



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БІОЛОГО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Спеціальність 181 «Харчові технології»

Допускається до захисту  
Зав. кафедри безпечності та якості  
харчових продуктів, сировини і  
технологічних процесів  
доцент  Чернюк С.В.  
« 1 » срудня 2025 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА  
АНАЛІЗ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТВЕРДОГО СИРУ

Виконав  СЕРГІЄНКО С.В.

Керівник, доцент  НАДТОЧІЙ В.М.

Рецензент  Король І.М.

Я, Сергієнко С.В., засвідчую, що кваліфікаційну роботу виконано з  
дотриманням принципів академічної доброчесності

## ЗМІСТ

	С.
Завдання на кваліфікаційну роботу здобувача	3
Анотація	4
Annotation	5
Відгук керівника	
<b>ВСТУП</b>	6
<b>РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ</b>	9
1.1. Сучасні тенденції виробництва твердих сирів.	9
1.2. Особливості виробництва твердих сирів з низькою температурою нагрівання.	13
1.3. Сиропридатність молока.	15
1.4. Молочнокислі мікроорганізми з пробіотичними властивостями.	18
2. <b>РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ</b>	22
3. <b>РОЗДІЛ 3. РОЗРОБЛЕННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ТВЕРДОГО СИРУ «БУКОВИНСЬКИЙ» З ПРОБІОТИКАМИ</b>	24
3.1. Вимоги до сировини та матеріалів.	24
3.2. Продуктовий розрахунок виробництва твердого сиру «Буковинський» з масовою часткою жиру 45 %.	27
3.3. Апаратурно-технологічне забезпечення виробництва твердого сиру «Буковинський».	30
3.4. Технологія виробництва сичужного сиру «Буковинський» з масовою часткою жиру 45 %.	36
4. <b>РОЗДІЛ 4. КОНТРОЛЬ БЕЗПЕЧНОСТІ ТА ЯКОСТІ ВИРОБНИЦТВА ТВЕРДОГО СИРУ БУКОВИНСЬКИЙ». ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА</b>	44
5. <b>РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ТВЕРДОГО СИРУ «БУКОВИНСЬКИЙ» З ПРОБІОТИКАМИ</b>	52
<b>ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ</b>	55
Список використаної літератури	56

## АНОТАЦІЯ

### *Сергієнко С.В. Аналіз та удосконалення технології твердого сиру*

Додавання до твердих сирів культур *Bifidobacterium* або інших пробіотичних мікроорганізмів розглядається як перспективний спосіб отримання продуктів з функціональними властивостями, здатних сприятливо впливати на здоров'я споживачів.

На основі аналізу літературних джерел було обґрунтовано розроблення технології твердого сиру українського асортименту з пробіотиками, що поліпшить функціональні властивості продукту.

У роботі наведені та проаналізовані вимоги до основної молочної сировини та допоміжної сировини згідно нормативної документації.

Розроблена технологія твердого сичужного сиру «Буковинський» з масовою часткою жиру у сухій речовині 45 % та з низькою температурою другого нагрівання, з використанням для заквашування молочної суміші мезофільної закваски та пробіотичних культур мікроорганізмів. Відповідно цьому розроблені технологічна та апаратурно-машинна схеми виробництва та підібрано необхідне технологічне обладнання для виробництва сичужного сиру.

Згідно вимог розроблена схема технохімічного контролю виробництва твердого сиру та визначені критично контрольні точки у процесі виробництва за системою контролю НАССР. Економічно обґрунтовано виробництво твердого сиру «Буковинський» з пробіотиками.

Кваліфікаційна робота містить 60 сторінок, 11 таблиць, 3 рисунки, список використаних джерел із 41 найменувань.

**Ключові слова:** твердий сир, сиропридатність молока, мезофільна закваска, пробіотичні культури мікроорганізмів, низька температура другого нагрівання.

## ANNOTATION

### *Sergienko S.V. Analysis and improvement of hard cheese technology*

Adding Bifidobacterium cultures or other probiotic microorganisms to hard cheeses is considered a promising way to obtain products with functional properties that can have a beneficial effect on the health of consumers.

Based on the analysis of literary sources, the development of the technology of hard cheese of the Ukrainian assortment with probiotics was substantiated, which will improve the functional properties of the product.

The paper presents and analyzes the requirements for the main dairy raw materials and auxiliary raw materials according to regulatory documentation.

The technology of hard rennet cheese "Bukovynsky" with a mass fraction of fat in dry matter of 45% and a low temperature of the second heating, using mesophilic starter culture and probiotic cultures of microorganisms for fermentation of the milk mixture, has been developed. Accordingly, the technological and instrumental-mechanical schemes of production have been developed and the necessary technological and equipment and technological for the production of rennet cheese has been selected.

According to the requirements, a scheme of technochemical control of hard cheese production was developed and critical control points in the production process were determined according to the HACCP control system. The production of hard cheese «Bukovynsky» with probiotics was economically justified.

The qualification work contains 60 pages, 11 tables, 3 figures, a list of used sources with 41 names.

**Key words:** hard cheese, milk suitable for cheese production, mesophilic starter culture, probiotic cultures of microorganisms, low temperature of the second heating.

## ВСТУП

Основним завданням молочної промисловості є стабільне забезпечення населення країни молочними продуктами високої якості та широкого асортименту, збалансованими за основними поживними речовинами. Досягнення цієї мети можливе завдяки глибокій і комплексній переробці тваринницької сировини.

Підвищення ефективності переробки молока та виробництва молочної продукції безпосередньо пов'язане з упровадженням науково-технічних досягнень, сучасних технологій і високопродуктивного обладнання. Насамперед це стосується використання установок з мікропроцесорними системами управління, автоматизованих виробничих ліній, цехів і підприємств, що сприяє зростанню рівня автоматизації, зміні характеру та підвищенню якості праці [19].

Тверді сири належать до висококонцентрованих продуктів харчування, які вирізняються значним вмістом білків, жирів, мінеральних речовин та вітамінів [28].

Сири належить до числа найбільш калорійних: у 100 г міститься 15–27 % білків, 20–32 % жирів, а енергетична цінність сягає 450 ккал. Висока поживна цінність зумовлена насамперед значним вмістом білків і жирів. Білки сиру засвоюються організмом на 98,5 %, що пояснюється їхнім гідролізом у процесі дозрівання до простіших, здебільшого розчинних сполук. Харчова цінність білків визначається якісним та кількісним амінокислотним складом. Найбільш повноцінними є білки, структура яких максимально наближена до білків організму людини [28].

Для виробництва якісних сирів необхідне молоко найвищої якості, яке нині важко отримати. Саме тому на молокопереробних підприємствах застосовують сучасні технології очищення, зокрема фільтри, бактофуги та сепаратори.

Біологічна цінність визначається якістю білків та їхнім амінокислотним складом. Білки сиру засвоюються організмом на 98–99 %, що значно вище, ніж

для більшості інших продуктів. Амінокислотний склад близький до оптимального для людини: високий вміст незамінних амінокислот (лізину, метіоніну, триптофану, валіну, лейцину, ізолейцину). У процесі дозрівання білки частково розщеплюються до простих сполук, що полегшує їхнє травлення й робить сир доступним навіть для людей з чутливою травною системою.

Завдяки високій концентрації кальцію і фосфору в органічно зв'язаній формі сир сприяє формуванню кісткової тканини та зубів, нормалізації роботи нервової й м'язової систем. Жирова фракція містить поліненасичені жирні кислоти, які позитивно впливають на обмін речовин і профілактують серцево-судинні захворювання.

Основними напрямками удосконалення технології виробництва твердих сирів, які зараз є актуальними в науковій і виробничій практиці: використання молока з оптимізованим складом білків і жирів (селективна годівля, генетичний відбір корів); застосування мембранних технологій (ультрафільтрація, мікрофільтрація) для концентрації білків і часткового видалення мікрофлори; використання заквасок із новими штамами молочнокислих бактерій та пропіоновокислих бактерій для формування бажаного смаку й аромату; розробка пробіотичних та симбіотичних культур для підвищення функціональної цінності сирів; збагачення сирів біологічно активними речовинами (пробіотики, вітаміни, мінерали, харчові волокна); використання натуральних ароматизаторів і рослинних компонентів для створення сирів із новими смаковими характеристиками; використання сироватки для виробництва білкових концентратів, напоїв, біоактивних добавок; перехід на більш екологічні пакувальні матеріали з бар'єрними властивостями [25].

Глобалізація світової економіки сприяла широкому розповсюдженню пробіотичних культур різного походження, зробивши їх комерційно доступними на міжнародному ринку. Це, у свою чергу, зумовило появу великої різноманітності пробіотичних харчових продуктів із покращеними функціональними властивостями. Найчастіше у складі молочних продуктів як біологічні агенти застосовують молочнокислі бактерії роду *Lactobacillus* та

біфідобактерії роду *Bifidobacterium*, які проявляють виражену функціональну активність. У зв'язку з цим науковці [25] пропонують збагачувати молочні продукти цими видами мікроорганізмів для підвищення їх функціональності та покращення стану кишкового мікробіому споживачів.

Введення до складу твердих сирів із коров'ячого молока культур *Bifidobacterium* або інших пробіотичних мікроорганізмів є перспективним напрямом створення продуктів із диференційованими властивостями, що позитивно впливають на здоров'я людини. При цьому всі пробіотичні мікроорганізми, призначені для використання в молочній промисловості, мають відповідати вимогам безпеки та характеризуватись комплексом властивостей, які забезпечують їх виживання в умовах шлунково-кишкового тракту [22].

Отже, тверді сири є продуктом із високою харчовою та біологічною цінністю та їх виробництво залишається актуальним напрямком у харчовій промисловості. Вони забезпечують організм людини повноцінним білком, легкозасвоюваним жиром, мінералами та вітамінами, а завдяки високому коефіцієнту засвоюваності білків і збалансованому амінокислотному складу відносяться до найцінніших продуктів тваринного походження.

## РОЗДІЛ 1

### ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

#### 1.1 Сучасні тенденції виробництва твердих сирів

Молоко та молочні продукти мають широкий попит серед населення, через свої смакові та корисні властивості. Особливе місце у споживачів серед молочних продуктів займає сир, відповідно існує великий асортимент сирів на ринку. Проте в теперішній час ця галузь перебуває в не найкращому стані, знаходячись під впливом певних чинників.

Сири виробляють з молока різних видів тварин, використовують різні технології обробки, а також терміни та способи дозрівання. В результаті чого споживачу пропонується численний асортимент з великою різноманітністю текстур, смаків і форм. Тверді, напівтверді сири є універсальними молочними продуктами, багатими на поживні речовини (насичені та трансжирні кислоти, лінолева кислота, фосфоліпіди). Вони високо цінуються споживачами з точки зору здоров'я. У зв'язку з цим ферментовані молочні продукти були запропоновані як функціональні харчові продукти зі знижувальним холестерин ефектом і, отже, з захисним ефектом проти серцево-судинних захворювань порівняно з неферментованими молочними продуктами. Крім того, під час бродіння сиру утворюються біоактивні компоненти, такі як гамма-аміномасляна кислота, яка сприяє виживанню пробіотичних мікроорганізмів [4, 5].

Сучасна наука про харчування визнає сири продуктами з високою поживністю та легким засвоєнням. Завдяки збалансованому складу основних компонентів, значній харчовій і біологічній цінності та різноманітним органолептичним властивостям, сири мають бути постійною складовою раціону людей різного віку та соціальних груп.

Виробництво твердих сичужних сирів є складним багатостадійним процесом, у якому навіть незначна зміна одного технологічного параметра може суттєво вплинути на перебіг біохімічних, мікробіологічних і фізико-

хімічних процесів у сирній масі, що, своєю чергою, позначається на її смакових характеристиках, поживній цінності та безпечності продукту. Під час визрівання відбуваються глибокі зміни всіх складових сирної маси, унаслідок чого формується характерний смак, аромат, консистенція та рисунок сиру [16].

Однією з головних переваг твердих сичужних сирів, виготовлених за традиційними технологіями, є їхня здатність до тривалого зберігання. Якість готового продукту значною мірою залежить від складу й властивостей молока-сировини, а також від мікробіологічних і біохімічних процесів, що відбуваються під час виробництва.

Сир також містить перетравні білки високої біологічної цінності [5, 28]. Під час дозрівання сиру та перетравлення їжі казеїни гідролізуються та утворюються пептиди з антиоксидантною здатністю. Додавання додаткової культури і тривалий час дозрівання збільшує утворення пептидів і підвищує антиоксидантну здатність. Деякі з цих пептидів також є визначним джерелом нутрицевтичних функціональних харчових продуктів.

Зважаючи на тенденції сучасного ринку сирів, питання розробки рецептури та аналіз їх дозрівання актуальне питання сьогодення. Аналіз останніх досліджень вітчизняними та закордонними вченими проведено ряд досліджень щодо рецептурного складу та якісних показників сирів.

У виробництві існує багато інноваційних рішень, завдяки використанню рослинної сировини, яка не тільки покращує органолептичні властивості сиру та впливає на процес дозрівання, а і підвищує його харчову цінність: екстракт листя волоського горіха, яблучна клітковина, порошок кореня хрину, виноградні вичавки, шкірки томатів, броколі, артишоки, червоний перець та ін. [30].

Виробництво сиру в Україні залежить від багатьох факторів: конкурентності на ринку; купівельної спроможності споживачів; від стану технологічного обладнання на підприємствах; кількості поголів'я тварин, від якого ми отримуємо молоко тощо. За останні роки значні зміни в галузі внесли COVID-19 та воєнний стан в Україні.

До війни (до 2022 року) Україна виробляла значно більше сирів: за деякими оцінками – до 80–90 тис. т сиру на рік. Наразі виробництво знизилося: зараз орієнтовно 50–60 тис. т сиру на рік. Частка імпортованих сирів у споживанні твердих і напівтвердих видів сиру значно підвищилась. Зростає інтерес до м'яких сирів, домашніх, крафтових сирів [13].

Сир – це високопоживний білковий продукт, який виготовляють з молока шляхом його окислення та спеціальної обробки; він зберігає всі основні поживні речовини молока за винятком вуглеводів. При сироварінні відділяють основну частину вологи з молока.

Сир являє собою концентрований харчовий продукт і характеризується високим вмістом речовин, які легко засвоюються організмом людини. Сири мають високу калорійність і фізіологічну повноцінність.

Популярність твердих сирів зумовлена їх збалансованим складом основних поживних речовин і різноманітними органолептичними властивостями. Вони містять цінні компоненти та продукти їх перетворення, необхідні для нормального функціонування організму людини. Подальший розвиток ринку сиру вимагає постійного вдосконалення технологій виробництва та пошуку інноваційних рішень, що дозволять компенсувати низьку якість сировини – одну з головних проблем сучасного вітчизняного сировиробництва. Основним напрямом удосконалення галузі є модернізація технологічних процесів, впровадження ресурсозберігаючих технологій, а також підвищення рівня безпеки та якості натуральних твердих сичужних сирів [6].

Процес виготовлення твердих сирів є складним і багатофакторним: навіть незначна зміна одного технологічного параметра може вплинути на якість готового продукту. Це пов'язано з перебігом численних біохімічних, фізико-хімічних і мікробіологічних процесів, що визначають безпечність і споживні властивості сиру. Важливою є роль усіх етапів виробництва – від приймання й обробки молока до формування згустку та дозрівання сиру.

Одним із перспективних напрямів модернізації є скорочення термінів визрівання сирів, що дозволяє збільшити обсяги виробництва, пришвидшити

обіг камер зберігання та покращити економічну ефективність підприємства. У процесі визрівання сирна маса зазнає глибоких перетворень, завдяки яким формується характерний смак, аромат, консистенція й рисунок продукту [20]. Важливою перевагою твердих сичужних сирів традиційного виробництва є їхня здатність до тривалого зберігання.

Скорочення терміну визрівання зазвичай досягається шляхом підвищення кількості бактеріальної закваски. Найкращими результатами відзначаються сири, виготовлені із застосуванням 1,5 % комплексу мезофільних лактобактерій та 0,3 % термофільних штамів *Lb. acidophilus*, які забезпечують вищі органолептичні показники [33].

Раніше більшість українських підприємств виготовляли власні закваски, що значно ускладнювало та подовжувало виробничий цикл. Завдяки впровадженню інноваційних технологій нині все більше виробників використовують закваски прямого внесення, які не лише пришвидшують процес, а й дозволяють ефективніше контролювати технологічні параметри.

Інтенсивний розвиток молочної промисловості потребує впровадження нових рішень та інноваційних технологій, здатних оптимізувати й спростити процес отримання готової продукції. Одним із перспективних напрямів удосконалення технологічної схеми є використання комбінованих культур мікроорганізмів. Рациональне поєднання лактококів і пропіоновокислих бактерій у складі бактеріальної закваски створює умови для глибшого вивчення динаміки процесів протеолізу, зміни масової частки вологи й солі, а також рівня активної кислотності як у свіжому, так і в дозрілому сирі [36].

Ще однією сучасною тенденцією є використання невеликих кількостей солей-плавителів (2–3 % від маси сировини) у технології сирів із низькою температурою другого нагрівання. Це сприяє швидшому утворенню щільного згустку, покращує процес обробки сирного зерна й підвищує вихід готового продукту приблизно на 3 %. Зростає також інтерес до виробництва сирів зі збагаченим складом - підвищеним вмістом жирних кислот (понад 30 різновидів,

включно з арахідоною), фосфоліпідів і жиророзчинних вітамінів А та D, що підвищує їхню біологічну цінність і користь для здоров'я [28].

На формування споживчих властивостей твердих сирів впливають вид молока; якість молока, солі і ферменти; технологія виготовлення. Головним чинником у виробництві якісного сиру є хімічний склад, фізичні властивості та мікробіологічні показники молока, яке переробляють. Дефекти молока передаються готовому продукту. Технологічна схема виробництва сиру включає такі процеси: приймання та сортування молока, підготовку молока, його згортання, обробку згустку, соління сиру, його дозрівання, остаточну обробку сиру.

## **1.2 Особливості виробництва твердих сирів з низькою температурою нагрівання**

Виробництво твердих сичужних сирів є складним технологічним процесом, який охоплює низку фізико-хімічних, біохімічних і мікробіологічних перетворень. Важливо враховувати, що на всіх етапах технологічного циклу відбувається руйнування первинної структури сировини.

Твердий сичужний сир з низькою температурою другого нагрівання – це сир, який визріває під дією мікроорганізмів заквашувальних культур та ферментів з низькою температурою оброблення сирного зерна та який пресують [5, 15].

Цим сирам властиві гострий кислуватий смак і виражений сирний запах. Рисунок сирного тіста – дрібні круглі вічка. Маса головок 2–2,5 кг.

Молоко зсідається за температури 30–35 °С протягом 25–30 хв. Розміри зерна – 3–6 мм. Температура другого нагрівання становить 39–42 °С. Головки формують з пласта, солять у розсолі та сухою сіллю. Сир визріває при температурі 12–15 °С протягом 2–3 місяців [30].

До основних чинників, які визначають специфіку виробництва твердих сичужних сирів із низькою температурою другого нагрівання, належать [28]:

–застосування бактеріальних заквасок, до складу яких переважно входять мезофільні молочнокислі лактококи;

–підтримання температури другого нагрівання сирного зерна в межах 32–42 °С (залежно від виду сиру та здатності зерна до зневоднення);

–забезпечення оптимального рівня активної кислотності (рН) на кожному етапі виробництва: після пресування – 5,3–5,9, у зрілому сирі – 5,2–5,4;

–помірний вміст кухонної солі в готовому продукті – 1,5–2,5 %;

–застосування декількох температурно-вологісних режимів під час визрівання: 10–12 °С (85–87 %) і 14–16 °С (86–90 %).

Останніми роками, у зв'язку зі зменшенням сировинної бази молочної промисловості, погіршенням екологічної ситуації та зростанням темпу життя населення, виробництво сирів як поживного продукту тривалого зберігання набуває особливої актуальності.

Сучасна технологія переробки молока передбачає використання нетрадиційних методів його обробки [25], зокрема у виробництві твердих сирів з низькою температурою нагрівання, це:

– мікрохвильове випромінювання;

– інфрачервоне випромінювання;

– іонізуюче випромінювання.

Обробка молока в полі мікрохвиль дозволяє ефективно знищувати бактеріальну мікрофлору за допомогою хвиль із частотою 915–2450 МГц, не руйнуючи хімічні зв'язки та не змінюючи властивостей сировини. Інфрачервоне опромінення забезпечує безконтактну передачу теплової енергії, при цьому зберігається харчова цінність молока – вміст кальцію, фосфору та білкових сполук залишається практично незмінним.

Серед вітамінів, що містяться в молоці, найчутливішим до нагрівання є вітамін С. Під час інфрачервоного нагрівання до 70 °С його вміст не зменшується, а при підвищенні температури до 70–92 °С втрати залишаються нижчими, ніж при традиційній пастеризації. Стандартний процес пастеризації передбачає нагрівання молока до 72 °С протягом визначеного часу.

### 1.3 Сиропридатність молока

Для отримання якісного продукту, молоко - сировина для його виробництва має відповідати всім вимогам, а саме ДСТУ 3662 : 2018 «Молоко-сировина коров'яче». Технічні умови [8].

Сироробна галузь України приділяє значну увагу правильному добору сировини для виробництва сирів. Молоко проходить ретельні дослідження, що дає змогу гарантувати його високу якість, адже саме його склад та властивості безпосередньо впливають на якість готової продукції. Важливим є не лише хімічний склад молока, а й його фізико-хімічні характеристики, які визначають технологічну придатність сировини.

Проблема якості молока є однією з ключових у виробництві високоякісних молочних продуктів. Особливо це стосується сироваріння, де до молока висувають підвищені вимоги, оскільки його якість визначає перебіг біохімічних процесів під час дозрівання сирів і безпосередньо впливає на властивості кінцевого продукту. Для виробництва сиру використовують молоко найвищої якості, що зумовлено особливостями технології – відносно низькими температурами пастеризації ( $t=72\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\tau=15\text{--}20\text{ с}$ ), тривалим визріванням та високою концентрацією основних компонентів [14].

Оцінювання молока для сироваріння проводять за такими показниками [3, 22, 23, 29]:

- органолептичні властивості;
- кількісний і якісний склад основних компонентів (білки, зокрема казеїн, молочний жир, лактоза, мінерали – кальцій, фосфор тощо);
- фізико-хімічні характеристики (густина, кислотність);
- реакція на молокозсідаючі препарати;
- кількість соматичних клітин;
- мікробіологічні показники;
  - санітарно-гігієнічний стан.

Однією з ключових властивостей молока, що має вирішальне значення у виробництві твердих сирів, є заквашування та тривалість сичужного згортання. Сиропридатність (бродильна проба) характеризує здатність молока під дією мікроорганізмів утворювати згусток.

Не менш важливим показником є тривалість сичужного згортання білків, від якої залежить інтенсивність виділення сироватки, формування щільного згустку, а також ефективність технологічного процесу в цілому. Цей процес є дуже чутливим до змін умов, тому на нього впливає низка факторів, здатних як покращити, так і погіршити перебіг згортання [41].

Температура згортання відіграє важливу роль: зі зростанням температури понад 20 °C процес утворення згустку пришвидшується, проте для збереження корисної мікрофлори оптимальним вважається діапазон 29–35 °C. За таких умов формується щільний і стабільний згусток у короткі терміни, що сприяє отриманню якісного сиру. Температуру підбирають з урахувань особливостей сиру твердого, а також властивостей підібраного молока.

Хімічний склад і властивості молока залежать від породи тварин, умов годівлі, стадії лактації та стану здоров'я. Недостатня або нерегулярна годівля призводить до зниження вмісту білка на 10–29 %, а нестача казеїну може унеможливити утворення сичужного згустку. При маститах зменшується кількість сухих речовин, казеїну, лактози, кальцію і фосфору, що негативно впливає на якість сиру: подовжується час зсідання, знижується міцність згустку, погіршується видалення сироватки та активність заквашувальної мікрофлори. У результаті сири з такого молока часто мають кислий або затхлий присмак, грубу консистенцію та дефекти рисунка. Крім того, існує ризик потрапляння патогенних мікроорганізмів (наприклад, токсичних штамів стафілококів), що становлять небезпеку для споживачів [14].

Виправити недоліки анормального або маститного молока технологічними методами практично неможливо, тому таке молоко підлягає вибракуванню [2, 28].

Для сироваріння встановлено чіткі вимоги:

- чистота – не нижче першої групи;
- густина – не менше 1,027 г/см<sup>3</sup>;
- кислотність – 16–18 °Т;
- вміст білка – не менше 3,2 %, казеїну – 2,5 % (78–85 % від загального білка);
- кількість соматичних клітин – не більше 500 тис/см<sup>3</sup>;
- бактеріальне обсіменіння – до 4 млн/см<sup>3</sup>;
- відсутність інгібіторів росту мікрофлори та фальсифікаторів;
- кількість спор маслянокислих бактерій – не більше 2 см<sup>3</sup> для сирів з високою температурою другого нагрівання та 10 см<sup>3</sup> – з низькою.

Особливу увагу приділяють контролю вмісту білка і казеїну, адже саме вони визначають придатність молока до сичужного зсідання.

Серйозною проблемою є контамінація молока сторонніми хімічними речовинами – антибіотиками, лікарськими препаратами, пестицидами, миючими засобами тощо. Ці речовини пригнічують розвиток заквашувальної мікрофлори, порушують молочнокислий процес і погіршують якість та безпечність сиру.

Кількість мікроорганізмів у молоці має вирішальне значення: чим нижче бактеріальне обсіменіння, тим краща сировина для переробки. Помірна кількість молочнокислих бактерій може навіть покращувати технологічні властивості молока. Для виробництва сиру рекомендується використовувати молоко з бактеріальним забрудненням не більше  $4 \times 10^5$  КУО/см<sup>3</sup> (1–2 клас за редуцтазною пробою). Надмірне обсіменіння зумовлене низьким санітарно-гігієнічним рівнем на фермах і відсутністю швидкого охолодження молока після доїння. На жаль, нині значна частина молока надходить на заводи з підвищеним бактеріальним вмістом (55–82 %) та недостатнім охолодженням (56–68 %) [22].

Отже, для отримання високоякісної сировини необхідно, щоб молоко надходило від здорових тварин, які отримують повноцінну годівлю,

перебувають у нормальний період лактації та дають молоко з належними органолептичними й мікробіологічними показниками.

#### 1.4 Молочнокислі мікроорганізми з пробіотичними властивостями

Виробництво твердих сирів неможливе без використання бактеріальних заквасок. Кожна бактеріальна закваска різниться між собою як за кількісним та якісним складом мікрофлори, її формою фасування, активністю мікроорганізмів, призначенням та способом використання [18].

Заквашувальна мікрофлора у складі бактеріальних заквасок відіграє важливу роль [29]:

–провокує протеолітичні ферменти, які розщеплюються і за рахунок цього накопичуються вільні амінокислоти та низькомолекулярні пептиди, які впливають, в першу чергу, на біологічну цінність та засвоюваність продукту;

–спричиняє молочнокисле бродіння, яке формує текстуру, аромат та смак готового продукту.

У сирному виробництві застосовують дві основні групи мікроорганізмів: термофільні (активні при температурі до 45 °С) та мезофільні (оптимальна температура росту – до 40 °С).

До складу мезофільної мікрофлори зазвичай входять лактококи видів *Lactococcus lactis ssp. lactis*, *Lactococcus lactis ssp. cremoris* – активні кислотоутворювачі, а також *Lactococcus lactis ssp. lactis biovar diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides ssp. mesenteroides*, *Leuconostoc mesenteroides ssp. cremoris* та *Leuconostoc lactis*, які відповідають за формування аромату. Додатково використовуються мезофільні лактобацили – *Lactobacillus casei* та *Lactobacillus plantarum*, що мають здатність розщеплювати гіркі пептиди [1, 3, 7, 21].

Ароматоутворюючі бактерії забезпечують характерний смак, аромат і рисунок сиру, тоді як кислотоутворюючі культури сприяють інтенсивному бродінню та накопиченню молочної кислоти.

На великих підприємствах перевагу надають закваскам прямого внесення, які можуть бути сухими, рідкими або замороженими. Найзручнішими у використанні вважаються сухі закваски, оскільки вони мають довший термін зберігання – до 12 місяців при температурі – 18 °С, тоді як рідкі закваски зберігаються не більше 45 діб за тих самих умов [38].

Підбір закваски здійснюють індивідуально для кожного виду сиру з урахуванням необхідного технологічного ефекту. Найчастіше використовуються композиційні закваски, що містять кілька штамів мікроорганізмів, кожен з яких виконує свою функцію у формуванні органолептичних властивостей готового продукту.

В Україні найбільш популярними серед сироварів є закваски торгових марок «Danisco», «Visby» та «Genesis Laboratories».

Пробіотичні продукти переважно реалізуються у вигляді капсул або ліофілізованого порошку. Проте останнім часом спостерігається тенденція до використання мікроорганізмів із пробіотичними властивостями безпосередньо у процесах ферментації молока. Такі мікроорганізми не лише впливають на технологічні параметри виробництва, а й забезпечують виражений оздоровчий ефект [21]. До цієї групи відносяться різні кисломолочні продукти – напої з наповнювачами (йогурти, сиркові вироби, кисломолочний сир, а також тверді сири різного ступеня зрілості).

Лідером у виробництві якісних та безпечних пробіотичних мікроорганізмів для сквашування молочної сировини в Європі вважається лабораторія Chr. Хансена, Данія.

Під час вибору пробіотичних бактеріальних штамів, як для використання в молочній промисловості, так і у фармацевтичній галузі, необхідно враховувати низку важливих критеріїв, серед яких головним є безпека. Штами родів *Lactobacillus* та *Bifidobacterium* вважаються безпечними завдяки їхньому тривалому застосуванню людиною. Деякі інші роди, наприклад *Bacillus licheniformis*, також досліджувалися щодо можливості використання як пробіотиків. Проте не всі представники роду *Bacillus* можуть бути безпечними,

оскільки окремі з них, зокрема *Bacillus cereus*, асоціюються з харчовими захворюваннями, у тому числі тими, що передаються через молочні продукти [27, 35]. Тому для пробіотиків, які не належать до родів *Lactobacillus* або *Bifidobacterium*, обов'язковою є ретельна оцінка безпечності [40].

Під час оцінки безпечності використання пробіотичних мікроорганізмів у молочній та фармацевтичній промисловості необхідно враховувати їхню патогенність, інфекційність, біохімічні властивості, а також фактори вірулентності, пов'язані з токсичністю та метаболічною активністю [24]. Важливе значення має також життєздатність і активність пробіотичних культур під час зберігання та проходження через шлунково-кишковий тракт (ШКТ). Оскільки шлунок і кишечник характеризуються високою кислотністю, важливо визначити, як мікроорганізми поведуться в таких умовах. Для цього застосовують *in vitro* тести, що імітують середовище ШКТ і слугують скринінговим інструментом для відбору потенційних пробіотиків. Їх користь для здоров'я можлива лише за умови, що життєздатні клітини здатні долати природні бар'єри організму — низький рН, дію ферментів і жовчних солей [31, 34]. У ферментованих молочних продуктах вміст пробіотичних клітин має становити не менше  $10^6$  КУО/мл на момент завершення терміну придатності, а мінімальна ефективна добова доза для досягнення позитивного впливу на здоров'я —  $10^8$ – $10^9$  клітин. На кількість життєздатних мікроорганізмів впливають такі чинники, як рівень рН, кислотність, вміст кисню, окисно-відновний потенціал, наявність перекису водню, ароматизаторів, а також тип упаковки й умови зберігання.

Наразі проводяться дослідження [31], спрямовані на пошук нових штамів мікроорганізмів для потенційного використання як пробіотиків, поряд із вже відомими штамами, які досліджуються для нових застосувань. Оцінка таких штамів здійснюється за визначеними критеріями відбору, що включають безпечність, функціональні та технологічні властивості, з метою обрати найбільш придатний штам для застосування у молочній промисловості при виробництві ферментованих продуктів.

Отже, аналіз літературних джерел показав, що розроблення молочних продуктів, зокрема твердих сирів з пробіотичними мікроорганізмами, які споживаються щоденно людьми, дозволить покращити здоров'я споживачів.

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДОЛОГІЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є удосконалення технології твердого сиру з низькою температурою другого нагрівання з додаванням пробіотичних культур мікроорганізмів..

Задача роботи – організувати виробництво твердого сиру «Буковинський» українського асортименту з масовою часткою жиру 45 % удосконаленої технології за використання мезофільної та пробіотичної закваски.

Для вирішення поставленої мети необхідно виконати наступні завдання:

- провести технологічні розрахунки виробництва твердого сиру;
- обґрунтувати апаратурно-технологічне забезпечення виробництва твердого сиру та навести паратурно-технологічну схему;
- описати технологію виробництва твердого сиру відповідно апаратурно-технологічної схеми;
- навести схему технохімічного та мікробіологічного контролю виробництва твердого сиру;
- оцінити економічну ефективність удосконаленої технології твердого сиру.

Удосконалена технологія твердого сиру «Буковинський» з масовою часткою жиру 45 % передбачає нормалізацію молока до масової частки жиру 2,73 %. Для звертання молочної суміші за температури  $32\pm 2$  °С будуть використані компоненти: СаС: 10–40 г на 100 кг; барвник Аннато-320: 80–150 мл на 10000 кг суміші; мезофільна та пробіотична закваски прямого внесення; селітра: 10–30 г на 100 кг; молокозсідальний фермент. Температура другого нагрівання складає 38–42 °С.

У теоретичній частині кваліфікаційної роботи (огляд літератури) проаналізували харчову та біологічну цінність сичужних сирів та обґрунтували актуальність використання пробіотичної закваски у виробництві твердих сирів з низькою температурою другого нагрівання.

У практичній частині провели технологічні розрахунки виробництва твердого сиру, підібрали необхідне технологічне обладнання для виробництва сиру, описали технологію твердого сиру «Буковинський» з низькою температурою другого нагрівання з уточненням всіх технологічних параметрів.

Вимоги до сировини та готового продукту характеризували згідно нормативно-технічної документації: ДСТУ 3662:2018. Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови; ДСТУ 4421:2005 Сири тверді (український асортимент) Технічні умови; ДСТУ 6003 : 2008. Сири тверді; ДСТУ ISO 22000:2007. Системи управління безпекою харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга (ISO 22000:2005, IDT)

Продуктовий розрахунок проводився згідно технологічних інструкцій та норм витрат сировини для виробництва твердих сирів, де масова частка жиру молочної суміші складає 2,73 % та показників для розрахунку норм витрат суміші на 1 т сиру.

Згідно висновків удосконаленої технології твердого сиру визначили економічну ефективність його виробництва.

## РОЗДІЛ 3

### РОЗРОБЛЕННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ТВЕРДОГО СИРУ «БУКОВИНСЬКИЙ» З ПРОБІОТИКАМИ

#### 3.1. Вимоги до сировини та матеріалів

Для виробництва твердих сирів згідно з ДСТУ 6003 : 2008 [10] та ДСТУ 4421 : 2005 [9] використовують:

–молоко коров'яче сире придатне згідно з ДСТУ 3662 : 2018 «Молоко – сировина коров'яче. Технічні умови» [8], кислотністю не вище, ніж 19 °С;

–молоко знежирене, вершки, які отримують під час сепарування молока коров'ячого, що відповідає вимогам ДСТУ 3662:2018;

–молоко знежирене сухе розпилюваного сушіння вищого гатунку згідно з ДСТУ 4273;

–закваски та препарати бактеріальні для сирів з низькою температурою другого нагрівання згідно з чинними нормативними документами. Для виробництва твердого сиру «Буковинський» буде використана мезофільна закваска СНН-19 виробництва Хансен (Данія): *Lactococcus lactis subsp. Cremoris*; *Lactococcus lactis subsp. lactis biovar. Diacetylactis*; *Lactococcus lactis subsp. Lactis*; *Leuconostoc*. Склад пробіотичної закваски: *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium lactis*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus paracasei*, *Bifidobacterium infantis*.

–молокозсідальні ферментні препарати згідно з чинним нормативними документами;

–кальцій хлористий не нижче першого гатунку, або кальцій хлористий фармакопейний згідно з чинним нормативними документами;

–сіль кухонну не нижче першого гатунку, мелену, нейодовану; для соління сиру в зерні – не нижче сорту «Екстра» згідно з ДСТУ 3583;

–екстракт аннато, дозволений Центральним органом виконавчої влади у сфері охорони здоров'я;

– $\beta$ -каротин водорозчинний, дозволений Центральним органом виконавчої влади у сфері охорони здоров'я;

–калій азотнокислий згідно з нормативним документом, натрій азотнокислий згідно з нормативним документом або інші аналогічних властивостей, які дозволені Центральним органом виконавчої влади у сфері охорони здоров'я;

–селітру калієву марок А, Б, В згідно з нормативним документом;

–воду питну згідно з ДСТУ 7525 : 2014.

Сировина та матеріали за показниками безпеки повинні відповідати вимогам № 5061 (Медико-біологічні вимоги і санітарні норми якості продовольчої сировини та харчових продуктів), за вмістом радіонуклідів – вимогам ДР (Допустимі рівні вмісту радіонуклідів Сз-137 і Зг-90 в продуктах харчування та питній воді).

Кожну партію сировини та матеріалів, які надходять на підприємство, супроводжують документами, що підтверджують їх відповідність нормативним документам.

Виробництво твердих сирів потребує використання високоякісної молочної сировини, що відповідає вимогам ДСТУ 3662 : 2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови». Цей стандарт визначає основні фізико-хімічні, мікробіологічні та органолептичні показники, яким має відповідати молоко, призначене для переробки на молочні продукти, зокрема тверді сири, та буде гарантувати високий вихід, структуру, смак і термін зберігання готового продукту.

За органолептичними показниками молоко-сировина повинно мати чистий смак, без сторонніх присмаків; колір білий або з легким кремовим відтінком, однорідний по всій масі; консистенція рівномірна, без згустків або ознак осідання.

Масова частка жиру у молоці повинна складати: не менше 3,4 %, що забезпечує потрібну жирність сиру; масова частка білка (казеїну) висока (близько 3,0 %), оскільки саме казеїн формує згусток. Густина молока повинна бути не менше 1,028 г/см<sup>3</sup>.

Надмірне мікробне забруднення погіршує зсідання, викликає небажане газоутворення та псує структуру сиру.

Технологічні властивості: молоко має швидко утворювати щільний і пружний згусток при внесенні сичужного ферменту висока термостійкість; забезпечення стабільності кислотності під час дозрівання сиру; мінімальний вміст інгібіторів, оскільки залишки антибіотиків або дезінфектантів можуть пригнічувати молочнокислі бактерії.

Особливу увагу звертають на мікробіологічні показники у молоці-сировині (табл. 3.1.1).

Таблиця 3.1.1

**Мікробіологічні показники молока-сировини для виробництва сичужних сирів**

Показники	Норма
Загальне бактеріальне обсіменіння (ЗБО)	$\leq 3 \times 10$ КУО/см <sup>3</sup>
Соматичні клітини	$\leq 4 \times 10$ тис/см <sup>3</sup>
Патогенні мікроорганізми (збудники туберкульозу, бруцельозу тощо)	відсутні

Таблиця 3.1.2

**Основні показники та вимоги молока для виробництва сичужних сирів**

Показник якості	Вимоги до основної сировини згідно з ДСТУ 3662:2018
1	2
Ступінь чистоти за еталоном	Не нижче першої групи
Густина, кг/м <sup>3</sup>	Не менше як 1027
Титрована кислотність, °Т	Не менш як 16 °Т, і не більше 18 °Т
Кількість соматичних клітин в 1 см <sup>3</sup>	Не більше ніж 500 тис.

Продовж. табл. 3.1.2	
1	2
Масова частка білка, %	3,22
Масова частка жиру, %	3,0–4,0
Редуктазна проба, клас	I і II
Кількість спор мезофільних анаеробних лактозброджуючих маслянокислих бактерій в 1 см <sup>3</sup>	Не більше ніж одна спора
Активна кислотність, рН	6,6–6,8
Згортання молока, тип	I, II, III
Інгібітори росту заквашувальної мікрофлори	Не допускаються

### 3.2. Продуктовий розрахунок виробництва твердого сиру «Буковинський» з масовою часткою жиру 45 %

Схема переробки молочної сировини на підприємстві показує як саме переробляють молочну сировину на переробному підприємстві від моменту її надходження на підприємство до отримання готової продукції.

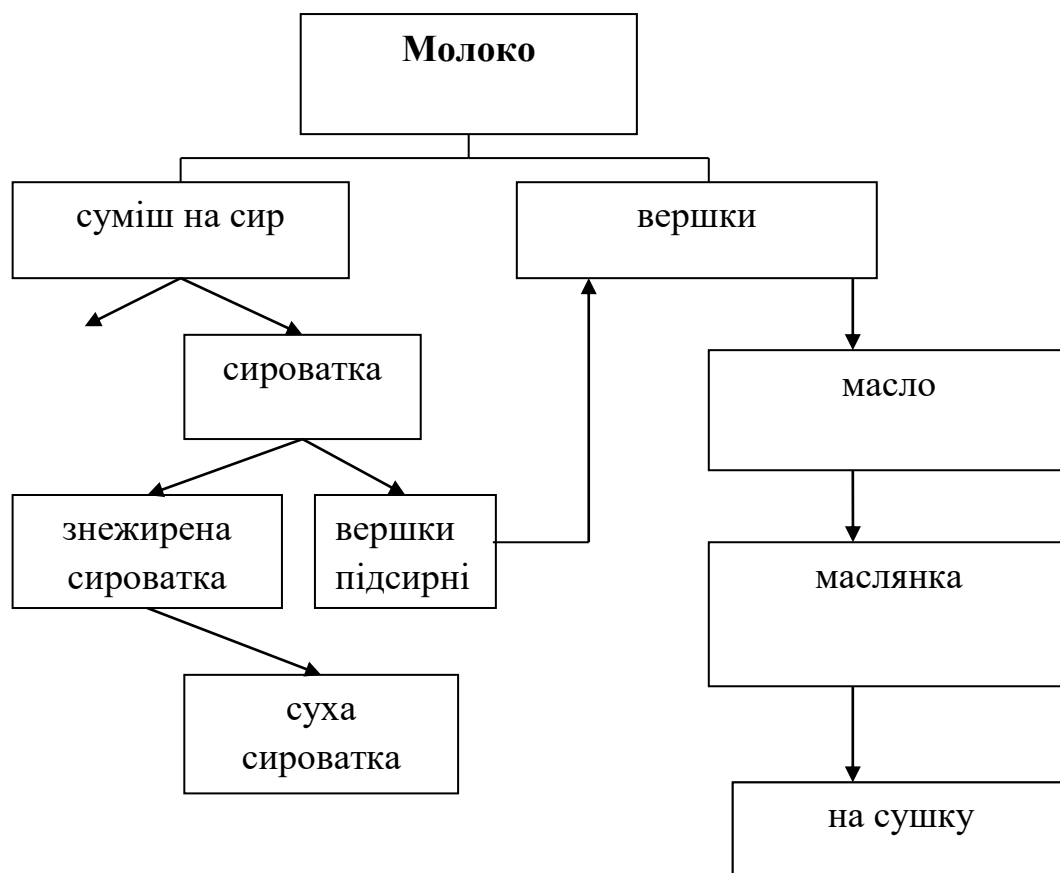


Рисунок 3.2.1.– Схема направлення переробки молочної сировини

Першим етапом у продуктовому розрахунку є розрахунок витрат сировини.

Таблиця 3.2.3

### Вихідні дані для продуктового розрахунку

Показники	
Добовий обсяг переробки молока, кг	2000
Масова частка жиру в молоці коров'ячому незбираному, %	3,7
Масова частка жиру в молоці коров'ячому знежиреному, %	0,05
Масова частка білка в молоці коров'ячому незбираному, %	3,0
Масова частка жиру у вершках, %	30
Масова частка жиру в готовому сири, %	45

Кількість умовних діб роботи підприємства протягом року – 250 діб.

Кількість змін за добу 2 зміни

Кількість змін за рік – 500 змін

Потужність цеху – 500 кг/зміну

Для продуктового розрахунку необхідно визначити вихід продукції. Вихід молокопродуктів розраховують згідно асортименту з використанням відповідних формул.

1. Масову частку жиру в нормалізованій суміші (Жн.м.) розраховують за формулою:

$$\text{Жн.м.} = \frac{K \times B_m \times J_c}{100}; \quad (3.2.1)$$

де: K – розрахунковий коефіцієнт, який залежить від вмісту жиру в готовому сири: для сирів 45 % – 1,98;

B<sub>m</sub> – вміст білка в молоці, %;

J<sub>c</sub> – вміст жиру в сухій речовині готового сиру, %;

У розрахунках, згідно з технологічною інструкцією, показник вмісту жиру в готовому сири збільшують на 1 %:

$$\text{Жн.м.} = \frac{1,98 \times 3,0 \times 46}{100} = 2,73\%.$$

2. Масу нормалізованого молока за нормалізації на сепараторі визначають за формулою:

$$K_B = \frac{K_M \times (Ж_M - Ж_{н.м})}{Ж_B - Ж_{н.м}} \times \frac{100 - П}{100}; \quad П = 0,5 \% \quad (3.2.2)$$

$$K_B = \frac{2000 \times (3,7 - 2,73)}{30 - 2,73} \times \frac{100 - 0,5}{100} = 70,78 \text{ кг.}$$

3. Кількість нормалізованого молока розраховують за формулою:

$$K_{н.м.} = (K_M - K_B) \times 0,995; \quad (3.2.3)$$

$$K_{н.м.} = (2000 - 70,78) \times 0,995 = 1919,57 \text{ кг.}$$

4. Масу закваски ( $K_3$ ) що вноситься в суміш для сквашування молока в кількості 0,8 % розраховуємо за формулою:

$$K_3 = \frac{K_{н.м.} \times 3}{100}; \quad (3.2.4)$$

$$K_3 = \frac{1919,57 \times 0,8}{100} = 15,35 \text{ кг.}$$

5. Потребу в  $\text{CaCl}_2$  визначають із розрахунку 10-40 г його витрат на 100 кг молока:

$$K_{\text{CaCl}_2} = \frac{1919,57 \times 30}{100} = 575,8 \text{ г.}$$

6. Потребу в сичужному ферменті ( $K_{с.ф.}$ ) визначають із розрахунку 2,3 г його витрат на 100 кг молока:

$$K_{с.ф.} = \frac{1919,57 \times 2,3}{100} = 44,15 \text{ г.}$$

7. Масу зрілого сиру ( $K_{з.с.}$ ) визначають за формулою:

$$K_{з.с.} = \frac{K_{н.м.}}{P}, \quad (3.2.5)$$

де  $P$ - витрати нормалізованої суміші на 1 кг готового продукту, які за жирності суміші 2,73 % для Буковинського сиру складають 12,1 кг :

$$K_{з.с.} = 1919,57 : 12,1 = 158,64 \text{ кг.}$$

8. Масу сиру після пресування (Кп.с.) з урахуванням його усушки (для сиру Буковинський згідно норм витрат № 435 – 9 %) в процесі дозрівання (Ус), визначають за формулою:

$$Кп.с. = \frac{Кз.с. \times 100}{100 - Ус}, \quad (3.2.6)$$

$$Кп.с. = \frac{158,64 \times 100}{100 - 9} = 174,32 \text{ кг.}$$

9. Визначимо кількість брусків сиру при вазі бруску 2,4 кг:

$$174,32 / 2,4 = 72 \text{ шт}$$

10. Вихід сироватки складає 80 % від маси нормалізованого молока:

$$К_{св} = 1919,57 \times 0,8 = 1535,65 \text{ кг}$$

Таблиця 3.2.4

#### Заведена таблиця продуктового розрахунку

Показники	Маса, кг	Масова частка жиру, %	кг молочного жиру
Поступило молока коров'ячого незбираного за добу	2000	3,7	7400
Вироблено сиру за зміну: сиру твердого Буковинський	174,32	45,0	7844,4
Залишок: Сироватка	1535,65	0,3	460,7

### 3.3. Апаратурно-технологічне забезпечення виробництва твердого сиру «Буковинський»

Правильний вибір технологічного обладнання забезпечує необхідні умови для чіткої та злагодженої роботи сирцеху. Для проекту цеху з виробництва

твердих сирів Українського асортименту необхідно підібрати обладнання з врахуванням потужності виробництва. Це передбачить максимальне використання обладнання, кращі умови праці, високу якість і низьку собівартість продукції, яка випускається на підприємстві.

Отже, розрахунок і підбір технологічного обладнання робимо на підставі виконаного продуктового розрахунку та технологічної частини роботи.

Ваги, резервуари, охолоджувачі, сепаратори для молока-сировини знаходяться в приймально-апаратному відділенні. Тут молоко приймають, охолоджують та сепарують.

Так як, згідно продуктових розрахунків для виробництва твердого сиру буде використано 2000 т молока-сировини. Тому необхідно підібрати і ємність для такої кількості молока.

Обладнання для приймання молока (табл. 3.3.5).

Таблиця 3.3.5

**Технологічне обладнання для приймання і підготовки молока для виробництва сиру**

Назва обладнання	Тип, марка	Прод-ть кг, л/год	Кількість штук
Лічильна установка	Shvarte	10 000	1
Насос	НЦ-10АТ	10 000	1
Сепаратор – вершковідділювач	Haus maxcream 5t	5 000	1
Пластинчастий охолоджувач	ОХЛ-10	10 000	2
Резервуар для молока	В2-ОХР-10	10 000	1
Насос	НЦ-10АТ	10 000	2
Пластинчаста пастеризаційно-охолоджуюча установка	ОПУ-10	10 000	1

Для приймання молока-сировини використовують наступне обладнання: відцентрові насоси НЦ-10АТ продуктивністю до 10 000 м<sup>3</sup>/год, пластинчастий охолоджувач ОХЛ-10 (10 000 л/год) та резервуар для зберігання молока В2-ОХР-10 (10 000 л).

Приймаємо, що тривалість приймання молока на молочному підприємстві становить 2 години безперервної роботи. Тому в комплект лінії по прийманню молока входять:

1. Відцентровий насос, продуктивність якого визначають за формулою:

$$P_{\text{насоса}} = \frac{m_{\text{сировини}}}{T_{\text{приймання}}}, \quad (3.3.1)$$

де:

$m_{\text{сировини}}$  – маса молочної сировини за добу, 2000 кг;

$T_{\text{приймання}}$  – тривалість приймання молочної сировини, 2 год.

$$P_{\text{насоса}} = \frac{2000}{2,0} = 1000 \text{ кг}$$

Тому доцільно встановити відцентровий молочний насос марки НЦ-10АТ, продуктивністю до 10 000 м<sup>3</sup>/год, який відповідає розрахунковій потужності.

Інше технологічне обладнання має відповідну потужність та ефективний час роботи.

Визначення часу ефективної роботи:

$$T_{\text{еф}} = \frac{2000}{1000} = 2 \text{ год}$$

2. Тривалість безперервної роботи сепаратора-вершковідділювача з відцентровим вивантаженням становить 3 години. Тому згідно часу ефективної роботи встановлюють сепаратор-вершковідділювач марки Haus maxcream 5t, продуктивністю 5 000 кг/год.

3. Пластинчастий охолоджувач марки ОХЛ-10, продуктивністю 10 000 л/год. для охолодження молока.

Час ефективної роботи охолоджувача:

$$T_{\text{еф}} = \frac{2000}{10000} = 0,2 \text{ год.}$$

Резервування загальної кількості молока необхідно організувати так, щоб забезпечити його добове приймання. Передбачено використовувати резервуар и В2-ОХР-10 (10 000 л).

Ведучим обладнанням в апаратному відділенні є пластинчаста пастеризаційно-охолоджувальна установка. Ефективний час роботи апарату 4–5 годин. Необхідну продуктивність обладнання визначаємо за формулою:

$$P = \frac{m_{\text{прод.}}}{T_{\text{еф.}}}, \quad (3.3.2)$$

де:

$m_{\text{прод.}}$  – маса продукту, що піддається термічній обробці, кг;

$T_{\text{еф.}}$  – ефективний час роботи, год.

$$P = \frac{2000}{4} = 500 \text{ л/Год.}$$

Пластинчаста пастеризаційно-охолоджувальна установка марки ПОУЕ-3 відповідає розрахованій продуктивності змінної потужності.

### **Обладнання для виробництва твердого сиру.**

Список обладнання, яке може включатися до складу лінії:

1. Сировиготовлювач.
2. Сепаратор-вершковідділювач.
3. Дренажний, технологічний стіл.
4. Прес механічний або пневматичний (опція).
5. Форми для сиру.
6. Ванна для миття.
7. Охолоджувач молока.
8. Обладнання для пакування.
9. Камера для дозрівання і визрівання сиру.
10. Комплект насосного обладнання та гнучкої трубопровідної арматури.
11. Комплект ручного допоміжного інструменту (ліра горизонтальна, ліра вертикальна та ін)
12. Комплект лабораторного обладнання.

**Технологічного обладнання для  
виробництва твердого сиру «Буковинський»**

Обладнання	Марка	Продуктивність л; кг/год; м <sup>3</sup> /год; кг/зміну	Кількість, шт
1	2	3	4
Сировиготовлювач	Д7-ОСА-1	2 500	2
Пластинчаста пастеризаційно-охолоджуюча установка	ПОУЕ-3	3 500	1
Насос сирного зерна	А9-КНА	12	2
Насос для відкачування сироватки	НЦ12-10	12	2
Формувальний апарат	АФ-1	250	1
Формувальний стіл	Я7 – ОКС		
Преси	ПС-6	60	8
Солильна ванна	ВСС-1	600	11
Лінія бактерицидної обробки головок сиру	ЛБОГС-3.00.00.00	100 головок	1
Термовакуумнопакувальна лінія	ТЕКОВАС-420С	800 – 1000 циклів в годину	1

Для відкачування сироватки з сировиготовлювача використовують насос марки НЦ12-10 продуктивністю 12 м<sup>3</sup>/год, а для зливання сирного зерна з сировиготовлювача використовують насос марки А9-КНА, з урахуванням того, що кількість сирного зерна в сировиготовлювачі перед зливанням становить приблизно 2000 л.

Формування сиру здійснюють насипом за допомогою формувального апарата АФ-1, місткістю за сирним зерном 250 кг. Форми з сирною масою залишають на 2–5 год без вантажу. При необхідності перевертають кілька

разів.

Після формування направляють на пресування під прес Е8-ОПГ на 24 форми, розпресовують сир при масовій частці вологи 43–46 %, активна кислотність складає 5,2–5,3 рН.

Для соління сирного зерна в потоці використовують установку БП – 200, продуктивність становить 200 л/год. Далі сир обсушують, відправляють на лінію бактерицидної обробки ЛБОГС-3.00.00.00.

Для пакування використовують автоматичну вакуумно-пакувальну лінію ТЕКОВАС- 420С, яка виготовлена з нержавіючої сталі. Машина призначена для формування вакуумної упаковки з термоформуємої, термозварювальної жорсткої або м'якої нижньої плівки і термозварювальної верхньої плівки.

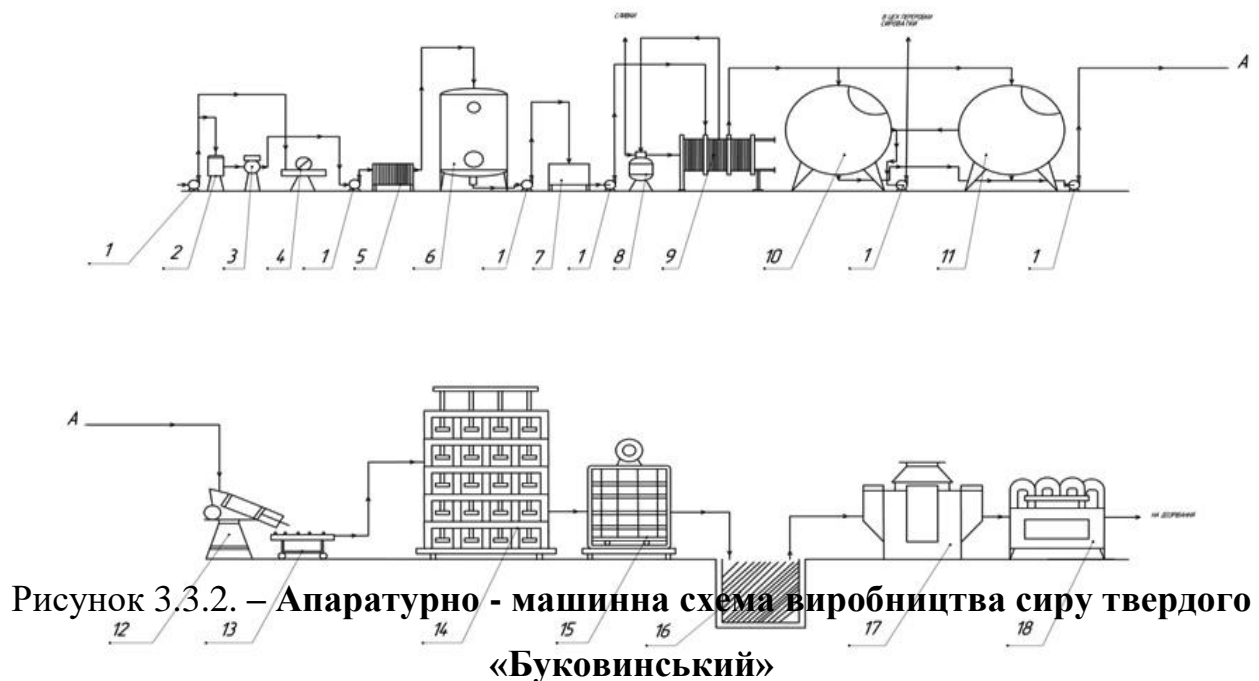


Рисунок 3.3.2. – Апаратно - машинна схема виробництва сиру твердого «Буковинський»

1–насос НЦ-10АТ; 2–повітровідділювач; 3– лічильна установка Shvarte;  
4–ваги для молока; 5–пластинчастий охолоджувач ОХЛ-10; 6–резервуар для молока В2-ОХР-10; 7–бачок зрівнювальний; 8–сепаратор Haus maxcream 5t; 9–пастеризаційна установка ПОУЕ-3; 10–сиро виготовлювач Д7-ОСА-1; 11–сиро виготовлювач Д7-ОСА-1; 12–відділювач сироватки; 13–формувальний апарат АФ-1; 14–преси ПС-6; 15–ваги; 16–солильна ванна ВСС-1; 17–термовакуумноупакувальна установка ТЕКОВАС-420С; 18–термоусадка.

### **3.4. Технологія виробництва сичужного сиру «Буковинський» з масовою часткою жиру 45 %**

Сичужний твердий сир «Буковинський» українського асортименту згідно ДСТУ 4421:2005 «Сири тверді (Український асортимент). Технічні умови» відноситься до сичужних сирів з низькою температурою другого нагрівання і високим рівнем молочнокислого бродіння, що виробляється з коров'ячого молока і призначений для реалізації в торгівельній мережі та на підприємствах громадського харчування.

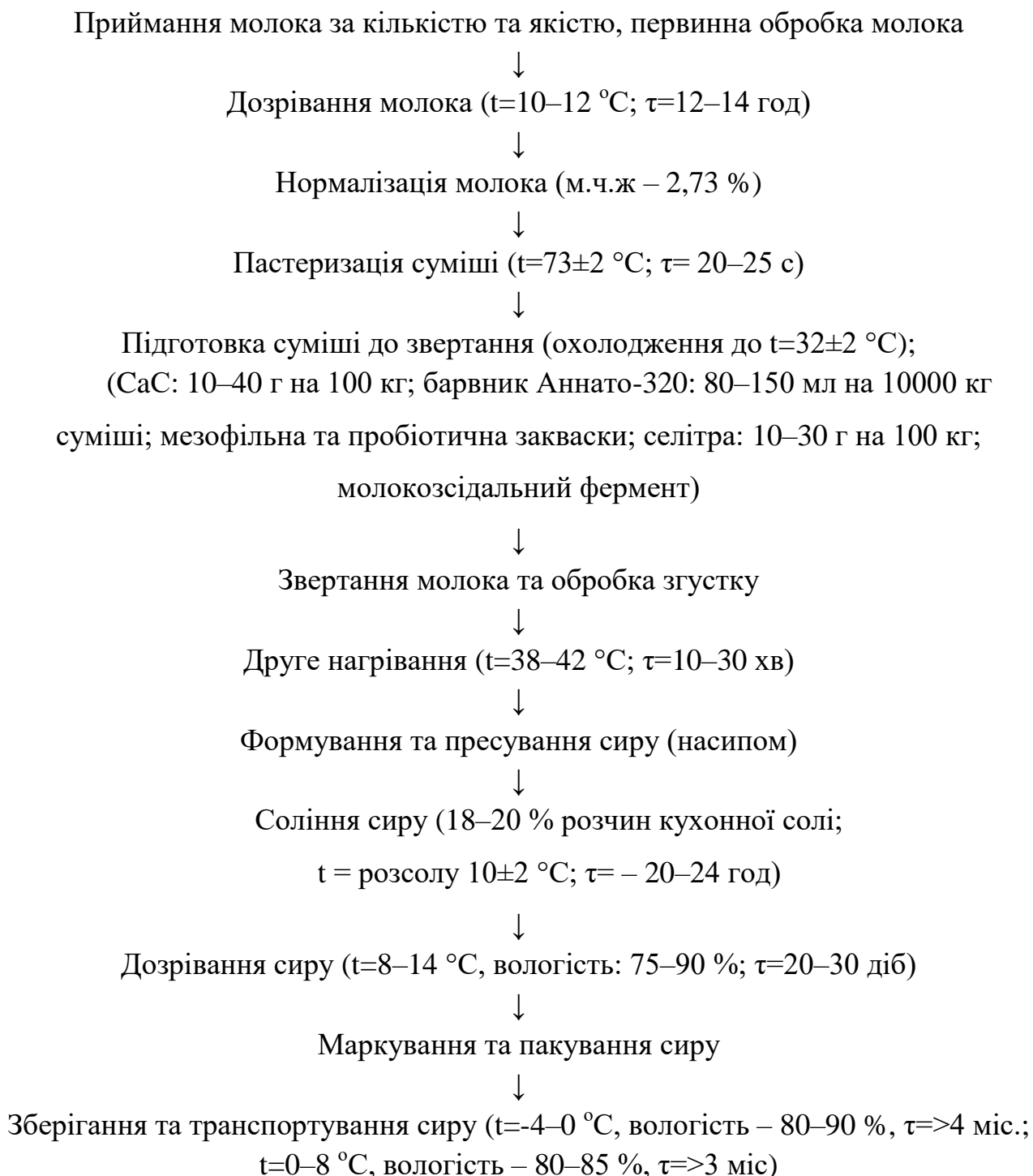
Приймання молока по кількості та якості, первинна обробка молока. Молоко приймають по кількості через лічильники типу Shvarte та якості згідно лабораторних випробувань. Вхідному контролю підлягає кожна партія сировини, що надходить на підприємство. Виходячи із результатів лабораторних випробувань, встановлюють сиропридатність молока.

Прийняте молоко терміново охолоджують на пластинчастих охолоджувальних охолоджувачах типу ОХЛ–10 до температури 10–12 °С та направляють в резервуари для тимчасового зберігання та дозрівання типу В2–ОХР–2, які оснащені механічними мішалками.

Дозрівання молока. Оптимальним режимом дозрівання молока є його витримка за температури 10–12 °С протягом 12–14 годин з додаванням чи без додавання закваски молочнокислих мікроорганізмів. Допускається змішування зрілого та свіжого молока у співвідношенні, що забезпечує бажану інтенсивність розвитку молочнокислого процесу. Допускається використовувати на виробництво молоко, яке поступило на завод в зрілому вигляді. В процесі дозрівання збільшується кількість розчинних азотистих речовин, частина нерозчинних кальцієвих солей переходить в розчинний стан, збільшуються в розмірах міцели казеїну.

Молоко з підвищеним рівнем бактеріального забруднення направляють на дозрівання після термізації (теплова обробка молока при температурі  $65 \pm 2$  °С з витримкою 20–25 секунд). Термізація молока не забезпечує повного знищення

мікрофлори, тому її застосовують в комбінації з наступною пастеризацією молока за оптимального режиму.



**Рисунок 3.4.3. – Технологічна схема виробництва твердого сиру «Буковинський»**

Нормалізація молока. Для отримання стандартних за масовою часткою жиру у сухій речовині сирів молоко необхідно нормалізувати, тобто встановити

в молочній суміші для виробництва сирів визначену масову частку жиру. Молоко нормалізують знежиреним молоком або вершками в залежності від вмісту масової частки жиру та білка в початковому молоці.

Пастеризація суміші. Пастеризація суміші здійснюється на автоматичній пастеризаційно-охолоджувальній установці ПОУЕ-3 при температурі  $73 \pm 2$  °C з витримкою 20–25 с з наступним охолодженням в закритому безперервному потоці до температури звертання  $32 \pm 2$  °C. Молоко пастеризують безпосередньо перед його переробкою.

Підготовка суміші до звертання. *Внесення хлористого кальцію.* В пастеризоване і нормалізоване молоко безпосередньо у сировиготовлювач Д7-ОСА-1 при температурі звертання вносять водний розчин хлористого кальцію із розрахунку 10–40 г безводної солі на 100 кг молока або 10–30 мл рідкого хлористого кальцію (CaCl) на 100 кг молока.

*Внесення в суміш натурального барвника «Аннато».* Після того, як перші 200–300 кг пастеризованої суміші направили у сировиготовлювач, у нього додають натуральний водорозчинний барвник екстракт Аннато-320 в кількості 80–150 мл на 10 000 л суміші.

*Внесення закваски прямого внесення.* У виробництві сирів з низькою температурою другого нагрівання застосовують мезофільні закваски прямого внесення виробництва СНН-19 Хансен 50U для сиру у відповідності з інструкцією до застосування. До складу закваски входять мікроорганізми: *Lactococcus lactis subsp. Lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, *Leuconostoc mesenteroides subsp. cremoris*, *Lactococcus lactis subsp. Diacetylactis*. Також для надання продукту пробіотичних властивостей крім мезофільної закваски у молочну нормалізовану суміш вносять пробіотичну культуру з живих бактерій: *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* (2 штаму), *Bifidobacterium lactis* (2 штаму), *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus paracasei*, *Bifidobacterium infantis*.

Залежно від активності закваски розраховують її кількість та час внесення в суміш. Суху бактеріальну закваску вносить сиророб в асептичних умовах. Для попередження розвитку бактеріофагу проводять ротацію заквасочних культур.

*Внесення селітри.* Допускається в молочну суміш вносити калій або натрій азотнокислий із розрахунку 10–30 г безводної солі на 100 л суміші.

*Внесення молокозідальних ферментів.* Молокозідальний фермент вносять в суміш у вигляді розчину, приготовленого за 20–30 хв до використання. Необхідну кількість ферментного препарату (згідно інструкції по застосуванню) розчиняють в пастеризованій (за температури не нижче 85 °С) і охолодженій до температури 34±2 °С воді. Після внесення ферменту суміш ретельно перемішують протягом 5–6 хв і залишають у спокої до утворення згустку.

Звертання молока та обробка згустку. Температура звертання суміші для сиру «Буковинський» складає 30–34 °С. Час звертання суміші складає близько 30±5 хвилин. Готовий згусток повинен бути достатньо щільним і на розколі давати достатньо гострі краї з виділенням прозорої сироватки.

Розрізання згустку і постановку зерна здійснюють протягом 10–20 хв механічними ножами-мішалками, що встановлені безпосередньо у сирі виготовлювачі Д7-ОСА-1, швидкість руху яких регулюють у відповідності до встановлених розмірів зерна.

Під час постановки сирного зерна із сировиготовлювача видаляють 35±5 % сироватки від кількості суміші за допомогою відцентрового насосу для відкачування сироватки НЦ12-10.

Після постановки сирне зерно вимішують. Час вимішування залежить від швидкості зневоднення зерна і розвитку молочнокислого процесу і визначається по ступені ущільнення зерна та підвищення активної і титрованої кислотності сироватки. При інтенсивному розвитку молочнокислого процесу перед початком другого нагрівання в сирне зерно із сироваткою вносять 5–15 % пастеризованої води від кількості молочної суміші

Перед другим нагріванням дозволяється видалення ще до 25 % сироватки від початкової кількості молока.

Друге нагрівання. Друге нагрівання здійснюють для прискорення зневоднення сирного зерна. Температура другого нагрівання встановлюється в межах від 38 до 42 °С, тривалістю 10–30 хв. При нормальному протіканні молочнокислого процесу тривалість обробки зерна після другого нагрівання складає  $40 \pm 20$  хв. Кислотність сироватки за весь процес обробки зерна повинна нарости на 2–4 °Т. Переважний розмір готового до формування сирного зерна складає 5–7 мм.

Також дозволяється часткове соління в зерні. В сирне зерно з сироваткою вносять розчин повареної солі із розрахунку  $500 \pm 200$  г солі на 100 кг молочної суміші. Дозволяється проводити соління сирного зерна під час формування на установці по зневодненню. При повільному зневодненні зерна соління в зерні проводити не рекомендується.

Формування та пресування сиру. *Формування сиру насипом.* Суміш сирного зерна з сироваткою подають на перфорований барабан формувального апарата АФ–1, де здійснюється відділення сироватки від зерна. Сирне зерно розміщують в чисті, продезінфіковані сирні форми. Тривалість формування складає 10–20 хв.

Наповнені сирною масою форми залишають протягом 30–60 хв для самопресування маси. За час самопресування здійснюють 1–2 перевертання брусків сиру. Перед пресуванням сир маркують казеїновими цифрами.

Пресується сир на пресах марки ПС-6.

Режими пресування:

- 0,5 кгс/см<sup>2</sup> – 20хв;
- 1 кг с/см<sup>2</sup> – 10хв;
- 1,5 кг с/см<sup>2</sup> – 10хв;
- 2,0 кг с/см<sup>2</sup> – 10хв;
- 2,5 кг с/см<sup>2</sup> – 10хв.

Оптимальна масова частка вологи в сирі після пресування повинна бути 43–45 %, активна кислотність – 5,2–5,3 рН. Відпресований сир повинен мати добре замкнуту поверхню.

Соління сиру. Соління сиру здійснюється в розсолі з концентрацією кухонної солі 18–20 %. Температура розсолу складає  $10 \pm 2$  °С, тривалість соління сиру – 20–24 год.

Після соління сири обсушують до утворення кірки у спеціальних приміщеннях, температура в яких не повинна перевищувати  $10 \pm 2$  °С, а відносна вологість повітря повинна бути в межах 90–95 %.

Дозволяється не обсушувати сир, а одразу направляти на упаковальну машину.

Обсушений сир направляють на лінію бактерицидної обробки ЛБОГС-3.00.00.00. Після бактерицидної обробки бруски сиру пакують в полімерну плівку на термовакуумнопакувальній лінії ТЕКОВАС- 420С із застосуванням термоусадки плівки в гарячій воді при температурі 90–95°С.

Пакування вважається задовільним, якщо плівка щільно облягає сир, між нею та поверхнею сиру не утворюються видимі повітряні пухирці та при легкому натисканні під кутом 30 ° до поверхні сиру плівка не переміщується.

Дозрівання сирів. Дозрівання сирів здійснюється в камері дозрівання за температури 8–14 °С та відносній вологості повітря 70–90 %. Залежно від конкретних умов допускається змінювати температурні режими в ту чи іншу сторону, але не більше ніж на 2 °С. В процесі дозрівання сири періодично перевертають. В разі появи плісняви під плівкою на поверхні сирів, сири миють, обсушують, бактерицидно обробляють та повторно пакують.

Терміни дозрівання для сиру малого циліндру і прямокутного бруска складають 20–30 діб.

Маркування та пакування сирів. На поверхню бруска сиру, перед нанесенням покриття, впресовують казеїнові цифри із зазначенням в такій послідовності:

– дати варки (число, місяць);

– номеру варки. Номер варки сиру розташовують під датою варки.

На зовнішню поверхню покриття бруска сиру (парафіноване, полімерна плівка, полімерні або комбіновані сплави) або споживчого пакування маркування наносять способом, який забезпечує чіткість читання з застосуванням матеріалів для маркування, які дозволено Центральним органом виконавчої влади у сфері охорони здоров'я України для контакту з харчовими продуктами з зазначенням:

- назви сиру;
- назви та повної адреси і телефону виробника, адресу потужностей виробництва;
- маси нетто, г або кг (для фасованих сирів, окрім головок сиру);
- складу сиру у порядку переваги складників, в тому числі харчові добавки;
- харчової (поживної) та енергетичної цінності (калорійності) із вказівкою на кількість жирів, білка, у встановлених одиницях вимірювання на 100 г сиру;
- масової частки жиру в сухій речовині, %;
- кінцевої дати споживання або дати виробництва та терміну придатності;
- номер партії виробництва (окрім головок сиру);
- знак відповідності згідно з ДСТУ 2296;
- умови зберігання;
- штрих-коду згідно з ДСТУ 3147 (при наявності);
- торгову марку (при наявності);
- інформацію про наявність генетично модифікованих організмів (ГМО) : з ГМО чи без ГМО;
- позначення цих технічних умов.

Сир зберігають в приміщенні за температури від мінус 4 °С до 0 °С та відносній вологості повітря 80–90 % – не більше 4 місяців, за температури від 0 °С до 8 °С і відносній вологості повітря 80–85 % – не більше 3 місяців.

Термін придатності сирів встановлюють від дати закінчення визрівання.

Сири зберігають на стелажах, або упакованими в тару, в штабелях на піддонах. Ящики з сиром зберігають у штабелях на відстані не менше, ніж 0,4 м від стін та охолоджувальних приладів. Зберігання та транспортування сирів разом з іншими продуктами, які мають специфічний запах (риба, фрукти, копченості) не дозволено.

## РОЗДІЛ 4

### КОНТРОЛЬ БЕЗПЕЧНОСТІ ТА ЯКОСТІ ВИРОБНИЦТВА ТВЕРДОГО СИРУ «БУКОВИНСЬКИЙ». ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА

На кожному переробному підприємстві діє система управління якістю та контролю QMS. Це система управління якістю (Quality Management System), сукупність політики, процесів, документів і процедур, які підприємство використовує, щоб забезпечити стабільну якість і безпечність продукції. Вона є основою стандартів ISO 9000 / ISO 9001 [12].

Згідно основних принципів ISO 9000 / ISO 9001 сири повинні відповідати вимогам безпечності, смаку, текстури, аромату та маркування.

Контроль якості сирів проводиться на всіх етапах: приймання молока-сировини; пастеризація; внесення заквасок і ферментів; формування, пресування, дозрівання; пакування і зберігання.

Етапи контролю якості і безпечності сирів:

– органолептичний контроль: зовнішній вигляд, консистенція, смак, запах, колір;

– фізико-хімічний аналіз: масова частка вологи, жиру, білка, солі, кислотність, рН.

– мікробіологічний контроль: відсутність патогенних мікроорганізмів (*E. coli*, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*).

– ветеринарно-санітарний контроль: відповідність вимогам ДСТУ 6003:2008 і санітарних норм.

Результати аналізів, показники контролю виробничих параметрів, сертифікати на сировину, акти внутрішнього аудиту та коригувальні дії при виявленні невідповідностей документуються відповідно до ISO 9001:2015.

Таблиця 4.7

#### Контроль якості та безпечності твердих сирів за ISO 9000

Етап контролю	Показники якості / безпечності	Методи контролю	Нормативні документи / критерії	Документація (ISO 9001)
1	2	3	4	5

<i>продовження таблиці 4.7</i>				
1	2	3	4	5
Приймання молока-сировини	Органолептичні властивості, кислотність, густина, бактеріальна забрудненість, вміст жиру та білка	Лабораторний аналіз (ГОСТ, ДСТУ, аналізатор «Лактан»), титрування кислотності	ДСТУ 3662:2018, СанПіН, ISO 9001 п.8.4	Журнал приймання сировини, протоколи випробувань
Пастеризація	Температура, час витримки, ефективність знезараження	Термографічний контроль, тест на фосфатазу	ДСТУ 4418:2005, ISO 9001 п.8.5	Журнал температурного режиму
Внесення закваски та ферменту	Якість закваски, активність ферменту, дотримання дозування	Мікробіологічний аналіз, контроль рН	Вимоги ТУ виробника закваски, ISO 9001 п.8.5.1	Картка виробничого процесу
Формування та пресування	Консистенція згустку, відтік сироватки, температура пресування	Візуальний та технологічний контроль	Технологічна інструкція, ISO 9001 п.8.5.1	Лист контролю технологічних параметрів
Соління та дозрівання	Вміст солі, температура, відносна вологість, тривалість дозрівання	Лабораторний аналіз, вимір вологості та температури	ДСТУ 6003:2008, ISO 9001 п.8.5	Журнал дозрівання сирів
Готовий продукт	Вологість, жирність, кислотність, мікробіологічна чистота, органолептичні властивості	Лабораторні випробування (рН-метр, мікроскопія, дегустація)	ДСТУ 6003:2008, ISO 9001 п.8.6	Протокол контролю партії, сертифікат якості
Пакування і зберігання	Цілісність пакування, маркування, температура і вологість складу	Візуальний контроль, температурні датчики	ISO 22000, ISO 9001 п.8.5.4	Журнал зберігання, акти перевірки складу
Внутрішній аудит якості	Відповідність QMS, документації, записів	Перевірка документів, аудит	ISO 9001 п.9.2, п.10.2	Звіт про аудит, план коригувальних дій

Сири приймають партіями. Кожну партію сиру супроводжують документом, що підтверджує його якість і безпечність, із зазначенням:

– номер і дата видачі декларації виробника;

- найменування підприємства-виробника;
- назва сиру та дата його виготовлення;
- кількість місць і маса нетто партії;
- дані результатів аналізів масової частки жиру та вологи;
- дата виробництва сиру;
- термін придатності до вживання;
- умови зберігання та позначення цих технічних умов.

Для визначення відповідності якості сирів вимогам цих технічних умов підприємство проводить приймальний та періодичний контроль.

Приймальному контролю підлягає кожна партія сиру: за органолептичними показниками, масовою часткою жиру в сухій речовині, масовою часткою вологи, масою нетто, якістю пакування та маркування.

Організація (схема) технохімічного та мікробіологічного контролю виробництва твердого сиру наведені в таблиці 4.8, 4.9 та включає контроль якості сировини та готової продукції; контроль якості допоміжних матеріалів, тари, пакувальних матеріалів; контроль якості миття обладнання режимів та концентрацій мийних засобів; контроль реактивів, вимірювальної техніки в лабораторії.

Таблиця 4.8

**Технохімічний та мікробіологічний контроль  
виробництва твердого сиру**

Об'єкт контролю	Показник контролю	Значення показника	Період контролю	Місце відбору
1	2	3	4	5
Молоко коров'яче	Об'єм проби	1 дм <sup>3</sup>	Від кожної партії	цистерни, фляги
	Температура, °С	не вище 10		
	Кислотність, °Т	16-21		
	Густина, кг/м <sup>3</sup>	Не менше 1,027		
	Ступінь чистоти	I-II групи		
	Мас. ч. жиру, %	0,05-6		
	Мас.ч.сух.реч., %	10,6-11,8		
	Перекис водню	0,005		
	формалін	0,01		
	Наявність соди в 5 мл	Не допускається		
	Наявність аміаку в 20 мл	Не допускається		
	Термостійкість, кл	Факт. значення		

	Загальна бактеріальна забрудненість, тис КУО/см <sup>3</sup>	100-3000		
	Кількість соматичних клітин, тис/м <sup>3</sup>	400-800		
Молоко охолоджене	Температура, °С	4±2	Від кожної партії	резервуар
Молоко пастеризоване	Температура, °С	10-12		
	Загальна бактеріальна обсіменінність, тис КУО/см <sup>3</sup>	Не більше 10000		
	БГКП	Не більше 10		
Суміш нормалізована	Температура, °С	8-10		резервуар
	Мас. ч. жиру, %	2,6		
	Густина кг/м <sup>3</sup>	Не менше 1,027		
	Кислотність, °Т	16-18		
Суміш пастеризована	проба	негативна		
Суміш у ванні	Кислотність, °Т	18-21		
	Температура заквашування, °С	32-34		
Сироватка	Температура II нагрівання, °С	41-43		ванна
Сир після пресування	Масова частка жиру в сухій речовині, %	50		
	Масова частка вологи, %	Не більше 30		
	Масова частка солі, %	1,3-1,8		з під пресу
Соління сиру	Концентрація розсолу, %	18-20		
	Температура розсолу, °С	10-12		
Довкілля	Температура повітря, °С	8-12	щоденно	Солильний басейн
	Вологість, %	80±1,5		
	Органолептичні показники		від кожної партії	Камери зберігання
	Маркування, зберігання			
	Масова частка солі, %	1,2-1,8		
	БГКП	Не дозволено в 0,01г готової продукції	Від кожної партії	

За мікробіологічними показниками тверді сири згідно з ДСТУ 4421:2005 «Сири тверді (український асортимент)» та ДСТУ 6003 : 2008 повинні

відповідати вимогам наведених у таблиці 4.9.

Таблиця 4.9

### Мікробіологічні показники твердого сиру

Назва показника	Норма
Бактерії групи кишкової палички (колі-форми), в 0,01 г продукту	не дозволено
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду сальмонела, в 25 г продукту	не дозволено
<i>Staphylococcus aureus</i> , КУО в 1 г продукту не більше ніж	$5 \times 10^2$
<i>Listeria monocytogenes</i> , в г 25	не дозволено

Бактерії групи кишкових паличок досліджують вибірково з одної головки кожної партії.

Впровадження системи контролю НАССР Законом України «Про якість та безпеку харчових продуктів та харчової сировини» передбачено, що суб'єкти, які займаються виробництвом харчових продуктів, повинні розробити та впровадити санітарні заходи і систему управління безпечність та якістю харчових продуктів на основі принципів НАССР (аналізу ризиків та критичних точок контролю у латинській аббревіатурі). Система НАССР – це ідентифікація критичних контрольних точок. Після визначення цих точок для управління ними можуть застосовуватися стандарти ISO 9000.

На кожному етапі технологічного процесу виробництва сиру визначають потенційно можливі небезпечні чинники мікробіологічної, хімічної та фізичної природи. Для контролю багатьох виявлених ризиків може використовуватися програма-передумова, яка розробляється конкретно для кожного підприємства [16]. Результати аналізу ризиків небезпечних чинників, що виникають при виробництві твердого сиру. Після ідентифікації та групування небезпечних чинників розглядають та визначають критичні точки контролю. Критична контрольна точка визначається як етап, на якому можна застосувати захід з контролю, та який є обов'язковим для запобігання загрозам безпеки харчового продукту, усунення такої загрози чи зниження її до прийняттого рівня. Під час аналізу ризиків, проведеному згідно з Принципом 1, визначають місця, в яких

необхідно запровадити заходи з контролю. Для контролю багатьох виявлених ризиків може використовуватися програма-передумова [16].

Ключові напрями екологічного забезпечення включають:

1. Дотримання законодавства та нормативів. Відповідно до Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» підприємства зобов'язані виконувати встановлені принципи та норми охорони довкілля, забезпечуючи екологічно безпечну діяльність.

2. Контроль за викидами та стічними водами. Проводиться постійний моніторинг рівня шкідливих речовин у повітрі та у воді. Встановлення сучасних систем очищення й фільтрації дозволяє зменшити негативний вплив виробництва на атмосферу та водні ресурси.

3. Енергоефективність і використання відновлюваних джерел енергії.  
4. Запровадження інноваційних технологій допомагає скоротити споживання енергії та збільшити частку «зеленої» енергетики, що сприяє зниженню парникових викидів і підтримує сталий розвиток підприємства.

5. Управління відходами. Використовуються сучасні підходи до поводження з відходами – сортування, переробка та утилізація. Це мінімізує кількість сміття, що потрапляє на полігони, та забезпечує ефективніше використання ресурсів.

6. Екологічна освіта та культура. Підприємство активно навчає працівників принципам раціонального використання природних ресурсів, формує екологічно свідому поведінку та позитивний імідж компанії в очах громадськості.

7. Моніторинг і внутрішній контроль. Регулярна перевірка якості викидів і стічних вод забезпечує дотримання екологічних стандартів. Внутрішні механізми контролю допомагають швидко виявляти й усувати порушення.

8. Підвищення ефективності. Постійна розробка та впровадження нових екологічних ініціатив спрямована на вдосконалення виробничих процесів і зменшення негативного впливу на довкілля.

Важливою складовою в екологічній безпеці є дотримання вимог Закону України «Про відходи», який регулює поводження з відходами з метою їх управління, сортування, переробки та утилізації. Особлива увага у виробництві сирів приділяється двом основним компонентам відходів: сироватці та упаковці.

Контроль за викидами шкідливих речовин в атмосферу здійснюють згідно з ГОСТ17.2.3.02 та ДСП 201.

Охорону ґрунту від забруднення побутовими та промисловими відходами здійснюють згідно з вимогами СанПіН 42-128-4690.

Управління сироваткою на підприємствах організують з метою максимальної ефективності використання її ресурсів. Після відокремлення від сиру, сироватка проходить ультрафільтрацію, що дозволяє виділити білкові компоненти та лактозу. Отримані продукти використовуються у виробництві напоїв та як компоненти для тваринництва, що мінімізує відходи та сприяє їхньому використанню у корисних цілях.

Система управління упаковкою передбачає комплексну обробку та переробку відходів упаковки. Пластикові матеріали піддаються сортуванню та переробці для подальшого використання у виробництві вторинних сировинних матеріалів або в інших галузях, що зменшує екологічний відбиток виробництва та забезпечує відповідність усім нормативним вимогам щодо управління відходами. Ці ініціативи спрямовані на забезпечення сталого виробництва та дотримання екологічних стандартів.

Стічні води від виробництва сиру підлягають очищенню і повинні відповідати вимогам СанПіН 4630. Основним джерелом стічних вод є виробничі процеси, в яких здійснюється очищення сировини та продукції. Законодавство України вимагає від підприємств дотримання нормативів щодо якості стічних вод, а також виконання вимог щодо їх очищення перед викидом в навколишнє середовище. Це включає встановлення та ефективне функціонування систем очищення, які забезпечують відповідність викидів вимогам нормативно-правових актів. Основним джерелом стічних вод є

виробничі процеси, зокрема очищення сировини та обладнання, які вимагають ефективного управління для запобігання негативного впливу на навколишнє середовище. Ці системи забезпечують ефективне видалення забруднюючих речовин перед викидом у навколишнє середовище. Система регулярного моніторингу та аналізу якості стічних вод виявляє та контролює рівень забруднення. Це дозволяє оперативно вживати заходів у разі виявлення відхилень від встановлених стандартів.

## РОЗДІЛ 5

### ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ТВЕРДОГО СИРУ «БУКОВИНСЬКИЙ» З ПРОБІОТИКАМИ

Підвищення ефективності виробництва молочних продуктів залежить від якості молочної сировини та готових продуктів, зниження собівартості і підвищення рівня рентабельності виробництва.

Таблиця 5.10

#### Витрати на придбання обладнання для виробництва сиру «Буковинський»

Обладнання	Кількість	Ціна за одиницю, тис. грн	Вартість всього, тис. грн
1	2	3	4
Сировиготовлювач Д7-ОСА-1	2	95 000	190 000
Пластинчаста пастеризаційно-охолоджуюча установка ПОУЕ-3	1	200 000	200 000
Насос сирного зерна А9-КНА	2	15 500	31 000
Насос для відкачування сироватки НЦ12-10	2	11 250	22 500
Формувальний апарат АФ-1	1	520 000	520 000
Формувальний стіл Я7 – ОКС	1	5 000	5 000
Преси ПС-6	8	100 000	100 000
Солильна ванна ВСС-1	11	30 000	30 000
Лінія бактерицидної обробки головок сиру ЛБОГС-3.00.00.00	1	80 000	80 000
Термовакуумнопакувальна лінія ТЕКОВАС- 420С		45 500	45 500
Разом вартість обладнання			1 224 000
Монтаж обладнання, 10 %			122 400

Продовж. табл. 5.10			
1	2	3	4
Додаткове обладнання і матеріали, 5 %			61 200
Всього додаткові витрати			183 600
Всього вартість обладнання			1 407 600

Для розрахунку повної собівартості виробництва нового продукту беремо до уваги середньостатистичну виробничу собівартість подібних товарів (табл. 5.11).

Для запроєктованого молочного продукту рентабельність приймається на рівні 5–6 % для молочної промисловості.

Таблиця 5.11

**Основні техніко-економічні показники виробництва твердого сиру  
«Буковинський», тис грн./1 т**

Показник	
Повна собівартість	45,0
Рентабельність, %	5,3
Прибуток	1,8
Оптова ціна підприємства	200,00
Оптово-відпускна ціна	250,000
Роздрібна ціна	380,00

Економічну ефективність визначають за формулою:

$$E = \Pi \times 0,7 - \varepsilon \times K_d$$

де E – річний економічний ефект;

Π – річний прибуток;

$\varepsilon$  – коефіцієнт економічності капіталовкладень; для молочної промисловості – 0,15;

$K_d$  – додаткові капіталовкладення; у даному випадку це вартість обладнання.

Прибуток за рік визначаємо, виходячи з того, що виробництво здійснюється в одну зміну – 300 змін за рік.

$$\Pi = (1,8 \times 10) \times 300 = 54\,000 \text{ грн}$$

Приймаємо коефіцієнт 0,5 – оскільки розрахунки ведуться по середньостатистичних даних:

$$E = 54\,000 \times 0,5 - 0,15 \times 1\,407,6 = 189,05 \text{ тис. грн}$$

Термін окупності складає:

$$T = K_d / (\Pi \times 0,5)$$

$$T = 1\,407,06 / (54\,000 \times 0,5) = 0,7 \text{ року}$$

Ефективність та обґрунтованість впровадженої технології сиру твердого з пробіотиками підтверджується терміном окупності – 0,7 року.

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. На основі обґрунтування складу заквашувальних культур для виробництва твердого сиру з пробіотиками з низькою температурою нагрівання використанням змішаних культур лактобактерій пропонується удосконалена технологія твердого сиру «Буковинський» українського асортименту з підвищеною біологічною цінністю.

2. Згідно продуктивного розрахунку з 2000 кг молока буде вироблено твердого сиру «Буковинський» з масовою часткою жиру 45 % 174,32 кг (72 бруски вагою 2,4 кг). Для виробництва даного сиру молоко нормалізуємо до масової частки жиру 2,73 %.

3. Згідно технологічної схеми температура пастеризації молока складає  $73 \pm 2$  °С;  $\tau = 20\text{--}25$  с, температура другого нагрівання буде складати в межах 38–42 °С. Формування сирної маси відбувається насипом у форми.

4. Теоретично обґрунтовано параметри визрівання твердого сиру, який пресують, функціонального призначення: температура 8–14 °С, вологість: 75–90 %;  $\tau = 20\text{--}30$  діб та зберігання:  $t = -4\text{--}0$  °С, вологість – 80–90 %,  $\tau < 4$  міс.;  $t = 0\text{--}8$  °С, вологість – 80–85 %,  $\tau < 3$  міс.

5. За удосконаленої технології твердого сиру з пробіотиками з низькою температурою другого нагрівання та підвищеним рівнем молочнокислого бродіння при розрахунку економічної ефективності отримаємо прибутку 54 000 грн за рік.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бондар М.М., Соломон А.М. Заквашувальні культури у молочній промисловості. Випуск 5 (99). Том 1. Вінниця: ВНАУ, 2017. С.128–135.
2. Борис Л., Пержило У. Вимоги до молока призначеного для виробництва твердих сичужних сирів. *Збірник тез доповідей V міжнародної науково-технічної конференції «Стан і перспективи харчової науки та промисловості»*, 2019. С. 39–49.
3. Васильєва Н.І. Розробка технології функціонального молочного продукту, збагаченого біфідобактеріями, для дитячого харчування: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.16. К.: НУХТ, 2008. 20 с.
4. Величко А.Є., Кухарук Р.М., Маслова І.В., Пухлякова М.В. Стан та перспективи розвитку ринку молока та молочних продуктів України. *Агросвіт*, 2021. № 16. С. 62–68.
5. Грек О.В. Практикум з технології молока та молочних продуктів. К.: НУХТ, 2015. 431 с.
6. Джеджула В.В. Єпіфанова І.Ю., Гладка Д.О. Ринок молочної галузі: стан та тенденції розвитку. *Економіка та суспільство*. 2018. № 18. С. 382–388.
7. Дідух Н.А., Чагаровський О.П., Лисогор Т.А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначення: монографія Одеса: ОНАХТ, 2008. 236 с.
8. ДСТУ 3662:2018. Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови. [Чинний від 01.01.2019] К.: Держспоживстандарт України, 2019. 18 с.
9. ДСТУ 4421:2005 Сири тверді (український асортимент) Технічні умови [Чинний від 01.07.2006]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України. 2006.
10. ДСТУ 6003 : 2008. Сири тверді. [Чинний від 01. 03. 2009]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2008.
11. ДСТУ 7089:2009. Молоко і молочні продукти. Методика підрахування кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних

- мікроорганізмів, дріжджіві плісневих грибів за допомогою пластин: Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 12 с.
- 12.ДСТУ ISO 22000:2007. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга (ISO 22000:2005, IDT): [Чинний від 2007–01–08]. Київ: Держспоживстандарт України, 2007, 39 с.
- 13.Заграй А. Експорт українських сирів. *Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва і переробки продукції тваринництва* : зб. матер. IV Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених та здобувачів освіти, 12 груд. 2024 р. м. Житомир: Поліський національний університет, 2024. С. 79–81.
- 14.Заграй А. Молоко як сировина для виробництва сирів. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: науково-теоретичний збірник*. Житомир : Поліський національний університет, 2024. Вип. 18. С.117–119.
- 15.Заграй А. Ферменти тваринного походження для виробництва сиру. Стан та перспективи виробництва, переробки і використання продукції тваринництва: зб.мат. XI Міжнар. наук.-практ.конф. студент. та учнів. молоді. *Камянець-Подільський*, 2024. С. 207–209.
- 16.Іваніщева О.А. Виробництво і споживання сиру: історія та сучасність. *Соціально-політичні, економічні та гуманітарні виміри європейської інтеграції України: VI Міжнародної науково-практичної конференції*. Вінниця: Видавничо-редакційний відділ ВТЕІ КНТЕУ, 2018. Ч. 2. С.165–173.
- 17.Іщук С.О., Ляховська О.В. Розвиток молокопереробних виробництв у регіонах України: сировинний аспект. *Регіональна економіка. Регіональне господарство*. № 95 (1). 2020. С. 42–51.
- 18.Кігель Н.Ф., Науменко О.В. Принципи конструювання та застосування заквашувальних культур. *Продовольчі ресурси*. 2013. № 1. С. 32–42.

- 19.Ковінько О.М., Панькова С.М. Стан та перспективи розвитку ринку сиру в Україні в умовах глобалізації. *Економіка та суспільство*, 2019. № 20. С.
- 20.Козак О. Тенденції споживання молочних продуктів в Україні. Вплив пандемії. 2020. URL: <http://www.iae.org.ua/presscentre/archnews/2824> (дата звернення:01.12.2024)
- 21.Мерзлов С.В., Сніжко О.О. Підбір оптимальної закваски за біотехнології нового кисломолочного напою – йогурту. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*, 2013. № 10 (105). С. 76–80.
- 22.Мікробіологія молока і молочних продуктів з основами ветеринарно-санітарної експертизи: навч. посіб. Бергілевич О.М., Касянчук В.В., Салата В.З. та ін. За ред. докт. вет. наук., проф. В. В. Касянчук. Суми: Університетська книга, 2010. 320 с.
- 23.Молоко коров'яче. Визначення кількості соматичних клітин методом проточної цитометрії (експрес-метод): ДСТУ 7672:2014. [Чинний від 2015–01– 07]. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 13 с.
- 24.Науменко О.В. Розробка технології бактеріальних препаратів із залученням *Lactobacillus casei ssp. casei* для виробництва функціональних молочних напоїв: дис...канд. техн. наук. Київ. 2015. С. 185.
- 25.Некрасов П.О. Інноваційна технологія біфідовмісних комбінованих кисломолочних напоїв функціонального призначення. *Харчова наука і технологія*. № 2. 2014. С. 49–56.
26. Орлюк Ю.Т., Шинкарик М.М., Кравець О.І., Коневич М.Р. Реологічні особливості виробництва сиру. *Продовольчі ресурси*, 2018. № 10. С. 226–231.
- 27.Пирог Т.П. Загальна мікробіологія К.: НУХТ, 2014. 471 с.
28. Поліщук Г.Є., Бовкун А.О., Колесникова С.С. Технологія сиру: навч. посібник. К.: НУХТ, 2019. 180 с.
29. Поліщук П.К., Дербінова Е.С., Казанцеві Н.М. Мікробіологія молока та молочних продуктів. К: Харчова промисловість, 2018. 24 с.

- 30.Семко Т.В. Молочні продукти функціонального призначення. *Науково-технічний бюлетень НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК*. 2016. Т. 4. № 1. С. 240–243.
- 31.Скрипніченко Д.М. Визначення протеолітичної активності заквашувальних композицій для виробництва м'яких пробіотичних сирів *Харчова наука і технологія*, 2015. № 2. С. 34–38.
- 32.Скрипніченко Д.М., Ткаченко Н.А. Обґрунтування параметрів зберігання м'яких сирів з пробіотичними властивостями. *Технологічний аудит і резерви виробництва*, 2016. № 1/1 (27). С. 76–81.
- 33.Скрипніченко Д.М., Ткаченко Н.А. Обґрунтування раціонального вмісту молокозсідального ферменту СНУ-МАХ у виробництві м'яких пробіотичних сирів. *Харчова наука і технологія*, 2014. № 2 (27). С. 24–29.
- 34.Соломон А.М. Біфідостимулюючі інгредієнти для десертних ферментованих продуктів. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького*. Львів, 2018. Т 20. № 90. С. 53–58.
35. Соломон А.М. Заквашувальні культури у молочній промисловості. *Аграрна наука та харчові технології*. Вінниця: ВНАУ, 2017. С. 128–135.
- 36.Соломон А.М., Бондар М.М. Закваски і їх види у сировиробництві. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького. Серія «Харчові технології»*. Львів, 2016. Т. 18. № 2 (68). С.157–160.
- 37.Соломон А.М., Казмірук Н.М., Тузова С.Д. Мікробіологія харчових виробництв: підручник для студентів напряму підготовки «Харчові технології». Вінниця: РВВ ВНАУ, 2020. 238 с.
- 38.Ткаченко Н.А., Некрасов П.О. Дослідження перетравлюваності білків INVITRO у біфідовмісних комбінованих кисломолочних напоях функціонального призначення. Матер. 4-ї Міжнар. наук.техн. конф. *Перспективи розвитку м'ясної, молочної та олієжирової галузей у контексті євроінтеграції*. Київ: НУХТ, 2015. С. 94–95.

- 39.Ткаченко Н.А., Скрипніченко Д.М. Обґрунтування параметрів ферментації молочної основи для виробництва м'яких пробіотичних сирів *Науковий вісник ЛНУВМтаБ ім. С.З. Гжицького*, 2015. № 1 (61). С. 107–116.
- 40.Ткаченко Н.А., Скрипніченко Д.М. Параметри визрівання білкової маси у технології м'яких пробіотичних сирів. *Продовольча індустрія АПК*, 2015. № 6. С. 10–15.
- 41.Хімічний склад і фізичні характеристики молочних продуктів. О.М. Скарбовійчук, О.В. Кочубей-Литвиненко, О.А. Чернюшок та ін.. Київ: НУХТ, 2012. С. 259–269.