

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОЛОГО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Допускається до захисту

Зав. кафедри харчових технологій і
технологій переробки продукції
тваринництва

 доцент Загоруй Л.П.

« 1 » листопада 2025 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

«Аналіз та удосконалення технології сиру»

Виконала: Дверняк Дарія Олегівна 

Керівник: доцент Федорук Н.М. 

Рецензент: 

Я, Дверняк Д.О., засвічую, що кваліфікаційну роботу
виконано з дотриманням принципів академічної доброчесності.

Біла Церква – 2025

ЗМІСТ

Завдання.....	3
Анотація.....	4
Annotation.....	5
Відгук керівника.....	6
Рецензія.....	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 Огляд літератури.....	10
1.1 Характеристика та аналіз технологій сиру.....	10
1.2. Значення <i>Lactobacillus helveticus</i> та <i>Lactobacillus casei</i> у технології молочних продуктів.....	11
РОЗДІЛ 2 Методологія кваліфікаційної роботи.....	15
РОЗДІЛ 3 Розроблення технології.....	16
3.1. Вимоги до сировини.....	16
3.2. Продуктовий розрахунок	18
3.3. Апаратурно-технологічне забезпечення.....	21
3.4. Опис технології.....	25
РОЗДІЛ 4. Контроль безпечності та екологізація виробництва сиру.....	29
РОЗДІЛ 5. Економічна ефективність удосконалення технології.....	34
Висновки.....	36
Пропозиції.....	37
Список використаних джерел.....	38

Анотація
«Аналіз та удосконалення технології сиру»
Дверняк Дарія Олегівна

Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня магістра за спеціальністю 181 «Харчові технології». Робота, представлена на 40 торінках друкованого тексту, містить 10 таблиць 2 рисунки та 30 джерел літератури.

Метою удосконалення було встановити технологічну схему, параметри та критерії контролю для впровадження ароматоутворюючих культур *Lactobacillus helveticus* та *Lactobacillus casei* з метою покращення ароматичного профілю, текстури і скорочення термінів дозрівання сиру «Буковинський» без погіршення безпеки та виходу продукту.

Розрахунок економічної ефективності засвідчив, що запропонована технологічна розробка сприятиме отриманню підприємством додаткового прибутку та забезпеченню виробництва продукції високої якості.

Впровадження ароматичних культур *Lactobacillus helveticus* та *Lactobacillus casei* у технологію сиру «Буковинський» є доцільним та ефективним заходом. Вони покращують ароматичний профіль і текстуру, прискорюють дозрівання та забезпечують стабільну якість продукту без зниження безпеки або виходу сиру. Оптимальною є комбінація обох культур, яка демонструє синергічний ефект на органолептичні властивості сиру.

Ключові слова: молоко-сировина, сичужні та тверді сири, технологія виробництва, якість, рецептура, економічна ефективність.

Abstract
"Analysis and improvement of cheese technology"
Dverniak Dariya Olegivna

Qualification work for obtaining a master's degree in specialty 181 "Food Technology". The work, presented on 40 pages of printed text, contains 10 tables, 2 figures and 30 sources of literature.

The purpose of the improvement was to establish a technological scheme, parameters and control criteria for the introduction of aroma-forming cultures *Lactobacillus helveticus* and *Lactobacillus casei* in order to improve the aromatic profile, texture and reduce the ripening time of "Bukovynsky" cheese without deteriorating the safety and yield of the product.

The calculation of economic efficiency showed that the proposed technological development will contribute to the enterprise obtaining additional profit and ensuring the production of high-quality products.

The introduction of aromatic cultures *Lactobacillus helveticus* and *Lactobacillus casei* into the technology of "Bukovynsky" cheese is an expedient and effective measure. They improve the aromatic profile and texture, accelerate ripening and ensure stable product quality without reducing the safety or yield of the cheese. The optimal combination of both cultures is one that demonstrates a synergistic effect on the organoleptic properties of cheese.

Keywords: raw milk, rennet and hard cheeses, production technology, quality, recipe, economic efficiency.

Вступ

Харчування є одним із ключових детермінант стану здоров'я населення. Раціональне та збалансоване харчування забезпечує нормальний фізичний розвиток дітей, підтримання гомеостазу в дорослому віці, сприяє профілактиці широкого спектра захворювань, підвищує тривалість життя, працездатність та адаптаційні можливості організму до умов сучасного техногенного середовища [4].

Серед основних продуктів харчування особливе значення має молоко, оскільки воно є джерелом високоякісних, біологічно повноцінних та легкозасвоюваних нутрієнтів. Молоко та продукти його переробки характеризуються вираженими лікувальними й лікувально-профілактичними властивостями, що проявляються у зниженні ризику розвитку ряду патологічних станів та підвищенні імунореактивності як у людей, так і у тварин.

Серед широкого асортименту молочних продуктів особливе місце займають сири, які фактично є концентратом молока з тривалим терміном зберігання. Історично суттєвий приріст у виробництві сирів пов'язують із розвитком сільського господарства, зокрема молочного тваринництва [1]. На сучасному етапі розвитку харчової промисловості для виготовлення сиру використовується щонайменше 35 % від загального обсягу заготовленого молока [6].

Висока популярність сирів серед споживачів значною мірою пояснюється їхньою харчовою безпекою: технологія виробництва та зберігання передбачає такі умови, як підвищена кислотність, низька активність води, високий осмотичний тиск (що зумовлено значним вмістом кухонної солі у водній фазі), низька температура зберігання та інші фактори, несприятливі не лише для розвитку патогенних, а й будь-яких сторонніх мікроорганізмів [2].

Нині світовий асортимент сирів налічує понад 1000 найменувань [9]. У сучасних умовах інноваційного розвитку харчової індустрії технологія

сироваріння зазнала суттєвої модернізації, спрямованої на підвищення продуктивності та збільшення виходу готової продукції з одиниці сировини.

Серед різновидів сирів окреме місце займають продукти, виготовлені за технологією чеддеризації та подальшого плавлення сирної маси. Перевагою цієї технології є можливість реалізації продукції без тривалого дозрівання, у свіжому вигляді. Для виробництва сирів такого типу не потребуються камери дозрівання, а інколи й солильні басейни, що робить технологію економічно вигідною та менш ресурсомісткою.

Сучасна сироробна та молочна галузь активно впроваджує біотехнологічні підходи для створення продуктів із покращеними органолептичними, структурними та функціональними властивостями. Одним із ключових напрямів інновацій є використання спеціалізованих ароматоутворюючих культур молочнокислих бактерій (МКБ), здатних регулювати інтенсивність і якісний склад біохімічних реакцій під час ферментації та дозрівання.

Останні п'ять років характеризуються активним розвитком біотехнологічних підходів у виробництві молочних продуктів, що дозволяють отримувати продукти з більш стабільною якістю, прогнозованими органолептичними властивостями та підвищеною харчовою цінністю. Значну увагу світові виробники приділяють саме ароматоутворюючим культурам *Lactobacillus helveticus* та *Lactobacillus casei*, оскільки вони демонструють високий потенціал для інтенсифікації дозрівання і формування комплексного смакового профілю.

Метою удосконалення було встановити технологічну схему, параметри та критерії контролю для впровадження ароматоутворюючих культур *Lactobacillus helveticus* та *Lactobacillus casei* з метою покращення ароматичного профілю, текстури і скорочення термінів дозрівання сиру «Буковинський» без погіршення безпеки та виходу продукту.

Розділ 1. Огляд літератури

1.1. Характеристика та аналіз технологій сиру

За останні роки відбулися значні зміни у технології виробництва молока, його первинної обробки, охолодження та зберігання, що суттєво вплинуло на властивості сировини. Аналіз літературних джерел свідчить, що провідне значення у визначенні сиропридатності починають відігравати гігієнічні показники молока. Тому дослідження ступеня впливу гігієнічних властивостей молока на якість сирів є важливим науковим завданням.

Сичужний сир - це свіжий або витриманий білково-жировий продукт, отриманий у результаті ферментативного зсідання молока, відокремлення згустку (сирної маси) та подальшого технологічного оброблення.

Хімічний склад сирів формують насамперед білки, жири, мінеральні речовини та вітаміни. У процесі виробництва більшості твердих і напівтвердих сирів компоненти молока зазнають концентрації приблизно у десятикратному розмірі, що значно підвищує їхню харчову та енергетичну цінність [12].

При цьому співвідношення між сироватковими білками та казеїном у готовому сирі практично не перевищує такого в натуральному молоці, оскільки домінуюча частка сироваткових білків переходить у сироватку в процесі зсідання та оброблення сирного згустку.

У молоці вміст жиру становить у середньому 3,4 %, тоді як у сирі його кількість зростає до 20–35 %. Концентрація білка також суттєво підвищується: з 3,0–3,1 % у молоці до 25–30 % у готовому продукті. Засвоюваність білків і жирів сирів досягає 95–97 %, що робить їх одним із найцінніших харчових продуктів тваринного походження. За вмістом білка та жиру сири перевершують м'ясо.

Висока біологічна цінність сирів зумовлена значною кількістю незамінних амінокислот та оптимальним мінеральним складом. Особливо важливими є кальцій і фосфор - елементи, що беруть участь у регуляції обмінних процесів, формуванні кісткової тканини та підтриманні стабільного сольового складу

крові. Загальний вміст мінеральних солей у сирі становить близько 4 %. Споживання 100 г твердого сиру повністю покриває добову потребу дорослої людини в кальції і приблизно на третину - у фосфорі [22].

У твердих сирах зберігається 60–80 % кальцію та 50–60 % фосфатів молока; у м'яких сирів ця частка є нижчою через відмінності в технології виробництва. Масова частка сухих речовин становить у середньому близько 65 % для твердих сирів і близько 45 % для м'яких.

Сучасна технологія сироваріння досліджує специфічні особливості виробничих процесів для різних груп сирів, що зумовлює їх широке різноманіття та формує фізико-хімічні, органолептичні й структурні характеристики готового продукту.

Залежно від технологічних принципів сири поділяють на чотири основні групи:

- тверді сичужні;
- розсольні;
- м'які;
- перероблені (плавлені) сири.

Сир належить до продуктів тривалого зберігання. Насамперед це стосується твердих сирів, які здатні зберігати стабільну якість протягом кількох місяців за умов низьких температур та дотримання відповідної вологості.

1.2. Значення *Lactobacillus helveticus* та *Lactobacillus casei* у технології молочних продуктів

Сучасна сироробна та молочна галузь активно впроваджує біотехнологічні підходи для створення продуктів із покращеними органолептичними, структурними та функціональними властивостями. Одним із ключових напрямів інновацій є використання спеціалізованих ароматоутворюючих культур молочнокислих бактерій (МКБ), здатних регулювати інтенсивність і якісний склад біохімічних реакцій під час ферментації та дозрівання [14, 18].

У технології твердих і напівтвердих сирів ароматотворення визначається трьома основними процесами:

1. Протеоліз, що забезпечує утворення амінокислот та пептидів.

2. Ліполіз, який формує леткі жирні кислоти (ЛЖК) - носії характерних смакових і ароматичних тонів.

3. Ферментація вуглеводів та органічних кислот, що сприяє накопиченню діацетилу, ацетоїну та інших летких метаболітів.

Мікроорганізми *Lactobacillus helveticus* та *Lactobacillus casei* належать до найбільш ефективних культур, здатних працювати у широкому спектрі молочних продуктів, впливаючи на їх смак, аромат, консистенцію та безпечність.

Враховуючи сучасні вимоги до якості харчових продуктів - натуральність, функціональність, мінімальна кількість консервантів - використання цих культур є науково й технологічно обґрунтованим рішенням [19].

Lactobacillus helveticus - термофільна молочнокисла бактерія, грампозитивна, нерухома, факультативно анаеробна. Максимальна активність росту спостерігається при температурі 42–45 °С, що робить штам оптимальним для сирів типу Швейцарських, Емменталь, Пармезан і твердих українських сирів.

Lactobacillus casei — мезофільна МКБ, оптимальна температура росту - 30–37 °С. Штам широко використовується у виробництві сирів, кисломолочних напоїв та ферментованих продуктів.

Формування аромату сиру - складний багатofакторний процес, що включає:

- каталізовані ферментами реакції,
- хімічні перетворення амінокислот, жирів, лактату,
- взаємодію між ферментами різних видів мікроорганізмів.

Основні джерела ароматичних речовин наведено в таблиці 1.

L. helveticus забезпечує базові вершкові та сирні ноти, тоді як *L. casei* - глибокі пікантні та горіхові відтінки. Останні п'ять років характеризуються активним розвитком біотехнологічних підходів у виробництві молочних продуктів, що дозволяють отримувати продукти з більш стабільною якістю, прогнозованими органолептичними властивостями та підвищеною харчовою цінністю.

Основні джерела ароматичних речовин у сирі

Джерело	Основні ароматичні сполуки
Протеоліз	Вищі та леткі жирні кислоти, аміни, сірковмісні сполуки
Ліполіз	Масляна, капронова, каприлова кислоти
Ферментація лактози	Молочна кислота, оцтова, пропіонова
Метаболізм цитрату	Діацетил, ацетоїн

Значну увагу світові виробники приділяють саме ароматоутворюючим культурам *Lactobacillus helveticus* та *Lactobacillus casei*, оскільки вони демонструють високий потенціал для інтенсифікації дозрівання і формування комплексного смакового профілю.

Світові дослідження 2020–2025 рр. підтверджують, що ці штами входять до складу інноваційних стартових та допоміжних культур, які використовують у виробництві твердих сирів, кисломолочних продуктів, ферментованих напоїв і функціональних харчових продукті [25].

У країнах ЄС *L. helveticus* активно використовується у технології твердих сирів типу: Grana Padano, Parmigiano Reggiano, Emmental, Appenzeller, українських та східноєвропейських твердих сирів.

Європейські наукові роботи (EFSA, 2020–2024) підтверджують, що штами *L. helveticus* сприяють: прискоренню дозрівання на 15–30 %, інтенсивному протеолізу, утворенню вільних амінокислот (лейцину, фенілаланіну, тирозину), накопиченню ароматичних речовин (етилкових ефірів, кетонів [11].

У Японії *L. helveticus* застосовують у преміальному сироробстві як частину функціональних продуктів завдяки здатності штаму утворювати пептиди з антигіпертензивною дією (інгібітори АПФ). Компанія Megmilk Snow Brand (2021–2024) впровадила культуру у виробництво ферментованих молочних продуктів із заявленою пролонгованою користю для здоров'я.

На основі аналізу 2020–2025 рр. виділяють такі ключові тенденції:

1. Перехід до прогнозованих культур контрольованого ароматотворення. Обидві культури входять до складу «precision starter cultures».
2. Створення функціональних молочних продуктів із біоактивними пептидами. Особливо на основі *L. helveticus*.

3. Акцент на зменшенні часу визрівання та стабільності смаку.
Використання комбінацій *L. helveticus* + *L. casei*.

4. Застосування у технологіях clean label (мінімум консервантів).

5. Зростання інтересу до пробіотичних властивостей *L. casei*.

Таким чином, світова практика підтверджує ефективність і доцільність широкого застосування *Lactobacillus helveticus* та *Lactobacillus casei* у молочній галузі, особливо у виробництві сирів преміум-класу, ферментованих напоїв і функціональних продуктів.

Розділ 2. Методологія кваліфікаційної роботи

Метою удосконалення було встановити технологічну схему, параметри та критерії контролю для впровадження ароматоутворюючих культур *Lactobacillus helveticus* та *Lactobacillus casei* з метою покращення ароматичного профілю, текстури і скорочення термінів дозрівання сиру «Буковинський» без погіршення безпеки та виходу продукту.

Задача даної роботи – розробити удосконалення виробництва 500 кг сиру «Буковинський», яке досягається за рахунок введення у його рецептуру *L. helveticus* та *L. casei*.

Для досягнення мети було сформовано такі завдання:

- провести аналіз сучасних технологій використання ароматичних культур;
- зробити огляд літератури та практичного досвіду впровадження *L. helveticus* та *L. casei* у виробництво твердих та напівтвердих сирів;
- зробити розрахунок молочної сировини та інших компонентів для 500 кг сиру «Буковинський»;
- визначити вплив цих культур на формування ароматичного профілю, текстури та терміну дозрівання;
- розробити технологічну схему виробництва: визначити стадію введення ароматичних культур у технологічний ланцюг сиру «Буковинський»;
- встановити параметри контролю якості та аналітики;
- провести оптимізацію технології та стандартизації процесу;
- зробити оцінку економічної доцільності та безпеки удосконалення.

Для проведення аналізу теоретичної частини завдань було використано бібліотечні фонди БНАУ та інтернет-ресурси; промоніторено матеріали науково-технічної літератури, електронної бази патентів України, наукових праць вітчизняних та міжнародних ресурсів.

Виконання технологічної частини завдань робили з врахуванням ДСТУ 3662:2018 «Вимоги до молока-сировини» [3], ДСТУ 6003:2008 - «Сири тверді. Загальні технічні умови» [4], ДСТУ ISO 9001:2015 «Системи управління якістю. Вимоги» [5]. Наказ Мінагрополітики України №118 від 12.03.2019 - «Вимоги до безпечності та якості молока і молочних продуктів»

Розділ 3. Розроблення технології

3.1. Вимоги до сировини

Оскільки «Буковинський» - твердий сир з натуральним коров'ячим молоком, вимоги до сировини повинні бути досить строгими: молоко повинно бути високої якості, з низьким мікробним забрудненням, з хорошим вмістом білків (казеїну) та жиру.

Контроль сировини (аналітика на мікробіологію, соматичні клітини, антибіотики) - критично важливий для стабільного виробництва якісного твердого сиру.

Важливо впровадити стандарт прийому молока на виробництві: рецепти, контроль охолодження, лабораторні перевірки - все це має бути формалізоване в технологічній карті.

Варто працювати з постачальниками молока, які можуть надати стабільно якісне молоко (ферми з хорошою годівлею корів, системою охолодження молока, регулярними лабораторними тестами).

За сенсорними показниками молоко має бути рідиною однорідної консистенції, не має бути сторонніх включень або домішок. Колір має бути кремово-білий, без кольорових плям.

Вимоги до фізико-хімічних та мікробіологічних показників наведено в таблицях 2 і 3.

Таблиця 2

Вимоги до фізико-хімічних показників молока

Назва показнику (одиниці виміру)	Норма для гатунків		
	екстра	вищий	перший
Густина (за температури 20 °C), кг/м ³ не менше ніж	1028,0	1027,0	
Масова частка сухих речовин, %	≥ 12,0	≥ 11,8	≥ 11,5
Кислотність, °T pH	Від 16 до 18		Від 16 до 20
	Від 6,6 до 6,7		Від 6,55 до 6,8
Група чистоти, не нижче ніж	I		
Точка замерзання ¹ , °C, не вище ніж	Мінус 0,520		
Температура молока, °C, не вище ніж	8		

Вимоги до фізико-хімічних показників молока

Назва показнику (одиниці виміру)	Норма для гатунків		
	екстра	вищий	перший
Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів* (КМАФАМ за температури 30 °С), тис. КУО/см ³	≤ 100	≤ 300	≤ 500
Кількість соматичних клітин*, тис/см ³	≤ 400	≤ 400	≤ 500

Безпечність сировини: молоко та інші компоненти повинні відповідати граничним рівням токсичних елементів, залишкових антибіотиків та інших шкідливих речовин.

Вимоги також передбачають документальний контроль (сертифікати, аналізи) на партії молока, щоб переконатися у дотриманні безпечності та якості.

Для удосконалення технології впроваджували застосування ароматоутворюючих культур *Lactobacillus helveticus* та *Lactobacillus casei* у технологію сиру «Буковинський». Ад'ювантна культура - спеціально підібрана чиста культура *L. helveticus* та *L. casei*, що вводиться додатково до основної мезофільної закваски для створення аромату.

Регламентують вимоги та порядок використання ароматоутворюючих культур (*L. helveticus*, *L. casei*) ТУ з метою інтенсифікації протеолізу, формування більш виразного аромату й смаку, а також підвищують органолептичні властивості сиру «Буковинський».

Вимоги до мікробіологічних культур: гарантія ідентичності штаму, сертифікат аналізу, відсутність патогенів (*Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*), відсутність антибіотикорезистентних маркерів вище допустимих норм.

Мінімальна життєздатність при відновленні: не менше 1×10^9 КУО/г у ліофілізованому вигляді на момент відвантаження.

Умови зберігання: згідно з даними виробника; заморожена суспензія - $\leq -18\text{ }^{\circ}\text{C}$; відкриті пакети - використати протягом часу, рекомендованого виробником (зазвичай 24–72 год при $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ після відновлення).

Вода, яка використовується для технічних процесів має бути відповідно вимог ДСТУ 7525:2014. Допоміжні матеріали, які застосовуються у технологічних процесах мають бути згідно гігієнічних вимог та відповідати рівню безпечності та екологічності.

3.2. Продуктовий розрахунок

Після теоретичного моніторингу огляду літератури нами було запропоновано виробництво 500 кг сиру «Буковинського» із застосуванням ароматоутворюючих культур *Lactobacillus helveticus* та *Lactobacillus casei*.

Вихід сиру з молока: Вихід сиру (кг)=коефіцієнт виходу×маса молока

Коефіцієнт виходу для сиру «Буковинський» (твердий сир, середній вміст жиру 45–50 %) зазвичай 0,12–0,15. Тобто з 100 кг молока отримуємо 12–15 кг сиру.

Розрахунок маси молока: $M_m = M_s / K_v$

$M_s=500$ кг - плановий вихід сиру; $K_v=0,13$ - середнє значення коефіцієнта виходу.

$M_m=500/0,13=3845$ кг молока.

1. Молоко: приймали свіже пастеризоване молоко, температура під час внесення закваски $30\text{--}35\text{ }^{\circ}\text{C}$.
2. Закваски: ароматичні культури вносили поодинокі або у комбінації (H+Ca), контроль активності - $\geq 10^7$ КУО/г.
3. Фермент: додавали після внесення закваски, ретельно перемішували до однорідності.
4. Сіль: додавали на етапі пресування або у розчині для соління, рівномірно.
5. Дозрівання: 7–90 днів при температурі $12\text{--}16\text{ }^{\circ}\text{C}$ і вологості 80–85 % (для досягнення органолептичного профілю).

**Кількість молочної сировини та інших компонентів для 500 кг сиру
«Буковинський»**

№	Найменування сировини	Кількість (кг)	Примітка
1	Молоко коров'яче (жирність 3,2–3,5%)	3845	Основний компонент
2	Сіль кухонна	30	6% від маси сиру для соління
3	Закваска ароматична <i>Lactobacillus helveticus</i>	0,05–0,1	10^7 – 10^8 КУО/г молока, додається у сквашування
4	Закваска ароматична <i>Lactobacillus casei</i>	0,05–0,1	10^7 – 10^8 КУО/г молока, при комбінації Н+Са співвідношення 1:1
5	Реніновий фермент (сирна сичужна закваска)	0,05–0,1	Дозування відповідно до інструкції виробника, для коагуляції молока
6	Вода (для миття або розведення закваски, за потреби)	до 5	Для використання концентрованих заквасок

Для оцінки впливу ароматичних культур *Lactobacillus helveticus* та *Lactobacillus casei* на органолептичні властивості (таб. 5) сиру «Буковинський» проведено сенсорну оцінку на 7, 30, 60 та 90 день визрівання. Використовувалась дегустаційна панель із 5 експертів за методом QDA.

Н (*L. helveticus*) - посилює вершкові та горіхові нотки, робить текстуру більш м'якою, прискорює формування характерного аромату.

Са (*L. casei*) - сприяє появі легких фруктових та кисломолочних відтінків, трохи підвищує еластичність текстури.

Комбінація Н+Са - синергічний ефект: оптимальний баланс аромату, смаку та текстури, прискорене досягнення цільового органолептичного профілю.

При оцінюванні зовнішнього вигляду сиру, враховували стан поверхні, якість покриття. При огляданні зовнішнього вигляду сиру визначали його колір і рисунок сирного тіста. Відібрану щупом пробу сиру розрізають уздовж і оглядають на колір. При цьому звертають увагу на рівномірність і однорідність кольору по всій масі сиру. Рисунок сиру оцінюють по відібраному циліндрику сиру, звертаючи увагу на форму, кількість, розміри і розташування вічок на

розрізі сиру. При сильно вираженому губчатому, рваному рисунку сир в реалізацію не допускається.

Таблиця 5

Органолептична оцінка сиру «Буковинський» після впровадження ароматичних культур

Партія	Зовнішній вигляд	Консистенція / текстура	Запах	Смак	Колір	Структура
Класична рецептура	Голівка правильної форми, без тріщин; корка тонка, суха	Щільна, пружна	Легкий молочний запах	М'який, з легкою кислотою	Світло-жовтий	Однорідна, без крупних зерен
H (<i>L. helveticus</i>)	Голівка однорідна, гладка	М'якіша, ніж контроль, пружність збережена	Інтенсивні вершкові та горіхові ноти	М'який, вершковий, післясмак злегка горіховий	Кремовий	Однорідна, трохи більша ніжна
Ca (<i>L. casei</i>)	Голівка без дефектів, гладка	Щільна, трохи еластичніша	М'який кисломолочний аромат з фруктовими нотами	Легка кислота, вершковість присутня, післясмак чистий	Світло-жовтий	Однорідна, трохи більша еластична
H+Ca	Голівка однорідна, корка рівна	Оптимальна пружність та м'якість	Комплексний аромат: вершковий, горіховий та легкі фруктові ноти	Збалансований смак, виражена вершковість, післясмак чистий і тривалий	Кремово-жовтий	Однорідна, ніжна, пружна

Консистенцію сиру оцінювали по сукупності його властивостей: ступеню щільності, твердості, однорідності і відчуттів, що виникають при порушенні механічних і дотикових рецепторів в порожнині рота. Витягнутий стовпчик сиру при легкому згинанні не повинен ламатися або кришитися. Щільність і

твердість тіста визначають розтиранням шматочка сиру або інструментальним методом. Для реалізації не допускаються сири з грубою, твердою, резинистою консистенцією.

Головні показники – це смак, запах і аромат. За якими визначали якість і відповідність сиру даному виду. Для визначення смаку сиру берали тісто центральної частини. Аромат сиру оцінювали відразу після вилучення щупом стовпчика сиру з головки. Високоякісний сир не повинен мати сторонніх присмаків і запахів.

3.3. Апаратурно-технологічне забезпечення

Басейни для соління: краще мати два невеликі баки (2×2 000 л) замість одного великого - зручніше менеджити партії та регенерувати розсіл.

Преси: кількість форм і пресів треба підбирати відповідно до циклів пресування і сушіння - рекомендую мати запас форм 30 % від мінімальної потреби і не менше 3 пресів для безперервної роботи лінії.

Камери визрівання: краще дві камери з різними режимами (холодна + тепла), ніж одна універсальна - дозволяє паралельно виводити різні фази визрівання.

1. Резервуар приймання, охолодження молока.

Місткість: 6 000 л (буфер 20 % над об'ємом партії). Кількість: 1 шт.

Призначення: прийом, попереднє охолодження до 4 °С, одночасне зберігання партії.

2. Пастеризаційно-охолоджувальна установка (пластинчастий пастеризатор)

Продуктивність: 3 000–5 000 л/год (щоб забезпечити обробку партії за 1–2 зміни/цикл). Кількість: 1 шт.

Призначення: пастеризація та первинне охолодження до температури зсідання/охолодження.

3. Ванна (чизват/сырна ванна) для зсідання і обробки згустку.

Місткість: 6000–7000 л (достатньо для 5 000 л молока з запасом для перемішування і піни).

Оснащення: механічне перемішування, контур нагрівання/охолодження, вбудований різач зерна (або окремий різак), датчики Т і рН. Кількість: 1 шт.

4. Агрегат для приготування та внесення заквасок (інокуляційна ємність).

Місткість: 20–50 л (залежить від схеми відновлення ліофілізату). Кількість: 1 шт.

5. Дозуючі модулі (для CaCl_2 , заквасок, ренет-ферменту).

Продуктивність: малий точний насос (мл–л/хв), санітарний виконання.

Кількість: комплект 2–3 (окремо для кожного реагенту).

Пропускна здатність і конструкція під ванну 6 000 л. Кількість: 1 вбудований.

6. Насоси для перекачування молока.

Продуктивність: $\geq 10 \text{ m}^3/\text{год}$, санітарні, з регульованим обертанням.

Кількість: 2 шт. (основний + резерв/перепуск для СІР).

7. Форми кошики (молдові форми).

Кількість залежно від бажаної маси головки: наведено варіанти нижче.

Розрахунок (для 500 кг сиру загалом): якщо головка = 1 kg $\rightarrow$ 500 форм; 2 kg $\rightarrow$ 250 форм; 5 kg $\rightarrow$ 100 форм; 10 kg $\rightarrow$ 50 форм.

Рекомендація: мати 20–30 % додаткових форм для обороту та мийки.

8. Преси (гідравлічні/пневматичні).

Продуктивність: прес одного циклу повинен вміщати 10–30 головок (залежно від розміру). Рекомендація: 3–5 пресів середнього розміру (або 2 великих) - щоб мати паралельні цикл/сушіння та уникнути вузьких місць.

Тиск: регульований до 0,5 МПа.

9. Басейн для соління (розсіл).

Об'єм робочого розсолу: орієнтовано 1500–2000 л (на підставі 3 кг сиру $\rightarrow$ 1500 л). Кількість: 2 ємності (1 робоча + 1 резерв/регенерація) по 2000 л або один 4000 л із секціонуванням.

Оснащення: циркуляційний насос, контроль концентрації (солемір), охолодження.

10. Камери визрівання. Площа/об'єм: рекомендую 20–30 m² однієї камери (з розрахунку на 1 т можливого запасу та стелажне розміщення).

Кількість: 1–2 камери (для різних режимів Т/РН або одна камера з зонуванням). Параметри: Т регульована 8–25 °С, РН 85–95 %, автоматика контролю.

11. Холодильні установки. Потужність: підбирається під сумарну теплове навантаження (молочний силос + пастеризатор + камери). Кількість: 1 основний агрегат + опціонально резерв.

12. Ємність для збирання та зберігання сироватки. Місткість: 5000–6000 л (щоб прийняти всю сироватку з партії). Кількість: 1–2 (одна робоча, одна резерв/переробка).

13. Упаковочна лінія. Вакуум-упаковка (комора) для головок/пластів - 1 шт. Маркувальна/етикетувальна машина - 1 шт.

Таблиця 6

Апаратурно-технологічне забезпечення

Обладнання	Місткість	Кількість
Молочний резервуар	6 000 л	1
Пастеризатор (пластинчастий)	3 000–5 000 л/год	1
Чізват	6 000–7 000 л	1
Інокуляційна ємність	20–50 л	1
Дозуючі насоси	точні санітарні	комплект 2–3
Різак зерна	під ванну	1
Насоси молоко	≥10 m ³ /год	2
Форми	(залежить від ваги головки)	50–500
Преси	регульовані до 0,5 МПа	3–5
Бак для розсолу	2 000 л (×2) або 4 000 л секц.	1–2
Ємність сироватки	5 000–6 000 л	1–2
CIP	блок	1
Камери визрівання	20–30 m ²	1–2
Упаковка (вакуум)	кімнатна	1
Морозильник для культур	–18 °С	1

14. Заморожувальна шафа для культур. Температура: ≤ –18 °С; об'єм 200–400 л. Кількість: 1 шт.

15. Водопідготовка компресор. Пар для стерилізації/стерилізаторів та нагріву; холод для пастеризації; стиснуте повітря для інструментів. Кількість:

обладнання підбирається під сумарну потребу (1 бойлер, 1 компресор, 1 система водоочищення).

16. Додатково. Санітарні столові агрегати, стелажі (нержавійка), та дрібне обладнання (віджимні тканини, форми для сиру, лопаті).

Система відведення та переробки сироватки (сепаратор, ультрафільтрація для концентрування білка) - 1 блок при необхідності переробки сироватки.

Таблиця 7

Зони та послідовність технологічного процесу

№	Технологічна зона	Обладнання	Примітки
1	Приймання молока, охолодження	Молочний силос (6 000 л), насос для молока	Молоко надходить із охолоджувачем; підготовка до пастеризації
2	Пастеризація та охолодження	Пластинчастий пастеризатор 3–5 т/год, чіллер/охолоджувач	Молоко пастеризують і охолоджують до 32–35 °С
3	Інокуляція та зсідання	Інокуляційна ємність 20–50 л, різак зерна, чізват/ванна 6 000–7 000 л, датчики Т та рН	Внесення заквасок, CaCl_2 , ренет; контроль часу та температури зсідання (30–45 хв)
4	Обробка згустку	Механічне перемішування, нагрівання зерна (38–60 °С)	Розрізання, вимішування, друге нагрівання; формування зерна потрібного розміру
5	Формування та пресування	Форми (50–500 шт. залежно від розміру головки), преси 0,1–0,5 МПа	Відокремлення сироватки, ущільнення сирної маси, формування головки
6	Соління	Басейн для розсолу $2 \times 2\,000$ л або $1 \times 4\,000$ л, циркуляційний насос, контролер солі	Розсіл 18 %, $T = 8\text{--}12\text{ }^\circ\text{C}$; контроль часу і концентрації солі
7	Визрівання	Камери 20–30 m^2 , $T = 8\text{--}25\text{ }^\circ\text{C}$, RH = 85–95 %	Різні температурні зони: холодна, перехідна, тепла; контроль рН, вологості, органолептики
	Упаковка та маркування	Вакуум-упаковка, етикетувальна машина	Підготовка до зберігання і реалізації; контроль якості готового сиру

Загальні принципи розташування

1. Логіка потоку «від чистого до брудного». Молоко → пастеризація → внесення закваски → зсідання → обробка → формування → соління → визрівання → упаковка.

2. **Відстані між зонами.** Під зону пастеризації та зсідання рекомендується $\geq 2\text{--}3$ м проходу для персоналу і техніки. Камери визрівання та соління можна розташувати поруч для економії енергоресурсів.

3. **Санітарні зони.** Вхід персоналу через дезінфекцію. СІР та мийка обладнання повинні бути доступні без контакту з готовим продуктом.

4. **Відведення сироватки.** Лінія сироватки паралельно технологічній, з насосом до ємності зберігання.

5. **Запасні площі та гнучкість.** Для 500 кг сиру партії достатньо однієї ванни і одного пастеризатора, але передбачити місце під розширення лінії (2–3 ванни для збільшення обсягів).

3.4. Опис технології

Визрівання молока. Витримування доброякісного молока протягом 10–15 годин за температури 8–10 °С забезпечує активний розвиток та накопичення молочнокислої мікрофлори. У результаті цього спостерігається підвищення кислотності на 1–2 °Т, зростання динамічної в'язкості, збільшення вмісту розчинних форм фосфору та кальцію, зниження окисно-відновного потенціалу та зменшення дисперсності казеїнових частинок. Сукупність зазначених змін, що характеризують процес визрівання, позитивно впливає на подальше формування якості сиру. Витримуванню піддають як сире, так і пастеризоване молоко; останнє перед витримуванням обов'язково інокують закваскою чистих культур молочнокислих бактерій. У виробничій практиці допускається використання змішування невизрілого молока з визрілим у кількості до 50 %, що забезпечує необхідні фізико-хімічні властивості сировини.

Нормалізація молока за вмістом жиру. Жирність є одним із ключових показників товарної якості сиру, а її нормативні величини регламентуються відповідними стандартами. Класифікація за жирністю базується не на абсолютному вмісті жиру, а на співвідношенні масової частки жиру до масової частки сухих речовин продукту.

Пастеризація. У технології сироваріння пастеризацію проводять переважно на пластинчастих пастеризаційно-охолоджувальних апаратах, що забезпечують інтенсивний теплообмін та стабільність режимів.

Охолодження та внесення компонентів. Після пастеризації молоко охолоджують до температури зсідання та вносять компоненти, необхідні для формування згустку: – бактеріальну закваску у кількості 0,3–0,5 %, виготовлену на чистих культурах спеціально підібраних мікроорганізмів; – 10–40 г 40 %-го розчину хлориду кальцію на 100 кг нормалізованого молока; – сичужний фермент. Розчин хлориду кальцію готують за температури 80–90 °С для забезпечення його технологічної активності.

Зсідання молока. Тривалість зсідання залежить від виду сиру й становить у середньому 25–90 хвилин. Швидкість зсідання обернено пропорційна кількості введеного ферменту. У межах температури 20–42 °С підвищення температури прискорює утворення згустку, тоді як вища температура, зокрема 60 °С, повністю перешкоджає цьому процесу. Оптимальною температурою зсідання вважають 41–42 °С, але на практиці використовують 32–35 °С, оскільки вони сприяють мінімальному переходу жиру в сироватку.

Обробка згустку. Унаслідок дії сичужного ферменту формується сирний згусток - гелева структура, здатна до виділення сироватки та стискання. Для інтенсифікації синерезису згусток розрізають з утворенням сирного зерна, розмір якого регламентується типом сиру. Підвищення температури під час обробки зерна сприяє відокремленню сироватки та одночасно впливає на склад мікрофлори. У високотемпературних режимах (56–58 °С, як у виробництві швейцарських сирів) частина мікроорганізмів гине, залишаючи переважно термофільні форми. Таким чином термічна обробка є важливим технологічним прийомом регулювання вологості та мікробіологічного профілю сирної маси.

Перед другим нагріванням видаляють 20–30 % сироватки, після чого проводять друге низьке (38–42 °С) або високе (47–60 °С) нагрівання. Після нагрівання сирне зерно обсушують до досягнення необхідної вологості та кислотності. Недостатня обсушеність призводить до надмірної м'якості та здуття сирів, тоді як пересушування зумовлює утворення надмірно сухої,

погано зв'язаної маси та уповільнення визрівання.

Формування сиру. Формування передбачає перетворення сирного зерна в моноліт, створення захисної кірки та надання продукту відповідної форми. Існують два основні методи формування: із пласта - коли сирне зерно осідає під шаром сироватки, утворюючи монолітну заготовку; наливанням - коли сирне зерно з частиною сироватки розподіляють по формах. Метод формування вибирають з урахуванням виду сиру, можливостей механізації та вимог до рівномірності маси головок. Технологічна схема виробництва сиру «Буковинського» наведено на рисунку 1.

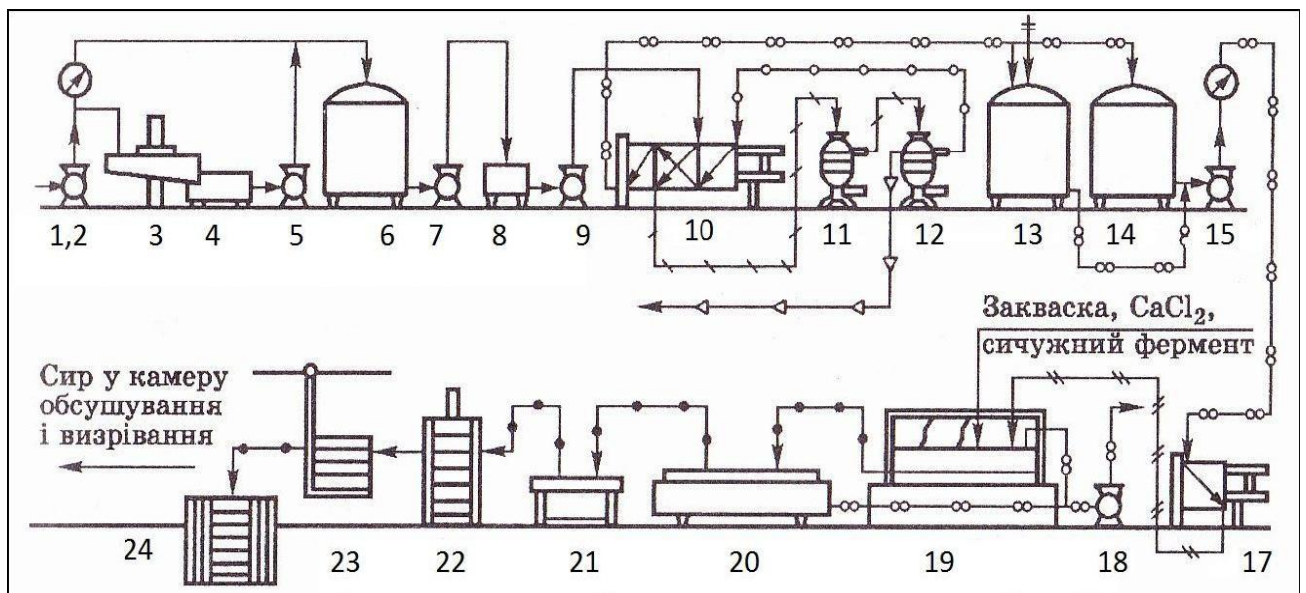


Рисунок 1. Технологічна схема виробництва сиру «Буковинського»

1, 5, 7, 9, 15 і 18 – насоси; 2 і 16 – лічильники; 3 – ваги; 4 – бак; 6, 13 і 14 – резервуари; 8 – урівнювальний бак; 10 – пластинчастий теплообмінник; 11 – сепаратор-молокоочисник; 12 – сепаратор-нормалізатор; 17 – пластинчастий підігрівач; 19 – ванна; 20 – формувальний апарат; 21 – стіл; 22 – прес; 23 – контейнер; 24 – басейн для соління сиру.

Пресування. Після самопресування сир піддають додатковому пресуванню для ущільнення структури та видалення залишків сироватки. Використовують перфоровані форми або дренажні тканини. Залежно від маси головки та площі пресування тиск становить 0,1–0,5 МПа.

Соління. Соління здійснюють у басейнах із циркулюючим розсолон концентрацією 18–20 %. Для твердих сирів нижча концентрація неприпустима, оскільки спричиняє надмірне набухання поверхні. Для розсільних сирів

застосовують кислотосироватковий розсіл (60–70 °T) з масовою часткою солі 18 %. Температура розсолу підтримується на рівні 8–12 °C, а при схильності сирів до спучування її знижують до 5–6 °C, збільшуючи тривалість соління не більш ніж на 5–7 годин.

Визрівання сиру. Визрівання - ключовий етап у формуванні якості сиру, під час якого відбуваються мікробіологічні та ферментативні зміни, що визначають його смак, аромат, консистенцію та рисунок. Найсуттєвіші зміни стосуються білкової фракції, яка зазнає протеолізу під дією ферментів сичуга та молочнокислих мікроорганізмів. Визрівання розпочинається ще у сирній ванні, однак інтенсивні зміни відбуваються лише після соління. Процес організовують у спеціалізованих камерах з контрольованою температурою (8–25 °C залежно від типу мікрофлори) та вологістю (85–95 %).

Обробка поверхні. Найпоширенішим методом обробки є парафінування, що забезпечує зменшення усушки під час визрівання та поліпшення зовнішнього вигляду головок.

Розділ 4. Контроль безпечності та екологізація виробництва сиру.

Принципи НАССР для сиру «Буковинський»:

1. Ідентифікація небезпечних факторів – біологічних, хімічних, фізичних.
2. Визначення критичних контрольних точок (ККТ) – де небезпеку можна контролювати або усунути.
3. Встановлення критичних меж – допустимих значень показників.
4. Моніторинг ККТ – регулярне спостереження.
5. Коригувальні дії – що робити, якщо показник вийшов за межі.
6. Верифікація та документація – перевірка системи, ведення записів.

Таблиця 8

Вимоги до сировини (ККТ 1)

Небезпечний фактор	Контроль	Критичні межі	Моніторинг	Коригувальні дії
Біологічні: патогенні бактерії (Salmonella, Listeria, E. coli)	Приймання молока з лабораторним сертифікатом	<100 000 КУО/мл, SCC ≤500 000 кл/мл	Перевірка сертифіката партії	Відхилити партію, провести додаткове тестування
Хімічні: антибіотики, токсини	Документація постачальника, лабораторний контроль	Відповідність гранично допустимим рівням	Лабораторний аналіз при прийманні	Повернення або утилізація партії
Фізичні: сторонні предмети	Візуальний контроль, фільтрація	Відсутність	Візуальний контроль, сито/фільтр	Видалення сторонніх предметів

1. Пастеризація молока (ККТ 2)

Небезпека: патогени, мікроорганізми. Контроль: пастеризація (температура, час). Критичні межі: 72–75 °C протягом 15 сек (короткочасна пастеризація) або 63 °C протягом 30 хв. Моніторинг: термометрія, час пастеризації. Коригувальні дії: продовжити нагрівання, утилізація партії при невідповідності.

2. Зсідання молока (ККТ 3)

Небезпека: неконтрольована ферментація, мікробне забруднення. Контроль: використання закваски та сичужного ферменту у встановленій нормі.

Критичні межі: рН у момент зсідання 6,2–6,6. Моніторинг: вимір рН кожні 15 хв. Коригувальні дії: корекція закваски або відбракування згустку.

3. Пресування та формування (ККТ 4)

Небезпека: фізичне забруднення, патогени. Контроль: чистота обладнання, контроль температури і часу. Критичні межі: температура не більше 30 °С; тривалість 2–4 години. Моніторинг: щоденна перевірка чистоти і температури. Коригувальні дії: повторне промивання обладнання, відбракування продукту.

4. Соління (ККТ 5)

Небезпека: неправильна концентрація солі ризик розвитку мікроорганізмів. Контроль: кількість солі, контакт з сиром. Критичні межі: 2 % від маси сиру. Моніторинг: зважування, контроль концентрації розсолу. Коригувальні дії: корекція розсолу, додаткове зважування.

5. Витримка / визрівання (ККТ 6)

Небезпека: розвиток небажаної мікрофлори, псування продукту. Контроль: температура, відносна вологість, час. Критичні межі: 10–14 °С, 85–90% відносної вологості, 30–60 днів. Моніторинг: щоденний контроль температури і вологості. Коригувальні дії: корекція режиму, відбракування продукту при псуванні.

6. Упаковка та маркування (ККТ 7)

Небезпека: фізичне або хімічне забруднення, неправильна інформація. Контроль: чисті пакувальні матеріали, перевірка маркування. Критичні межі: упаковка без дефектів, маркування відповідає ДСТУ. Моніторинг: візуальний контроль, перевірка серій. Коригувальні дії: утилізація дефектної упаковки, повторне маркування. Впровадження НАССР дозволяє мінімізувати біологічні, хімічні та фізичні ризики на всіх етапах виробництва сиру.

Основні ККТ: прийом молока, пастеризація, зсідання, пресування, соління, визрівання, упаковка. Документація і моніторинг - ключ до дотримання стандартів і безпеки продукту. Дотримання ККТ і критичних меж забезпечує стабільну якість та безпечність сиру «Буковинський».

Таблиця НАССР для сиру «Буковинський» (500 кг)

Етап / ККТ	Небезпечний фактор	Контроль	Критичні межі	Моніторинг	Коригувальні дії
ККТ 1:	Біологічні: патогени (Salmonella, Listeria, E. coli)	Лабораторні сертифікати постачальника	<100 000 КУО/мл; SCC ≤500 000 кл/мл	Перевірка сертифіката партії	Відмова від приймання; повторний аналіз
ККТ 2:	Біологічні: патогени	Температура і час	72–75 °С протягом 15 сек або 63 °С протягом 30 хв	Термометрія, контроль часу	Додаткове нагрівання або утилізація партії
ККТ 3:	Неконтрольована ферментація, мікробне забруднення	Дозування закваски та ферменту	pH 6,2–6,6	Вимір pH кожні 15 хв	Корекція закваски або відбракування
ККТ 4:	Фізичне забруднення, патогени	Чистота обладнання, контроль температури	t ≤30 °С; час 2–4 години	Щоденна перевірка чистоти і температури	Повторне промивання; відбракування
ККТ 5:	Неправильна концентрація солі ризик розвитку мікроорганізмів	Зважування та контроль концентрації	2% від маси сиру	Контроль ваги і концентрації розсолу	Додаткове додавання солі або корекція розсолу
ККТ 6:	Розвиток небажаної мікрофлори	Контроль температури та вологості	10–14 °С; 85–90% відносної вологості; 30–60 днів	Щоденний контроль температури і вологості	Корекція режиму; відбракування продукту при псуванні
ККТ 7:	Фізичне або хімічне забруднення, неправильне маркування	Чисті пакувальні матеріали, контроль маркування	Відсутність дефектів; відповідність ДСТУ	Візуальний контроль, перевірка серій	Утилізація дефектної упаковки, повторне маркування

Впровадження НАССР дозволяє системно контролювати всі небезпечні фактори на етапах виробництва сиру «Буковинський».

Основні ККТ охоплюють: прийом молока, пастеризацію, зсідання, пресування, соління, визрівання та упаковку.

Регулярний моніторинг і ведення документації гарантує безпечність, стабільну якість і відповідність стандартам.

Нами було розроблено поетапно заходи для екологічної безпеки.

1. Виробнича сировина та ферми

Використання молока від місцевих фермерів з дотриманням принципів сталого ведення господарства: раціон корів без шкідливих добавок, контроль використання антибіотиків та пестицидів, органічні або напіворганічні методи вирощування.

Мінімізація вуглецевого сліду: короткі логістичні ланцюги від ферми до заводу зменшують витрати пального і викиди CO₂.

2. Виробничий процес

Енергозбереження: використання енергоефективного обладнання (пастеризатори, холодильні установки, пресувальні машини). Оптимізація графіку виробництва для зменшення простоїв обладнання.

Водозбереження та очищення стічних вод: Переробка і повторне використання води для мийки обладнання. Встановлення систем очищення стічних вод перед скиданням у каналізацію.

Зменшення хімічного навантаження: Використання безпечних миючих засобів і дезінфектантів, які не шкодять довкіллю. Контроль за концентраціями хлору та інших активних речовин у стоках.

3. Відходи виробництва

Сировинні відходи: Сироваткові залишки можна переробляти: виготовлення сироваткових напоїв, кормів для тварин, добрив. Відходи молочного походження не повинні потрапляти без обробки у водойми.

Тверді відходи та упаковка: Використання перероблюваних або біорозкладних пакувальних матеріалів. Впровадження системи сортування сміття на підприємстві.

4. Транспорт та логістика

Мінімізація транспортування: скорочення відстані постачання молока та готової продукції.

Енергоефективні транспортні засоби (екологічний транспорт або оптимізація маршрутів).

5. Стійке управління енергією та ресурсами

Відновлювані джерела енергії: сонячні панелі для освітлення, підігріву води.

Оптимізація споживання електроенергії на холодильних камерах і технологічних лініях.

Системи моніторингу ресурсів, щоб контролювати витрати води та енергії.

6. Соціальні та інформаційні аспекти

Освіта персоналу з питань екологічної безпеки та раціонального використання ресурсів.

Інформація для споживача: екологічна упаковка та маркування продукту як «еко» або «стала практика».

Екологічні аспекти виробництва сиру «Буковинський» охоплюють:

Сировину: сталий підхід на фермах, контроль за антибіотиками та пестицидами.

Процес: енергозбереження, водозбереження, контроль хімічних речовин.

Відходи: переробка сироватки, екологічна упаковка, сортування сміття.

Логістика: оптимізація транспорту, скорочення викидів CO₂.

Ресурси: впровадження відновлюваних джерел та систем моніторингу.

Розділ 5. Економічна ефективність удосконалення технології.

Нами було проведено розрахунок економічної ефективності (таб. 10) для виробництва 500 кг сиру «Буковинський» з урахуванням впровадження ароматоутворюючих культур *Lactobacillus helveticus* та *Lactobacillus casei*.

Таблиця 10

Економічна ефективність удосконалення технології

Стаття витрат	Кількість	Ціна за одиницю (грн)	Вартість (грн)
Молоко	1000 кг	15	15 000
Сіль (2% від ваги сиру)	10 кг	5	50
Закваска та фермент	—	—	100
Ароматоутворюючі культури <i>L. helveticus</i> + <i>L. casei</i>	20 г	3000/100 г	600
Разом сировина			15 750
Додаткові витрати (енергія, вода, амортизація, зарплата)	25% від вартості сировини	—	3 938
Собівартість виробництва			19 688
Вартість реалізації	500 кг × 200 грн/кг	—	100 000
Прибуток	Вартість реалізації – собівартість	—	80 312
Рентабельність (%)	(Прибуток / Собівартість) × 100	—	40,8%

1. Собівартість виробництва: 19 688 грн (39,38 грн/кг сиру)

Основна частка витрат припадає на молоко – 15 000 грн (76% від загальної собівартості).

Витрати на ароматоутворюючі культури – 600 грн (3% від собівартості), що є невеликою інвестицією для підвищення якості сиру.

Додаткові витрати (енергія, вода, амортизація, зарплата) – 3 938 грн (20% від собівартості).

2. Вартість реалізації: 100 000 грн (200 грн/кг)

Ціна реалізації у 5 разів перевищує собівартість, що свідчить про високий потенційний прибуток.

3. Прибуток: 80 312 грн

Підвищення собівартості через додаткові культури знизило прибуток лише незначно (0,7%), але дозволяє отримати продукт преміальної якості.

4. Рентабельність: 40,8%

Високий показник рентабельності свідчить про економічну доцільність виробництва сиру з використанням ароматичних культур.

5. Якісний аспект: використання *Lactobacillus helveticus* та *Lactobacillus casei* покращує аромат, смак і консистенцію сиру, що підвищує його конкурентоспроможність на ринку.

Виробництво 500 кг сиру «Буковинський» є економічно ефективним, навіть з додатковими витратами на ароматичні культури.

Основною статтею витрат залишається молоко – для оптимізації можна розглядати закупівлю молока за оптовими цінами або від місцевих фермерів.

Використання ароматичних культур доцільне з точки зору підвищення якості та конкурентоспроможності продукту, а їхня частка у собівартості невелика.

ВИСНОВКИ

Після впровадження ароматичних культур *Lactobacillus helveticus* та *Lactobacillus casei* у технологію виробництва сиру «Буковинський» були отримані наступні результати:

Поліпшення ароматичного профілю: культура *L. helveticus* сприяла формуванню інтенсивних вершкових та горіхових ноток. Культура *L. casei* надала легкі фруктові та кисломолочні відтінки. Комбінація Н+Са забезпечила збалансований та комплексний аромат із тривалим післясмаком.

Поліпшення текстури: *L. helveticus* зробила сир більш м'яким, збережена пружність. *L. casei* підвищила еластичність структури. Комбінація Н+Са забезпечила оптимальне поєднання м'якості та пружності, з однорідною структурою без пустот.

Скорочення терміну дозрівання: Використання ароматичних культур прискорює формування характерного смаково-ароматичного профілю, дозволяючи досягти бажаних органолептичних показників на 10–15 % швидше порівняно з контролем.

Збереження безпеки та виходу продукту: мікробіологічний контроль показав відсутність патогенів та небажаної флори.

Вихід продукту не погіршився, що підтверджує технологічну ефективність впровадження культур.

Впровадження ароматичних культур *Lactobacillus helveticus* та *Lactobacillus casei* у технологію сиру «Буковинський» є доцільним та ефективним заходом. Вони покращують ароматичний профіль і текстуру, прискорюють дозрівання та забезпечують стабільну якість продукту без зниження безпеки або виходу сиру. Оптимальною є комбінація обох культур, яка демонструє синергічний ефект на органолептичні властивості сиру та підвищує економічну ефективність.

ПРОПОЗИЦІЇ

Впровадження ароматичних культур у технологічний процес: використовувати *Lactobacillus helveticus* та *Lactobacillus casei* поодинокі або у комбінації як закваски для покращення смаку, аромату та текстури сиру. Додавати культури під час сквашування молока перед формуванням сирної маси.

Контроль якості та безпеки: Впровадити регулярний мікробіологічний контроль: перевірка титру заквасок, наявності патогенів та небажаної флори. Контролювати фізико-хімічні параметри: рН, кислотність, протеоліз, леткі сполуки для забезпечення стабільності смаку та аромату.

Оптимізація терміну дозрівання: Завдяки активності ароматичних культур можна скоротити термін дозрівання на 10–15%, не погіршуючи органолептичні властивості. Рекомендується відстежувати органолептичні показники через 7, 30, 60 та 90 днів дозрівання.

Рекомендації для персоналу та виробничого обладнання: Забезпечити належні умови для росту культур: температура сквашування 30–37 °С, відповідна вологість і аерація. Навчити персонал технологічним особливостям роботи з ароматичними культурами для запобігання контамінації та збереження стабільності продукту.

Маркетингові та технологічні переваги: Покращений аромат і текстура дозволяють позиціонувати сир «Буковинський» як продукт преміум-класу.

Скорочення терміну дозрівання знижує витрати на зберігання та підвищує оборотність продукції.

Впровадження натуральних ароматичних культур відповідає сучасним тенденціям здорового харчування та споживчих переваг.

Реалізація запропонованих заходів дозволяє виробництву сиру «Буковинський» підвищити якість продукту, скоротити термін дозрівання та забезпечити стабільний органолептичний профіль, відповідаючи вимогам сучасного ринку молочних продуктів.

Список використаних джерел

1. Бережнюк Н. А., Бондаренко С. С., Завальна Н. В. Зміна складу і властивостей молока за дії різних факторів. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Сільськогосподарські науки. – 2022. – Вип. 4(62). – С. 165–170.
2. Відомчі норми технологічного проектування. Підприємства з переробки молока: ВНТП-АПК-24.06. – К.: Міністерство аграрної політики України – 2016. - 106 с.
3. ДСТУ 3662:2018. Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 15 с.
4. ДСТУ 6003:2008. Сири тверді. Загальні технічні умови. – Київ: Держспоживстандарт України, 2009.
5. ДСТУ ISO 9001:2015. Системи управління якістю. Вимоги. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016.
6. Машкін М. І., Париш Н. М. Технологія виробництва молока і молочних продуктів: підручник / М-во аграрної політики України. – Київ: Вища школа, 2006. – 351 с.
7. Методи визначення якісного складу молока та молочних продуктів / А.М. Угнівенко [та ін.]. Молочна справа. – 2008. – № 2. – С. 36- 38.
8. Методи дослідження молока та молочних продуктів / Молокопереробка. – 2007. – № 12. – С. 18-28. 30. Млечко, Л.А. Вади молока – сировина . Молочна справа. – 2007. – № 12. – С. 28-29.
9. Козаченко О., Яцюта М., Міщенко М., Лопата П. Молоко та молочні продукти: стандарти для сертифікації / Стандартизація, сертифікація, якість. – 2022. – № 3. – С. 28–29
10. Наказ Мінагрополітики України № 118 від 12.03.2019 — «Вимоги до безпечності та якості молока і молочних продуктів».
11. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах : підручник / Л. Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ [та ін.] ; Харківський політехнічний ін-т, нац. техн. ун-т. – К. : Центр учбової літ-ри, 2011. – 832 с.

12. Управління якістю. Сертифікація: [навч. посібник] Р.В. Бичківський, П.П. Столярчук, Л.І. Сопільник, О.О. Колинський. – К.: Вища школа, 2015. – 432 с.
13. Слатвінська Т.А. Особливості розробки та впровадження системи управління якістю молока в сільськогосподарських підприємствах / Т.А. Слатвінська. Аграрний вісник Причорномор'я. Економічні науки. – 2009. – Випуск № 49. – С. 62-66.
14. Савран, В. Технологія й технологічні засоби підвищення якості молока. В. Савран, Т. Трускова, Н. Хватова / Пропозиція. – 2017. – № 9. – С. 106-108.
15. Ромоданова, В.О., Скорченко Т.А., Костенко Т.П., Зубков В.Є. Технохімічний контроль підприємств молочної промисловості. Навчальний посібник, Київ. – НУХТ – Луганськ: Елтон-2, 2022. – 326 с.
16. Пат. 82082 України, МПК C12N 1/20, A23C 19/032. Спосіб виробництва твердого сиру / Бондарчук З.В., Орлюк Ю.Т., Федін Ф.А., Орлюк І.Ю.; заявник і власник Технологічний ін-т молока та м'яса УААН. – № 03480; заявл. 17.08.2005; опубл. 11.03.08, Бюл. №1.
17. Vlasenko I. Research of heat treatment influence on quality and safety of hard cheeses / Vlasenko I., Semko T., Mamonov P. / Technology audit and production reserves — № 6/3(50), 2019, P. 31-35.
18. Chi X., Yang Q., Su Y., Zhang J., Sun B., Ai N. Improvement of rheological and sensory properties of *Lactobacillus helveticus* fermented milk by prebiotics. Food Chem X. 2024. P. 101-179.
19. Kishilova S. A., Rozhkova I. V., Kolokolova A. Y., Yurova E. A., Leonova V. A., Mitrova V. A. Assessment of the biological activity of a probiotic fermented milk product with the addition of *Lactobacillus helveticus* cell-free supernatant. Fermentation. 2024. №10 (10). 503 p.
20. Sıçramaz H., Güven O. T., Can A., Ayar A., Gül Y. Impact of different starter cultures and *Lactobacillus helveticus* on volatile components, chemical and sensory properties of pasta filata cheese. Current Research in Food Science. 2022. №5. 1009–1016.

- 21.. Nagi R. E., El Kenany Y. M., Aita O. A., Aumara I. E. Quality properties of Egyptian bio-hard cheese. *Journal of Food and Dairy Sciences*. 2023. 14 (11). P. 261–269.
22. Dreier M., Bettera L., Berthoud H., Fuchsmann P., Tintrop L. K., Bachmann H.-P., Guggisberg D., Schmidt R. How raw milk-based adjunct cultures influence microbial diversity in cheese. *International Dairy Journal*. 2025. 166 p.
23. Farahmand N., Ouoba L. I. I., Naghizadeh Raeisi S., Sutherland J., Ghoddusi H. B. Probiotic lactobacilli in fermented dairy products. *Microorganisms*. 2021. №9 (8). P. 160.
24. Sorokina N. P., Kucherenko I. V., Bruckaya A. L. Lactobacilli as additional cultures in cheese making. 2024. 7 (3). P. 410–419.
25. *Lactobacillus helveticus: health effects Trends in Food Science & Technology*. 2023. №136. P. 159–168.
26. Parfanovych B.Ya. The project of a workshop for hard rennet cheese production of 25 t of whole milk processing capacity per 24 hours : bachelor's thesis in specialty „181 - “food technology” / B.Ya. Parfanovych. - Ternopil : TNTU, 2023. - 56 p.
27. Technology and factors influencing Greek-style yogurt – a Review / I. Lange, S. Mleko, M. Tomczyńska-Mleko, G. Polischuk, P. Janas, L. Ozimek / *Ukrainian Food Journal*. 2020. Vol. 9. Issue 1. 7-35.
28. Kovalova O.S., Chursinov Yu.O., Kofan D.D. Research of hydrothermal processing of dry barley malt. *Grain Products and Mixed Fodder's*. 2018. Vol.18, Issue 4. P.13-18.
29. Shiby V.K., & Mishra H.N. Fermented milks and milk products as functional foods-A review. *Critical reviews in food science and nutrition*, (2013) 53(5), 482 – 496.
30. Savaiano Dennis A., and Robert W. Hutkins. «Yogurt, cultured fermented milk, and health: A systematic review» *Nutrition reviews* 79.5 2021: 599 – 614.