

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття ступеня вищої освіти
магістр

на тему: «Удосконалення технології розсільного сиру»

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
Технологія виробництва і переробки
продукції тваринництва
спеціальності 204 Технологія
виробництва і переробки продукції
тваринництва
ступеня вищої освіти магістр
групи 204ТВППТмд 21
Мороз Олександр Павлович
Керівник: Лариса КУЗЬМЕНКО
Рецензент: Віктор ЮХНО

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	7
1.1. Класифікація і характеристика розсільних сирів.....	7
1.2. Особливості технології розсільних сирів.....	11
1.3. Напрями удосконалення технологій розсільних сирів.....	17
2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	24
2.1. Матеріали та місце проведення досліджень.....	24
2.2. Методи досліджень.....	25
3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	34
3.1. Якість молока-сировини для виробництва сиру	34
3.2. Технологія виробництва розсільного сиру.....	36
3.3. Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва.....	40
3.4. Якісні показники готової продукції.....	45
3.5. Контроль якості готової продукції в період дозрівання, фасування та зберігання; правила маркування.....	48
3.6. Продуктові розрахунки та економічна ефективність виробництва.	49
ВИСНОВКИ.....	55
ПРОПОЗИЦІЇ.....	56
СПИСОК ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ.....	57

ВСТУП

Сир є одним із найцінніших продуктів харчування людини, що поєднує у собі високу поживну щільність, добру засвоюваність та значний фізіологічний ефект. Його роль у раціоні людини формувалася протягом тисячоліть і зумовлена здатністю концентрувати основні поживні речовини молока у зручній для споживання та зберігання формі. Саме тому сир традиційно розглядають не лише як харчовий продукт, а й як важливий елемент культури харчування та продовольчої безпеки. Завдяки високому вмісту повноцінних білків сир забезпечує організм незамінними амінокислотами, які беруть участь у побудові клітин, тканин, ферментів і гормонів. Білки сиру мають високу біологічну цінність і засвоюються значно легше, ніж білки багатьох інших продуктів тваринного походження, що робить сир особливо важливим у харчуванні дітей, підлітків, людей похилого віку та осіб із підвищеними фізичними навантаженнями. Не менш важливою є роль сиру як джерела кальцію та фосфору, співвідношення яких у цьому продукті є оптимальним для формування та підтримання кісткової тканини, профілактики остеопорозу та нормального функціонування нервово-м'язової системи. Регулярне споживання сиру сприяє зміцненню зубів, покращенню стану опорно-рухового апарату та зниженню ризику вікових дегенеративних змін.

Жирова складова сирів забезпечує високу енергетичну цінність продукту, а також є носієм жиророзчинних вітамінів, зокрема А та D, які відіграють важливу роль у підтриманні імунітету, зору, стану шкіри та регуляції обміну речовин. Водночас сучасний асортимент сирів дозволяє обирати продукти з різною масовою часткою жиру, що дає змогу включати їх до раціонів різної калорійності та дієтичної спрямованості. Значна частина сирів, особливо м'яких і розсільних, містить живі або умовно життєздатні молочнокислі мікроорганізми, які позитивно впливають на мікрофлору кишечника, сприяють кращому травленню та підвищенню неспецифічної

резистентності організму. Таким чином, сир дедалі частіше розглядається як функціональний продукт, здатний не лише забезпечувати харчові потреби, а й підтримувати здоров'я людини.

З точки зору харчової поведінки сучасного населення, сир є універсальним продуктом, який споживають як самостійну страву, так і як інгредієнт численних кулінарних виробів. Він добре поєднується з овочами, злаками, м'ясними продуктами, що розширює можливості формування збалансованого раціону. Крім того, сир забезпечує тривале відчуття ситості, що має значення для контролю апетиту та маси тіла. Саме ця властивість зумовлює його популярність серед людей, які дотримуються раціонального або обмежувального харчування.

Виробництво сирів є однією з найважливіших галузей молочної промисловості, оскільки воно дозволяє переробляти значні обсяги молока у продукцію з вищою доданою вартістю та тривалішим терміном зберігання. За останні три роки в Україні виробництво сирів характеризується відносною стабільністю з тенденцією до поступового відновлення та адаптації до нових економічних умов. Незважаючи на складну ситуацію в агропромисловому комплексі, молокопереробні підприємства зберігають виробничі потужності та розширюють асортимент, орієнтуючись як на внутрішній ринок, так і на перспективи експорту.

Окреме місце у структурі сирного виробництва займають розсільні сири, які традиційно цінуються за м'яку консистенцію, виражений смак та високу харчову цінність. До цієї групи належать такі продукти, як бринза, сулугуні, фета, моцарела та інші сири, що дозрівають або зберігаються у розсолі. В останні роки інтерес споживачів до розсільних сирів зростає, що пов'язано зі змінами харчових уподобань, популяризацією середземноморської та кавказької кухні, а також з орієнтацією на менш жирні та більш «натуральні» продукти. Хоча частка розсільних сирів у загальному обсязі виробництва поступається твердим і напівтвердим сирам, їх значення постійно зростає, особливо у сегменті крафтового та

фермерського виробництва. Розвиток цього напрямку сприяє збереженню регіональних традицій сироваріння, підвищенню зайнятості у сільській місцевості та формуванню унікальних локальних продуктів.

Таким чином, сир є не лише важливим компонентом харчування людини, а й стратегічним продуктом для молочної галузі. Його висока харчова та біологічна цінність, різноманітність видів і смакових властивостей, а також стабільний попит з боку населення визначають значення сиру як одного з базових продуктів раціонального харчування. Одночасно розвиток виробництва сирів, у тому числі розсільних, сприяє підвищенню ефективності переробки молока, зміцненню економіки молочної промисловості та забезпеченню продовольчої безпеки країни. Тому технологія виробництва та якість продукції, а саме розсільних сирів, привертає особливу увагу і заслуговує на детальний аналіз. Вважаємо, що тема кваліфікаційної роботи, яка присвячена удосконаленню технології м'яких розсільних сирів є досить актуальною, а вибір теми обґрунтованим.

Метою роботи було удосконалення технології виробництва м'яких розсільних сирів на прикладі сиру моцарела.

Для досягнення поставленої мети було вирішено наступні завдання:

- здійснити систематизований аналіз наукових і науково-практичних джерел, що висвітлюють проблематику кваліфікаційної роботи;
- охарактеризувати базу проведення досліджень із урахуванням виробничих та технологічних особливостей;
- провести оцінювання показників якості молока-сировини, що використовується у виробництві;
- виготовити продукцію за діючою та удосконаленою технологією;
- провести комплексну оцінку якості виготовленої продукції за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками;
- ідентифікувати критичні контрольні точки технологічного процесу та розробити схеми технохімічного і мікробіологічного контролю;
- визначити економічну ефективність виробництва розсільного сиру;

– узагальнити результати досліджень, сформулювати висновки та розробити практичні рекомендації.

Об’єкт дослідження – молоко-сировина, сир розсільний.

Предмет дослідження – технологія розсільних сирів.

Кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, пропозицій, переліку інформаційних джерел. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи становить 63 сторінок комп’ютерного тексту. У тексті кваліфікаційної роботи міститься 8 таблиць; 5 рисунків, перелік використаних інформаційних джерел містить 56 найменування.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Класифікація і характеристика розсільних сирів

Найпопулярнішими видами розсільних сирів серед поціновувачів цього молочного продукту є: бринза, сулугуні, моцарела, фета та деякі інші.

Розсільні сири особливо цінуються у споживачів молочної продукції. Асортимент та вимоги до якості розсільних сирів регламентуються ДСТУ 7996:2015 «Сири розсільні. Загальні технічні умови» [24] та ДСТУ 7065:2009 «Бринза. Загальні технічні умови» [23].

Інтерес до м'яких сирів, зокрема розсільних, обумовлений низкою виробничих і споживчих переваг. Виробники віддають перевагу цим видам сирів через ефективне використання молочної сировини, можливість реалізації продукції без тривалого визрівання або з коротким терміном визрівання до 14 днів, а також завдяки високим органолептичним властивостям, що цінуються споживачами.

М'які розсільні сири відзначаються високою харчовою та біологічною цінністю і швидкою оборотністю капіталовкладень, що робить їх привабливими для виробників. Особливої уваги заслуговують сичужні розсільні сири, які вирізняються підвищеним вмістом кухонної солі. Розсільні сири традиційно вважаються національним продуктом південних регіонів Європи та Кавказу [54].

Українська бринза, яка є найпоширенішим видом розсільного сиру в Карпатах, хоча й відноситься до цієї категорії, не проходить дозрівання у розсолі в прямому сенсі, але історично виготовлялася в гірських районах шляхом заквашування молока саморобним ферментом – клягом. Головки бринзи формувалися самопресуванням, витримувалися до шести днів на полицях над тліючим вогнищем, що забезпечувало одночасно процеси дозрівання та легкого копчення. Після цього сирні головки пересипали сіллю і зберігали в дерев'яних бочках у прохолодних приміщеннях, переважно у

льосі, де сир набував пікантної гіркуватості. На Закарпатті традиційно проводиться щорічний фестиваль «Гуцульська бриндзя», присвячений саме цьому продукту [46].

На українському ринку також популярний розсільний сир фета, який походить з Греції. Технологія виготовлення фети близька до бринзи, проте готовий продукт відрізняється смаком і консистенцією. Фета відноситься до білих сирів і користується великою популярністю на Балканах та у країнах Близького Сходу. Зростання попиту на фету призвело до збільшення її виробництва в окремих європейських країнах, включно з Україною. Проте лише Греція має право виробляти сир під назвою «фета», що було підтверджено рішенням Європейського суду справедливості у 2005 році, надавши цьому продукту статус Protected Designation of Origin – контрольованого географічного походження. Назва «фета» походить від італійського слова *fetta*, що означає «скибка». Класична фета виробляється з овечого молока, з додаванням 5–10 % козиного, без використання консервантів та барвників.

У регіонах Балкан і Карпат також виготовляють сири, споріднені з фетою: болгарський сирене, іранський лігван, українська бринза, турецький бейаз пейнір, румунська бринза, ліванський набульсі та інші, що демонструє широку культурну та гастрономічну спадщину розсільних сирів у світі.

Сир Халумі має багатовікову історію поширення через Європу, Східне Середземномор'я та Левант. Його батьківщина – Кіпр, де традиційно халумі виготовляли з овечого або козячого молока. Технологія виробництва включала сквашування молока з подальшим засолюванням у розсолі, що забезпечувало тривале збереження та характерний смак продукту. Унікальною особливістю халумі є його висока температура плавлення, завдяки чому сир можна смажити або використовувати у приготуванні різноманітних страв. Він є основою класичної грецької страви саганакі, а також чудово поєднується з м'ясом – особливо з бараниною та свининою. Цікаво, що на Кіпрі халумі традиційно подають із кавуном, вважаючи таке

поєднання освіжаючим у спеку. Заморожений сир зберігає свої властивості протягом місяця, що робить його зручним у використанні та торгівлі.

Сир моцарела, навпаки, здобув світову популярність і є одним із найпоширеніших сирів у кулінарії завдяки своїй ніжній текстурі, легкому смаку та універсальності у приготуванні піци, салатів і запіканок. Його популярність обумовлена швидким плавленням і здатністю формувати тягучі волокна, що робить моцарелу незамінною у багатьох гастрономічних традиціях світу [5].

Моцарела відіграє велику роль на світовому сирному ринку, зокрема на ринку Північної Америки. Сироробні заводи регіону виробляють понад 100000 кг сиру для піци щодня, оскільки піца є надто популярною в країнах Америки [8, 12].

Моцарела походить з Італії, проте з часом цей сир перетворився з локального продукту південної Італії на один із найвідоміших і найпопулярніших сирів у світі [30]. Традиційно моцарела виготовлялася з буйволячого молока, що надавало їй насичений смак і кремову текстуру. Сьогодні ж більшість виробленого сиру моцарела виготовляється з коров'ячого молока, що робить його більш доступним для глобального ринку, гомогенізованого і суміші молока [13].

Моцарела належить до категорії так званих «сирних макаронних виробів» або «розтягнутих сирів», завдяки чому вона набуває унікальної волокнистої структури та тягучої текстури, що робить її незамінною для приготування піци, запіканок і салатів [4, 5, 6, 7].

До 1940-х років моцарела практично не виходила за межі Італії і споживалася обмежено, переважно локально. Проте згодом її популярність різко зросла завдяки світовому інтересу до італійської кухні, зокрема до таких страв, як піца та різноманітні запіканки, де моцарела стала невід'ємним інгредієнтом, що підкреслює смак і надає стравам характерної тягучої текстури [1, 8]. Більше половини всього сиру моцарела, що споживається в США, використовується на виробництво піци. Однак, моцарела, яка

використовується як начинка для піци, значно відрізняється від традиційного свіжого сиру моцарела за функціональністю і зовнішнім виглядом.

Традиційна італійська моцарела є свіжим, недозрілим сиром з м'яким молочним смаком і високим вмістом вологи. Водночас моцарела, призначена для використання у піці, зазвичай проходить період дозрівання, щоб набрати потрібні технологічні властивості. У процесі дозрівання свіжий сир зазнає значних фізико-хімічних змін, що впливає на його текстуру, еластичність та здатність до плавлення, забезпечуючи бажаний функціональний ефект під час приготування страв [4].

Моцарелу класифікують на чотири основні типи залежно від вмісту жиру та води: класична моцарела, моцарела з низьким вмістом вологи, частково знежирена моцарела та частково знежирена моцарела з низьким вмістом вологи. Найпоширенішою є частково знежирена моцарела з пониженою вологістю, яку широко використовують у харчовій промисловості, зокрема для піци, завдяки її відмінним функціональним властивостям. Для її виробництва застосовують пастеризоване коров'яче молоко з жирністю близько 1,8 %, заквашене комбінацією термофільних культур, таких як *Lactobacillus spp.* та *S. thermophilus*, що забезпечує оптимальну текстуру та плавлення сиру [18].

Хоча більшість вироблених у всьому світі моцарел використовують теплолюбні культури, є кілька винятків, коли застосовуються мезофільні закваски. Вибір заквасочних культур залежить від швидкості підкислення, необхідної в сирі під час приготування [7].

Моцарела з пониженим вмістом вологи відрізняється від столової версії не лише зменшеним вмістом жиру, а й додаванням лактобактерій у заквасці, які зазвичай не використовуються у традиційній моцарелі. Це введення лактобактерій зумовлене потребою у більш швидкому підкисленні, що дозволяє досягти оптимальної вологості та структури сиру, необхідної для використання у піці [7].

Моцарела з вмістом вологи понад 52 % виробляється вкрай рідко через технологічні складнощі: такі сири важче подрібнювати, вони швидше матуються і мають значно коротший термін зберігання, що ускладнює їх комерційне виробництво та реалізацію [5].

Історично склалося так, що в різних країнах світу сири можуть мати однакові назви, але виготовлятися за різними технологіями, або навпаки – різні назви при схожій технології виробництва. На європейському ринку розсільних сирів провідні позиції займають Данія та Німеччина, тоді як Греція контролює відносно невелику частку ринку. Проте всередині країни греки споживають до 100 тис. т сиру на рік, експортуючи приблизно половину цього обсягу. Світове річне споживання розсільних сирів оцінюється на рівні близько 700 тис. т, а ринок сирів типу фети сягає приблизно 1 млн євро. Експортний потенціал фети орієнтований на країни з великими громадами етнічних греків, зокрема США, Австралію та держави Євросоюзу [46].

На сьогодні у світі не існує єдиної загальноприйнятої класифікації сирів, що створює труднощі для виробників, експертів та споживачів. Назви одного й того ж сиру можуть відрізнятися в різних країнах, або навпаки – сири з однаковою назвою виготовляються за різними технологіями. Це ускладнює стандартизацію якості, формування асортименту та маркування продукції. Виробникам складно позиціонувати свою продукцію на міжнародному ринку, а споживачам – орієнтуватися у характеристиках сирів.

1.2. Особливості технології розсільних сирів

Сучасне виробництво сиру є надзвичайно складним технологічним процесом, що поєднує в собі багаторівневі механічні, біохімічні та масообмінні операції, а також численні фізичні, хімічні та біологічні явища. Кожен етап технології – від сквашування молока до формування та дозрівання сирної головки – передбачає взаємодію білкових, жирових та

водних компонентів молока, активність мікроорганізмів, контроль температури, вологості та інших параметрів середовища. На якість кінцевого продукту впливають склад сировини, вид і активність заквасок, тривалість ферментації, інтенсивність перемішування та процеси теплової обробки. Водночас, технологія сиру вимагає точного регулювання фізико-хімічних властивостей та масообміну компонентів, що забезпечує формування бажаної текстури, консистенції, аромату та смакових якостей [1, 40, 41, 48].

Відповідно до вимог ДСТУ 7996:2015 «Сири розсільні. Загальні технічні умови» [24] При виробництві різних видів сирів використовується така основна сировина та матеріали: коров'яче молоко не нижче першого гатунку (ДСТУ 3662); знежирене молоко та вершки коров'ячого походження згідно з ДСТУ 3662; вершки та маслянка, що відповідають діючим нормативним вимогам; бактеріальні закваски для сироваріння вітчизняного та імпортного виробництва, дозволені центральним органом охорони здоров'я. Для коагуляції використовують сичужний порошок, харчовий пепсин або інші ферментні препарати аналогічної дії, узгоджені з чинними нормативами. Додатково застосовують кальцій хлористий зневоднений не нижче першого гатунку або фармакопейний, кухонну сіль нейодовану, мелену, сорту не нижче «Екстра» для засолювання сирного зерна, а також харчові барвники та добавки: екстракт аннато, водорозчинний β -каротин, калій азотнокислий і натрій азотнокислий, дозволені органом охорони здоров'я. Для регулювання технологічних процесів допускається використання калієвої селітри марок А, Б, В, а також питної води відповідної якості. Така комбінація інгредієнтів забезпечує безпечність, стабільність та високі органолептичні властивості готового продукту [24].

Основні технологічні процеси під час виробництва розсільних сирів мають таку послідовність:

- приймання та первинна обробка молока;
- підготовка молока до звертання;
- звертання молока;

- обробка згустку;
- соління;
- дозрівання сиру;
- кінцева обробка сиру.

Приймання молока для сироваріння є критичною стадією технологічного процесу, оскільки саме від якості сировини залежить кінцевий продукт. Оцінка молока включає не лише стандартні фізико-хімічні показники, а й додаткові дослідження, спрямовані на визначення його придатності для виготовлення сирів. Використовується лише молоко від здорових тварин, отримане з господарств або приватних господарств та підтверджене актуальним ветеринарним сертифікатом строком дії до одного місяця.

За фізико-хімічними та мікробіологічними показниками молоко повинно відповідати високим стандартам: ступінь чистоти – не нижче першої групи, густина – не менше 1027 кг/м^3 , титрована кислотність – у межах 16–18 °Т, редуктазна та сичужно-бродильна проби – I або II класу. Кількість спор мезофільних анаеробних лактатзброджувальних бактерій регламентується технологічними вимогами: для сирів, що піддаються високотемпературній обробці другого нагрівання, – не більше однієї спори на 1 см^3 молока, для сирів із низькотемпературним другим нагріванням – до десяти спор. У випадку підвищеного бактеріального обсіменіння допускається використання спеціалізованих заквасок або інших методів пригнічення небажаної мікрофлори, що забезпечує безпеку та стабільність технологічного процесу.

Щоденний контроль кожної партії молока включає визначення кислотності методом титрування, ступеня чистоти за еталоном, густини, температури та кількості соматичних клітин. Декілька разів на декаду проводять розширені аналізи – клас молока за сичужно-бродильною пробою, редуктазну пробу та бактеріальне обсіменіння. У разі виявлення молока низької якості дослідження здійснюють щодня, при цьому достовірність редуктазної проби підтверджується відсутністю інгібіторів росту

молочнокислих мікроорганізмів. Кількість спор мезофільних анаеробних бактерій оцінюють із застосуванням селективних живильних середовищ.

Стандартизовані методики використовуються для визначення титрованої кислотності, густини, ступеня чистоти, масової частки жиру та бактеріального обсіменіння. Масову частку білка оцінюють методом формольного титрування або на спеціалізованому молочному аналізаторі. Додатково контролюють наявність маслянокислих бактерій, соматичних клітин, а також сиропридатність молока, що забезпечує високий рівень технологічної безпеки та відтворюваності якості сиру.

Такий комплексний підхід до приймання та оцінювання молока створює надійну основу для стабільного виробництва високоякісних сирів, забезпечуючи відповідність сировини санітарним, фізико-хімічним і мікробіологічним вимогам та сприяє оптимізації технологічного процесу на кожному етапі сироваріння [14, 16, 32].

Для виробництва сиру з певним жиром, що відповідає заданим стандартам необхідно регулювати склад сировини. Процес нормалізації молока можна проводити шляхом змішування складових частин цільного молока (вершків, знежиреного молока) або безперервно в потоці. Нормалізація молока змішуванням здійснюється в ємкостях для зберігання, ваннах, обладнаних змішувальним обладнанням. Для зменшення масової частки жиру в незбираному молоці змішують зі знежиреним молоком, а для збільшення – з вершками [41, 42].

Під час пастеризації молока частина кальцієвих солей переходить у нерозчинну форму, що негативно впливає на здатність молока до сичужного згортання. Для корекції мінерального складу та забезпечення оптимальної концентрації іонізованого кальцію у технологічному процесі використовують хлористий кальцій. Дозрівання сиру відбувається під впливом ферментів та ферментативних систем мікроорганізмів. Формування органолептичних показників твердих сирів визначається активністю молочнокислих анаеробних бактерій, тоді як у м'яких сирах домінують аеробні та

слизоутворюючі мікроорганізми. Таким чином, технологічний процес виробництва сиру зводиться до створення умов для оптимального розвитку мікрофлори у сирній масі, при цьому її склад та об'єм контролюються вибором закваски, внесеної в суміш.

Згусток отримують за допомогою ферментів тваринного та бактеріального походження. Класичним препаратом є сичужний порошок, який добувають із слизової оболонки четвертого шлункового відділу телят та ягнят. Також застосовують пепсини та комбіновані молокозгортуючі ферменти тваринного походження. Формування сичужного згустку є найскладнішим етапом біотехнології сироваріння, оскільки воно базується на ензиматичному перетворенні казеїну в параказеїн, що утворює просторову структуру згустку. Одночасно відбуваються фізико-хімічні перетворення, спрямовані на забезпечення сприятливих умов для подальших мікробіологічних та ферментативних процесів, необхідних для виробництва сиру.

Метою обробки згустку є контроль вологості сирної маси: у ній має залишатися певна кількість сироватки з розчиненими цукрами та мінеральними солями. Механічним шляхом здійснюють різку згустку та постановку сирного зерна. Формування сиру виконується трьома способами: із пласта, насипом або наливом, метою яких є відділення сироватки та надання масі необхідної форми.

Пресування спрямоване на подальше зневоднення та формування однорідної структури сирної маси. Початковою стадією є самопресування, під час якого триває молочнокисле бродіння. Далі здійснюють пресування під пресом до досягнення бажаного рівня активної кислотності рН 5,3–5,9.

Процес соління забезпечує формування смаку та регулює мікробіологічні та ферментативні процеси в сирі. Він включає два масообмінні явища: дифузю солі в масу сиру, зумовлену різницею концентрацій у розсолі та сирній масі, та зворотний потік сироватки в розсіл під впливом осмотичного тиску. Вміст солі в сирі залежить від розмірів сиру,

вмісту вологи, температури, кислотності, концентрації розсолу, нормативних вимог до конкретного виду сиру, тривалості соління та щільності поверхневого шару [36, 37].

Метою дозрівання сиру є формування його характерних органолептичних властивостей – смаку, аромату, консистенції та малюнка сирної маси. Досягнення цих якостей забезпечується створенням контрольованих та спрямованих змін у складових компонентах молока, які переходять у сир. Процес дозрівання являє собою складну сукупність біохімічних, мікробіологічних та фізико-хімічних явищ, що відбуваються безпосередньо в сирній масі. Основним рушієм цих перетворень виступає мікрофлора, активність якої реалізується через дію бактеріальних екзоферментів, що діють поза клітиною, та ендоферментів, що функціонують у клітині мікроорганізму, спрямовуючи трансформацію білкових, ліпідних та вуглеводних компонентів сиру [14, 53, 55].

Розсільні сири об'єднують у групу за спільними органолептичними характеристиками, технологією виготовлення та хімічним складом. Для їх виробництва зазвичай використовують пастеризоване коров'яче молоко, проте можливе застосування овечого, козяче молоко або їх сумішей. До молока додають бактеріальні закваски та молокозгортальні ферменти, після чого отриману сирну масу формують і пресують. Наступним етапом є поміщення сиру в сольовий розчин, де відбувається одночасне дозрівання та зберігання продукту.

Характерною особливістю розсільних сирів є високий вміст солі (4–7 %) та помірно висока вологість (47–53 %). Ці сири не утворюють кірки, відзначаються виразним солоним смаком із легким кисломолочним присмаком, у більшості присутні вічка різної форми. Консистенція однорідна, щільна, злегка ламка, а малюнок сирної маси відсутній.

Серед представників групи особливе місце займає бринза. Традиційно вона має форму куба масою від 1 до 1,5 кг. Дозрівання бринзи в розсолі за класичною технологією триває 15–30 днів. Масова частка жиру в готовому

продукті коливається від 45 до 50 %, вологи – 50–55 %, солі – 3–5 %. Смак сиру чистий, кисломолочний, консистенція ніжна й ламка, а малюнок сирної маси відсутній [23].

Різновидом бринзи є гуцульська бринза, яка відзначається м'якою та ніжною текстурою і скороченим терміном дозрівання – до 15 діб. Вміст жиру сягає до 50 %, вологість близько 48 %, а концентрація солі коливається в межах 3–4,5 %.

Столовий сир, що виготовляється із суміші знежиреного молока та маслянки, може реалізовуватися як свіжим, так і зрілим. Тривалість дозрівання свіжого сиру становить до 5 діб, тоді як зрілий сир визріває не менше 15 днів.

Сир сулугуні після процесу чеддеризації піддають плавленню, після чого формується та дозріває в розсолі протягом 1–3 діб. Головки сиру мають форму низьких циліндрів масою від 0,3 до 0,8 кг або 1–1,5 кг. Вміст жиру у готовому продукті становить близько 45 %, вологи – 50 %, а солі – 1–1,5 %.

Особливістю технології розсільних сирів є використання пастеризованого молока з додаванням заквасок та молокозгортальних ферментів, формування та пресування сирної маси з подальшим дозріванням і зберіганням у сольовому розчині. Ці процеси забезпечують характерні органолептичні властивості – підвищену вологість, солоний смак та однорідну консистенцію, а також визначають хімічний склад і безпеку готового продукту.

1.3. Напрями удосконалення технологій розсільних сирів

Метою досліджень Євенко Г. А., Куник О. М., Юрова Т. А., Морозова М. А. [30] була експертиза та встановлення визначальних ознак для ідентифікації зразків м'яких розсільних сирів по типу фети окремих торгових марок, які реалізуються в мережі магазинів України. При цьому

вибрано критерії для ідентифікації та експертизи розсільних сирів по типу фети – аналіз упаковки товару, повнота маркування, органолептичні показники відповідно до діючої нормативно-технічної документації.

Дослідження Євенко Г. А., Куник О. М., Юрова Т. А. [29] були спрямовані на розробку технології виробництва сиру фета способом ультрафільтрації. Так, авторами було запропоновано блок-схему виробництва розсільного сиру способом ультрафільтрації, яка передбачає згущення суміші до заданого вмісту сухої речовини, внесення ферментного препарату і солі, в результаті чого відбувається швидка коагуляція, і упакування готового продукту. Також було складено схему впровадження системи НАССР під час його виробництва.

Інші науковці Непошивайленко Н. О., Корнієнко І. М., Анацький А. С. [35] у своїх експериментах доводять важливість способу підготовки молока-сировини й оптимізації рецептури при виробництві молодих сирів, які відрізняються підвищеним титром молочнокислих бактерій, – це позитивно впливає на органолептичні показники, харчову та біологічну цінність розсільного сиру бринза. Особливої уваги дослідження та перспективність їх впровадження актуальна для виробництва в умовах дрібних крафтових сироварень. Основним завданням досліджень було оптимізувати рецептуру виробництва розсільного сиру бринза із вибором придатної сировини з метою отримання продукту з підвищеними функціональними властивостями за рахунок підвищеного титру корисних молочнокислих бактерій.

Гладкий А. І., Наконечна Ю. Г., Бородай А. Б. [18] описали результати досліджень по визначенню за органолептичних показників розсільного сиру з максимальною заміною хлориду натрію хлоридом калію, яка становить 30 %. Виготовляли сир бринзу. При заміні хлориду натрію більш ніж на 30 %, виготовлена продукція набувала гіркового смаку. При 20 та 30 % заміні хлориду натрію хлоридом калію не відбувалось негативного впливу як на органолептичні, так і на фізико-хімічні показники сиру бринза. Також авторами встановлено, що застосування препарату FD-DVS FreshQ, яка

представляє собою біозахисну ліофілізовану мезофільно-термофільну культуру компанії «Miltex», разом із заміною хлоридом калію досить позитивно впливало на формування органолептичних показників.

Рижкова Т. М., Дюкарева Г. І., Лівощенко І. М., Перекрест Н. Г., Пасека Р. П. [44] у дослідженнях довели, що збагачення сиру сулугуні раціональними дозами йодказеїну (0,01–0,020 мас., %) забезпечило отримання сиру кращої якості та вищої біологічної цінності, порівняно з сиром, виготовленим відповідно до діючої нормативно-технічної документації. А саме: збільшилася щільність згустку, що сприяло зниженню втрат жиру і білка в підсирну сироватку під час його механічно обробки; покращилися органолептичні показники сиру із козиного молока, в першу чергу, нівелювався присмак і запах жиропоту кіз за рахунок зменшення в сирі рівня низькомолекулярних жирних кислот та покращилася структура сирного тіста за рахунок збільшення в ньому рівня ненасичених жирних кислот; підвищилася біологічна цінність сиру за рахунок збільшення суми незамінних амінокислот та насиченням його йодом. Крім того, збільшилася кількість корисної заквашувальної мікрофлори у готовому продукті в 4,6–4,8 разів, порівняно з сиром, виготовленим за традиційною технологією.

На особливі вимоги до якості молока для виробництва сирів звертають увагу багато вчених. Так, Ножечкіна Г. М. [36, 37] вказує, що у технології сиру має використовуватися лише сиропридатне молоко, що за комплексом фізико-хімічних, санітарно-гігієнічних показників і біологічними властивостями відповідає вимогам діючого державного стандарту. Тому завжди гостро стоїть проблема низької якості молока-сировини в нашій країні. Авторка, одним із напрямів удосконалення традиційних технологій сирів виділяє підбір раціональних технологічних процесів та розробку апаратурно-технологічних схем, які направлені на нівелювання окремих вад молока-сировини і підвищення його сиропридатності.

На основі проведених досліджень у крафтовому сировиробництві Голячук С. Є., Гунько Ю. Л., Федорусь Ю. В. [19] роблять висновок, що

внесення пробіотиків при виготовленні м'яких розсільних сирів значно підвищує їх функціональні властивості. Виробництво таких сирів сприятиме збільшенню в раціоні людини частки продуктів, багатих на вітаміни, мінеральні речовини, амінокислоти, харчові волокна та інші корисні речовини. Автори доводять, що використання пробіотиків при виробництві розсільних м'яких сирів сприяє інтенсифікації процесу сквашування. Особлива увага під час виробництва молочних продуктів з використанням різноманітних пробіотиків приділяється впровадженню комплексного підходу, що передбачає собою інтенсифікацією процесів. Це відбувається за рахунок поєднання традиційних та нетрадиційних технологій виробництва молочної продукції. Для досягнення мети досліджень колектив авторів у своїх дослідженнях використовував закваски з пробіотиками або ж, власне, пробіотики. При організації виробництва м'яких сирів з пробіотиками відкриваються нові перспективи за рахунок можливості розширення асортименту продукції з підвищеними лікувально-профілактичними властивостями.

Також використання у технології пробіотичних сирів заквасок лактобактерій прямого внесення, що мають незмінний склад та досить високу концентрацію життєздатних клітин, досліджували Ткаченко Н. А., Скрипніченко Д. М. [55]. Авторами обґрунтовано параметри ферментації молочної основи для виробництва м'яких пробіотичних сирів і встановлено отримання цих продуктів високої, стабільної якості та подовженим терміном зберігання. При цьому уведення до складу заквашувальних культур під час виробництва м'яких сирів адаптованих до молока біфідобактерій та ацидофільної палички, що мають сильні антагоністичні, пробіотичні та імуномодулюючі властивості, зумовлює високі пробіотичні властивості готового продукту з відносно невисоким рівнем кислотності.

Цісарик О. Й., Мусій Л. Я., Сливка І. М., Молокус Т. Ф. [56] одним із напрямів удосконалення традиційних технологій м'яких сирів виділяють підбір молокозсідальних ферментів, оскільки у виробництві сирів є зсідання

молока є чи не головною технологічною операцією. Ферменти тваринного і рослинного походження, які використовуються для згортання молока, відомі людству давно. Історично для отримання згустку з молока застосовували переважно натуральний молокозгортальний сичужний фермент, який отримували із шлунків ссавців.

Зростання світового виробництва сирів призвело до дефіциту традиційного сичужного ферменту, який спостерігався до середини 1970-х років у країнах з розвиненим сироварінням, таких як Європа, США, Нова Зеландія та Австралія. Це створило необхідність у пошуку альтернативних джерел сировини для виготовлення молокозгортальних препаратів, здатних замінити класичний сичужний порошок, який довгий час вважався стандартом у сироробстві. Сучасні молокозгортальні ферменти нового покоління, вироблені бактеріями або грибами, максимально наближені за дією до природного сичужного ферменту. Найбільш ефективними є ті препарати, що швидко розривають взаємодію гідрофільних і гідрофобних ділянок к-казеїну, не погіршуючи органолептичні характеристики сиру та не зменшуючи його вихід. Сучасні ферментні препарати відрізняються між собою співвідношенням хімозину і пепсину та молокозгортальною активністю.

[56] у дослідженні оцінювали ефективність трьох молокозгортальних ферментних препаратів різного походження: верблюжого СНУ-МАХ Powder Extra NB виробництва «Хр. Хансен Україна», мікробіального Meito компанії Meito Sanguo Co та телячого ферменту від ООО «Семенко». Результати показали, що час зсідання молока при виготовленні моцарели становив 25 хвилин для верблюжого ферменту, 29 хвилин для мікробіального та 34 хвилини для телячого. Аналіз виходу готового продукту свідчить, що з комерційної точки зору найдоцільніше використовувати верблюжий фермент СНУ-МАХ для виробництва моцарели, оскільки він забезпечує швидке зсідання та оптимальний вихід сиру.

Тим же колективом авторів [45] було проведено поглиблені дослідження щодо розробки технології м'якого сиру моцарела із використанням різних способів згортання білків молока та зроблено порівняльний аналіз ефективності їх застосування. Було досліджено ефективність процесу згортання білків молока за двома способами: за рахунок внесення заквашувальної культури прямого внесення та за допомогою розчину лимонної кислоти.

Дослідження показали, що застосування розчину лимонної кислоти для коагуляції молока значно прискорює технологічний процес: тривалість зсідання становила лише 25 хвилин, що приблизно у 12 разів швидше порівняно з використанням бактеріальної закваски. Крім того, вихід сиру підвищувався на 9 %, що робить цей метод привабливим для комерційного виробництва моцарели з метою збільшення прибутку. Органолептична оцінка показала, що моцарела, виготовлена із застосуванням лимонної кислоти, мала виразний сирний і кисломолочний смак, приємний аромат без сторонніх присмаків, що перевищує показники продукту, виготовленого за допомогою заквашувальної культури прямого внесення. Водночас, під час зберігання відбувалися зміни фізико-хімічних і органолептичних характеристик: кращі показники стабільності смаку, аромату та текстури спостерігалися у моцарели, для коагуляції білків якої використовували заквашувальну культуру прямого внесення. Таким чином, використання лимонної кислоти доцільне для швидкого виробництва та збільшення виходу сиру, тоді як заквашувальна культура забезпечує кращу стабільність якості під час зберігання [45].

Результати досліджень Прудніков В. Г., Лисенко Г. Л., Гейда І. М., Леппа А. Л., Боднарчук І. М. [43] узгоджуються з даними попередніх авторів. У статті наведено обґрунтування експрес-технології при виробництві м'якого сиру типу моцарела, який виготовляли за експрес-технологією, відмінністю якої від традиційно прийнятої технології, було використання водного розчину лимонної кислоти як коагулянта білка. Решта технологічних

операцій були ідентичними традиційній технології. Використання лимонної кислоти для коагуляції білка молока скорочує час процесу чеддеризації, тобто зменшує тривалість згортання молока, забезпечує формування сирної маси потрібної консистенції для подальшого плавлення та витягування.

Рябченко Н. О., Рудавська Г. Б. [39] у ході досліджень було вивчено технологічні особливості виробництва м'якого розсільного сиру, для коагуляції білка якого застосовували підсирну сироватку. Після відділення сироватки у сирне зерно додавали суміші дієтичної добавки «Ламінаду» та «Паприки» у кількості 0,5 % і 0,2 % від маси готового продукту відповідно. Дозрівання та зберігання сиру відбувалося у розсолі на основі сироватки. Застосовані технологічні рішення забезпечили ефективне використання вторинної молочної сировини, зменшили втрати маси розсільного сиру під час дозрівання та зберігання, а також сприяли підвищенню концентрації корисних мікроелементів у готовому продукті.

Отже, удосконалення технологій розсільних сирів зосереджується на підвищенні якості та безпеки продукції, оптимізації процесів дозрівання та соління, використанні сучасних заквасок і ферментів для покращення органолептичних властивостей, а також на скороченні втрат сировини та підвищенні ефективності виробництва.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Матеріали та місце проведення досліджень

Дослідження за тематикою кваліфікаційної роботи проводилися на базі Експертного центру «Milk Local Product», що функціонує при факультеті технологій тваринництва та продовольства Полтавського державного аграрного університету. Наукове керівництво та загальну координацію діяльності центру здійснює Кузьменко Лариса Михайлівна – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, професор кафедри біології продуктивності тварин імені академіка О.В. Квасницького.

Експертний центр «Milk Local Product» був заснований у 2021 році на базі факультету технологій виробництва і переробки продукції тваринництва як складова реалізації міжнародного проєкту «Підвищення спроможності університетів ініціювати та брати участь у розвитку кластерів на принципах інновацій та сталості» (UniClaD). Проєкт впроваджується за підтримки програми Європейського Союзу ERASMUS+, що сприяє інтеграції наукових досліджень, інноваційних підходів та практичної підготовки фахівців у сфері аграрних і харчових технологій [34].

Діяльність експертного центру спрямована на посилення конкурентних позицій регіону шляхом формування та просування локальних молочних продуктів. Це досягається через кооперацію місцевих виробників крафтової молочної продукції, розвиток експертного центру «Milk Local Product» як сучасного бізнес-кластеру. Такий підхід поєднує наукову, виробничу й освітню складові, створюючи підґрунтя для сталого розвитку регіонального молочного сектору.

Експериментальні та аналітичні дослідження відповідно до завдань кваліфікаційної роботи виконувалися у період з вересня по листопад 2025 року. Матеріально-технічна база молочного цеху дає змогу здійснювати виробництво широкого асортименту незбирано-молочної продукції, зокрема

кефіру, йогурту та сметани, вершкового масла, морозива, а також різних видів сирів – кисломолочного, м'якого свіжого і зрілого розсільного, твердого та інших сирних продуктів.

Основним елементом технологічної лінії по виробництву сиру є сировиготовлювач місткістю 120 л, який забезпечує реалізацію основних етапів сироробного процесу: пастеризацію та перемішування молока, його охолодження до температури заквашування, підтримання заданого температурного режиму під час утворення згустку, розрізання згустку, обробку сирного зерна, а також відокремлення сироватки. Передача тепла в апараті здійснюється через пристінну сорочку шляхом подачі гарячої або холодної води, що дозволяє точно регулювати параметри технологічного процесу.

Окрім цього, молочний цех оснащений сепаратором-вершковідокремлювачем, камерою для визрівання сирів, пресами, ваговим обладнанням, формувальним столом і формувальним візком зі спеціальними штуцерами для відведення сироватки. У виробничому приміщенні також наявні холодильне та морозильне обладнання, дистилятор, достатня кількість ємностей для транспортування і зберігання молока та сироватки, а також широкий набір форм, що дозволяє виготовляти сири різних типів і конфігурацій.

2.2. Матеріали та методи досліджень

Метою роботи було удосконалення технології виробництва м'яких розсільних сирів на прикладі сиру моцарела.

Для досягнення поставленої мети було вирішено наступні завдання:

- здійснити систематизований аналіз наукових і науково-практичних джерел, що висвітлюють проблематику кваліфікаційної роботи;
- охарактеризувати базу проведення досліджень із урахуванням виробничих та технологічних особливостей;

- провести оцінювання показників якості молока-сировини, що використовується у виробництві;
- виготовити продукцію за діючою та удосконаленою технологією;
- провести комплексну оцінку якості виготовленої продукції за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками;
- ідентифікувати критичні контрольні точки технологічного процесу та розробити схеми технохімічного і мікробіологічного контролю;
- визначити економічну ефективність виробництва розсільного сиру;
- узагальнити результати досліджень, сформулювати висновки та розробити практичні рекомендації.

Об'єкт дослідження – молоко-сировина, сир розсільний.

Предмет дослідження – технологія розсільних сирів.

Методи дослідження: аналітичні (огляд літератури за темою кваліфікаційної роботи), фізико-хімічні (оцінка якості хімічних та фізичних властивостей і показників розсільного сиру), бактеріологічні (оцінка мікробіологічного забруднення молока і розсільного сиру), інструментальні (дослідження кислотності молока і сиру за допомогою рН-метра), економічні (розрахунок економічної ефективності виробництва сиру), математичні (обробка числових масивів даних), метод спостереження.

Молоко сире, призначене для виробництва сиру було придбане в магазині мережі «Рідне село». Молоко було отримане від здорових корів в господарстві, яке є благополучним щодо інфекційних захворювань. Молоко після доїння було профільтроване та охолоджене. Воно натуральне незбиране, чисте, без сторонніх, не властивих свіжому молоку присмаків і запахів. За зовнішнім виглядом та консистенцією – однорідна рідина від білого до ясно-жовтого кольору, без осаду та згустків [16, 20].

Температуру молока вимірювали безпосередньо в ємності для транспортування, в якій сировина була доставлена на переробку – пластиковий бідон місткістю 20 л.

Вимірювання температури молока скляним рідинним термометром

Термометр занурювали в молоко до нижньої від цифрованої позначки та витримували в ньому не менше 2 хвилин. Показники знімали, не витягуючи термометр з молока.

Відбирання проб та їх підготовка до аналізу

Відбір зразків і їх підготовку до подальших досліджень здійснювали відповідно до вимог ДСТУ ISO 707:2002 «Молоко та молочні продукти. Настанови з відбирання проб» [28, 32], який регламентує як загальні принципи відбору проб молока та вершків, так і специфічні вимоги до відбору зразків окремих видів продукції. Оцінювання якості молока за фізико-хімічними й мікробіологічними показниками проводили шляхом аналізу лабораторної проби, відібраної з об'єднаної проби, сформованої окремо для кожної партії сировини.

Процедура приймання молока розпочиналася з візуальної перевірки стану тари. Перед безпосереднім відбором зразків молоко у бідонах ретельно перемішували колотівкою протягом 3–4 хвилин (або з використанням механічних мішалок), забезпечуючи повну однорідність маси та уникаючи утворення піни. Точкові проби відбирали спеціальним пробовідбірником – металевою циліндричною трубкою з постійним внутрішнім діаметром 9 мм по всій довжині.

Окремі точкові проби зливали в загальну ємність і після ретельного перемішування формували об'єднану пробу об'ємом близько 1,0 дм³. Для проведення аналітичних визначень з неї відбирали лабораторну пробу об'ємом приблизно 0,5 дм³. Під час підготовки зразків до технохімічного аналізу молоко додатково гомогенізували шляхом дворазового переливання з однієї посудини в іншу, після чого підігрівали на водяній бані з температурою 48±2 °С до 35±5 °С. Надалі пробу охолоджували до 20±2 °С, що забезпечувало рівномірний розподіл жирової фракції в об'ємі молока та підвищувало достовірність результатів аналізу.

Органолептичні дослідження якості молока

Оцінка смаку та запаху молока проводиться згідно таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Шкала органолептичної оцінки молока

Запах та смак	Оцінка молока	Бали
Чистий, приємний, злегка солодкуватий	Відмінно	5
Недостатньо виражений, пустий	Добре	4
Слабкий кормовий, слабо-окислений, слабо-хлівний, слабо-ліполізний, слабо-нечистий	Задовільно	3
Виражений кормовий, в т.ч. цибулі, часнику, полиню та інших трав, що надають молоку гіркий смак, солоний, окислений, ліполізний, затхлий	Незадовільно	2
Гіркий, пліснявий, гнилісний запах, смак нафтопродуктів, лікарських, миючих, дезінфікуючих засобів та інших хімікатів	Незадовільно	1

За органолептичними показниками якість молока визначають як безпосередньо після відбирання зразків, так і після зберігання, транспортування та пастеризації [16, 32].

Визначення ступеню чистоти молока

Для встановлення ступеня чистоти молока застосовували спеціальні прилади з площею фільтрувальної поверхні діаметром 27–30 мм. На металеву решітку приладу укладають фільтр, орієнтуючи його гладкою стороною догори. Із попередньо сформованої об'єднаної проби відмірюють 250 см³ молока, яке ретельно перемішують, підігрівають на водяній бані до температури 35±5 °С і заливають у приймальну камеру приладу.

Після завершення процесу фільтрування фільтр обережно виймають, переносять на аркуш пергаментного паперу та висушують у чистому середовищі, уникаючи потрапляння пилу чи сторонніх домішок. Аналіз

виконують у двох паралельних повторностях. Ступінь чистоти молока встановлювали шляхом візуального підрахунку кількості механічних часток, що затрималися на фільтрі.

Результати оцінювали за такою шкалою:

I ступінь – механічні включення відсутні або їх кількість не перевищує двох часток;

II ступінь – на фільтрі виявляється не більше 13 механічних домішок;

III ступінь – наявний помітний осад у вигляді ворсинок, часток корму, піску чи інших видимих забруднень [7, 32].

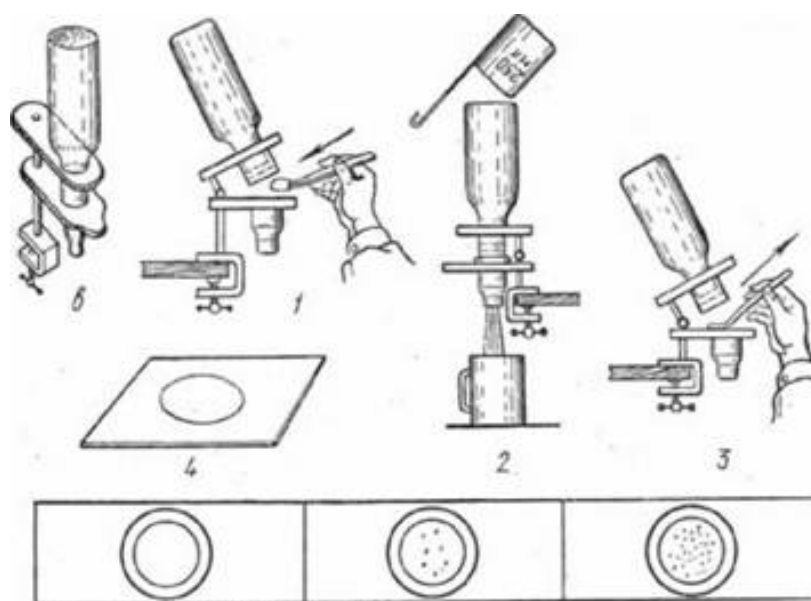


Рис. 1. Визначення групи чистоти молока

в – прилад для визначення ступеню чистоти; 1 – установка фільтру на сітку приладу; 2 – фільтрування молока; 3 – зняття фільтру з сітки приладу; 4 – фільтр на пергаментному папері

Визначення кислотності молока

Визначення кислотності молока проводять титриметричним методом, який ґрунтується на реакції нейтралізації складових молока з кислотними властивостями – органічних кислот, кислих солей, білкових сполук та інших компонентів – розчином лугу за наявності кислотно-лужного індикатора фенолфталеїну.

Перед виконанням аналізу лаборант готує колірний еталон. З цією метою в конічну колбу місткістю 150–200 мл за допомогою піпетки вносять 10 мл молока і 20 мл дистильованої води, після чого додають 1 мл розчину сірчаноокислого кобальту. Підготовлений еталон зберігає придатність для використання протягом 4–6 годин.

Під час проведення аналізу бюретку заповнюють 0,1 н розчином гідроксиду натрію, який готують зі стандарт-титру (фіксаналу); термін придатності такого розчину не перевищує одного місяця. У конічну колбу місткістю 150–200 мл відмірюють 20 мл дистильованої води, додають 10 мл досліджуваного молока та 3 краплі 1 %-го спиртового розчину фенолфталеїну. Отриману суміш ретельно перемішують обертальними рухами та повільно титрують лужним розчином до появи стійкого блідо-рожевого забарвлення.

Об'єм гідроксиду натрію, витрачений на титрування, визначають за шкалою бюретки, а кислотність молока розраховують у градусах Тернера. Додатково в умовах молочного експертного центру для оцінювання активної кислотності молока, молочного згустку та сиру застосовували рН-метр, що дозволяло отримати більш повну характеристику кислотно-лужного стану продукту.

Перевірка молока на наявність інгібіторів

Інгібіторами вважають сполуки, здатні пригнічувати або повністю блокувати перебіг ферментативних реакцій. Контроль молока на наявність таких речовин має принципове значення, особливо у випадках його подальшого використання для виробництва сиру. Присутність інгібіторів у сировині негативно впливає на активність молокозгортальних ферментів і заквасочної мікрофлори, що призводить до порушення або повної відсутності утворення згустку.

Для виявлення інгібуючих речовин у молоці застосовували інкубатор і експрес-тести типу Cowside. Методика ґрунтується на мікробіологічному принципі – високій чутливості спеціально підібраних тест-культур

мікроорганізмів до антибіотиків та інших інгібіторів. За їх наявності життєдіяльність тест-бактерій пригнічується, що відображається на зміні кольору реакційного середовища.

Під час проведення аналізу інкубатор вмикали та доводили його температуру до 64 °С. Після цього у відповідні комірки встановлювали тест-системи з тест-бактеріями, а піпеткою вносили по 1 мл досліджуваного молока. Тривалість інкубації становила 3 години, що задавали за допомогою таймера приладу.

Оцінювання результатів здійснювали за зміною кольору реакційної суміші: поява світло-жовтого забарвлення свідчила про відсутність інгібуючих речовин у молоці, тоді як збереження інтенсивного фіолетового кольору вказувало на наявність інгібіторів і, відповідно, на непридатність такої сировини для сироваріння.

Визначення вмісту антибіотиків в молоці

Для оперативного контролю молока на залишкові кількості антибіотиків застосовують експрес-тест-системи BT Sensor β -lactams + Tetracyclines Combo Test. Це комбінований метод аналізу, що базується на імуноферментному принципі та дозволяє одночасно виявляти антибіотики бета-лактамного ряду і тетрациклінової групи у сирому змішаному коров'ячому молоці.

Уся сировина, яка надходить на сироробне виробництво, обов'язково проходить такий контроль до початку технологічного процесу. У разі отримання позитивного результату молоко не допускається до переробки і повертається постачальнику, оскільки наявність антибіотиків робить його непридатним для сироваріння та може призвести до зриву ферментації.

Поява антибіотиків у молоці, як правило, пов'язана з лікуванням тварин, коли не витримано встановлений ветеринарними вимогами період очікування. Окрім цього, можливі випадки навмисного внесення антибактеріальних препаратів з метою штучного гальмування розвитку

мікрофлори та запобігання підвищенню кислотності, що є проявом фальсифікації молочної сировини.

Дослідження молока на аналізаторі «Ekomilk»

Визначення окремих фізико-хімічних характеристик молока, зокрема густини, масової частки жиру й білка, вмісту сухого знежиреного залишку, а також ознак фальсифікації у вигляді доданої води, здійснювали із застосуванням аналізатора якості молока «Ekomilk». Використання цього приладу дало змогу суттєво оптимізувати як часові, так і матеріальні витрати, пов'язані з проведенням лабораторних досліджень.

Підготовчий етап до виконання аналізу є мінімальним і триває трохи більше п'яти хвилин. Після підключення приладу до електромережі автоматично запускається процес його прогрівання. Про завершення підготовки сигналізує відповідне повідомлення на дисплеї, після чого аналізатор готовий до роботи.

Для проведення вимірювань за допомогою кнопки «меню» обирали необхідний режим роботи (режим «Молоко-1»), після чого у спеціальний слот встановлювали стаканчик із досліджуванним зразком та запускали процедуру натисканням кнопки «Пуск». Після завершення аналізу результати вимірювань автоматично відображались на екрані приладу [22].

Дослідження мікробіологічних показників молока-сировини

Визначення чисельності мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів здійснювали редуктазним методом із використанням метиленового синього. Для проведення аналізу в пробірку вносили 10 мл молока, попередньо підігрітого до температури 38–40 °С, та додавали 2 мл робочого розчину метиленового синього, який готували безпосередньо перед дослідженням шляхом розведення 1 мл основного розчину у 9 мл дистильованої води.

Пробірку герметично закривали стерильною гумовою пробкою та розміщували у водяній бані з температурою 38–40 °С, при цьому рівень води мав перевищувати рівень вмісту пробірки. У процесі інкубації фіксували час

знебарвлення індикатора, здійснюючи спостереження через 10 хвилин, а також через 1 і 3 години, що дозволяло оцінити мікробіологічний стан молока за інтенсивністю відновлення метиленового синього [14, 16, 25].

Відповідно завдань кваліфікаційної роботи було виконано дослідження згідно із схемою (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Схема виробничого дослідження

№ варки	Умови виробництва
1 варка	зсідання білків за участю лимонної кислоти (молоко + ферментний препарат + лимонна кислота)
2 варка	зсідання білків за участю заквашувальної культури прямого внесення (молоко + ферментний препарат + заквашувальна культура + хлористий кальцій)

Тривалість зсідання молока реєстрували від моменту внесення ферменту у молоко до утворення щільного згустку (проба на гострий розлом згустку). У ході досліджень визначали синергетичні властивості згустку шляхом визначення об'єму виділеної сироватки через кожні 10 хвилин протягом 1 години.

У готовому продукті визначали вихід сиру, органолептичні та фізико-хімічні показники.

Дослідження якісних показників сиру

Якість готового продукту – сиру моцарели – визначали за органолептичними показниками та фізико-хімічними показниками за загальноприйнятими методиками [14, 17, 32].

Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, дріжджів і плісневих грибів визначали за ДСТУ 7089:2009, наявність *Salmonella* ДСТУ IDF 93A-2003 [17, 32].

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Якість молока-сировини для виробництва сиру

Молоко для виробництва розсільного сиру було досліджено за комплексом показників, за результатами досліджень було встановлено ґатунок молока відповідно вимог ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови» [20]. За діючим стандартом молоко відповідно до визначених органолептичних, фізико-хімічних показників та вмісту мікроорганізмів і соматичних клітин розділяється на три ґатунки. Відповідність якісних показників дослідженого молока-сировини для виробництва сиру вимогам діючого стандарту наведено у табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Класифікація молока-сировини та відповідність досліджуваних проб вимогам діючого ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови»

Органолептичні показники			
Показник	Характеристика		Відповідність ДСТУ
	за стандартом	досліджувана проба	
1	2	3	4
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

Продовження таблиці 3.1

1	2			3	4
Фізико-хімічні показники					
	екстра	вищий	перший		
Густина (за температури 20 °С), кг/м ³ не менше	1028,0	1027,0	1027,0	1028,7	відповідає
Масова частка сухих речовин, %	≥12,2	≥11,8	≥11,5	11,8	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	220	відповідає
Кількість соматичних клітин, тис./см ³	≤400	≤400	≤500	250	відповідає

Отже, молоко для дослідних варок розсільного сиру моцарела відповідало вимогам вищого ґатунку згідно з ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови». Усі показники якості за параметрами відповідали вимогам ґатунку екстра, окрім вмісту сухого знежиреного молочного залишку (11,8 %) та кількості мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів (220 тис. КУО/см³). Тому молоку було присвоєно вищий ґатунок.

Дослідження молока за допомогою аналізатора наведено на рис. 3.1.



Рис. 3.1. Дослідження молока за допомогою аналізатора «Екомілк»

3.2. Технологія виробництва розсільного сиру

Після оцінки якості молока за комплексом показників та його приймання провели дві варки сиру моцарела відповідно до схеми виробничого дослідження (табл. 2.2).

У першій варці зсідання білків молока відбувалось за участю лимонної кислоти і ферментного препарату.

У другій варці зсідання білків проходило за участю заквашувальної культури прямого внесення, ферментного препарату та хлористого кальцію.

Для зсідання молока використовували молокозгортальний ферментний препарат СНУ-МАХ фірми «Хр. Хансен, Україна», заквашувальну культуру прямого внесення фірми «Хр. Хансен, Україна» RSF-742, 1 % розчин хлористого кальцію, 1,5 % розчин лимонної кислоти.

Виготовлення сиру у першій варці виконували відповідно до технологічної схеми (рис. 3.2), у другій – відповідно до схеми (рис. 3.3).

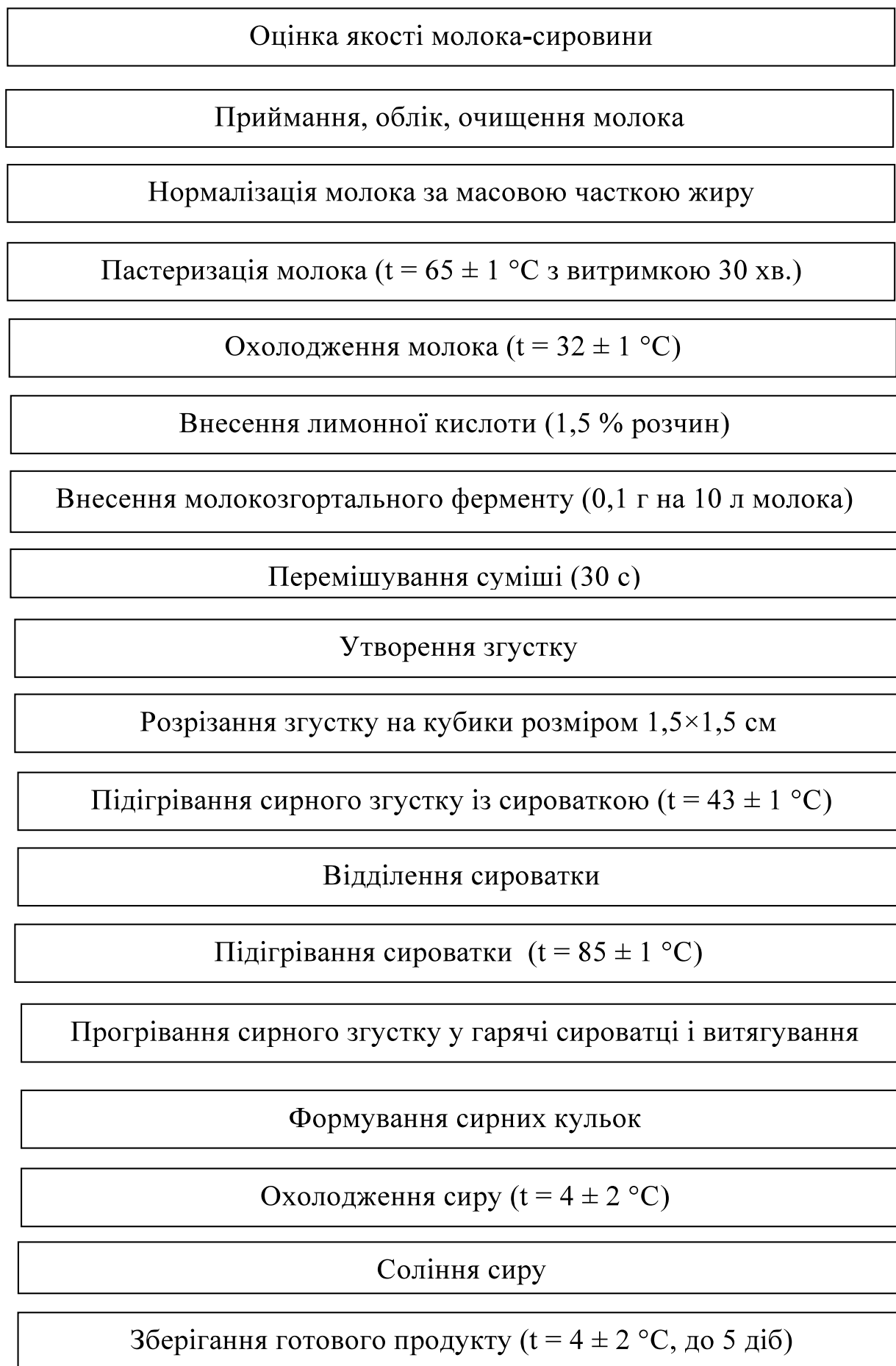


Рис. 3.2. Схема виробництва сиру моцарела із лимонною кислотою



Рис. 3.3. Схема виробництва сиру моцарела із заквашувальною культурою прямого внесення і хлористим кальцієм

Основними технологічними операціями під час виробництва сиру моцарела є нормалізація молока, пастеризація молока, внесення молокозгортальних і кислотоутворюючих препаратів, утворення згустку, відділення сироватки, прогрівання сирної маси, формування сирних кульок (рис. 3.4), охолодження, соління у розсолі, тимчасове зберігання до реалізації.



Рис. 3.4. Формування сирних кульок

Під час виготовлення сиру згідно досліджуваних технологічних схем було встановлено відмінність у протіканні процесу утворення згустку. У першій варці сиру із лимонною кислотою згусток став щільним і пройшов пробу на «гострий розлом» на 30 хв. після внесення інгредієнтів, тоді ж як у варці із заквашувальним препаратом і хлористим кальцієм – через 4,5 години.

3.3. Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва

Для гарантування стабільної та прогнозованої якості молочної продукції на підприємствах з переробки молока необхідною умовою є формування й функціонування комплексної системи управління якістю, офіційно задокументованої та інтегрованої у виробничу діяльність відповідно до вимог ДСТУ ISO 9001. Така система являє собою цілісну модель, що об'єднує взаємозалежні процеси, ресурси, регламентовані процедури й методики, спрямовані на реалізацію політики у сфері якості та ефективне управління всіма напрямками діяльності підприємства.

Запровадження системи управління якістю орієнтоване на досягнення низки стратегічних цілей, зокрема: чітке розуміння й узгодження вимог споживачів та нормативно-правових актів; забезпечення випуску продукції зі стабільними якісними характеристиками відповідно до очікувань замовників; систематичний моніторинг рівня задоволеності споживачів і безперервне вдосконалення діяльності підприємства; підвищення результативності та керованості виконання виробничих і управлінських процесів.

Методологічною основою побудови та розвитку системи управління якістю є вісім загальновизнаних принципів. Ключовим серед них виступає орієнтація на споживача, адже саме потреби ринку визначають напрями діяльності організації. Важливу роль відіграє лідерство керівництва, яке формує єдність цілей і стратегічний вектор розвитку підприємства. Не менш значущим є залучення персоналу, оскільки саме працівники всіх рівнів створюють потенціал для підвищення ефективності та якості. Реалізація процесного підходу дозволяє досягати запланованих результатів шляхом керування діяльністю як сукупністю взаємопов'язаних процесів, а системний підхід до управління забезпечує їх узгоджене функціонування.

У межах системи управління якістю всі процеси структуровані за функціональним призначенням і поділяються на виробничі, організаційно-управлінські, процеси вимірювання, аналізу та вдосконалення, а також

процеси управління ресурсами. Управління якістю на молокопереробному підприємстві є багаторівневою системою, що охоплює всі етапи життєвого циклу продукції – від надходження сировини до її реалізації споживачеві. Реалізація цієї системи передбачає, насамперед, роботу з персоналом, допуск якого до виробничих процесів можливий лише за умови проходження медичних оглядів та дотримання санітарно-гігієнічних вимог. Важливе значення має наявність інструктивних матеріалів і наочних засобів, що регламентують правила гігієни, миття та дезінфекції обладнання і приміщень.

Контроль якості вхідної сировини забезпечується виробничою лабораторією, яка здійснює перевірку стану тари, санітарного стану обладнання для приймання та зберігання молока, наявності супровідної ветеринарної документації й відповідності транспортних засобів установленим вимогам. У процесі виробництва лабораторний супровід дозволяє здійснювати поетапний контроль, своєчасно виявляти відхилення та запобігати переходу браку на наступні стадії технологічного процесу. При цьому увага приділяється не лише якості кінцевого продукту, а й стабільності та керованості самих технологічних процесів.

Мікробіологічний контроль продукції здійснюється шляхом співпраці з акредитованими державними лабораторіями, що забезпечує об'єктивність і достовірність результатів досліджень. На завершальних етапах – дозрівання, фасування, маркування та зберігання – кожна партія продукції перебуває під лабораторним наглядом до моменту відвантаження. Додатково контролюються санітарний стан транспорту та дотримання температурних режимів під час доставки продукції споживачам.

Таким чином, суворе дотримання затвердженого графіка досліджень фізико-хімічних, мікробіологічних і токсикологічних показників сировини та готової продукції є обов'язковою складовою системи управління якістю (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

**Схема технохімічного і мікробіологічного контролю виробництва
розсільних сирів**

Об'єкт досліджень	Найменування дослідження	Періодичність	Місце проведення дослідження
1	2	3	4
Молоко коров'яче ДСТУ 3662:2018	Фізико-хімічні показники	Кожна партія молока	Виробнича лабораторія
	Масова частка жиру	Кожна партія молока	-//-
	Масова частка білку	Кожна партія молока	-//-
	Масова частка сухих речовин	Кожна партія молока	-//-
	Кислотність	Кожна партія молока	-//-
	Густина	Кожна партія молока	-//-
	Температура	Кожна партія молока	-//-
	Перекис водню	При підозрюванні	-//-
	Сода	Кожна партія молока	-//-
	Наявність інгібуючих речовин	Кожна партія молока	-//-
	Мікробіологічні показники	1 раз на місяць	Мікробіологічна лабораторія
	Загальне бактеріальне обсіменіння	-//-	-//-
	Кількість соматичних клітин	-//-	-//-
	Показники безпеки		
	Токсичні елементи: Свинець, Кадмій, Миш'як, Ртуть, Мідь, Цинк	1 раз на півроку	-//-
	Пестициди: гексахлоран, ГХЦГ (гама-ізомер)	-//-	-//-

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4
	Нітрати		-//-
	Антибіотики : антибіотики тетрациклінової групи, пеніцилін, стрептоміцин	-//-	-//-
	Радіонукліди : Стронцій-90, цезій-137	-//-	-//-
	Мікотоксини: Афлотоксин В1, афлотоксин М1	1 раз на рік	-//-
	Гормональні препарати: диетилстільбестрол, естрадіол-17	1 раз на півроку	-//-
Сир розсільний моцарелла	Фізико-хімічні показники		Виробнича лабораторія
	Масова частка вологи	Кожна партія	-//-
	Масова частка хлористого натрію	Кожна партія	-//-
	Масова частка жиру	Кожна партія	-//-
	Мікробіологічні показники		Мікробіологічна лабораторія
	БГКП	1 раз на 10 днів	-//-
	Патогенні мікроорганізми, в т.ч. сальмонели	1 раз на місяць	-//-
	Staphylococcus aureus	1 раз на місяць	-//-
	Лістерія	1 раз на місяць	-//-
	Показники безпеки		
	Токсичні елементи: Свинець, Кадмій, Миш'як, Ртуть, Мідь	1 раз на півроку	-//-
	Мікотоксини : Афлотоксин В1 Афлотоксин М1	1 раз на рік 1 раз на півроку	-//-

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4
	Антибіотики: антибіотики тетрациклінової групи, пеніцилін, стрептоміцин	1 раз на півроку	-//-
	Гормональні препарати: диетилстільбестрол, естрадіол-17	1 раз на півроку	-//-
	Радіонукліди	1 раз на півроку	-//-
	Пестициди, ГХЦГ	1 раз на півроку	-//-
Виробничий інвентар, обладнання, санітарний одяг, руки персоналу	Змиви	1 раз на 10 днів	
Повітря	Мікробіологічні показники БГКП, плісняві гриби	1 раз на місяць	
Вода питна	Мікробіологічні показники	1 раз на квартал	
Вода питна	Фізико-хімічні показники	1 раз на півроку	

Отже, ключова роль технохімічного та мікробіологічного контролю у технологічному процесі виробництва молочної продукції полягає в запобіганні виготовленню й реалізації продукції, яка не відповідає вимогам чинної нормативно-технічної документації. Водночас такий контроль сприяє дотриманню технологічної дисципліни, підвищенню відповідальності всіх учасників виробничого процесу за рівень якості готової продукції, а також реалізації заходів, спрямованих на раціональне використання матеріальних і енергетичних ресурсів. У підсумку це забезпечує зростання виходу продукції з одиниці сировини за умов зменшення витрат та підвищення загальної ефективності виробництва.

3.4. Якісні показники готової продукції

Після виробництва дослідних партій сиру розсільного моцарела, 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 7996:2015 «Сири розсільні. Загальні технічні умови» [24] (табл. 3.3-3.5).

Таблиця 3.3

Органолептичні показники

Показник	Характеристика згідно з діючим ДСТУ	Характеристика дослідних зразків	
		зсідання за участю лимонної кислоти	зсідання за участю заквашувальної культури прямого внесення
1	2	3	4
Зовнішній вигляд	Поверхня чиста без механічних ушкоджень, пружна	Поверхня чиста без механічних ушкоджень, блискуча, пружна	Поверхня чиста без механічних ушкоджень, в міру пружна
Смак і запах	Сирний, кисломолочний, без сторонніх присмаків та запахів	Сирний, кисломолочний, без сторонніх присмаків та запахів, властивий моцарелі	Сирний, кисломолочний, без сторонніх присмаків та запахів, властивий моцарелі
Консистенція	Однорідна, ніжна. Дозволено: мазка, злегка ламка або крихка, в міру щільна	Однорідна, ніжна, злегка ламка, в міру щільна	Однорідна, щільна, злегка крихка

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4
Колір тіста	Від білого до світло-жовтого з кремовим відтінком рівномірний за масою	Білий з кремовим відтінком рівномірний за масою	Білий з кремовим відтінком рівномірний за масою
Рисунок	Тісто без вічок. Дозволено наявність невеликих пустот	Тісто з наявністю невеликих вічок і пустот	Тісто з наявністю окремих вічок і пустот
Форма	Прямокутний брусок, циліндр або інша форма	Кулька	Кулька

Таблиця 3.4

Фізико-хімічні показники

Показник	Характеристика згідно з діючим ДСТУ	Характеристика дослідних зразків	
		зсідання за участю лимонної кислоти	зсідання за участю заквашувальної культури прямого внесення
Масова частка вологи, %, не більше ніж	62	60	55
Масова частка жиру в сухій речовині, %, не менше ніж	30	34	36
Масова частка кухонної солі, %, не більше ніж	2,5	2,0	2,0
Титрована кислотність, °Т	120	95	118

Таблиця 3.5

Мікробіологічні показники

Показник	Характеристика згідно з діючим ДСТУ	Характеристика дослідних зразків	
		зсідання за участю лимонної кислоти	зсідання за участю заквашувальної культури прямого внесення
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), в 0,01 г сиру	Не дозволено	Не виявлено	Не виявлено
Патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г сиру	Не дозволено	Не виявлено	Не виявлено
<i>Staphylococcus aureus</i> , в 1 г сиру, не більше ніж	$5,0 \cdot 10^2$	Не виявлено	Не виявлено
<i>Listeria monocytogenes</i> , в 25 г сиру	Не дозволено	Не виявлено	Не виявлено

Вихід продукту при зсіданні за участю лимонної кислоти склав 1,280 г, при зсіданні за участю заквашувальної культури прямого внесення – 1,080 г. Підвищений вихід у першій варці зумовлений швидким підкисленням, кращим утриманням вологи та меншими втратами білка у сироватці. За результатами лабораторних досліджень, в цілому, встановлено відповідність виробленого сиру вимогам діючого стандарту.

Водночас слід враховувати, що за показниками стабільності якості та збереження органолептичних і фізико-хімічних властивостей під час зберігання (5 діб) перевага була за моцарелою, виготовленою із застосуванням заквашувальної культури прямого внесення.

3.5. Контроль якості готової продукції в період дозрівання, фасування та зберігання; правила маркування

Розсільні сири після завершення технологічного процесу обов'язково проходять стадію дозрівання у сольовому розчині. Фасування такої продукції допускається не раніше ніж через п'ять діб витримування. Кульки моцарели, занурені в розсіл, зберігають у камері дозрівання за температури 6–8 °С, при цьому всі ємності підлягають обов'язковому маркуванню із зазначенням дати виготовлення та номера ванни, з якої сформовано відповідну партію. Упродовж усього періоду дозрівання виробнича лабораторія здійснює періодичний контроль якості розсолу та стану сирів у ємностях, а також щоденний моніторинг температурного режиму камери.

На фасування сири направляють окремими партіями, номер яких відповідає даті їх виробництва. Виробнича лабораторія проводить вибірковий відбір зразків для оцінювання органолептичних і фізико-хімічних показників, за якими продукція має відповідати чинним нормативним вимогам.

Результати контролю якості сиру після дозрівання фіксують у журналі реєстрації готової продукції, а також відображають у декларації виробника, що оформлюється під час відвантаження товару.

Кожна одиниця фасованого сиру повинна мати маркування із зазначенням дати виготовлення, виробничої марки (масової частки жиру в сухій речовині), умов і строків зберігання, найменування та контактних даних підприємства і виробничих потужностей, нормативного документа (ДСТУ або ТУ), а також маси нетто.

Готову, розфасовану та промарковану продукцію зберігають у камері готових виробів за температури 2–3 °С протягом строку, що не перевищує третини загального терміну придатності. Перевезення сирів здійснюють виключно спеціалізованим транспортом, обладнаним холодильними установками. У разі виявлення невідповідностей щодо маркування,

фасування, якості або порушення цілісності упаковки продукція повертається виробникові. Якщо ж встановлено небезпечність продукту (наприклад, випадки харчових отруєнь або відхилення мікробіологічних показників), спеціальною комісією розробляється та реалізується процедура вилучення відповідної партії з торговельної мережі з подальшою утилізацією згідно з чинними інструкціями.

3.6. Продуктові розрахунки та економічна ефективність виробництва

Економічну результативність виробництва визначають співвідношенням між отриманим ефектом і сукупністю витрат, понесених у процесі виготовлення продукції. Чим більший кінцевий результат за однакового або нижчого рівня витрат, тим вищою є ефективність діяльності підприємства.

Ключовими критеріями оцінювання ефективності будь-якої технології виступають рівень продуктивності праці, ступінь відшкодування вкладених ресурсів, виконання виробничих планів і програм, величина собівартості, обсяг отриманого прибутку та показники рентабельності продукції.

Собівартість промислової продукції відображає сумарні грошові витрати підприємства, пов'язані з її виготовленням і доведенням до споживача. Витрати, безпосередньо пов'язані з технологічним процесом, формують виробничу собівартість, тоді як сукупність витрат на виробництво та реалізацію становить повну собівартість продукції.

Рівень собівартості є інтегральним показником виробничо-господарської діяльності підприємства, оскільки він відображає ефективність використання сировини, матеріальних, енергетичних і трудових ресурсів, а також результати вдосконалення організації виробництва і праці, впровадження сучасної техніки та раціонального управління фінансами. Основною метою планування собівартості є пошук і залучення внутрішніх

резервів підприємства для зменшення витрат, що створює передумови для зростання внутрішніх накопичень і підвищення загальної економічної стійкості виробництва.

Розрахунок економічної ефективності виробництва розсільних сирів в розрахунку на 10 л молока-сировини наведено у таблиці 3.6. Вихідні дані таблиці візьмемо із продуктового розрахунку.

Продуктовий розрахунок виконуємо від сировини до готового продукту.

На виробництво сиру розсільного моцарелла за зсідання за участю лимонної кислоти використали 10 л незбираного молока з масовою часткою жиру 4,05 %, масовою часткою білка 3,24 % та густиною 28,0 °А.

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

$$M_{л.к.} = V_m \times \frac{a}{100}, \text{ де}$$

$M_{л.к.}$ – маса лимонної кислоти, яку необхідно внести в незбиране молоко, г;

V_m – об'єм незбираного молока, кг;

a – доза внесеної лимонної кислоти, г/100 л.

$$M_{л.к.} = 10 \times \frac{1,5}{100} = 0,15 \text{ г}$$

Далі розраховуємо масу сухого молокозгортального ферменту, який необхідно внести в незбиране молоко для виробництва сиру, за формулою:

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

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

V_m – об'єм незбираного молока, кг;

E – доза ферменту, г/100 л.

$$M_{ф} = 10 \times \frac{1}{100} = 0,1 \text{ г}$$

Розраховуємо масу сиру за формулою:

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

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

M_m – маса заквашеної суміші, кг;

N_v – норма витрат сировини, кг/т (7812,5 кг/т – встановлено дослідним шляхом).

$$M_{\text{сиру}} = \frac{10 \cdot 1000}{7812,5} = 1,28 \text{ кг.}$$

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

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

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

M_m – маса заквашеного молока, кг;

$M_{\text{сиру}}$ – маса сиру, кг.

$$M_{\text{сир.}} = 10 - 1,28 = 8,72 \text{ кг.}$$

Розраховуємо масу солі кухонної, яку необхідно внести в сироватку для соління і зберігання сиру, за формулою:

$$M_{\text{солі}} = \frac{M_{\text{сир.}} \cdot 2,5}{100}, \text{ де}$$

$M_{\text{солі}}$ – маса солі, яку необхідно внести у сироватку, кг;

$M_{\text{сир.}}$ – маса підсирної сироватки для соління сиру, кг.

$$M_{\text{солі}} = \frac{3 \cdot 2,5}{100} = 0,75 \text{ кг}$$

Отже, із 10 л незбираного молока отримали 1,28 кг м'якого розсільного сиру моцарела при згортання молока за участі лимонної кислоти.

На виробництво сиру розсільного моцарелла за зсідання за участю заквашувальної культури прямого внесення використали 10 л незбираного

молока з масовою часткою жиру 4,05 %, масовою часткою білка 3,24 % та густиною 28,0 °А.

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

$$M_{л.к.} = V_M \times \frac{a}{100}, \text{ де}$$

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

V_M – об'єм незбираного молока, кг;

a – доза внесеної закваски, г/100 л.

$$M_{л.к.} = 10 \times \frac{3,6}{100} = 0,36 \text{ Г}$$

Далі розраховуємо масу сухого молокозгортального ферменту, який необхідно внести в незбиране молоко для виробництва сиру, за формулою:

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

M_{ϕ} – маса ферменту, який необхідно внести в незбиране молоко, г;

V_M – об'єм незбираного молока, кг;

E – доза ферменту, г/100 л.

$$M_{\phi} = 10 \times \frac{1}{100} = 0,1 \text{ Г}$$

Далі розраховуємо масу сухого хлористого кальцію, який необхідно внести в незбиране молоко для виробництва сиру, за формулою:

$$M_{\phi} = V_M \times \frac{K}{100}, \text{ де}$$

M_{ϕ} – маса сухого хлористого кальцію, який необхідно внести в незбиране молоко, г;

V_M – об'єм незбираного молока, кг;

K – доза сухого хлористого кальцію, г/100 л.

$$M_{\phi} = 10 \times \frac{1}{100} = 0,1 \text{ Г}$$

Розраховуємо масу сиру за формулою:

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

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

$M_{\text{м}}$ – маса заквашеної суміші, кг;

$N_{\text{в}}$ – норма витрат сировини, кг/т (9259,26 кг/т – встановлено дослідним шляхом).

$$M_{\text{сиру}} = \frac{10 \cdot 1000}{9259,26} = 1,08 \text{ кг.}$$

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 м'якого розсільного, кг;

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

$M_{\text{сиру}}$ – маса сиру, кг.

$$M_{\text{сир.}} = 10 - 1,08 = 8,92 \text{ кг.}$$

Розраховуємо масу солі кухонної, яку необхідно внести в сироватку для соління і зберігання сиру, за формулою:

$$M_{\text{солі}} = \frac{M_{\text{сир.}} \cdot 2,5}{100}, \text{ де}$$

$M_{\text{солі}}$ – маса солі, яку необхідно внести у сироватку, кг;

$M_{\text{сир.}}$ – маса підсирної сироватки для соління сиру, кг.

$$M_{\text{солі}} = \frac{3 \cdot 2,5}{100} = 0,75 \text{ кг}$$

Отже, із 10 л незбираного молока отримали 1,28 кг м'якого розсільного сиру моцарела при згортання молока за участю заквашувальної культури прямого внесення.

Таблиця 3.6

Економічна ефективність

Показник	Зсідання заквашувальною культурою прямого внесення	Зсідання із застосуванням лимонної кислоти
Кількість молока, кг	100	100
Вартість молока, грн/кг	30	30
Витрати на молоко, грн	3000	3000
Вихід сиру, %	10,8	12,8
Вихід сиру, кг	10,8	12,8
Ціна реалізації, грн/кг	340	340
Виручка від реалізації, грн	3672	4352
Прибуток, грн	672	1352
Прибуток з 1 кг молока, грн	6,72	13,52
Рентабельність виробництва, %	22,4	45,1

Використання лимонної кислоти як коагулянта забезпечує вищий вихід готового продукту, що дозволяє отримати більший прибуток (на 680 грн на 100 кг молока) та майже вдвічі вищу рентабельність порівняно з виробництвом моцарелли із застосуванням заквашувальної культури прямого внесення.

Водночас обидва варіанти в умовах зростання сировинних витрат характеризуються низькою економічною стійкістю, що підкреслює високу чутливість виробництва моцарелли до вартості молока та рівня відпускних цін. Отже, виробництво розсільного сиру моцарелла економічно доцільне.

ВИСНОВКИ

1. Кваліфікаційну роботу виконано в умовах Експертного центру «Milk Local Product», який функціонує на факультеті технологій тваринництва та продовольства Полтавського державного аграрного університету.
2. Діяльність експертного центру «Milk Local Product» поєднує наукову, виробничу й освітню складові.
3. Матеріально-технічна база молочного цеху забезпечує можливість виробництва широкого асортименту незбираномолочної продукції, вершкового масла, морозива, а також різних видів сирів.
4. У процесі виконання кваліфікаційної роботи було практично відпрацьовано технологію виробництва сиру моцарела, проведено порівняльний аналіз технології виробництва моцарели за участі різних молокозгортальних препаратів (лимонної кислоти і заквашувальної культури прямого внесення).
5. Молоко-сировина, використана для виготовлення сиру, за фізико-хімічними та мікробіологічними показниками повністю відповідає вимогам чинного стандарту ДСТУ 3662:2018.
6. Виробництво продукції за темою кваліфікаційної роботи здійснювалося відповідно до нормативно-технічної документації з обов'язковим дотриманням схем технохімічного та мікробіологічного контролю на всіх етапах технологічного процесу.
7. Виготовлений м'який розсільний сир моцарела за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками відповідає вимогам ДСТУ 7996:2015 «Сири розсільні. Загальні технічні умови».
8. За результатами економічних розрахунків встановлено, що рентабельність виробництва сиру моцарела за обома досліджуваними технологіями є достатньо високою, що підтверджує доцільність виробництва.

ПРОПОЗИЦІЇ

1. Комплексно підходити до вибору технології виробництва сиру моцарела.
2. З метою отримання продукту з відмінними органолептичними і фізико-хімічними показниками до кінця терміну зберігання, під час виробництва використовувати спосіб згортання білків за використання заквашувальної культури прямого внесення.

СПИСОК ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Aakash Varsha Swaminathan, Søren K. Lillevang, Selvarani Govindasamy-Lucey et al. Impact of pre-acidification on the functionality and insoluble calcium levels of low-moisture part-skim mozzarella made from high-casein milk. URL: <https://www.journalofdairyscience.org/action/showPdf?pii=S0022-0302%2824%2901210-4> (дата звернення 12.11.2025)
2. AGRONEWS. Головні аграрні новини. URL: <https://agronews.ua/news/stalo-vidomo-skilky-v-ukrayini-molokopererobnyh-pidpryyemstv/> (дата звернення 12.11.2025)
3. Bertola N. C., Califano, A. N., Bevilacqua, A. E., & Zaritzky, N. E. Effect of freezing conditions on functional properties of low moisture Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science*, 1996. № 79. pp. 185–190.
4. Eliot SC, Vuilleumard JC, Emond JP. Stability of shredded Mozzarella cheese under modified atmospheres. *Journal of Food Science*. 1998. 63(6). pp. 1075–1080.
5. Francolino S., Locci F., Ghiglietti R., Iezzi R., Mucchetti G. Use of milk protein concentrate to standardize milk composition in Italian citric Mozzarella cheese making. *Food Science and Technology*, 43, № 2, 2010. pp. 310–314.
6. Kebchaoui J. Pasta filata; mozzarella and pizzacheese – Pasta texture processing. *Techniques-ingenieur*. URL: https://www.techniques-ingenieur.fr/en/resources/article/ti700/pasta-filata-mozzarella-and-pizza-cheese-f6312/v1?utm_source=chatgpt.com (дата звернення 12.11.2025)
7. Kindstedt P., Caric M., Milanovic S. Pasta-filata Cheeses, ed. by P. F. Fox, P. L. H. McSweeney, T. M. Cogan, T. P. Guinee. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*. Cambridge: Academic Press, 2004. vol 2. pp. 251–277.

8. Kindstedt P.S. Mozzarella and pizza cheese, in: Fox P.F. (Ed.), *Cheese: chemistry, physics and microbiology*, Chapman & Hall, London, UK, 1993. pp 337–362.
9. Kindstedt P.S. Mozzarella cheese: 40 years of scientific advancement, *International Journal of Dairy Technology*, 2004. № 57. pp. 85–90.
10. McMahon D. J., C. J. Oberg, and W. R. McManus. Functionality of Mozzarella cheese. *Australian Journal of Dairy Technology*, 1993. № 48. pp. 99–104.
11. Mônica Correia Gonçalves, Haíssa Roberta Cardarelli. Mozzarella Cheese Stretching: A Minireview. *Food Technol Biotechnol*. January-March 2021. Vol. 59. No. 1. URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8157083/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення 12.11.2025)
12. Mozzarella Cheese Manufacture. American Dairy Products Institute (ADPI), 2023. URL: https://adpi.org/articles/mozzarella-cheese-manufacture/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення 12.11.2025)
13. Patel Harsh, Jana Atanu, Ankit Bihola at all. Process standardization and characterization of Mozzarella cheese made from blend of homogenized milk and unhomogenized milk. *Discover Applied Sciences*, 2025. Volume 7, article number 972/ URL: https://link.springer.com/article/10.1007/s42452-025-07527-8?utm_source=chatgpt.com (дата звернення 12.11.2025)
14. Бергілевич О. М. Мікробіологія молока і молочних продуктів з основами ветеринарно-санітарної експертизи. Суми : Університетська книга, 2015. 320 с.
15. Галух Б. І. Технологічні особливості виробництва розсольних сирів з молока різних видів тварин: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04; Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса, 2012. 23 с.
16. Гігієна молока і молочних продуктів. Частина 1. Гігієна молока : підручник / І. В. Яценко, Н. М. Богатко, Н. В. Букалова та ін. Харків : „Діса плюс”, 2016. 416 с.

17. Гігієна молока і молочних продуктів. Частина 2. Гігієна молочних продуктів : підручник / І. В. Яценко, Н. М. Богатко, Н. В. Букалова та ін. Харків : «Діса плюс», 2016. 424 с.
18. Гладкий А. І., Наконечна Ю. Г., Бородай А. Б. Удосконалення технології розсільних сирів. Полтава : ПУЕТ. С. 452–455. URL: <http://dSPACE.puet.edu.ua/bitstream/123456789/9988/1/%D0%93%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BA%D0%B8%D0%B9%20%D0%90.%D0%86.%2C%D0%9D%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D1%87%D0%BD%D0%B0%20%D0%AE.%D0%93..pdf> (дата звернення 12.11.2025)
19. Голячук С. Є., Гунько Ю. Л., Федорусь Ю. В. Особливості змін окремих фізико-хімічних показників крафтових розсільних м'яких сирів з пробіотиками при їх виробництві. *Товарознавчий вісник*, 2023. Випуск 16. С. 19–27.
20. ДСТУ 3662:2018. Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови. [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2018. 12 с.
21. ДСТУ 6082:2009. Молоко та молочні продукти. Метод визначення густини. [Чинний від 2009-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 18 с.
22. ДСТУ 7057:2009. Молоко коров'яче сире. Визначення густини, масової частки жиру, білка, сухої речовини та лактози ультразвуковим методом. [Чинний від 2010-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 12 с.
23. ДСТУ 7065:2009. Бринза. Загальні технічні умови. [Чинний від 2010-04-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 9 с.
24. ДСТУ 7996:2015 «Сири розсільні. Загальні технічні умови». [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2015. 12 с.
25. ДСТУ IDF 100B:2003. Молоко і молочні продукти. Визначення кількості мікроорганізмів. Метод підрахунку колоній за температури 30 °С.

- [Чинний від 2005-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2003. 10 с.
26. ДСТУ ISO 11870:2007. Молоко і молочні продукти. Визначення масової частки жиру. Загальні рекомендації щодо використання методів із застосуванням жиромірів. [Чинний від 2008-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2004. 12 с.
 27. ДСТУ ISO 488: 2007. Молоко. Визначення масової частки жиру. Жироміри Гербера. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 16 с.
 28. ДСТУ ISO 707:2002. Молоко та молочні продукти. Настанови з відбирання проб. Молоко та молочні продукти: ДСТУ ISO 707:2002; 1211:2002; 1737:2002; 7208:2002. [Чинний від 2003-10-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2004. 94 с.
 29. Євенко Г. А., Куник О. М., Юрова Т. А. Застосування принципів НАССР при виробництві сирів типу фета методом ультрафільтрації. *Вісник ХНТУ*, 2023. № 2(85). С. 112–120.
 30. Євенко Г. А., Куник О. М., Юрова Т. А., Морозова М. А. Ідентифікаційна експертиза розсільних сирів типу фета. *Вісник ХНТУ*, 2023. № 4(87). С. 209–216.
 31. Інноваційні харчові інгредієнти у технологіях молочних та молоковмісних продуктів : підручник / Г. Є. Поліщук, О. В. Кочубей-Литвиненко, Т. Г. Осьмак, О. О. Басс. Київ : НУХТ. 2020. С. 222.
 32. Кравців Р. Й., Гачак Ю. Р. Довідник лабораторних досліджень молока і молочних продуктів. Львів, 2005. 318 с.
 33. Кузьменко Л. М. Впровадження міжнародної системи якості НАССР для отримання якісного молока-сировини. *Матеріали науково-практичної конференції професорсько-викладацького складу Полтавської державної аграрної академії* (м. Полтава, 13-14 травня 2015 року). Полтава : РВВ ПДАА, 2015. Ч. 2. С. 180–182.

34. На базі ПДАУ розпочав роботу експертний центр “Milk Local Product”.
URL: <https://www.pdau.edu.ua/news/na-bazi-pdau-rozpochav-robotu-ekspertnyu-centr-milk-local-product> (дата звернення 12.11.2025)
35. Непошивайленко Н. О., Корнієнко І. М., Анацький А. С. Удосконалення рецептури приготування розсільного сиру типу «Бринза» з підвищеним титром молочнокислих бактерій. *Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету (технічні науки)*, 2022. Т. 1. № 40.
URL: <https://doi.org/10.31319/2519-2884.40.2022.20> (дата звернення 12.11.2025)
36. Ножечка Г. М. Вдосконалення технології і розробка нормативної документації на виробництво м'яких сирів. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 2010. № 1. С. 67–71.
37. Ножечка Г. М. Уточнення технологічних параметрів виробництва м'яких сичужних сирів та розсільного сиру Фета. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 2009. № 4. С. 137–141.
38. Пат. 110906 Україна, МПК А23С 19/032, А23С 19/064. Спосіб виготовлення бринзи зі зниженим вмістом хлорид у натрію / І. В. Скульська, О. Й. Цісарик; заявник і власник Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. № у 2016 03914; заявл. 11.04.2016; опубл. 25.10.2016, Бюл. № 20.
39. Патент України № 55787, МПК А23С 19/00. Спосіб виробництва м'якого розсільного сиру / Рябченко Н.О., Рудавська Г.Б.; опубл. 27.12.2010, бюл. № 24.
40. Пелих В. Г., Ковбасенко В. М., Балабанова І. О. Технологія переробки молока : навчально-методичний посібник для виконання лабораторно-практичних робіт. 2021. 166 с.
41. Поліщук Г. Є., Бовкун А. О., Колесникова С. С. Технологія сиру : навчальний посібник. Київ : НУХТ, 2009. 180 с.

42. Поліщук Г. Є., Грек О. В., Скорченко Т. А. та ін. Технологічні розрахунки у молочній промисловості: навч. посіб. Київ : НУХТ, 2013. 394 с.
43. Прудніков В. Г., Лисенко Г. Л., Гейда І. М., Леппа А. Л., Боднарчук І. М. Обґрунтування експрес-технології при виробництві сиру групи «Pasta Filata». *Ветеринарія, технології тваринництва та природокористування*, 2020. № 6. С. 70–74. URL: <https://doi.org/10.31890/vttp.2020.06.12> (дата звернення 12.11.2025)
44. Рижкова Т. М., Дюкарева Г. І., Лівощенко І. М., Перекрест Н. Г., Пасека Р. П. Ефективність використання йодказеїну в технології козиного сиру сулугуні. *Вісник ДонНУЕТ. Серія «Обладнання та технології харчових виробництв»*, 2018. № 2 (37). С. 15–15.
45. Розроблення технології моцарелли із застосуванням різних способів зсідання білків / О. Й. Цісарик, Л. Я. Мусій, І. М. Сливка, Т. Ф. Молокус. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*, 2017. Т. 19, № 80. С. 93–98.
46. Рябченко Н. Асортимент і якість м'яких розсільних сирів на ринку України. *Товари і ринки*, 2008. № 2. С. 101–107.
47. Семко Т. В., Власенко І. Г., Власенко В. В. Удосконалення технології сиру «Моцарелла-манзар» функціонального призначення. *Наукові праці національного університету харчових технологій*. Київ, 2016. Т. 22. № 6, С. 228-235.
48. Скирда О. Є., Гавриш А. В., Хацкевич Ю. М., Віннікова В. О., Гапонцева О. В. Товарознавчі аспекти якості м'яких та розсільних сирів. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки*. 2020. Т. 31 (70) Ч. 2. № 2.
49. Скулька І. В. Удосконалення технології виготовлення бринзи / автореф. дис. на здоб. ступеня канд. тех. наук. Одеса, 2017. 23 с.
50. Скульська І. В., Цісарик О. Й. Дослідження структурно-механічних показників бринзи за часткової заміни кухонної солі хлоридом калію.

Науковий вісник ЛНУВМ та БТ імені С.З. Гжицького. Львів, 2016. Т. 18. №2 (68). С. 99–102.

51. Спосіб виробництва м'якого розсільного сиру: пат. № 55787 Україна, МПК А23С 19/00 (2009); № u 2009 09962 ; заявл. 30.09.2009; опубл. 25.02.2010, бюл. № 4.
52. Спосіб виробництва сиру м'якого: пат. № 138945 Україна, МПК А23С 19/076 (2006.01); № u2019 06200 ; заявл. 04.06.2019 ; опубл. 10.12.2019, бюл. № 23.
53. Сухенко Ю. Д., Поліщук Є. Г. Технологія сиру : навчальний посібник. Київ : ПрофКнига, 2018. 412 с.
54. Таранюк І. В. Технологія виробництва сиру «Моцарелла». *Вісник студентського наукового товариства «Ватра» Вінницького торговельно-економічного інституту Київського національного торговельно-економічного університету*. Вінниця: Редакційно-видавничий відділ ВТЕІ КНТЕУ, 2020. Вип. 98. С. 100–110.
55. Ткаченко Н. А., Скрипніченко Д. М. Обґрунтування параметрів ферментації молочної основи для виробництва м'яких пробіотичних сирів. *Науковий вісник «Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Гжицького»*, 2015. Т. 17 №1(51). Ч. 4. С. 107–114.
56. Цісарик О. Й., Мусій Л. Я., Сливка І. М., Молокус Т. Ф. Розроблення технології сиру «Моцарелла» із застосуванням різних молокозсідальних ферментів. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*, 2017. Т. 19, № 75. С. 23–28.