай триває від 1,5 до 6 місяців для більшості видів твердих сирів [11].

Основою процесу визрівання сиру є первинна протеолітична реакція, яка призводить до коагуляції казеїну під впливом молокозгортаючого ферменту. Ця реакція породжує пептиди, які стають субстратами для інших протеолітичних реакцій, що відбуваються під час визрівання сиру за дії ферментів молочнокислої мікрофлори бактеріальних заквасок. Інтенсивність та спрямованість цих ферментативних перетворень сирної маси має важливе значення для отримання високоякісних сирів з характерним для кожного виду смаком та ароматом [17]. Ступінь активності кожного з цих процесів та певне співвідношення між ними суттєво впливає на формування видових особливостей сирів, проте протеоліз є найбільш складним, рівень продуктів якого є показником ступеня зрілості сирів. Утворені під час визрівання пептиди та амінокислоти безпосередньо формують смак сиру чи відіграють роль, як попередники, смако-ароматичних речовин, які утворюються в процесі трансамінування, дезамінування, декарбоксілування та ін. катаболічних процесів [13].

Виробництво сирів з якісними органолептичними показниками завдяки скороченому терміну визрівання дає змогу покращити економічні показники підприємства, підвищити оборотність камер визрівання. Тому основне завдання інтенсифікації виробництва твердих сирів є прискорення процесу визрівання.

Прискорити процес визрівання сиру можна шляхом інтенсифікації молочнокислого процесу: підвищенням температури і відносної вологості повітря під час процесу визрівання сиру. Однак різке відхилення температури і відносної вологості повітря від оптимальних умов є ризикованим, оскільки при цьому порушуються біохімічні процеси, що призводить до зниження якості та псування продукту. Хоча тверді сири з низькою температурою другого нагрівання традиційно визрівають за температур нижчих, ніж необхідно для життєдіяльності молочнокислих

бактерій (8-16°C), змінюючи температурні режими визрівання за відносної вологості повітря (85-90%), можна забезпечити досягнення оптимальних показників активної кислотності (рН5,3) молочнокислої мікрофлори (370×10^6 КУО/г) в сирах і прискорити або затримати розвиток молочнокислої мікрофлори, що дозволяє регулювати процес визрівання сирів [15].

Залучення до складу заквашувальних культур штамів з підвищеною здатністю до розщеплення білків молока також сприяє прискоренню визрівання сирів та поліпшенню їхніх смакових властивостей.

Обробка під високим тиском заквасок, які використовуються у виробництві сиру, дає можливість прискорити дозрівання за рахунок підвищення активності їх внутрішньоклітинних пептидаз, які сприяють розвитку бажаних органолептичних характеристик сиру.

Сири, виготовлені із оброблених заквасок, мали підвищений вторинний протеоліз. Органолептичні показники цих сирів були вищими протягом усього періоду зберігання порівняно з контролем. Їхня перевага була очевидна вже на ранніх стадіях дозрівання в холодильних камерах, оскільки гіркоти не було виявлено. Відповідно до результатів, закваска, оброблена під високим тиском, може прискорити протеоліз і дозрівання сиру [40].

Прискорення визрівання сирів може бути викликане не лише загальною активізацією заквашувальної мікрофлори, але й введенням до складу дріжджів *Yarrowia lipolytica*. У твердому сирі з вмістом дріжджів *Yarrowia lipolytica* процес розкладання лактози проходить в 1,5-1,8 рази швидше під час його визрівання, порівняно з сиром голландським виробленим за традиційної технології, що дає можливість скоротити процес визрівання сиру на 10-20 діб (з 70 до 50 діб) [25].

Активна кислотність сиру є основним фактором, який визначає кінетику ферментативних реакції у визріваючому сирі. Одним із шляхів регулювання рівня активної кислотності в сирі є розрідження сироватки водою при обробці сирного зерна. В першому періоді визрівання рівень активної кислотності визначається інтенсивністю молочнокислого процесу та

вмістом молочного цукру в сирі. Оскільки молочний цукор є основним джерелом харчування молочнокислих бактерій, то його наявність впливає на інтенсивність молочнокислого бродіння в сирі, що згодом впливає на процес визрівання [12].

Отже, прискорення дозрівання голландських сирів може мати користь з економічної точки зору, оскільки це дозволяє скоротити тривалість виробничого процесу, збільшити обсяг продукції та знизити витрати на зберігання. Крім того, такі методи можуть підвищити якість сиру, сприяючи розвитку більш інтенсивного та багат шарового аромату, а також виразного смаку. З іншого боку, методи прискорення дозрівання можуть вплинути на смак і текстуру сиру, тому важливо зберігати баланс між швидкістю дозрівання та якістю сиру.

РОЗДІЛ 2

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1. Об'єкти і матеріали дослідження

2.1.1. Об'єкти дослідження

Об'єкт дослідження – бактеріальні препарати прямого внесення, сирне зерно, сирна маса та тверді сичужні сири з низькою температурою другого нагрівання, культури мезофільних молочнокислих бактерій та їх заквашувальні комбінації.

Предмет дослідження – мікробіологічні показники молока-сировини, біохімічні показники бактеріальних препаратів прямого внесення, органолептичні та технологічні зміни у сирі за час його дозрівання.

2.1.2. Методи дослідження

Фізико-хімічні показники зразків молочних продуктів визначали згідно з вимогами, викладеними в наступних нормативних документах :

- відбір проб молочних продуктів проводили згідно з вимогами ДСТУ 4834 : 2007 «Молоко та молочні продукти. Правила приймання, відбирання та готування зразків до контролювання») і ДСТУ ISO 707 : 2002 «Молоко та молочні продукти. Настанови з відбирання зразків»;

Продукт приймають партіями. Кожну партію супроводжують документами, що підтверджують якість та безпечність продукту. Для контролювання мікробіологічних, органолептичних та фізико-хімічних показників від кожної партії продукту складають вибірку випадковим відбиранням, рівномірно охоплюючи всю партію.

Санітарно-бактеріологічні показники об'єктів досліджень визначали згідно з вимогами, викладеними в наступних нормативних документах і методиках:

- загальну забрудненість молока і молочних продуктів (КМАФАнМ) за ДСТУ 7357:2013 «Молоко та молочні продукти. Методи мікробіологічного контролювання»;

Дослідження гігієнічних нормативів за мікробіологічними показниками включали контроль наявності санітарно-показових мікроорганізмів, до яких відносяться мезофільні аеробні і факультативно-анаеробні мікроорганізми – МАФАнМ і бактерій групи кишкової палички БГКП (колі-форми).

Проби для мікробіологічного контролювання відбирають у стерильний посуд, використовуючи стерильне устаткування, та накривають стерильними накривками. Кількість проби молока та молочних продуктів була не менша ніж 200 г. Відібрані проби перед дослідженням ретельно перемішують, для того щоб отримати гомогенну суспензію мікроорганізмів. Інтервал між перемішуванням і перенесенням дослідної проби не перевищував 3 хв. Для контролювання відбирали стерильною піпеткою 10 см³ продукту в стерильну пробірку і вносили у 90 см³ стерильного розчину хлориду натрію. Для того щоб отримати достовірні результати, розведення має бути таке, щоб забезпечити утворення від 10 до 150 колоній на одній чашці.

Після внесення посівного матеріалу в кожную чашку Петрі додавали 10-15 см³ розплавленого й охолодженого до температури 40-45°C поживного середовища, наведеного в ДСТУ 8446:2015 «Продукти харчові. Методи визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів». Інокулят та поживне середовище ретельно перемішували легким коловим похитуваннями для рівномірного розподілу посівного матеріалу в середовищі.

Засіяні чашки залишали за температури 18±2°C на чистій горизонтальній поверхні для утворення гелю. Термостатували за температури 30±1°C упродовж 72±2 год.

Підраховували кількість колоній мікроорганізмів у кожному з паралельних посівів одного розведення. За результатами визначали середньоарифметичне значення кількості колоній у посівах одного розведення або вихідної проби. Під час підраховування враховували кратність розведення проб.

Біохімічні показники складу молока і молочних продуктів визначали згідно з вимогами, викладеними в наступних нормативних документах і методиках:

- сиропридатність за ДСТУ 7357:2013 «Молоко та молочні продукти. Методи мікробіологічного контролювання»;

Для проведення сичужно-бродильної проби використовували незбиране коров'яче молоко з кислотністю 17-19°Т. Водний розчин молокозсідального препарату додавали до молока у кількості 0,03% до загального об'єму проби. Проби інкубували в термостаті за температури 37°С упродовж 12 годин. Через 12 годин після витримки робили огляд проб. Через 24 години проби вдруге оглядали та відносили молоко до одного з чотирьох класів;

- термостабільність за ДСТУ 5073:2008 «Молоко та вершки. Метод визначення термостійкості за алкогольною пробою»;

Молоко для визначення термостійкості за алкогольною пробою досліджували при температурі 20±2°С. Водний розчин етилового спирту готували відповідно до вимог, дослідження проводили з 68%, 70%, 72%, 75% і 80% розчином етанолу. Для визначення за методом термопроби у пробірку додавали 5 мл молока і кип'ятили протягом 2 хвилин, спостерігаючи за наявністю або відсутністю згортання;

- органолептична оцінка проб сиру за ДСТУ 4834:2007 «Молоко та молочні продукти. Правила приймання, відбирання та готування проб до контролювання» та ДСТУ 6003:2008 «Сири тверді. Загальні технічні умови»;

Оцінку твердих сирів проводили при температурі продукту 18±2°С. При зовнішньому огляді сиру визначають його колір і малюнок тесту сиру.

Відібрану щупом пробу сиру розрізають уздовж і оглядають на колір. При цьому звертають увагу на рівномірність і однорідність кольору по всій масі сиру. Малюнок сиру оцінюють по відібраній пробі сиру, звертаючи увагу на форму, кількість, розміри і розташування вічок на розтині сиру. При сильно вираженому губчатому або рваному малюнку сир в реалізацію не допускається. Консистенцію сиру оцінюють за сукупністю його властивостей: ступеня щільності, твердості, однорідності і відчуттів, що виникають при порушенні механічних і відчутних рецепторів в порожнині рота. Витягнутий стовпчик сиру при легкому згинанні не повинен ламатися та кришитися. Щільність і твердість сиру, що тестується, визначають шляхом розтирання шматочка сиру.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристика основних властивостей коров'ячого молока

Для забезпечення високої якості сиру з точки зору мікробіологічної та сенсорної оцінки необхідно мати високоякісну сировину та додаткові компоненти. У технології виробництва твердих сичужних сирів молоко є основною сировиною, що характеризується такими показниками як харчова, біологічна, енергетична цінність та біологічна ефективність. Контролювання молочної сировини має передусім вирішальне значення у виробництві сиру сичужного типу Гауда, де використовують низький температурний режим другого нагрівання зерна сирного.

Виявлення сторонньої мікрофлори проводилися у зразках з чотирьох партій, що надійшли на підприємство. Результати дослідження наведено на рис. 1.

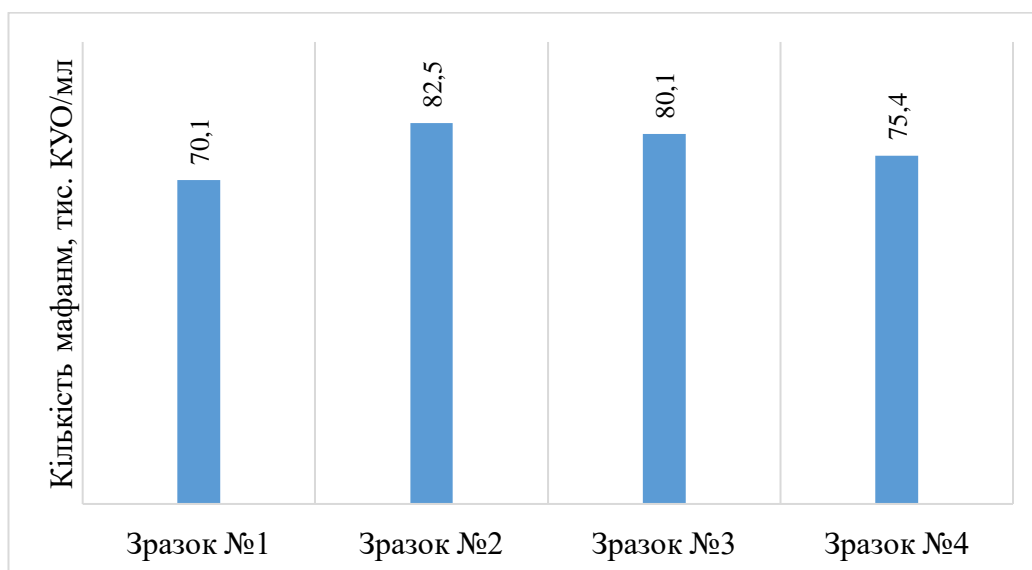


Рис. 1. Аналіз мікробіологічної якості молочної сировини, що була використана у дослідженнях

Мікробіологічні показники санітарного стану молока та молочних продуктів, такі як наявність або відсутність санітарно-показових мікроорганізмів та їхня кількість, визначають безпеку цих продуктів для споживача. Відповідно до отриманих даних, всі зразки молочної сировини, які було перевірено, є якісними. Згідно з вимогами, допустима кількість мезофільної мікрофлори не повинна перевищувати 100 тисяч КУО/мл. У досліджених чотирьох зразках молока кількість мікрофлори коливалася від 70,1 до 82,5 тисяч КУО/мл. Для подальшого дослідження у роботі, за мікробіологічною чистотою було обрано зразок №2, на його основі була оцінена термостійкість та сиропридатність молока-сировини.

3.1.1. Оцінка термостійкості молока-сировини

Термостійкість молока означає здатність молока протистояти росту мікробів і псуванню під впливом високих температур. Під час нагрівання молока присутні в ньому мікроорганізми гинуть або зменшується їх кількість, що допомагає подовжити термін придатності молока та запобігти хворобам, що передаються харчовими продуктами. Ступінь термостійкості молока визначається температурою і тривалістю застосовуваної теплової обробки. Вважається, що молоко, яке пройшло процес високотемпературної короткочасної пастеризації (HTST), має вищу термостійкість, ніж молоко, яке було пастеризовано методом низькотемпературної тривалої пастеризації (LTLT). Молоко з вищою термостійкістю залишатиметься безпечним для споживання протягом тривалого періоду часу та може бути придатним для використання в продуктах, які вимагають довшого терміну зберігання, таких як певні види сиру.

Однак, обробка молока за допомогою технологічних процесів призводить до зміни складу, фізико-хімічних та смакових властивостей молока, що відображається на якості та харчовій цінності молочних продуктів, що виготовляються з нього.

Дослідження термостійкості молока проводилися за методами алкогольної та термопроби.

В таблиці 1 наведено результати визначення термостійкості обраного зразку молока.

Таблиця 1

Термостійкість коров'ячого молока за алкогольною пробою

Варіант досліду	Концентрація спирту, %	Поява пластівців
1	80	відсутні
2	75	відсутні
3	72	відсутні
4	70	відсутні
5	68	відсутні

Як свідчать отримані дані, у всіх пробах відсутнє утворення пластівців білка на стінках пробірки, що свідчить про високу термостійкість молока.

При аналізі молока термопробою, невелику кількість молока нагрівали у пробірці. Дослідження здійснювали одночасно у 3-х повторностях. Реакція на кип'ятіння була негативною – у зразках не було виявлено пластівців казеїну.

Коров'яче молоко, досліджено на термостійкість, відповідало вимогам за обома методами, що свідчить про безпечність, якість і придатність молока і молочних продуктів для споживання людиною, використання його як сировини для виробництва.

3.1.2. Оцінка сиропридатності молока-сировини

Окрім мікробіологічних факторів, що є ключовими у визначенні якості молока-сировини, при виготовлені сиру надзвичайно велика роль приділяється такому біохімічному показнику, як його сиропридатність.

Сиропрдатність молока – це властивість молока, що визначає його здатність до згортання та утворення сиру під час виробництва молочних продуктів, зокрема твердих сирів. Важливим фактором, що впливає на сиропрдатність молока, є вміст у ньому білків. Для утворення міцного та стійкого згустку при виготовленні твердих сирів потрібно, щоб молоко містило достатню кількість казеїну – основного білка коров'ячого молока. Оцінку сиропрдатності молока здійснювали за показниками сичужно-бродильної проби. Залежність тривалості згортання молока сичужним ферментом визначали за температур: 37-38°C та 40-41°C.

Результати досліджень наведені у таблиці 2.

Таблиця 2

Сиропрдатність молока за результатами сичужно-бродильної проби

Кислотність, °Т	Температура, °С	Тривалість інкубації, год	Оцінка згустку	Характеристика згустку	Клас
17,0±1,0	37±1	12	Добре	На початку згортання без виділення сироватки та бульбашок газу, незначні смужки на згустку	I
19,0±1,0	37±1	24	Добре	Згусток з гладкою поверхнею, пружний на дотик, безвічок на поздовжньому розрізі, плаває в прозорій сироватці, яка не тягнеться і не має гіркого смаку	I
17,0±1,0	40±1	12	Добре	На початку згортання без виділення сироватки та бульбашок газу, незначні смужки на згустку	I
19,0±1,0	40±1	24	Добре	Щільність згустку значно підвищується, при розрізі помітна більша кількість сироватки, що виділяється	I

Утворення згустку відбувається за оптимальної температури згортання 40°C, проте цей етап зазвичай проводять при температурі 30°C у зв'язку з необхідністю створити відповідні умови для заквасок.

На підставі сичужно-бродильної проби можна судити про взаємозв'язок активності молокозсідального препарату та температури згортання, що впливає на швидкість формування згустку. За температури $40\pm 1^\circ\text{C}$ спостерігається підвищення щільності отриманого згустку і швидкості виділення сироватки, що забезпечує наявність бажаних реологічних показників для подальшого виробництва.

3.2. Оцінка якості вітчизняних заквашувальних препаратів

Бактеріальні закваски – це спеціально підібрані культури мікроорганізмів, які використовуються для створення певного смаку, аромату та текстури продукту під час його виготовлення. Вони впливають на ферментаційний процес, перетворюючи лактозу молока на молочну кислоту, що визначає кінцеву якість та властивості того чи іншого продукту.

Заквашувальні препарати поділяють на закваски, бактеріальні концентрати і бактеріальні препарати прямого внесення.

Використання традиційної виробничої закваски, потребує додаткових операцій, пов'язаних з її приготуванням, тобто попередньої активізації бактеріального концентрату в молоці протягом 3-х годин або приготування пересадкових заквасок. Це ускладнює технологічний процес за рахунок створення умов для їх проведення, не виключає можливість контамінації сирної маси сторонньою мікрофлорою та забруднення бактеріофагами, збільшує термін одержання і собівартість готового продукту, не гарантує стабільності його мікробіологічних показників, підвищує трудомісткість виробництва.

Детальні дослідження фізіології мікроорганізмів, закономірностей їхнього розвитку, чутливості до технологічних операцій, особливо до способів консервування біомаси, дозволило створити сучасні заквашувальні препарати прямого внесення. В наш час заквашувальні культури прямого

внесення DVS (Direct Vat Set) визнані у всьому світі та набули поширення в Україні завдяки значним перевагам над традиційним пересадковим способом приготування виробничої закваски.

Культури прямого внесення для виробництва твердих сичужних сирів, так звані DVS, як правило, є багатоконпонентними (окремі містять до 10 штамів різних видів бактерій), універсальними (одна культура може бути застосована для виробництва різних продуктів), зручними у використанні (не потребують попередньої підготовки). На ринку заквашувальних культур України представлені як культури європейських фірм Texel (Франція), Chr. Hansen (Данія), DSM Food Specialities (Голландія), так і вітчизняні препарати. Однак, використання закордонних DVS-культур призводить до схожості між продуктами за органолептичними характеристиками і може позбавляти їх унікального смаку, що притаманний конкретному типу продукту. Окрім цього, споживачі все частіше прагнуть споживати «автентичні продукти», тобто ті, що мають природні, характерні та звичні для певного регіону України смакові властивості. Отже, заквашувальні мікроорганізми та продукти, які виготовлені за їх допомогою, повинні бути натуральними, місцевими та зберігати свої унікальні характеристики.

У формуванні твердих видів сирів беруть участь ферментні системи молочнокислих стрептококів та лактобактерій. Ці мікроорганізми мають протеолітичні та ліполітичні властивості. Молочнокислі бактерії завдяки утворенню молочної кислоти, повільному та обмеженому розщепленню білка, а також мінімальному розщепленню жиру значно впливають на консистенцію, смак та запах сиру. Зокрема, для твердих сичужних сирів з низькою температурою другого нагрівання було розроблено нові для України та оригінальні за композиційним складом лактобактерій заквашувальні культури прямого внесення «Актив» з підвищеним рівнем протеолітичної активності і «Актив-ЛН» з високим рівнем аромат- та газоутворювальної активності.

У таблиці 3 наведено загальні характеристики наступних багатокомпонентних заквашувальних культур: «СКМ», «СМС», «Буковинська», «Актив», «Актив-ЛН» і «Темп», які виробляються Державним дослідним підприємством бактеріальних заквасок «ІПР» (м. Київ).

Таблиця 3

Загальна характеристика промислових заквашувальних культур Іпрівіт

Показник	Заквашувальна культура					
	СКМ	СМС	Буковинська	Актив	Актив-ЛН	Темп
Склад мікрофлори	<i>L. lactis</i> ssp. <i>lactis</i> , <i>L. lactis</i> ssp. <i>cremoris</i> , <i>L. lactis</i> ssp. <i>lactis. bv. diacetylactis</i>	<i>L. lactis</i> ssp. <i>lactis</i> , <i>L. lactis</i> ssp. <i>lactis. bv. diacetylactis</i>	<i>L. lactis</i> ssp. <i>lactis</i> , <i>L. lactis</i> ssp. <i>cremoris</i> , <i>L. lactis</i> ssp. <i>lactis. bv. diacetylactis</i>	<i>L. lactis</i> ssp. <i>lactis</i> , <i>L. lactis</i> ssp. <i>cremoris</i> , <i>L. lactis</i> ssp. <i>diacetylactis</i> , <i>L. casei</i> ssp. <i>casei</i>	<i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>cremoris</i> , <i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>lactis</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i> ssp. <i>cremoris</i> , <i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>diacetylactis</i>	<i>S. thermophilus</i> , <i>Lb. delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i> , <i>L. helveticus</i> , <i>P. freudenreichii</i> ssp. <i>shermanii</i>
Температура сквашування молока, °С	30-32	30-32	30-32	30-32	30-32	36-38
Тривалість сквашування, год	8-9	9	9	7	11	8
Кислотність через 3 год сквашування, °Т	30	30	30	35	30	40
Сфера застосування	для сиру кисло-молочного	для м'яких ірозольних сиру	для сиру голландської групи			для сиру ементальської групи

Згідно з наведеними характеристиками для виробництва твердого сиру «Гауда» був обраний бактеріальний препарат «Актив» через значно меншу тривалість сквашування порівняно з іншими заквасками. Для виробництва твердого сиру «Гауда» також застосовується препарат «Актив-ЛН», тому між

ними була проведена порівняльна характеристика, результати якої наведені у таблиці 4.

Таблиця 4

**Порівняльна характеристика бактеріальних препаратів прямого
внесення «Актив» та «Актив-ЛН»**

Показник	«Актив»	«Актив-ЛН»
Загальна чисельність лактобактерій, КУО/г	$5,0 \times 10^{11}$	$4,0 \times 10^{11}$
Чисельність аромоутворюючих лактобактерій, КУО/г	$6,0 \times 10^{10}$	$4,1 \times 10^{10}$
Кількість БГКП (коліформи), в 1г	0	0
Кількість дріжджів та плісняв, в 1г	0	0
Активність препарату		
Тривалість сквашування молока (при внесенні 1г на 1л) при 30°C, год	6,0	6,0
Титрована кислотність через 3 год, °Т	37	35
Наявність вуглекислого газу, см	1,5	1,0
Наявність діацетилу та ацетону за часом забарвлення лужної проби, хвилин	10	15
Ступінь виживання лактобактерій, %		
загальна	97,5	не визначалась
ароматоутворюючих	98,7	не визначалась
індекс розчинності препарату, см ³ сирого осаду	0,6	0,8

Сири, які виробляють за використання бактеріальних препаратів прямого внесення «Актив» і «Актив-ЛН», мають певні відмінності. Більш гострим смаком і запахом характеризується сир, який був вироблений за допомогою препарату «Актив ЛН». Це пояснюється наявністю в ньому високого вмісту оцтової кислоти, яка утворюється під дією гетероферментативних лактобактерій виду *Leuconostoc mesenteroidis*, що входять до складу препарату, сброджуючих молочний цукор до ароморечовин.

Препарат «Актив» також володіє характерними особливостями, що здатні підвищити ефективність основних параметрів під час ферментації молока, лактозоброджуючу активність, накопичення ароматичних речовин і забезпечити необхідні технологічні характеристики та органолептику

готового продукту. До складу композиції входять мезофільні лактобактерії, які відібрані за показниками, важливими для вироблення сиру, а саме фагостійкістю, антагоністичними властивостями по відношенню до бактерій групи кишкової палички та здатністю до протеолізу.

Крім того, до складу препарату входять також молочнокислі палички, які у виробництві сичужного сиру при низькій температурі другого нагрівання мають сприятливі умови для своєї життєдіяльності. Спеціально селекціонований штам молочнокислої палички *L.caseissp. casei* 1MBV-7017 має не лише значну енергію кислотоутворення та високі протеолітичні властивості, які дозволяють уникнути гіркої присмаку, але й антагоністичну активність до сторонньої мікрофлори, що забезпечує необхідні біохімічні перетворення у сирній масі при її визріванні та надання продукту високих органолептичних показників.

Таким чином, бактеріальний препарат «Актив» має високий індекс розчинності та реактивації і значний ступінь виживання бактерій, що дозволяє зробити висновок о доцільності його використання при виробництві сичужних сирів порівняно зі закваскою «Актив-ЛН», задля отримання продукту високої якості з накопиченими смаковими і ароматичними речовинами.

Застосування вітчизняних заквашувальних препаратів має кілька обґрунтованих переваг:

По-перше, вітчизняні заквашувальні препарати виробляються з урахуванням особливостей місцевої сировини і традицій виробництва молочних продуктів. Це дозволяє досягати більш стабільної якості продуктів, а також забезпечувати більш виразний та приємний смак і аромат.

По-друге, вітчизняні препарати є більш доступними і економічними, порівняно з імпортними аналогами. Це зменшує витрати на виробництво та забезпечує більшу конкурентоспроможність на ринку.

По-третє, їх використання сприяє розвитку місцевої промисловості, що має позитивний економічний та соціальний ефект для країни.

3.3. Дослідження змін хімічного складу та біологічної цінності сирів

Особливості кожного виду сиру формуються завдяки мікрофлорі, яка вноситься у процесі заквашування. Важливим фактором є не лише кількість культур, але й їх якісний склад. Ферменти, що продукуються мікроорганізмами бактеріальної закваски, відіграють головну роль у визріванні сиру. Під дією цих ферментів відбувається перетворення основних компонентів молока на сполуки, які визначають смак, аромат та консистенцію сиру, а також його харчову та біологічну цінність.

Структура сиру починає формуватися ще при розрізанні, вимішуванні та постановці сирного зерна, але на формування мікро- та макроструктур сирних зерен впливає ферментативні системи закваскової мікрофлори та подальша їх технологічна обробка.

Для вироблення дослідних партій сиру було застосовано обрану на підставі проведених досліджень сировину, що містить 3,9% жиру і 3,0% білка, кислотність молока, що титрується, становила 17°Т, клас сичужно-бродильної проби – I. Для нормалізації суміші за масовою часткою жиру до 1,9% та 2,8% використовувалося знежирене молоко, щільністю 30,0°А та кислотністю 17°Т.

Визрівання твердого сиру типу Гауда з внесенням препаратів «Актив» та «Актив-ЛН» відбувалося протягом 30 діб за відносної вологості повітря 85-90 % та температурного режиму 12-14 °С: з внесенням препарату «Актив» – перша дослідна партія сиру; з внесенням препарату «Актив-ЛН» – друга дослідна партія сиру.

У зв'язку з цим, відповідно до методики проведення досліджень, було проаналізовано вплив використовуваних заквасок на вихід та якість сиру (табл. 5).

Таблиця 5

Вплив препаратів прямого внесення на вихід та якість сиру Гауда

Показник	Бакпрепарат	
	«Актив»	«Актив-ЛН»
Маса сиру після пресування, кг	542	526
Витрати сировини на одиницю продукції, кг	10,8	11,0
Кислотність відпресованого сиру (рН)	5,41	5,42
Масова частка вологи у відпресованому сири, %	51,4	51,8
Масова частка жиру в сухій речовині сиру, %	36,2	36,5
Масова частка вологи в готовому продукті, %	49,4	49,8
рН у готовому продукті	5,21	5,23

Отримані результати свідчать, що не спостерігається суттєвої різниці фізико-хімічних показників продукту виготовленого при застосуванні обох препаратів, проте перевагою використання закваски «Актив» є збільшення на 3% виходу маси сиру після пресування. В обох партіях спостерігалась оптимальна кислотність (5,21-5,23), що створює умови для пришвидшення ферментативних процесів під час визрівання, тверді сири мали виражені смак та запах, пластичну консистенцію.

Наступним важливим етапом дослідження є органолептична оцінка продукту, оскільки вона дозволяє оцінити якість та характеристики сиру, задовільні смакові та естетичні властивості продукту, які визначають його споживання і не можуть бути виміряні за допомогою приладів. Органолептична оцінка включає оцінку вигляду, текстури, аромату та смаку сиру.

Отже, органолептична оцінка сиру є необхідною в процесі контролю якості продукції та вдосконалення її виробництва, оскільки дозволяє виявити відхилення від стандарту та знайти шляхи їх виправлення. Крім того, вона є важливим елементом маркетингової стратегії, оскільки споживачі все більше орієнтуються на якість та смак продукту при його виборі. Результати отриманих органолептичних показників наведено в таблиці 6.

Таблиця 6

Органолептична оцінка сиру Гауда

Бакпрепарат	Органолептичні показники			
	Смак, запах	Консистенція	Рисунок на розрізі	Колір
«Актив»	Смак і запах – помірно виражений сирний, смак кислуватий, злегка пряний	Тісто щільне, однорідне, злегка ламке на згині.	На розрізі сир має рівномірно розташований по всій масі малюнок, що складається з очок неправильної, овальної та схожої на щілини форми, розташованих по всій масі сиру.	Від білого до слабо-жовтого, рівномірний по всій масі.
«Актив-ЛН»	Запах – виражений сирний, смак кислуватий, злегка пряний з легкою гіркотою	Тісто пластичне, ніжне однорідне, злегка крихке	Вічка круглої, овальної чи довільної форми.	Однорідний за всією масою, від білого до жовтого

Відповідно до отриманих даних, сири, виготовлені на основі бактеріальних препаратів прямого внесення «Актив» та «Актив-ЛН» відповідають усім вимогам, мають характерний для сиру типу Гауда запах та смак. Браку за консистенцією у дослідній партії не спостерігалось, що свідчить про позитивну роль різних груп мікробіоти заквасок у процесах структуроутворення, органолептичних властивостей і якості готової продукції.

Згідно з ДСТУ 6003:2008 при органолептичній оцінці твердих сичужних сирів кожному показнику відводиться певна кількість балів. В результаті досліджень, сири, розроблені з використанням препаратів прямого

внесення «Актив» та «Актив-ЛН» отримали на 3-4 бали вище за продукти існуючого асортименту (табл. 7).

Таблиця 7

Бальна оцінка твердих сичужних сирів з низькою температурою другого нагрівання

Показник	Вид сиру			Максимальна кількість балів
	Гауда	Гауда з «Актив»	Гауда з «Актив-ЛН»	
Смак та запах	40	43	42	45
Консистенція	22	23	22	25
Колір	5	4	5	5
Рисунок	8	9	9	10
Зовнішній вигляд	10	10	10	10
Упаковка	5	5	5	5
Загальна бальна оцінка	90	94	93	100

В результаті збільшення вмісту вільних амінокислот та діацетилу у сирі Гауда за використання бактеріальних препаратів порівняно з сиром, виготовленим за традиційною технологією, за бальною оцінкою смаку та запаху досліджувані продукти отримали на 3-4 бали вище. Одержані сири за бальною оцінкою мають більше 93 балів, з яких 42-43 бали за смак і запах та 22-23 за консистенцію, а отже відповідають вимогам за фізико-хімічними показниками і відносяться до I гатунку.

3.4. Опис технологічного режиму виробництва сиру Гауда

Технологічний режим виробництва сичужного твердого сиру з низькою температурою другого нагрівання типу Гауда з застосуванням препарату прямого внесення «Актив» включає наступні етапи.

Після приймання та оцінки якості молока, проводиться його очищення на сепараторах-молокоочищувачах та охолодження до температури 6-8°C на пластинчастих охолоджувачах відповідної продуктивності. Дозрілу незбирану сировину витримують при температурі 10-12°C протягом 10-14 год. з метою збільшення кислотності пастеризують на пастеризаційно-охолоджувальних установках при температурі 74-76°C з витримкою 20-25 секунд. У секції рекуперації молоко охолоджують до температури зсідання 32-34°C.

У сироварній ванні здійснюють підготовку молока до сичужного згортання (внесення закваски для сирів з низькою температурою другого нагрівання у кількості 3% від маси молока; розчину хлориду кальцію; за необхідністю – частки дозрілого молока до 50%; сичужного ферменту). Хлорид кальцію необхідний для збільшення в молоці іонів кальцію, які в свою чергу пов'язують білки, що сприяє кращому утворенню згустку. Сичужний фермент забезпечує утворення міцного згустку протягом короткого часу. Згортання молока відбувається при температурі 32-34°C протягом 25-30 хвилин. Постановку сирного зерна здійснюють розрізанням згустку, що утворився, дробленням і вимішуванням протягом 10-15 хвилин, вилучаючи при цьому до 25-30% сироватки.

Для прискорення зневоднення проводять друге нагрівання сирного зерна за наступних режимах: температура 38-41°C, тривалість 15-30 хвилин. Для підвищення гідрофільності зерна застосовують його частковий посол, що забезпечує підвищення вмісту зв'язаної вологи в сирі. Вимішування сирного зерна після другого нагрівання протягом 30-50 хв. здійснюється для його зневоднення і нормалізації вологи зерна. Кислотність в процесі обробки сирного зерна регулюється шляхом розведення сироватки водою в кількості 5-20%. Величина зерна в кінці обробки становила 4-5 мм.

Загалом, внесення бактеріального препарату без попередньої підготовки, сприяло розвитку заквашувальної мікробіоти та спрощенню біотехнології сичужного сиру, зниженню можливості варіантності від партії

до партії, що дозволяє більш точно контролювати процес ферментування, впливати на вміст вологи в сирі, отримувати більш рівномірний рисунок.

Таким чином, застосовані препарати прямого внесення сприяють скороченню деяких технологічних операцій, збільшенню маси і прискоренню дозрівання, оскільки сир у 30-денному віці має органолептичні показники зрілого сиру.

Отримані результати зміни технологічних факторів при використанні препарату прямого внесення «Актив» наведено в таблиці 8.

Таблиця 8

Характеристика технологічного процесу виробництва сиру у порівнянні з традиційною технологією

Показник	Виробнича закваска	Бакпрепарат «Актив»
Кислотність молока перед зсіданням, °Т	17	17
Температура молока під час зсідання, °С	30	32
Температура другого нагрівання, °С	36	38
Кількість внесеного ферменту, г	3,5	3,5
Кількість внесеної закваски, %	5	3
Тривалість, хв.		
Зсідання	35	25
Постановка згустку до другого нагрівання	16	15
Тривалість другого нагрівання, хв	30	20
Вимішування сирного зерна	35	35
Загальна тривалість процесу	116	95

На підставі проведених досліджень було встановлено, що одержання та застосування бактеріального препарату прямого внесення забезпечує підвищення чисельності життєздатних клітин молочнокислих бактерій,

покращує органолептичні властивості готового продукту, дозволяє скоротити час зсідання молока та тривалість другого нагрівання на 10 хв. і зменшити загальну тривалість процесу більш ніж на 20 хвилин.

Схема виробництва твердого сиру з коров'ячого молока з низькою температурою другого нагрівання типу «Гауда» наведена на рисунку 2.



Рис. 2. Схема виробництва твердого сиру Гауда

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

Для вирішення всіх проблем у сфері охорони праці потрібний системний підхід створення ефективної системи управління охороною праці (СУОП) на кожному підприємстві, установі, організації незалежно від форми власності і розмірів [23].

Системний підхід до створення ефективної системи управління охороною праці включає комплексний підхід до аналізу, проектування, впровадження і контролю всіх аспектів охорони праці в організації. Основна ідея системного підходу полягає у розгляді охорони праці як інтегрованої системи, в якій різні компоненти взаємодіють між собою для досягнення загальної мети – забезпечення безпеки та здоров'я працівників.

Це дозволить суттєво знизити рівень травматизму, профзахворювань, аварій та пожеж на виробництві, і в першу чергу, дозволить максимально зменшити вплив так званого «людського фактору» на прийняття рішень в діючий на підприємствах агропромислового комплексу (АПК) системи управління охороною праці, що, безумовно, призведе до зменшення виробничих ризиків. Використання удосконаленої системи управління охороною праці дає можливість забезпечити максимальну оперативність та максимальну можливу оптимізацію щодо прийняття рішень при використанні ризик орієнтованого підходу, який, як відомо, складається з двох елементів – оцінки ризику (аналіз виникнення і масштабів ризику в конкретній ситуації) та управління ризиком (аналіз ситуації і розробка рішень, які спрямовані на зведення ризику до прийняттого мінімуму) [22].

Згідно з нормативно-правовими актами України, міжнародними стандартами щодо керівництва впровадження комплексної безпеки системи управління охороною праці передбачає: планування заходів з охорони праці; контроль виконання поточного та оперативних планів; можливість

здійснення корегувальних та попереджувальних дій; можливість адаптації до обставин, що змінилися; можливість інтеграції в загальну систему управління. Це дозволяє підвищити рівень техногенної та пожежної безпеки об'єктів АПК, покращити умови і безпеку праці на виробництві та вирішення питань гігієни праці, виробничої санітарії, зменшення рівня травматизму і професійних захворювань, а також покращити соціальну захищеність працюючих [20].

Відповідно до Закону України «Про охорону праці», стаття № 13 роботодавець повинен забезпечити функціонування системи управління охороною праці. Управління охороною праці на підприємстві є складовою, підсистемою загальної системи управління підприємством, оскільки лише за високого рівня охорони праці може бути забезпечено ефективне виконання завдань, що постають перед підприємством, і досягнення найкращих економічних результатів.

Суб'єктом управління в СУОП на підприємстві в цілому є керівник (головний інженер), а в цехах, на виробничих дільницях і в службах – керівники відповідних структурних підрозділів і служб. Об'єктом управління в СУОП є діяльність структурних підрозділів та служб підприємства по забезпеченню безпечних і здорових умов праці на робочих місцях, виробничих дільницях, цехах та підприємства в цілому [24].

Зміст системного підходу полягає в тому, що будь-яка система управління або її окрема частина повинна розглядатися як ціле, самостійне явище, яке характеризується метою діяльності, структурою, ресурсами, процесами та взаємозв'язками з іншими системами. Системний підхід передбачає, що ефективна система управління охороною праці має бути інтегрованою з усіма іншими аспектами діяльності організації. Вона повинна враховувати взаємозв'язки та вплив різних елементів на безпеку та здоров'я працівників.

Як правило, у виробничому середовищі існує велика кількість потенційних небезпек, і концепція системного аналізу вимагає враховувати

усі ймовірні небезпеки як складові тієї чи іншої небезпечної ситуації до факту виникнення джерела небезпеки у системі «людина – виробниче середовище», при цьому системний аналіз визначає коригуючі заходи, які повинні бути вжиті у виробничому процесі ще до виконання роботи чи вирішення основного завдання.

До основних системоутворюючих функцій управління охороною праці (УОП) на виробництві належать:

- формування відповідної політики в галузі охорони праці (працезохоронної політики) на основі державної політики в цій сфері;
- визначення основних цілей і завдань управління охороною праці;
- розробка перспективного (стратегічного), щорічного й оперативного планів реалізації політики в галузі охорони праці;
- розробка цільових програм з охорони праці;
- реалізація (впровадження) існуючих програм і планів з охорони праці;
- формування у персоналу свідомості щодо необхідності обов'язкового виконання вимог охорони праці;
- застосування заходів щодо мотивації роботи з охорони праці;
- оперативне управління і координація дій у сфері охорони праці;
- моніторинг показників стану охорони праці;
- звітування, обмін інформацією, ведення відповідної документації;
- профілактика виробничого травматизму та професійних захворювань;
- аналіз і постійне вдосконалення СУОП.

У процесі системного аналізу необхідно брати до уваги усі ці фактори для того, щоб врахувати різні потенційні небезпеки, які можуть бути пов'язані з тією чи іншою специфічною роботою чи завданням. Процес системного аналізу поєднує поняття людських ресурсів, виробничих приміщень, технологічних процесів та (або) устаткування, які повинні

функціонувати в середині специфічного виробничого середовища, виконуючи одне або декілька завдань [9].

Отже, система управління охороною організовується таким чином, щоб здійснювалось адекватне та постійне управління з урахуванням усіх факторів, що впливають на стан охорони праці, і орієнтується на проведення запобіжних дій, що унеможливають виникнення небезпечних ситуацій, але при цьому, у випадку їх виникнення, вона повинна своєчасно реагувати на них та усувати їх. Системний підхід дозволяє організації розглядати охорону праці як цілісну систему, забезпечуючи координацію і взаємодію різних компонентів для досягнення високого рівня безпеки та здоров'я працівників.

ВИСНОВКИ

1. Фізико-хімічні показники якості твердих сичужних сирів, вироблених із застосуванням бактеріальних препаратів прямого внесення «Актив» та «Актив-ЛН» свідчать про доцільність використання препарату «Актив» порівняно із аналогом «Актив-ЛН» під час технологічного процесу виробництва сиру Гауда

2. Органолептична оцінка виробленого сиру свідчить про позитивну роль різних груп мікробіоти заквасок «Актив» та «Актив-ЛН» у процесах структуроутворення, смаку, запаху, кольору і якості готової продукції.

3. Кількість сухого бак препарату «Актив» прямого внесення, необхідного для заквашування сировини під час виробництва сиру становить 3% від маси молока порівняно з 5% при традиційному способі виробництва.

4. Розроблено схему виробництва сичужного твердого сиру з низькою температурою другого нагрівання типу Гауда з застосуванням препарату прямого внесення «Актив».

5. Використання бактеріальної закваски «Актив» у виробництві сиру дозволило скоротити час зсідання молока та тривалість другого нагрівання на 10 хв. і зменшити загальну тривалість процесу більш ніж на 20 хвилин.

ПРОПОЗИЦІЇ

1. У виробництві твердих сирів голландської групи доцільно застосування бактеріального препарату «Актив», що має високий індекс розчинності та реактивації і значний ступінь виживання бактерій, та препарату «Актив-ЛН» з високою газоутворюючою здатністю і активним утворенням летких органічних кислот із залученням спеціально селекціонованого штаму *L. mesenteroides*.

2. Пропонується застосування бактеріального препарату прямого внесення «Актив» задля забезпечення скорочення тривалості зсідання молока та часу другого нагрівання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 р. № 2694-ХІІ : станом на 8 лип. 2019 р.
2. ДСТУ 4834:2007. Молоко та молочні продукти. Правила приймання, відбирання та готування проб до контролювання. На заміну ГОСТ 26809-86 ; чинний від 2008-10-01. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 17 с.
3. ДСТУ 5073:2008. Молоко та вершки. Метод визначення термостійкості за алкогольною пробою. На заміну ГОСТ 25228-82 ; чинний від 2009-07-01. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2009. 10 с.
4. ДСТУ 6003:2008. Сири тверді. Загальні технічні умови. На заміну ГОСТ 7616-85, ГОСТ 27568-87 ; чинний від 2009-03-01. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 22 с.
5. ДСТУ 7357:2013. Молоко та молочні продукти. Методи мікробіологічного контролювання. На заміну ГОСТ 9225-84 ; чинний від 2014-01-01. Вид. офіц. Київ : Мінекономрозвитку України, 2014. 38 с.
6. ДСТУ 8446:2015. Продукти харчові. Методи визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів. На заміну ГОСТ 10444.15-94 ; чинний від 2017-07-01. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 16 с.
7. ДСТУ ISO 707:2002. Молоко та молочні продукти. Настанови з відбирання проб. Чинний від 2003-10-01. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2003. 13 с.
8. Бакаленко В. А. Нові заквашувальні культури прямого внесення для виробництва напівтвердих сичужних сирів. *75 наукова конференція викладачів академії* : Зб. тез доп., м. Одеса, 20-24 квіт. 2015 р. Одеса, 2015. С. 119-120.

9. Березуцький В. Управління охороною праці : навч. посіб. для студентів спеціальн. «Цивільна безпека», освіт. програми «Охорона праці». Харків : ФОП Панов А.М., 2021. 412 с.
10. Берник І. М. Інноваційний підхід до одержання високоякісного молока-сировини. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. Т. 3, № 106. С. 46-55.
11. Бондарець Т. Г., Флока Л. В. Новітні технології при виробництві сичужних сирів. *XLV Міжнародна наукова студентська конференція за підсумками науково-дослідних робіт студентів за 2021 рік : Зб. тез доп.*, м. Полтава, 13-14 квіт. 2022 р. Полтава, 2022. С. 156-158.
12. Бондарчук З. В. Залежність визрівання сиру від технологічних факторів. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2014. № 7 (26). С. 105-107.
13. Бондарчук З. В., Куриленко Ю. М. Біохімічні аспекти визрівання сирів. *Інтеграційні та інноваційні напрями розвитку харчової індустрії : Матеріали третьої міжнар. науково-практ. конф.*, м. Черкаси, 1 листоп. 2019 р. Черкаси, 2019. С. 49-51.
14. Борис Л., Пержило У. Вимоги до молока призначеного для виробництва твердих сичужних сирів. *Стан і перспективи харчової науки та промисловості : Зб. тез доп. V міжнар. науково-техн. конф.*, м. Тернопіль, 10-11 жовт. 2019 р. Тернопіль, 2019. С. 39.
15. Буділович І. В. Дослідження впливу температурних режимів на процес визрівання твердих сирів із низькою температурою другого нагрівання. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Т. 22, № 3. С. 113-117.
16. Власенко І. Г. Інновації у виробництві твердих сирів : Монографія. Вінниця : РВВ ВТЕІ КНТЕУ, 2018. 144 с.
17. Власенко І. Г., Семко Т. В., Мамонов П. Д. Дослідження впливу теплової обробки молока на якість та безпечність твердих сирів. *Technology audit and production reserves*. 2019. Т. 6, № 3 (50). С. 35-39.

18. Власенко І. Г., Семко Т. В., Паламарчук В. І. Вплив складу бактеріальних заквасок на процес визрівання і якість твердого сичужного сиру. *Технологічний аудит та резерви виробництва*. 2020. Т. 1, № 3 (51). С. 48-52.
19. Дослідження технологічних схем при підготовці молока для виробництва сиру / В. Ф. Могутова та ін. *Engineering processing and food productions*. 2016. Т. 1. С. 72-78.
20. Іваненко В. С. Комплексна безпека підприємств агропромислового комплексу, як складова система управління. *Проблеми та перспективи розвитку бізнесу в Україні* : Матеріали міжнар. науково-практ. конф. молодих вчен. і студентів, м. Львів, 19 лют. 2021 р. Львів, 2021. С. 295-297.
21. Куліченко А. А. Сучасний асортимент та особливості експертизи твердих сичужних сирів : Дипломна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» : 076. Полтава, 2019. 95 с.
22. Курепін В. М. Використання ризикорієнтованого підходу у системі управління охороною праці на підприємстві. *Економіко-правові дискусії* : Матеріали III міжнар. науково-практ. інтернет-конф. студентів, аспірантів та науковців, м. Кропивницький, 30 квіт. 2022 р. Кропивницький, 2022. С. 135-138.
23. Литвин А. Пріоритетні шляхи вдосконалення умов охорони праці власником на підприємстві. *Молодий вчений*. 2018. № 10 (62). С. 285-290.
24. Лотарева Д. В. Основні вимоги до побудови і функціонування системи управління охороною праці на підприємстві. *Сучасні підходи до охорони праці в закладах професійної освіти* : матеріали Всеукр. науково-практ. інтернет-конф., м. Біла Церква, 22 жовт. 2022 р. Біла Церква, 2022. С. 86-90.
25. Матуняк С. С. Використання дріжджів *Yarrowialipolityka* для прискорення дозрівання сиру Голландського : автореф. дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр» : Тернопіль, 2018. С. 7.

26. Надточій В. М. Методи обробки молока-сировини. *Сучасний розвиток технологій тваринництва. Інноваційні підходи в харчових технологіях* : Матеріали міжнар. науково-практ. конф., м. Біла Церква, 20 жовт. 2022 р. Біла Церква, 2022. С. 18-20.
27. Огляд інноваційних біотехнологій заквашувальних культур та бактеріальних препаратів інституту продовольчих ресурсів НААН / Н. Кігель та ін. *Продовольчі ресурси*. 2017. 25 груд. С. 195-202.
28. Палій А. П. Інноваційний підхід в оцінці чистоти вимені корів. *Науково-технічний бюлетень*. 2016. № 115. С. 165-169.
29. Рибак О. М., Паскевич В. М. Особливості формування структури молочних продуктів. *Актуальні задачі сучасних технологій* : Матеріали V Міжнар. науково-техн. конф. молодих уч. та студентів, м. Тернопіль, 17-18 листоп. 2016 р. Тернопіль, 2016. С. 263-264.
30. Рябченко Н. О. Бактеріальні закваски для виготовлення сирів. *Продукты & ингредиенты*. 2013. № 6. С. 24-27.
31. Соломон А. М., Бондар М. М. Заквашувальні культури у молочній промисловості. *Аграрна наука та харчові технології*. 2019. № 5 (99). С. 128-135.
32. Соломон А. М., Даниленко С., Бондар М. М. Сучасні тенденції виробництва сиру твердого із низькою температурою другого нагрівання. *Продовольчі ресурси*. 2022. № 10 (18). С. 142-155.
33. Соломон А. М., Казмірук Н. М., Тузова С. Д. Мікробіологія харчових виробництв : Навч. посіб. для студентів напряму підготов. «Харч. технології». Вінниця : РВВ ВНАУ, 2020. С. 132-136.
34. Технологія молока та молочних продуктів : Навч. посіб. / В. В. Власенко та ін. Харків : ХДУХТ, 2018. 202 с.
35. Харчова біотехнологія / Т. П. Пирог та ін. Київ : Київ. нац. ун-т харч. технологій, 2016. 311 с.

36. Шугай М. О., Кігель Н. Ф. Безпечність та якість сиру: як поліпшити мікробіологічні показники молока-сировини. *Продовольчі ресурси*. 2013. № 1. С. 105-116.
37. Шульга Н. М. Вплив заквашувальної мікрофлори на формування смако-ароматичної композиції твердих сичужних сирів. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького*. 2013. № 15 (3-4). С. 143-147.
38. Aiqian Y. Gastric colloidal behaviour of milk protein as a tool for manipulating nutrient digestion in dairy products and protein emulsions. *Food hydrocolloids*. 2021. No. 115.P. 599-607.
39. Bassi D., Puglisi E., Cocconcelli P. S. Comparing natural and selected starter cultures in meat and cheese fermentations. *Current opinion in food science*. 2015. No. 2. P. 118-122.
40. Effect of high pressure treatment applied on starter culture or on semi-ripened cheese in the quality and ripening of cheese in brine / M. Giannoglou et al. *Innovative food science & emerging technologies*. 2016. No. 38. P. 312-320.
41. Rybak O. The role of milk proteins in the structure formation of dairy products. *Ukrainian food journal*. 2014. No. 3 (3). P. 350-360.
42. Vlasenko I., Semko T., Mamonov P. Research of heat treatment influence of milk on quality and safety of hard cheeses. *Technology audit and production reserves*. 2019. Vol. 6, no. 3 (50). P. 35-39.