

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет технологій тваринництва та продовольства
Кафедра біології продуктивності тварин
імені академіка О.В. Квасницького

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти
бакалавр

на тему: «Технологія і оцінка якості кисломолочного сиру»

Виконала: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
Технологія виробництва і переробки
продукції тваринництва
спеціальності 204 Технологія
виробництва і переробки продукції
тваринництва
ступеня вищої освіти бакалавр
групи 204ТВППТбз 31[1]
Вікторія Віталіївна ПРОКОПЧУК
Керівник: Андрій ГЕТЯ
Рецензент: Віктор СЛИНЬКО

Полтава – 2024 року

З М І С Т

ВСТУП.....	3
1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	6
1.1. Загальна технологія кисломолочного сиру та характеристика способів обробки згустку під час виробництва.....	6
1.3. Вади кисломолочного сиру та способи попередження їх виникнення.....	14
2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	18
2.1. Місце та об'єкт досліджень.....	18
2.2. Методика досліджень	19
3. РОЗРАХУНКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	29
3.1. Якість молока-сировини для виробництва кисломолочного сиру.....	29
3.2. Вимоги нормативно-технічної документації до продукції.....	31
3.3. Технологічна схема і обґрунтування технологічної поточності виробництва кисломолочного сиру	32
3.4. Продуктовий розрахунок.....	34
3.5. Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва продукції.....	39
3.6. Органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники якості виробленої продукції.....	44
3.7. Економічна ефективність	46
ВИСНОВКИ.....	47
ПРОПОЗИЦІЇ.....	48
СПИСОК ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ.....	49

ВСТУП

Кисломолочним сиром, відповідно до ДСТУ 4554 : 2006 «Сир кисломолочний. Технічні умови» [12], називається білковий кисломолочний продукт, що містить у складі білків казеїн і сироваткові білки та виробляється сквашуванням молока під дією заквашувальних препаратів із процесом кислотної / кислотно-сичужної коагуляції білка. Він має високі харчові властивості і відноситься до найпопулярніших продуктів харчування завдяки гнучкості у кулінарії. В основі процесу виготовлення сиру лежить ферментація молока з подальшим відділенням сироватки, в результаті чого утворюється м'яка, кремоподібна консистенція готового продукту.

Кисломолочний сир не тільки смачний продукт, але й надзвичайно корисний – він багатий на білки, кальцій та так важливі для нашого організму живі культури. Його можна використовувати у приготуванні великої кількості страв – легких сніданків, закусок, складних десертів та основних страв. Кисломолочний сир любляють поціновувачі смачних та корисних варіантів для щоденного раціону, також він добре вписується в дієти тих, хто стежить за своїм здоров'ям та фігурою.

Надзвичайна користь кисломолочного сиру пояснюється високим вмістом легкозасвоюваного білка, який є важливим для підтримки м'язової маси та загального стану здоров'я. Також, високий вміст кальцію у ньому сприяє зміцненню кісток і зубів, а пробіотики здійснюють позитивний вплив здоров'я кишківника.

Отже, перевагами кисломолочного сиру є високий вміст білка, кальцію та пробіотиків, а також сильна функція підтримки здоров'я кишечника.

Власне ці корисні характеристики роблять кисломолочний сир важливою частиною збалансованого харчування. Уведення його до раціону може допомогти підтримувати не тільки фізичне, але й емоційне здоров'я, завдяки його високій харчовій цінності та великій кількості корисних мікроелементів.

З метою підвищення ефективності виробництва вітчизняної продукції й забезпечення її конкурентоспроможності в сучасних умовах ринкових умов як в цілому харчових продуктів, так і молочних продуктів, зокрема, основними тенденціями галузі стали раціональне використання всіх складових молока у процесі переробки, подовження термінів зберігання молочної продукції, покращення споживчих властивостей продукту.

Технологія виробництва кисломолочного сиру з розвитком науки змінювалась, технологічні операції ставали більш механізованими і автоматизованими, впроваджувались нові заквашувальні препарати та інгредієнти, удосконалювались параметри виробництва. Цей процес триває і на сьогоднішній день. Тож тема кваліфікаційної роботи, присвячена аналізу діючої технології кисломолочного сиру є актуальною і носить практичне значення.

Метою кваліфікаційної роботи був аналіз технології кисломолочного сиру в умовах Експертного центру «Milk Local Product» Полтавського державного аграрного університету.

Відповідно до мети було поставлено і виконано такі завдання:

- провести огляд літературних джерел за темою кваліфікаційної роботи;
- охарактеризувати базу, на якій виконувалась кваліфікаційна робота;
- дослідити якісні показники молока-сировини та встановити її відповідність вимогам діючого національного стандарту;
- вивчити вимоги нормативно-технічної документації до продукції заданого асортименту;
- скласти технологічну схему виробництва кисломолочного сиру та обґрунтувати технологічну поточність виробництва;
- провести продуктивний розрахунок;
- скласти схеми мікробіологічного і технохімічного контролю;
- визначити якість виробленого кисломолочного сиру та встановити його відповідність вимогам відповідного стандарту;

- розрахувати економічну ефективність виробництва;
- зробити відповідні висновки та надати пропозиції виробництву.

Об'єкт дослідження – молоко, кисломолочний сир.

Предмет дослідження – технологія кисломолочного сиру.

Кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, пропозицій, переліку інформаційних джерел. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи становить 54 сторінки комп'ютерного тексту. У тексті кваліфікаційної роботи міститься 11 таблиць, 3 рисунки; перелік використаних інформаційних джерел містить 51 найменування.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Загальна технологія кисломолочного сиру та характеристика способів обробки згустку під час виробництва

Однією з найцінніших властивостей кисломолочного сиру, яка визначає його харчову і біологічну цінність, є підвищений, порівняно із незбираним молоком, вміст білка (10-16 %). Найбільше у кисломолочному сиру білка казеїну. Також у складі білків сиру містяться всі незамінні амінокислоти. При цьому в сирі міститься помірна кількість жиру, який засвоюється організмом на 90-95 % і має в складі цінні жирні кислоти.

Кисломолочний сир є відомим джерелом мінеральних речовин, в першу чергу, кальцію (120-160 мг на 100 г продукту) та фосфору (190-220 мг на 100 г продукту). Стан, в якому ці мінерали знаходяться в сирі, є найбільш сприятливими для засвоєння організмом. Крім них, у сирі містяться в перерахунку на 100 г продукту: калій (112-117 мг), натрій (41-44 мг), магній (23-24 мг) та залізо (0,3-0,5 мг). Серед вітамінів у кисломолочному сирі найбільше представлені β -каротин (0,02-0,06 мг), В₁ (0,04-0,05 мг), РР (0,3-0,45 мг) С (0,5 мг) [4, 25, 43, 47, 48, 49].

Принципово виділяють два способи виробництва кисломолочного сиру – традиційний та роздільний. Під час виробництва сиру традиційним способом власне кисломолочний сир виробляють із нормалізованого за масовою часткою жиру молока, враховуючи також вміст білка у сировині і співвідношення між цими компонентами. Роздільний спосіб передбачає застосування процесу сепарування молока для отримання нежирного кисломолочного сиру із подальшим змішуванням його з вершками для досягнення заданої жирності у готовому продукті [29, 38, 50].

На молокопереробних підприємствах галузі кисломолочний сир одержують як традиційним способом, в результаті чого отримують готовий

продукт досить твердої консистенції, так і більш сучасними способами на механізованих лініях або з використанням ванн-сіток.

Досить популярними на молокопереробних підприємствах є сепаратори для обробки згустку на лініях виробництва сиру кисломолочного роздільним (сепараторним) способом.

Особливістю кисломолочного сиру, отриманого сепараторним способом, є дуже ніжна пастоподібна консистенція. Такий продукт найчастіше фасується в стаканчики. Проте головною перевагою кисломолочного сиру, виготовленого роздільним способом, є те, це прекрасна основа для виготовлення сиркових десертів.

Потужні підприємства встановлюють спеціалізовані лінії, які комплектуються у Польщі («ОБРАМ») та Німеччині («АЛЬПМА»). Обладнання таких технологічних ліній забезпечує виробництво кисломолочного сиру з масовою часткою жиру від 0 до 30 % за вологості від 70 до 80 %. Особливо важливим є те, що витрати сировини на виробництві зменшуються до 6,5 тон на тону продукту. Сучасне вакуумне фасування продукту та інноваційні пакувальні матеріали (полімерна плівка) дозволяють подовжити термін придатності до споживання такого кисломолочного сиру до 28 діб.

Використання кислотосичужної, кислотної або термокислотної коагуляції білків молока дозволяє отримати доброякісний кисломолочний згусток, у подальшому кисломолочний сир, який буде використаний у харчуванні у різному вигляді. Термокислотна коагуляцію білків найчастіше використовується для виробництва знежиреного або столового (виготовляється із суміші знежиреного молока та маслянки) кисломолочного сиру. Однак вибір способу згортання білків молока залежить не тільки від обладнання, яке використовується, але й низки інших факторів.

Досить поширеними останнім часом стали сучасні технології у виробництві сиру кисломолочного та сиркових виробів, які направлені на

інтенсифікацію виробничих процесів із поліпшенням якості виготовленої продукції та розширення асортименту заданої продукції.

Суть звичайного полягає у тому, що сир кисломолочний виробляють із нормалізованого по жиру молока з врахуванням вмісту білка у сировині, а при роздільному – обов'язкове застосування процесу сепарування молока з отриманням після всіх потрібних технологічних операцій знежиреного сиру кисломолочного та вершків з послідуочим їх змішуванням за рецептурою.

При роздільному способі виробництва є свої переваги. Це такі як: зниження втрат жиру під час виробництва, полегшене відділення сироватки від згустку за рахунок підвищення ступеня синерезису згустку, можливість регулювання кислотності та температури сиру кисломолочного шляхом додавання охолоджених вершків, що позитивно впливає на якість готового продукту, покращення мікробіологічних показників сиру кисломолочного, можливість механізації та автоматизації технологічних операцій і за рахунок цього зниження собівартості продукції та підвищення продуктивності праці. Однак, є і недоліки роздільного способу. Це необхідність проведення додаткових операцій технологічного процесу – сепарування молока, змішування знежиреного сиру з попередньо обробленими вершками. Для цього має бути доукомплектоване додаткове обладнання. Проте вказані недоліки не впливають на економічну доцільність використання роздільного способу виробництва кисломолочного сиру [20].

Загальними операціями незалежно від способу виробництва кисломолочного сиру є: отримання молока-сировини, приймання її по кількості якості, очищення, охолодження або доохолодження і тимчасове зберігання. Зберігають молоко, залежно від потреб цехів підприємства до 6 годин за температури 4 ± 2 °C.

Далі проводиться нормалізація або сепарування молока з метою доведення вмісту жиру в молоці до коефіцієнта, передбаченого для виробництва певного виду кисломолочного сиру, залежно від способу і умов виробництва, а також сезону року. Нормалізація може проводитись двома

способами: за допомогою сепараторів-нормалізаторів та змішуванням незбираного молока із знежиреним у резервуарі. При виробництві нежирного сиру молоко-сировина сепарується на сепараторі-вершковідокремлювачі.

Необхідною операцією під час виробництва кисломолочного сиру є пастеризація вхідної сировини. Оптимальною температурою теплової обробки більшість авторів вказують 78 ± 2 °C з витримкою 20-30 с. Цей режим пастеризації сприяє коагуляції термолабільних білків, що позитивно впливає на вихід продукту. Якщо температура пастеризації нижча рекомендованої, то згусток утворюється недосить пружний і щільний, а сироваткові білки під час обробки згустку відходять у сироватку – а це знижує вихід сиру. При підвищеній температурі пастеризації у продукті зростає кислотність і вміст вологи через подовжену тривалість процесу відділення сироватки від згустку. Цей процес теж пов'язаний із денатурацією сироваткових білків і посиленням гідратаційних властивостей основного білка молока – казеїну.

Скорченко Т. А., Поліщук Г. Є., Грек О. В., Кочубей О. В. [38] наводять результати досліджень впливу температури пастеризації на структуру і консистенцію кисломолочного сиру залежно від способу коагуляції білків (табл. 1.1).

Молоко, призначене для виробництва кисломолочного сиру не гомогенізують, так як цей процес знижує міцність згустку та його здатність до синерезису (відділення сироватки від згустку).

Після пастеризації молоко охолоджують у літній період до 20-30 °C, у холодний – до 30-32 °C і направляють для заквашування і сквашування у ємності і обладнання залежно від способу подальшої обробки згустку.

Для сквашування останнім часом вносять закваски прямого внесення. Використання закваски на стрептокоці гарантує отримання готового продукту з кислотністю в межах, передбачених діючим ДСТУ. Кількість мікроорганізмів, а саме мезофільних молочнокислих стрептококів, у готовому продукті становить 10^8 - 10^9 клітин в 1 г.

1.1. Характеристика згустку кисломолочного сиру за різних режимів пастеризації молока [38]

Температури пастеризації молока, °С		Спосіб коагуляції білків молока	
		кислотний	кислотно-сичужний
72-74	міцність, Па	62	75
	ступінь синерезису, %	22	79
80	міцність, Па	64	78
	ступінь синерезису, %	21	74
90	міцність, Па	72	80
	ступінь синерезису, %	10	70

За кислотного способу виробництва в молоко додається тільки закваска, при цьому згортання білків відбувається тільки у результаті утворення молочної кислоти. В окремих випадках є доцільним додавання хлористого кальцію у дозах, рекомендованих фірмою-виробником. Можливе поєднання у заквасці молочнокислих бактерій із культурами біфідобактерій.

За кислотно-сичужного способу виробництва кисломолочного сиру в молоко, окрім закваски, вносять хлористий кальцій і молокозгортальний фермент. Хлорид кальцію необхідний для відновлення сольової рівноваги, яка порушується в процесі пастеризації молока. Після внесення закваски та молокозгортального ферменту з хлористим кальцієм молоко залишають після перемішування у спокої для утворення згустку.

Визначення готовності згустку перед його обробкою проводять оцінку – шпателем виконують надріз – краї на зломі мають бути гострими, рівними і блискучими, а сироватка яка починає одразу виділятися у місці розлому, повинна бути прозорою і світло-зеленою.

Після встановлення закінчення процесу сквашування починають виконувати операції по як найшвидшому відділенню сироватки. Для цього згусток розрізають лірами на кубики розміром $2 \times 2 \times 2$ см. Після розрізання

згустку його залишають у спокої для інтенсивного відділення сироватки і зростання кислотності до 1 години. Далі відділену сироватку зливають.

Для кінцевого відділення сироватки і отримання сиру із стандартним вмістом вологи проводять його самопресування та пресування.

Відпресований сир необхідно якнайшвидше охолодити до температури 5 ± 2 °C для припинення молочнокислого бродіння і, відповідно, наростання кислотності.

В промисловості використовують різні способи зневоднення сирного згустку.

При традиційному способі зневоднення згустку при виробництві кисломолочного сиру цей процес займає 1,2-1,3 години і потребує багато ручної праці: розлив згустку в мішечки, завантаження їх у пресуючий автомат, а потім вивантаження, прання й дезінфекцію мішечків для сиру. Для охолодження використовують, так звані, системи Митрофанова, однак прес-візки мають досить низьку продуктивність. Інтенсифікація процесу обробки білкового згустку за цього способу можлива за рахунок використання сировиготовлювачів з пресуючими ваннами, наприклад, марки ПІ-4000, або за допомогою ванн-сіток (вставок).

Сировиготовлювач з пресуючою ванною можна використовувати для виробництва сиру кисломолочного всіх видів, окрім м'якого дієтичного. Він складається з двох двохстінних ванн, кожна ємністю 2000 л, для отримання білкового згустку. Вони мають кран для зливу сироватки і люк для вивантаження кисломолочного сиру.

За використання цього обладнання підготовлене молоко заливають у ванни для сквашування, в нього вносять закваску, хлористий кальцій та сичужний фермент і залишають для утворення згустку [33, 38, 45].

Часткове вилучення сироватки виконується як за традиційного способу, при цьому пресуюча ванна перебуває у верхньому положенні.

Наступна операція – це пресування згустку, що виконується за допомогою прес-ванни, на яку натягнуто фільтруюче полотно. Прес-ванна за

допомогою гідроприводу опускається до зіткнення з дзеркалом згустку зі швидкістю 20 см/хв., а під час безпосередньо пресування – 2-4 мм/хв. Відділена сироватка проходить крізь фільтруючу тканину і збирається в середині прес-ванни, звідти періодично відкачується насосами через кожні 15-20 хв.

Після закінчення пресування кисломолочний сир відвантажують у візок, з якого за допомогою підйомника направляють у бункер охолоджувача.

На окремих підприємствах використовується метод виробництва кисломолочного сиру із застосуванням ванн-сіток (вставок) за допомогою яких відбувається зневоднення та охолодження згустку.

Відмінність методу полягає в тому, що отриманим у ваннах з попередньо вміщеними у них вставками згусток підігривають до температури 50-55 °С для пришвидшення процесу синерезису і відділення сироватки. Нагрітий згусток протягом 20-30 хв. вимішують і протягом цього часу перемішують 3-5 разів. Нагрівання триває не більше 2 годин. Далі згусток охолоджується шляхом подавання холодоагенту в міжстінний простір, паралельно відділяється частина сироватки. Після відварювання і зміцнення згустку ванну-вставку разом із згустком піднімають, при цьому сироватка крізь дренажні отвори сітки-вставки стікає у ванну, а білковий згусток самопресується. Тривалість відділення сироватки до 40 хв.

Щоб охолодити сиру у ванні-вставці її опускають в іншу ванну з попередньо поданою пастеризованою і охолодженою до температури до 5 °С сироваткою. Далі продукт за допомогою пристрою відвантажують у ванну-накопичувач і подається на фасування [38, 44].

Використання ванн-вставок в деякій мірі дозволяє механізувати процес відділення сироватки, проте продуктивність такого обладнання не перевищує 500 кг/год., а миття та обслуговування здійснюється вручну. Отриманий кисломолочний сир має окремі органолептичні вади як то дещо пустий смак та грубішу структуру порівняно з сиром, отриманим традиційним способом.

Автоматизовані і механізовані лінії для виробництва кисломолочного сиру фірми «OBRAM» мають замкнений технологічний процес, що забезпечує високі гігієнічні показники готового продукту, короткий час з моменту отримання сирного зерна до упаковки готового продукту. Сир має стандартизовану масу і форму та оригінальну упаковку. Лінія займає невеликі виробничі площі і легка в обслуговуванні [3, 20].

Автоматизована лінія з обробкою згустку в потоці Я9-ОПТ включає резервуар, в якому відбувається утворення згустку, трубчастий теплообмінний апарат для нагрівання згустку для відділення сироватки і основний робочий орган лінії – барабанний зневоднювач. В останньому відбувається відділення сироватки через перфоровані стінки циліндра, що обертається [44].

Перспективним способом виробництва кисломолочного сиру є використання високотехнологічних ліній, обладнаних сепараторами для відділення сироватки від білкового згустку. На таких лініях здійснюється виробництво сиру м'якого дієтичного, м'якого дієтичного плодово-ягідного знежиреного або нормалізованого по жиру.

Виробництво складається з послідовності таких технологічних процесів: підігрів і сепарування молока, пастеризація, охолодження і тимчасове зберігання вершків, пастеризація знежиреного молока і його охолодження до температури заквашування, внесення закваски, перемішування, сквашування, перемішування, підігрівання і охолодження сквашеного згустку, сепарування згустку для розділення на сир і сироватку, охолодження нежирного кисломолочного сиру, змішування з вершками або плодово-ягідними наповнювачами за рецептурами (у разі виробництва жирно сиру або з плодово-ягідним наповнювачем).

Високопродуктивні поточкові лінії виробництва кисломолочного сиру були створені на запити великих переробників молока, які ставлять все нові й нові завдання перед виробниками технологічного молочного обладнання. Найкритичнішим процесом, який вимагає найбільшої уваги, у поточкових

лініях з виробництва кисломолочного сиру є відділенням сироватки та охолодженням сирного зерна. Дуже важливо, що ці процеси мають бути максимально скорочені в часі і бути максимально ефективними. Головне завдання – зберігати і не ушкоджувати в процесі обробки ніжне, зовні привабливе сирне зерно.

[20] з метою усунення ймовірних недоліків виробництва кисломолочного сиру інженерами-конструкторами та технологами компаній, які працюють на ринку молочного обладнання, «ЕКОКОМ» та «DONIDO» була розроблена унікальна машина DONI Coolmatic – здатна одночасно вирішувати два поставлені завдання: охолодження сиру та відділення сироватки в автоматичному безперервному режимі.

Машина DONI Coolmatic принципово складається з корпусу, змонтованого на рамі, дренажної стрічкової системи (яка включає набір стрічкових транспортерів з приводними механізмами, що знаходяться в шаховому порядку на різних рівнях) та системи трубопроводів для забезпечення якісної СІР-мийки. Машина має автономну систему охолодження.

Щодо принципу роботи DONI Coolmatic, то суміш сирного зерна із сироваткою через розподільник подається на першу дренажну стрічку, яка розташована у верхній частині машини. На цьому етапі завдяки спеціальній конструкції відокремлюється до 85 % сироватки. Швидкість стрічки налаштовується таким чином, щоб продукт розподілявся тонким шаром. Оптимальною температурою суміші є не нижче 25 °С, оскільки при більш низьких температурах важче відбувається процес відділення сироватки.

Після цього продукт потрапляє на другу стрічку, яка має нижчу швидкість, але забезпечує формування більш товстого шару сиру близько 30-50 мм. В цей час всередину машини безперервно подається охоложене стерильне повітря з температурою близько 0 °С, при цьому продукт перекидається кілька разів на стрічках, що дає можливість йому краще охолонути, віддати зайву вологу та попередити комкування. Тривалість

усього процесу близько однієї години, продукт на виході має температуру близько 10 °С.

Продуктивність установки регулюється в широкому діапазоні, залежить від специфіки обробки продукту і становить від 1000 до 2000 кг на годину кисломолочного сиру. Перевагами DONI Coolmatic є повне збереження структури сирного зерна за відсутності його комкування, досить швидкий злив сировиготовлювача та охолодження продукту (займає до 1 год.), виконання роботи в автоматичному режимі та повна якісна СІР-мийка.

Отже, виробництво кисломолочного сиру може виконуватись за допомогою технологічного обладнання різної продуктивності та різним рівнем механізації і автоматизації виробничих процесів.

1.2. Вади кисломолочного сиру та способи попередження їх виникнення

Сир кисломолочний є незамінним продуктом харчування для всіх вікових груп населення. У процесі зберігання в продукті зростає кислотність, може зміцнюватися консистенція, розвиватися стороння мікрофлора, що знижує його якість.

Серед вад зовнішнього вигляду і кольору у кисломолочному сирі може виникнути нечиста поверхня, з'явитись пліснява. Причиною є антисанітарія виробництва (особливо пакування та зберігання). З метою попередження виникнення цієї вади необхідно дотримуватись гігієни і санітарії виробництва та зберігання продукту у відповідних умовах.

Також може спостерігатись відділення сироватки. Це спостерігається при недостатньому пресуванні, коли процес відбувається з недотриманням технологічної інструкції.

Серед вад органолептичних показників виникають вади структури і консистенції. Груба, суха і крихка може виникнути за високої температури підігріву згустку при кислотній коагуляції, недостатній кислотності згустку при розрізанні і передчасному викладанні згустку при кислотно-сичужній коагуляції, пресуванні згустку без попереднього охолодження. Тому особливо важливо дотримуватись параметрів технологічного процесу, а саме: не розрізати згусток при кислотності нижче 55 °Т при кислотно-сичужному і нижче 70 °Т при кислотному способі виробництва кисломолочного сиру [5, 38, 45, 47].

Вада в'язкої консистенції виникає при внесенні підвищеної дози сичужного ферменту при ранньому розрізанні згустку або підвищеної дози CaCl_2 .

Борошниста консистенція сиру – це наслідок сквашування молока при підвищених температурах, слизька або тягуча – сезонних змін молока або інтенсивного розвитку оцтовокислих бактерій, утворення слизистого згустку окремими штамми закваски. Заходи щодо зниження та попередження цих вад – ретельний відбір молока і недопущення попадання кефірної закваски. Невірний вибір закваски також може стати причиною зброженої консистенції, коли інтенсивно розвивається газоутворююча мікрофлора.

Інша група вад кисломолочного сиру відноситься до запаху, смаку і аромату. Так, коли вони слабо виражені, ймовірно була використана неактивна закваска або слабко розвивались ароматоутворюючі бактерії.

Причиною нечистих, старих, затхлих або пліснявих запаху, смаку і аромату можуть стати недостатнє миття і дезінфекція обладнання, тари, розвиток гнильних бактерій і плісняви, недостатня кислотність згустку при розрізанні або зберіганні кисломолочного сиру в приміщенні з поганою вентиляцією. Для попередження виникнення цих вад слід дотримуватись гігієни та санітарії виробництва, а також параметрів технологічного процесу.

Розвиток дріжджів при зберіганні недостатньо охолодженого сиру та виробів з нього викликає появу дріжджових смаку і запаху.

Гнильні, аміачні, їдкі, гострі запах, смак і аромат можуть з'явитися у продукті при його тривалому зберіганні за значного обсіменіння гнильною і оцтовокислою мікрофлорою.

Досить поширеною вадою кисломолочного сиру є його надлишково кислий смак. Він може виникнути при інтенсивному розвитку молочнокислих термостійких паличок, підвищеній температурі сквашування, тривалому сквашуванні і пресуванні, недостатньому охолодженні і підвищеній температурі зберігання сиру. Для попередження цієї вади необхідно не підвищувати температуру сквашування більше 28 °С, використовувати активні закваски і примусове відділення сироватки, проводити інтенсивне охолодження сиру та скорочувати тривалість доохолодження після досягнення стандартної вологості.

Інколи у сирі можна відчуті гіркий смак при використанні для виробництва молока з гірким смаком, інтенсивному розвитку бактерій, які утворюють гіркі пептиди. Також це може виникнути при підвищеній дозі пепсину. Для попередження необхідно ретельно підбирати молоко, дотримуватись гігієни та санітарії виробництва, не перевищувати дози внесення пепсину і обов'язково контролювати тривалість доохолодження сиру кисломолочного.

Нечасто, але може виникати вада смаку металу і тари. Вона виникає за використання нестандартної тари, через тривале зберігання продукту.

Тобто, кисломолочному сиру притаманні ті ж вади, що виникають у молоці, інших молочних та в цілому харчових продуктах. Порушення параметрів технології, використання неякісних пакувальних матеріалів, за невідповідних умов зберігання можуть виникнути ті чи інші вади. Завдання технолога передбачити і попередити їх виникнення.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Місце та об'єкт досліджень

Дослідження відповідно до теми кваліфікаційної роботи було виконано в умовах Експертного центру «Milk Local Product» Полтавського державного аграрного університету. Експертний центр «Milk Local Product» створений в 2021 році на базі факультету технологій тваринництва та продовольства в рамках реалізації проєкту «Підвищення спроможності університетів ініціювати та брати участь у розвитку кластерів на принципах інновацій та сталості» (UniClaD) програми Європейського Союзу ЕРАЗМУС+ [24].

Напрямок діяльності експертного центру є підвищення конкурентоспроможності регіону за рахунок створення локальних продуктів на основі об'єднання місцевих виробників крафтової молочної продукції, перетворення експертного центру «Milk Local Product» в сучасний бізнес-кластер та впровадження професії «Сировар».

Виконання досліджень за темою кваліфікаційної роботи проводили березні 2024 року. Обладнання молочного цеху розраховане на виробництво незбирано-молочної продукції (питного молока, вершків, кефіру, йогурту, сметани) та різних видів сирів: кисломолочного, м'якого сиру свіжого і зрілого, твердого та інших.

Основним обладнанням цеху є сировиготовлювач потужністю 120 л, який забезпечує виконання процесів пастеризації та перемішування молока, охолодження до температури заквашування, підтримання температури у процесі утворення згустку, розрізання згустку, вимішування сирного зерна, відділення сироватки. Теплообмінні процеси у сировиготовлювачі відбуваються за рахунок подачі гарячої або холодної води у пристінну сорочку.

Для отримання вершків, нормалізації і сепарування молока у молочному цеху встановлено сепаратор-вершковідокремлювач. Також є

камера для дозрівання сирів, преси, ваги, формувальний стіл і формувальний візок із штуцерами для зливу сироватки, холодильник і морозильна камера. У цеху достатньо ємностей для транспортування та зберігання молока й сироватки та різноманітних форм для формування різних видів сирів.

2.2. Методика досліджень

Метою кваліфікаційної роботи був аналіз технології кисломолочного сиру в умовах Експертного центру «Milk Local Product» Полтавського державного аграрного університету.

Відповідно до мети було поставлено і виконано такі завдання:

- провести огляд літературних джерел за темою кваліфікаційної роботи;
- охарактеризувати базу, на якій виконувалась кваліфікаційна робота;
- дослідити якісні показники молока-сировини та встановити її відповідність вимогам діючого національного стандарту;
- вивчити вимоги нормативно-технічної документації до продукції заданого асортименту;
- скласти технологічну схему виробництва кисломолочного сиру та обґрунтувати технологічну поточність виробництва;
- провести продуктивний розрахунок;
- скласти схеми мікробіологічного і технохімічного контролю;
- визначити якість виробленого кисломолочного сиру та встановити його відповідність вимогам відповідного стандарту;
- розрахувати економічну ефективність виробництва;
- зробити відповідні висновки та надати пропозиції виробництву.

Об'єкт дослідження – молоко, кисломолочний сир.

Предмет дослідження – технологія кисломолочного сиру.

Методи дослідження – аналітичні (грунтовний огляд джерел навчальної, наукової, періодичної літератури за темою досліджень), фізико-хімічні (дослідження якості хімічних і фізичних властивостей й показників молока та готової продукції), бактеріологічні (оцінка мікробіологічного стану молока та готової продукції), інструментальні (дослідження молока за допомогою аналізатора «ЕКОМІЛК»), економічні (розрахунок економічної ефективності виробництва кисломолочного сиру), метод спостереження.

Відбір проб для лабораторних досліджень молока-сировини

Молоко приймають партіями. Партією вважається молоко від одного господарства, одного гатунку, в однорідній тарі та оформлене одним супроводжувальним документом. Відбирання проб та їх підготовка до аналізу проводяться згідно з ДСТУ 3662-2018 [10], яким передбачаються загальні правила відбирання проб (молока, вершків) та правила відбирання проб окремого продукту (молока або вершків). Контроль якості молока та вершків за фізико-хімічними та мікробіологічними показниками здійснюють шляхом аналізу проби, виділеної з об'єднаної проби, складеної для кожної партії продукції [16].

Приймання та оцінювання молока починають із зовнішнього огляду тари. Відбирання проб проводять у присутності здавальника. Перед відбиранням проб молоко в автомолцистернах ретельно перемішують 3-4 хв. (за наявності механічних мішалок), домагаючись його повної однорідності і не допускаючи спінювання. Молоко у флягах та за відсутності механічних мішалок перемішують колотівкою, рухаючи її угору-вниз 8-10 разів, також домагаючись повної його однорідності. Точкові проби відбирають пробовідбірниками (металева або пластмасова циліндрична трубка з внутрішнім діаметром 9 мм по всій довжині) або спеціальною квартою з подовженою ручкою місткістю 0,50 або 0,25 дм³. Відібрані точкові проби зливають у посудину, перемішують, отримуючи таким чином об'єднану пробу об'ємом близько 1,0 дм³. Для проведення аналізу з об'єднаної проби після перемішування виділяють пробу об'ємом близько 0,5 дм³. У процесі

підготовки проб для аналізу за технохімічними показниками молоко перемішують, перевертаючи посудину не менше трьох разів або переливаючи в іншу посудину та назад не менше двох разів, та підігривають або охолоджують до температури $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$. Перед дослідженням консервовану пробу та пробу з відстояним шаром вершків нагрівають до температури $(35 \pm 5)^\circ\text{C}$ на водяній бані температурою $(48 \pm 2)^\circ\text{C}$ та охолоджують до температури $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Органолептичне дослідження. Визначають колір, консистенцію, запах і смак молока [4].

Колір молока, налитого в циліндр з безбарвного скла, встановлюють при відбитому денному світлі.

Консистенцію визначають при повільному переливанні молока тонкою цівкою по стінці циліндра. У струмку і після його сліду легко встановлюють не тільки консистенцію, а й наявність пластівців, забруднень, молозива і т. д.

Запах перевіряють в провітреному приміщенні при кімнатній температурі в момент відкривання судини або при переливанні молока. Запах вловлюється краще, якщо молоко попередньо підігріти до $40\text{-}50^\circ\text{C}$.

Смак сирого молока визначають, якщо воно отримано від здорової тварини. Молоко не проковтують, а тільки змочують ним поверхню язика.

За *технохімічними показниками* визначають густину молока [13, 14]. Густину молока визначають за допомогою ареометра (лактоденсиметра) при температурі 20°C , який має дві шкали: верхня показує температуру молока, нижня – справжню густину.

У циліндр по стінці наливають 150-200 мл ретельно перемішаного молока (температура $10\text{-}25^\circ\text{C}$), потім повільно занурюють сухий і чистий ареометр, не допускаючи його зіткнення зі стінками. Через 1-2 хв роблять відліки за шкалами термометра і ареометра з точністю до половини мінімального поділу. Якщо температура молока 20°C , то показання ареометра відповідають істинній щільності. Якщо температура молока під час визначення була вище або нижче 20°C , то вносять поправку, за

допомогою поправки 0,0002 на кожен градус різниці в температурі. Якщо температура вище 20 °С, то поправку додають до показаннями ареометра, якщо нижче, то віднімають.

Визначення масової частки жиру згідно з [4] проводиться кислотним методом. Метод ґрунтується на виділенні з молока жиру під дією концентрованої сірчаної кислоти та ізоамілового спирту у вигляді суцільного шару та вимірюванні його об'єму в градуйованій частині жироміра.

У чистий молочний жиромір дозатором наливають 10 см³ сірчаної кислоти густиною 1810-1820 кг/м³, піпеткою відміряють 10,77 см³ підготовленої проби молока. Дозатором додають 1 см³ ізоамілового спирту. Жиромір закривають сухою пробкою, вводячи її трохи більше ніж наполовину в шийку жироміра. Потім жиромір збовтують до повного розчинення білкових речовин, перевертаючи його 4-5 разів так, щоб рідини в ньому повністю змішались.

Далі жиромір встановлюють пробкою донизу на 5 хв на водяну баню температурою (65±2) °С. Витягнувши жироміри з бані, їх вставляють у патрони центрифуги робочою частиною до центру, розміщуючи симетрично один одному. Центрифугування жиромірів проводять із частотою обертання на менше 1000 об/хв протягом 5 хв.

Після центрифугування жироміри виймають з центрифуги та рухом гумової пробки регулюють стовпчик жиру так, щоб він містився в трубці зі шкалою. Для відліку жиромір тримають вертикально, межа жиру має бути на рівні очей. За кінцевий результат беруть середнє арифметичне двох паралельних визначень.

Визначення чистоти молока. У посудину наливають 250 мл добре перемішаного, краще підігрітого до 40 °С молока і пропускають через фільтр. Після цього фільтр виймають і поміщають на лист паперу, злегка підсушують і порівнюють зі стандартом, встановивши групу чистоти. У молоці I групи механічних домішок не виявляють (фільтр чистий), II групи –

на фільтрі слабо помітний осад, III групи – помітний осад механічних домішок [4].

Визначення титрованої кислотності. У конічну колбу наливають 10 мл молока і 20 мл дистильованої води, потім додають 2-3 краплі 1 % розчину фенолфталеїну. Суміш ретельно перемішують і титрують 1-н розчином їдкого натрію (калію) до появи блідо-рожевого забарвлення, яке не зникає протягом хвилини і відповідного контрольному еталону забарвлення, приготовленого з розчину сірчаноокислого кобальту.

Кількість мілілітрів лугу, витрачений на титрування, множать на 10 (доводять кількість молока до 100 мл) і знаходять кислотність молока в градусах Тернера ($^{\circ}$ T) [4].

Визначення білків молока. У колбу відмірюють 10 мл молока, 10-12 крапель 1 % розчину фенолфталеїну і по каплях додають 0,1 розчин їдкого натрію до появи блідо-рожевого забарвлення, не зникає при збовтуванні. Потім вносять 2 мл нейтрального (за фенолфталеїном) формаліну і титрують 0,1 н розчином їдкого натрію до появи блідо-рожевого забарвлення, не зникає протягом хвилини. Кількість лугу, який пішов на титрування після додавання формаліну, множать на коефіцієнт 1,92 і отримують загальний вміст білків у молоці, а помноживши на коефіцієнт 1,51, визначають вміст казеїну [4, 14].

Визначення сухих речовин (СВ) і сухого знежиреного молочного залишку (СОМО). У хімічний стаканчик з піском наливають 10 мл молока і зважують, після чого висушують в сушильній шафі при температурі 102 ± 2 $^{\circ}$ С протягом 2 год. Потім зважують і знову висушують, зважування повторюють через кожну годину до постійної маси [4, 14].

Мікробіологічні показники. У пробірку наливають 10 мл молока, нагрітого до температури 38-40 $^{\circ}$ С, і 2 мл розчину метиленового синього (до 1 мл робочого розчину, використовуваного при постановці реакції звичайним способом, додають 9 мл дистильованої води). Розчин готують перед постановкою реакції. Пробірку закривають стерильною гумовою пробкою,

поміщають у водяну баню при температурі 38-40 °С (рівень води в бані повинен бути вище рівня вмісту пробірки) і спостерігають за часом знебарвлення метиленового синього через 10 хв, 1 і 3 год. [1, 4, 15].

Відбирання проб кисломолочного сиру [5]. Відбирання точкових проб сиру кисломолочного, сиркової маси в транспортній тарі, включених у вибірку, проводять щупом. З кожної одиниці транспортної тари з продукцією відбирають три точкові проби: одну – з центру, другу і третю – на відстані 3-5 см від бокової стінки тари. Відібрану масу шпателем переносять у посуд, перемішують, складаючи об'єднану пробу масою близько 500 г. Продукт із зовнішнього боку щупа до об'єднаної проби не включають. Маса об'єднаної проби сиру кисломолочного і сиркових виробів у споживчій тарі дорівнює масі продукції, включеної у вибірку. З об'єднаної проби виділяють пробу для аналізу масою близько 100 г, від продукції з наповнювачами – близько 150 г.

Дослідження готового продукту проводили за загальноприйнятими методиками [5].

Органолептичним методом в сирі визначають *зовнішній вигляд і консистенцію, колір, смак і запах*.

Після відкриття упаковки оглядають поверхню сиру, яка повинна бути чистою, без цвілого і слизистого шару, без плям фарби від етикетки. Пробу з продукту фасованого відбирають шпателем з різних місць упаковки. Однорідність проби відзначають за зовнішнім виглядом і кольором. Сир сіруватого кольору з сторонніми включеннями, бурий, з прошарками або точками зеленої або інший цвілі бракують.

Консистенцію сиру визначають за зовнішнім виглядом проби, а також розтиранням її шпателем на пергаменті і при випробуванні смаку. Консистенція сиру може бути шарувата, крупинчаста, легко розпадається при взятті проби або однорідної у вигляді гомогенної маси.

Сир ніжної консистенції легко розтирається шпателем і при випробуванні в роті в ньому не відчувається мучнистість або тверді

крупинки. При неоднорідній, але ніжній консистенції шари або грудочки сиру також легко розтираються в ніжну однорідну масу.

Для сиру допускається пухка, мазка консистенція, а для нежирного – розсипчаста, з незначними виділеннями сироватки. Смак і запах сиру повинні бути чистими, ніжними, кисломолочними. Для сиру допускаються такі присмаки: слабо виражений кормовий, тари, а також наявність слабкої гіркоти (зазвичай взимку).

Визначення титрованої кислотності у кисломолочному сирі та виробих із нього. У порцелянову ступку вносять 5 г продукту, перемішують і розтирають товчачиком, додають невеликими порціями 50 см³ води, нагрітої до температури 35-40 °С, три краплі розчину фенолфталеїну і титрують 0,1 моль/дм³ розчином гідроксиду натрію (калію) до появи злегка рожевого забарвлення, що не зникає протягом 1 хв. Контрольний еталон забарвлення готують так, як для визначення титрованої кислотності молока.

Кислотність у градусах Тернера дорівнює об'єму водного розчину гідроксиду натрію (калію), витраченого на нейтралізацію 5 г продукту, помноженому на 20.

Визначення масової частки вологи й сухих речовин у кисломолочному сирі та виробих із нього прискореним методом на приладі Чижової, який ґрунтується на прогріванні досліджуваного продукту інфрачервоними (тепловими) променями від нагрітого тіла.

Сушіння продукту виконують у пакетах з ротаторного, фільтрувального або газетного паперу. Підготовлені пакети висушують на приладі протягом 3 хв. при температурі сушіння досліджуваного продукту, після чого охолоджують і зберігають у ексикаторі.

Висушений пакет зважують з похибкою не більше 0,01 г. Досліджуваний продукт (5 г) зважують з похибкою не більше 0,01 г і розподіляють рівномірно по всьому внутрішньому боку пакета.

Пакет з наважкою закривають, розміщують у приладі між плитами, нагрітими до температури 150-152 °С і витримують 5 хв.

Масову частку вологи у продукті В у відсотках розраховували за формулою:

$$B = (m - m_1) \times 100 / a \quad (1),$$

де m і m_1 – маса пакета з наважкою відповідно до і після сушіння, г;

a – наважка продукту, г.

Розбіжність між паралельними визначеннями повинна бути не більше 0,5 %. За кінцевий результат беруть середнє арифметичне двох паралельних визначень. Масову частку сухої речовини в продукті С розраховували за формулою:

$$C = 100 - B \quad (2).$$

Мікробіологічні показники. Перед дослідженням пробу сиру в кількості 1 г переносять у стерильну ступку та ретельно розтирають у профламбованій ступці товкачиком, яку прикривають стерильною кришкою від чашки Петрі і поступово додають 9 см³ стерильного фізіологічного розчину, підігрітого до температури 45 °С, таким чином одержують I розведення (1:10) З першої пробірки 1 мл суміші переносять у другу пробірку з 9 см³ фізіологічного розчину, із другої у третю, із третьої у четверту й т.д. У такий спосіб одержують розведення 1:10; 1:100; 1:1000; 1:10 000 і т.д. (10 розведень), які позначають відповідно I, II, III, IV розведення і т.д. [37].

Визначення бактерій групи кишкової палички базується на здатності бактерій групи кишкової палички зброджувати в середовищі Кеслера лактозу з утворенням кислоти і газу [1]. Дослідний матеріал засівають по 1 см² відповідного розведення в пробірки з 5 см³ середовища Кеслера і ставлять у термостат при 37 °С на 18-24 год. Після цього пробірки оглядають на наявність чи відсутність газоутворення. Якщо газоутворення відсутнє, то вважають, що продукт не забруднений бактеріями групи *Escherichia*. Якщо в дослідному матеріалі виявлено бактерії групи *Escherichia*, проводять подальшу ідентифікацію їх.

Визначення бактерій роду *Salmonella*. Підготовлені проби кисломолочного сиру висівають у 25 см² середовища збагачення подвійної

концентрації. Посіви культивують у термостаті за температури 37 °C протягом 18-24 год.

Чашки з посівами витримують у термостаті за температури 37±1 °C протягом 24-48 годин. Після термостатування посіви проглядають і відмічають ріст характерних колоній.

На жовтково-сольовому агарі колоній *Staphylococcus aureus* мають форму плоских дисків діаметром 2-4 мм білого, жовтого, кремового, лимонного, золотистого кольору з рівними краями, навколо колоній утворюється каймисте кільце і зона помутніння середовища. На молочно-сольовому агарі колонії *Staphylococcus aureus* ростуть у вигляді непрозорих круглих колоній, забарвлених від білого до оранжевого кольору, діаметром 2-4 мм, злегка опуклих [4, 5].

На середовищі Байд-Пакера колонії *Staphylococcus aureus* ростуть у вигляді чорних, блискучих, опуклих колоній діаметром 1-1,5 мм з характерною зоною просвітлення середовища шириною 1-3 мм.

На кров'яному агарі колонії *Staphylococcus aureus* мають вигляд опуклих з гладкою поверхнею колоній, різного кольору розміром 2-4 мм, з характерною зоною гемолізу навколо колоній (α -гемоліз – зона прозора; β -гемоліз – матова зона; α -, β -змішаний гемоліз – прозора і матова зона).

З кожної чашки Петрі відбирають не менше п'яти характерних для *Staphylococcus aureus* колоній і пересівають на поверхню скошеного поживного агару, але без додавання натрій хлориду і жовткової емульсії.

Посіви витримують у термостаті за температури 37±1 °C протягом 24 год. У культур, які вирости, визначають здатність забарвлюватися за Грамом і коагулювати плазму кролика.

З п'яти ізольованих, характерних для *Staphylococcus aureus* колоній виготовляють препарати для фарбування за Грамом і проводять мікроскопію. Для виготовлення препарату на чисте й охолоджене після фламбування предметне скельце наносять бактеріологічною петлею краплю дистильованої води, у яку вносять петлею невеличку кількість агарової культури, не

розмішуючи у воді. Потім вносять бактеріологічною петлею краплю реактиву (100 см³ етилового спирту розчиняють 0,5 г кристалічного фіолетового). Суміш розмазують на ділянці приблизно в 1 см², підсушують за температури 20±2 °С і фіксують, повільно проносячи (5-6 разів) предметне скельце над полум'ям спиртівки. Препарат ополіскують водою і ретельно просушують за допомогою фільтрувального паперу.

Після висушування на препарат наносять реактив (96 см³ спиртового розчину калій йодиду, 2 см³ спиртового розчину основного фуксину і 2 см³ спиртового розчину йоду) так, щоб рідина покрила всю поверхню скла. Час фарбування становить 0,5-1 хв. Після фарбування препарат швидко ополіскують проточною водою, спрямовуючи воду під кутом на скло, розміщене вертикально. Препарат підсушують фільтрувальним папером і продивляються під мікроскопом з використанням імерсійної системи. Стафілококи забарвлюються з грамом позитивно (темно-фіолетового кольору), мають кулясту форму і розміщуються у вигляді скупчень, які нагадують виноградне гроно [15].

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Якісні показники молока-сировини для виробництва сиру

Молоко-сировина для виробництва молочних продуктів має відповідати вимогам ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови» [10], за яким молоко відповідно до визначених органолептичних, фізико-хімічних показників та вмісту мікроорганізмів і соматичних клітин розділяється на три гатунки. Відповідність якісних показників дослідженого молока-сировини для виробництва сиру вимогам діючого стандарту наведено у табл. 3.1. Молоко для виготовлення кисломолочного сиру було вироблене у ВСК «Злагода» Полтавського району Полтавської області.

Дослідження молока за допомогою аналізатора наведено на рис. 3.1.



Рис. 3.1. Результати дослідження молока на аналізаторі «Лактан 1-4»

Результати досліджень свідчать, що жирність молока становить 3,35 %, вміст білка 3,09 %, густина (1028,11 кг/м³) або 28,11 °А, вміст сухого знежиреного молочного залишку 8,26 %. Вміст сухої речовини становить:

$$3,35 \% + 8,26 \% = 11,61 \%$$

Згідно з ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров`яче. Технічні умови», досліджуване молоко відповідає вимогам вищого гатунку і може бути використане для виробництва молочних продуктів. За всіма показниками окрім кількості мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів (180 тис. КУО/см³ при ≤ 100 тис. КУО/см³) досліджуване молоко відповідало вимогам гатунку Екстра.

Таблиця 3.1

Відповідність молока-сировини вимогам діючого ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови»

Органолептичні показники					
Показник	Характеристика				Відповідність ДСТУ
	За стандартом		Досліджувана проба		
Консистенція	Однорідна рідина без пластівців та осаду		Однорідна рідина без пластівців та осаду		відповідає
Смак і запах	Чистий, притаманний свіжому молоку, без сторонніх присмаків і запахів		Чистий, притаманний свіжому молоку, без сторонніх присмаків і запахів		відповідає
Колір	Від білого до світло-кремового		Світло-кремовий		відповідає
Фізико-хімічні показники					
	екстра	вищий	перший		
Густина (за температури 20 °С), кг/м ³ не менше	1028,0	1027,0	1027,0	1028,11	відповідає
Масова частка сухих речовин, %	≥12,2	≥11,8	≥11,5	11,61	відповідає
Кислотність, °Т	16-17	16-18	16-19	16	відповідає
Група чистоти, не нижче	I		I		відповідає
Вміст мікроорганізмів та соматичних клітин у молоці					
КМАФАнМ за температури 30 °С, тис. КУО/см ³	≤100	≤300	≤500	180	відповідає
Кількість соматичних клітин, тис./см ³	≤400	≤400	≤500	330	відповідає

3.2. Вимоги нормативно-технічної документації до продукції

Сири кисломолочні виготовляють згідно з ДСТУ 4554:2006 «Сир кисломолочний. Загальні технологічні умови» [12].

За органолептичними показниками кисломолочний сир відповідає характеристикам, зазначеним у таблиці 3.2.

3.2. Органолептичні показники кисломолочного сиру

Назва показника	Характеристика
Консистенція та зовнішній вигляд	М'яка, мазка або розсипчаста. Дозволено незначну крупинчастість та незначне виділення сироватки.
Смак та запах	Характерний кисломолочний, без сторонніх присмаків і запахів.
Колір	Білий або з кремовим відтінком, рівномірний за всією масою.

За фізико-хімічними показниками кисломолочний сир відповідає нормам, зазначеним у таблиці 3.3.

3.3. Фізико-хімічні показники кисломолочного сиру

Назва показника	Норма	Метод контролювання
Масова частка жиру, %	Від 2 до 18	Згідно з ГОСТ 5867
Масова частка білка, %, не менш ніж	14	Згідно з ГОСТ 23327
Масова частка вологи, %	Від 65 до 80	Згідно з ГОСТ 3626
Кислотність титрована, °Т, в межах	Від 170 до 250	Згідно з ГОСТ 3624
Фосфатаза	Не дозволено	Згідно з ГОСТ 3623
Температура, °С, не вище	4 ± 2	Згідно з ГОСТ 3622

За мікробіологічними показниками кисломолочний сир відповідає вимогам, зазначеним у таблиці 3.4.

3.4. Мікробіологічні показники кисломолочного сиру

Назва показника	Норма	Метод контролювання
Кількість молочнокислих бактерій КУО в 1 г продукту, не менше	$1 \cdot 10^5$	Згідно з ГОСТ 10444.41
Бактерії групи кишкової палички (коліформи) в - 0,001 г продукту з терміном зберігання не більше ніж 72 год. - 0,01 г продукту з терміном зберігання понад 72 год.	Не дозволено	Згідно з ГОСТ 9225 або ДСТУ IDF 73А
Кількість пліснявих грибів, КУО в 1 г продукту, не більше	50	Згідно з ГОСТ 10444.12
Кількість дріжджів, КУО в 1 г продукту, не більше	100	Згідно з ГОСТ 10444.12
Патогенні мікроорганізми, зокрема <i>Salmonella</i> , в 25 г продукту	Не дозволено	Згідно з 11.5 або ДСТУ IDF 93А
<i>Staphylococcus aureus</i> , в 0,01 г продукту	Не дозволено	Згідно з ГОСТ 30347
Примітка. Кисломолочний сир з терміном зберігання меншим ніж 72 год. не контролюють на наявність дріжджів та пліснявих грибів.		

3.3. Технологічна схема і обґрунтування технологічної поточності виробництва кисломолочного сиру

Для виробництва сиру кисломолочного використовують:

- Молоко коров'яче незбиране;
- Молоко знежирене кислотністю не більше 20 °Т, одержане з коров'ячого молока;
- Закваски або заквашувальні препарати прямого внесення вітчизняного виробництва згідно з чинними нормативними документами або аналогічні закордонного виробництва за наявності гігієнічного висновку центрального органу виконавчої влади у сфері охорони здоров'я України;
- Воду питну.

Для досягнення мети кваліфікаційної роботи було виготовлено кисломолочний сир у експертному центрі «Milk Local Product» факультету технологій тваринництва та продовольства ПДАУ. Основні технологічні операції процесу виробництва сиру кисломолочного кислотно-сичужним методом здійснюється в наступній послідовності, нижче наведено технологічну схему, за якою виготовляли продукт (рис. 3.2).

- Приймання сировини;
- Підігрів і сепарування молока;
- Нормалізація молока;
- Підігрів, очищення, пастеризація, охолодження;
- Заквашування і сквашування молока;
- Розріз згустку, та нагрівання згустку;
- Охолодження сирного зерна;
- Відокремлення сироватки;
- Доохолодження продукту;
- Пакування, маркування, транспортування та зберігання продукту.

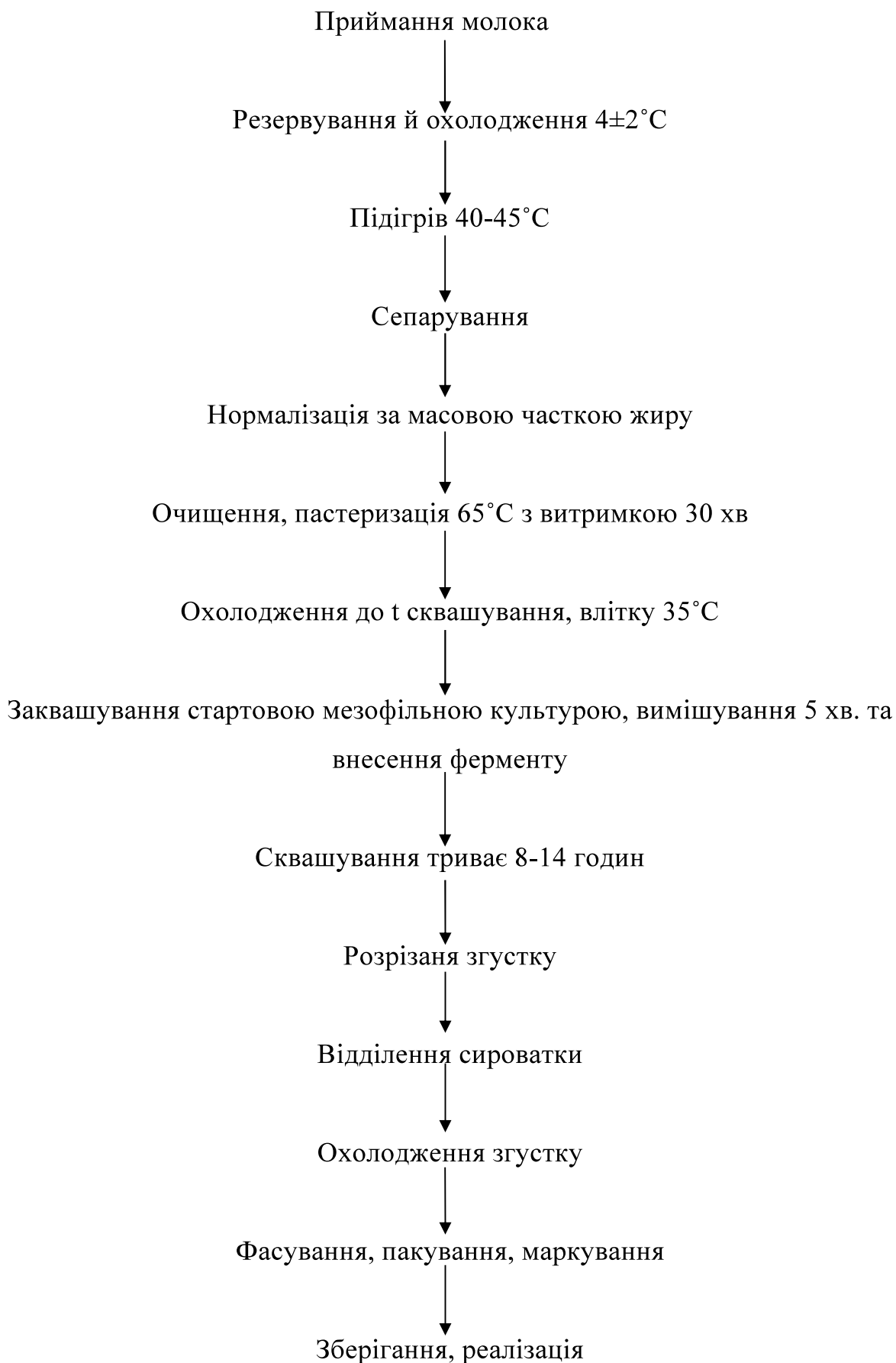


Рис. 3.2. Технологічна схема виробництва кисломолочного сиру

Після приймання молока та оцінки його якості виконували процес виробництва кисломолочного сиру у сировиготовлювачі Експертного центру «Milk Local Product».

Спочатку проводили нагрів молока до 65 °С – температури пастеризації – за допомогою подачі гарячої води у міжстінний простір сировиготовлювача та витримували молоко при цій температурі протягом 30 хвилин. Далі молоко охолоджували до температури заквашування 33-35 °С. Молоко в процесі нагрівання і охолодження перемішували мішалкою для рівномірного розподілу температури в товщі молока.

Заквашування проводили мезофільною закваскою (Chr.Hansen), основними культурами в якій були *Lactococcus lactis* subsp. *Cremoris* та *Lactococcus lactis* subsp. *Lactis*.

Виготовляли сир із 100 л молока вносили 2,6 г сухої закваски. Далі відбувалося розчинення культур закваски в молоці, для кращого розчинення молоко вимішували протягом 5 хвилин.

Після закваски вносили сухий фермент СНУ-МАХ (0,1 мл на 100 л молока). Ферментний препарат вносили і сировиготовлювач з працюючою мішалкою, далі вимішували молоко ще 2 хвилини, але не довше, щоб не завадити процесу коагуляції білка.

Далі зупиняли мішалку і заміняли її на ліру з вертикальними ножами та горизонтальними струнами, яку в роботу не вмикали. Залишали молоко для сквашування (утворення згустку) на 12 годин, підтримуючи температуру в сировиготовлювачі 30-33 °С. Завершення процесу утворення згустку визначали за утворенням гострого розлому згустку під час його розрізання та відділення на розрізі світло-зеленої прозорої сироватки.

Наступним етапом є розрізання згустку. Спочатку розрізання проводили на великі секції 5-10 см, після чого згусток зливали у формувальний візок з перфорованим дном, який вистеляли двома шарами марлі, для відділення сироватки (рис. 3.3).



Рис. 3.3. Відділення сироватки

Сироватка відділяється залежно від температури і щільності згустку 5-6 годин. Важливо не перетримати сир, з метою попередження наростання надмірної кислотності. Готовий кисломолочний сир упаковували і відправляли на охолодження до холодильника, де він зберігається при температурі 4-6 °С до 7 діб.

3.4. Продуктовий розрахунок

Продуктовий розрахунок виконуємо від сировини до готового продукту. На виробництво кисломолочного сиру направили 100 л незбираного молока з масовою часткою жиру 3,35 %, масовою часткою білка 3,1 % та густиною 28,11 °А.

Спочатку розраховуємо масу закваски, яку необхідно внести в незбиране молоко для виробництва сиру, за формулою:

$$M_{закв} = V_M \times \frac{a}{100}, \text{ де}$$

$M_{закв}$ – маса закваски, яку необхідно внести в незбиране молоко, г;

V_M – об'єм незбираного молока, кг;

a – доза внесеної закваски, г/100 л.

$$M_{закв} = 100 \times \frac{2,6}{100} = 2,6 \text{ г}$$

Далі розраховуємо об'єм молокозгортального ферменту, який необхідно внести в незбиране молоко для виробництва сиру, за формулою:

$$M_{ф} = V_M \times \frac{E}{100}, \text{ де}$$

$M_{ф}$ – доза ферменту, який необхідно внести в незбиране молоко, г;

V_M – об'єм незбираного молока, кг;

E – доза ферменту, мл/100 л.

$$M_{ф} = 100 \times \frac{0,1}{100} = 0,1 \text{ г}$$

Розраховуємо масу сиру за формулою:

$$M_{сиру} = \frac{M_M \cdot 1000}{N_v}, \text{ де}$$

$M_{сиру}$ – маса виготовленого сиру, кг;

M_M – маса заквашеної суміші, кг;

N_v – норма витрат сировини, кг/т (5200 кг/т – встановлено дослідним шляхом).

$$M_{сиру} = \frac{100 \cdot 1000}{5200} = 19,23 \text{ кг.}$$

Розраховуємо масу сироватки, отриманої при виробництві сиру, за формулою:

$$M_{\text{сир.}} = M_{\text{м}} - M_{\text{сиру}}, \text{ де:}$$

$M_{\text{сир.}}$ – маса сироватки, зібраної при виробництві сиру, кг;

$M_{\text{м}}$ – маса заквашеного молока, кг;

$M_{\text{сиру}}$ – маса сиру, кг.

$$M_{\text{сир.}} = 100 - 19,23 = 80,77 \text{ кг.}$$

Отже, із 100 л незбираного молока отримали 19,23 кг кисломолочного сиру та 80,77 кг сироватки.

3.5. Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва продукції

Технохімічний контроль на підприємствах молочної промисловості здійснюють працівники лабораторії. В обов'язки служби по технохімічному контролю входять: контроль якості молока і молочних продуктів; контроль тари, матеріалів, як в момент надходження, так і в процесі зберігання; контроль технології продуктів, обробки молока і виробництва молочних продуктів; контроль режиму і якості миття, дезінфекції посуду, апаратури, обладнання, контроль якості реактивів, миючих і дезінфікуючих речовин, контроль за станом лабораторних вимірювальних приладів, контроль витрат сировини і виходу готової продукції. Однією з основних умов правильної організації технохімічного контролю є ведення лабораторної документації, журналів, а також виявлення і облік усіх позитивних і негативних сторін виробництва.

Схема технохімічного контролю виробництва кисломолочного сиру представлена у таблиці 3.5.

3.5. Технохімічний контроль виробництва кисломолочного сиру

Об'єкт	Контрольний показник	Періодичність контролю	Місце відбору проб	Методи контролю, вимірювальні прилади
1	2	3	4	5
Молоко, що заготовляється	Смак, запах, колір, консистенція	Кожний день, в кожній партії	3 ємності	Органолептично
	Температура, °С	Кожний день, в кожній партії	3 ємності	Термометр 0-100
	Кислотність, °Т	Кожний день, в кожній партії	3 ємності	по ГОСТ 3624-67
	Масова частка жиру, %	Кожний день, в кожній партії	3 ємності	по ГОСТ 5867-69
	Густина, кг/м ³	Кожний день, в кожній партії	3 ємності	ДСТУ 6082:2009
	Масова частка білка, %	Кожний день, в кожній партії	3 ємності	Рефрактометричний метод
	Термостійкість (алкогольна проба)	Кожний день, в кожній партії	3 ємності	по ГОСТ 25228-82
	Група чистоти	Кожний день, в кожній партії	3 ємності	по ДСТУ 6083:2009
	Бактеріальна обсіменінність	1 раз в 10 днів	3 ємності	по ГОСТ 9225-84
	Вміст інгібувальних речовин	1 раз в 10 днів	3 ємності	Настанова по застосуванню набору тестів
	Кількість соматичних клітин	1 раз в 10 днів	3 ємності	по ГОСТ 23453-90
	pH	Вибірковий контроль	3 ємності	По ГОСТ 26781-85
Охолодження і зберігання молока	Температура, °С	Через кожні 1 або 2 год.	3 резервуару для зберігання молока	Термометр 0-100
	Густина, кг/м ³	Те ж саме	3 резервуару для зберігання молока	ДСТУ 6082:2009
	Кислотність, °Т	Те ж саме	3 резервуару для зберігання молока	по ГОСТ 3624-67

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5
Знежирене молоко	Кислотність, °Т	В кожній партії	3 ємності	По ГОСТ 3624-92
	Масова частка жиру, %	В кожній партії	3 ємності	По ГОСТ 5867-69
	Густина, кг/м ³	В кожній партії	3 ємності	Лактоденсиметр, ГОСТ 3625-84
Нормалізована суміш	Кислотність, °Т	В кожній партії	3 ємності	По ГОСТ 3624-92
	Масова частка жиру, %	В кожній партії	3 ємності	По ГОСТ 5867-69
	Густина, кг/м ³	В кожній партії	3 ємності	Лактоденсиметр, ГОСТ 3625-84
	Масова частка білка, %	В кожній партії	3 ємності	«Екомілк – М»
	Термостійкість	В кожній партії	3 ємності	По ГОСТ 25228-82
Пастеризація суміші	Температура, °С	Через кожні 15 хв.	Після пастеризатора	Термометр 0-100
	Проба на фосфатазу	В кожній партії	3 ємності	По ГОСТ 3623-73
Білковий згусток	Кислотність, °Т	В кожній партії	3 ємності	По ГОСТ 3624-92
	pH		3 ємності	По ГОСТ 26781-85
Готовий продукт	Температура, °С	Періодично, під час випускання з сироватковідділювача	В процесі випускання	Термометр 0-10
	Консистенція та зовнішній вигляд, смак, запах і колір	В кожній партії	3 упаковки	Органолептично по ГОСТ 4554:2006
	Масова частка жиру, %	В кожній партії	3 упаковки	По ГОСТ 5867-90
	Масова частка вологи, %	В кожній партії	3 упаковки	По ГОСТ 3626-73
	Масова частка білка, %, не менше	1 раз в місяць	3 упаковки	По ГОСТ 23327-78
	Кислотність титрована, °Т	В кожній партії	3 упаковки	По ГОСТ 3624-92
	Проба на фосфатазу	В кожній партії	3 упаковки	По ГОСТ 3623-73
	Температура, °С	В кожній партії	3 упаковки (під час зберігання в холодильній камері)	Термометр 0-100

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5
Пакування	Маса нетто, кг	В кожній партії (вибірково)	В процесі пакування	Ваги електронні
Маркування	Якість маркування	В кожній партії (вибірково)	В процесі маркування	Візуально
Зберігання	Температура перед фасуванням в спожиткове пакування	В кожній партії (вибірково)	З упаковки	Термометр 0-100
	Тривалість, доба	-	-	Годинник
	Температура, °С під час випуску з підприємства	В кожній партії (вибірково)	З упаковки	Термометр 0-100
	Мікроклімат (температура, вологість)	Кожний день	В холодильній камері	Термометр 0-100

Партію продукції з паспортом пред'являють для огляду працівнику лабораторії, змінний майстер або технолог цеху, який випускає дану партію продукції. За відповідність партії продукції виданому паспорту-сертифікату несе відповідальність змінний майстер. Працівник лабораторії, який відповідає за випуск продукції, визначає органолептичні показники, перевіряє стандарти, наявність маркування та відповідність упаковки вимогам технічних вимог. Посвідчення про якість є єдиним документом, який дає право на випуск даної продукції з підприємства. При випуску продукції в реалізацію кладовщик виписує накладну, на якій ставиться номер посвідчення про якість під час випуску продукції із заводу.

Технохімічний контроль забезпечує випуск продукції у відповідності з вимогами стандартів, технічних умов рецептур та технологічних інструкцій; контролює якість пакування, маркування, витрати сировини, вихід готової продукції з підприємства.

Право на оформлення документації і випуск готової продукції в реалізацію має завідуючий лабораторією або працівник лабораторії, на якого

наказом директора заводу покладена відповідальність за випуск готової продукції.

Схема мікробіологічного контролю виробництва кисломолочного сиру представлена у таблиці 3.6.

3.6. Схема мікробіологічного контролю виробництва кисломолочного сиру

Дослідження технологічного процесу	Досліджувані об'єкти	Назва аналізу	Звідки беруть пробу	Періодичність контролю	Розведення
Виробництво сиру кисломолочного	Суміш пастеризована	БГКП Загальна кількість бактерій	Із сировиготовлювача Із сировиготовлювача	Не рідше 1 раз в 10 днів Не рідше 1 раз в місяць	10 см ³ 0, I, II
	Згусток	БГКП	Із сировиготовлювача	Не рідше 2 рази в місяць	I, II, III
	Сир кисломолочний після відділення сироватки	БГКП	Від партії, що контролюється	Не рідше 2 рази в місяць	I, II, III
	Сир кисломолочний охолоджений	БГКП	Від партії, що контролюється	Не рідше 2 рази в місяць	I, II, III
	Сир кисломолочний після охолодження (готова продукція)		БГКП	Від партії, що контролюється	В кожній партії
Плісняві гриби			Від партії, що контролюється	Не рідше 1 разу в 10 днів	I, II, III
Дріжджі			Від партії, що контролюється	Не рідше 1 разу в 10 днів	I, II, III
		Молочнокислі бактерії	Від партії, що контролюється	Не рідше 1 разу в 5 днів	I, II, III, IV, V, VI

3.6. Органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники якості виробленої продукції

Після виробництва дослідних партій кисломолочного сиру, були відібрані зразки продукції і досліджені в лабораторії молока і молочних продуктів та лабораторії бактеріологічного аналізу (з мікробіологічним боксом) Полтавського державного аграрного університету за загально прийнятими методиками. Досліджувались показники, передбачені державним стандартом до розсільних сирів ДСТУ 4554:2006 «Сир кисломолочний. Технічні умови» (табл. 3.7-3.9).

Таблиця 3.7

Органолептичні показники

Показник	Характеристика згідно з діючим ДСТУ	Характеристика дослідних зразків	Відповідність ДСТУ
Консистенція та зовнішній вигляд	М'яка, мазка або розсипчаста. Дозволено незначну крупинчастість та незначне виділення сироватки	М'яка, мазка	відповідає
Смак та запах	Характерний кисломолочний, без сторонніх присмаків і запахів.	Характерний кисломолочний, без сторонніх присмаків і запахів	відповідає
Колір	Білий або з кремовим відтінком, рівномірний за всією масою.	Кремовий відтінок, рівномірний за всією масою.	відповідає

Таблиця 3.8

Фізико-хімічні показники

Показник	Характеристика згідно з діючим ДСТУ	Характеристика дослідних зразків	Відповідність ДСТУ
Масова частка жиру, %	Від 2 до 18	18	відповідає
Масова частка білка, %, не менш ніж	14	16	відповідає
Масова частка вологи, %	Від 65 до 80	75	відповідає
Кислотність титрована, °Т, в межах	Від 170 до 250	180	відповідає
Фосфатаза	Не дозволено	відсутня	відповідає
Температура, °С, не вище	4 ± 2	4	відповідає

Таблиця 3.9

Мікробіологічні показники

Показник	Характеристика згідно з діючим ДСТУ	Характеристика дослідних зразків	Відповідність ДСТУ
Кількість молочнокислих бактерій КУО в 1 г продукту, не менше	1 · 10 ⁵	1 · 10 ⁶	відповідає
Бактерії групи кишкової палички (коліформи)	Не дозволено	Не виявлено	відповідає
Кількість пліснявих грибів, КУО в 1 г продукту, не більше	50	12	відповідає
Кількість дріжджів, КУО в 1 г продукту, не більше	100	10	відповідає
Патогенні мікроорганізми, зокрема <i>Salmonella</i> , в 25 г продукту	Не дозволено	Не виявлено	відповідає
<i>Staphylococcus aureus</i> , в 0,01 г продукту	Не дозволено	Не виявлено	відповідає

За результатами лабораторних досліджень встановлено відповідність виробленого кисломолочного сиру вимогам діючого стандарту на даний вид сирів.

3.7. Економічна ефективність

Економічна ефективність виробництва кисломолочного сиру на під час виконання досліджень за темою кваліфікаційної роботи представлена у табл. 3.10.

3.10. Економічна ефективність

Показник	Значення
Вироблена продукція, кг	19,23
Сировина та матеріали, грн.	2800,00
Повна собівартість, грн.	3360,00
Собівартість виробництва 1 кг, грн.	174,73
Ціна реалізації 1 кг, грн.	190,00
Прибуток на 1 кг, грн.	15,27
Рентабельність, %	8,7

Вартість 1 л молока для виробництва становила 26,40 грн., ціна реалізації 1 кг сиру 190 грн. Рентабельність виробництва кисломолочного сиру склала 8,7 %.

Отже, виробництво кисломолочного сиру економічно доцільне.

ВИСНОВКИ

1. Кваліфікаційна робота виконана в Експертному центрі «Milk Local Product», який функціонує на факультеті технологій тваринництва та продовольства.
2. Напрямами діяльності експертного центру «Milk Local Product» є підвищення конкурентоспроможності регіону за рахунок створення локальних продуктів на основі об'єднання місцевих виробників крафтової молочної продукції та перетворення експертного центру в сучасний бізнес-кластер.
3. Молочний цех розрахований на виробництво незбираномолочної продукції (вершків, кефіру, йогурту, сметани) та різних видів сирів.
4. Ведучим обладнанням цеху є сепаратор, сировиготовлювач, преси, камера для дозрівання сиру.
5. У ході виконання кваліфікаційної роботи було відпрацьовано технологію виробництва кисломолочного сиру.
6. Молоко-сировина для виробництва сиру відповідала вимогам ДСТУ 3662:2018.
7. Продукція відповідно теми кваліфікаційної роботи була виготовлена згідно з нормативно-технічною документацією з суворим дотриманням схем мікробіологічного та технохімічного контролю.
8. Виготовлений кисломолочний сир відповідав вимогам діючого ДСТУ 4554:2006 «Сир кисломолочний. Технічні умови».
9. Рентабельність виробництва склала 8,7 %.

ПРОПОЗИЦІЇ

1. Визначити напрямом подальших досліджень можливість уведення харчових добавок і інгредієнтів природнього походження з метою підвищення біологічної цінності кисломолочного сиру в умовах експертного центру Полтавського державного аграрного університету.