

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
Факультет природничих наук
Кафедра хімії

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття освітнього рівня магістра

на тему: «Нові підходи у пастеризації молока та оцінка якості молочних
продуктів»

Виконала:

студентка II курсу, групи х-2м
спеціальності 102 Хімія
Переклита Н. М.

Керівник к.т.н., доцент
кафедри хімії Хацевич О. М.

Рецензент к.т.н., доцент
кафедри хімії Федорченко С. Ф.

АНОТАЦІЯ

Переклита Н. М. Нові підходи у пастеризації молока та оцінка якості молочних продуктів. – Дипломна робота для здобуття освітнього рівня магістра за спеціальністю – «Хімія». – Прикарп. нац. ун-т ім. Василя Стефаника – Івано-Франківськ, 2023. – 79 с.

Дипломна робота є рукописом, що містить результати досліджень якості молочної продукції та аналіз основних показників сировини. Застосовано практично-орієнтовний план досліджень, для повного розуміння та висвітлення процесу виробництва на молокопереробному підприємстві; аналіз основних показників якості продукції на деяких етапах виробництва. Показано, наскільки важлива відповідна якість як сировини, так готової продукції; значення теплової обробки; важливість обізнаності можливої фальсифікації.

Ключові слова: молоко, молочні продукти, показники якості, молокопереробне підприємство, дослідження, метод.

a
t
h
i
a
n

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЦТВА МОЛОКА.....	9
Історія виробництва молока.....	9
Фізико-хімічні властивості коров'ячого молока.....	15
Склад коров'ячого молока.....	16
Збір і приймання молока.....	21
РОЗДІЛ 2. СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ПІДГОТОВКИ МОЛОКА ДЛЯ ДОВГОТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ.....	25

Вплив теплової обробки.....	24
.2 Присутні у молоці ферменти.....	27
Основні види теплової обробки у молочному виробництві.....	31
Процеси теплопередачі на молочному підприємстві.....	35
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ МОЛОКА ТА МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ.....	38
3.1 Фізико-хімічні методи дослідження основних показників якості молока та молочних продуктів.....	38
2 Відбір середніх проб.....	39
Дослідження органолептичних показників молока.....	40
Визначення густини молока.....	41
Визначення кислотності молока.....	44
Дослідження молока на термостійкість.....	45
Визначення редуктазної проби.....	48
Визначення хімічного складу молока.....	50
Визначення вмісту жиру у молоці.....	50
2 Визначення масової частки білка.....	53
3 Визначення вмісту лактози.....	54
4 Визначення масової частки сухих речовин.....	55
РОЗДІЛ 4. ФАЛЬСИФІКАЦІЯ МОЛОКА.....	56
4.1. Розбавлення водою.....	57
4.2. Додавання молочних відвійок або зняття частини вершків.....	58
Додавання до молока борошна чи крохмалю.....	58
4.4. Визначення соди у молоці.....	59
4.5. Виявлення аміаку у молоці.....	61
4.6. Виявлення пероксиду водню у молоці.....	62
4.7. Визначення формаліну у молоці.....	63
4.8. Виявлення антибіотиків у молоці.....	64
РОЗДІЛ 5. Дослідження кисломолочних продуктів.....	66
5.1. Дослідження сметани.....	66

5.1.1. Визначення вмісту жиру у сметані.....	67
5.1.2. Визначення кислотності сметани.....	68
Визначення наявності крохмалю у сметані.....	68
5.2. Дослідження кисломолочного сиру.....	69
5.2.1. Визначення вмісту жиру у кисломолочному сирі.....	70
5.2.2. Визначення показників кислотності кисломолочного сиру.....	71
5.2.3. Активна та титрована кислотності на кінець сквашування.....	71
Висновки.....	73
Список літератури.....	75
ДОДАТОК.....	77

ВСТУП

Молочна промисловість має найбільшу ланцюгову систему постачання харчових продуктів. Оскільки, вона не тільки постачає роздрібним торговцям вже виготовлені продукти, такі як пастеризоване молоко, масло, сир, сметану, тощо. Але також постачає інгредієнти, наприклад, сухе та згущене молоко. Ця галузь заснована як унікальне поєднання ремесла та науки, при чому баланс змінюється по відношенню до продукту. Молочарня, що постачає молоко в роздріб, піддає термічній обробці молоко в межах, встановлених стандартами, щоб переконатися, що молоко знезаражене від патогенних мікроорганізмів. У виробництві також може використовувати пастеризоване молоко як основну сировину, для виготовлення кисломолочних продуктів.

В умовах руху України до інтеграції національної економіки в систему Європейських і світових зовнішньоекономічних зв'язків надзвичайно актуальним є забезпечення конкурентоспроможності підприємств і якості вітчизняної продукції на внутрішньому і зовнішньому ринках. За умови постійного посилення конкуренції на ринку залишаться лише ті виробники, які забезпечують високу якість продукції і пропонують найнижчу вартість. Потужним фактором зростання конкурентоздатності підприємств молочної галузі є ефективне використання всіх видів ресурсів і забезпечення більш чистого виробництва.

Актуальність теми. Кожне харчове підприємство, що займається молоком і молочними продуктами, повинне думати про майбутнє, дотримуватись певних норм та стандартів, удосконалюватись. Які нові продукти могли б зайняти нішу на ринку? Як можна зберегти виробничі витрати на стабільному рівні або навіть знизити? Відповіді на такі запитання часто значною мірою залежатимуть від науково-дослідних аналізів, оскільки лабораторії може бути доручено розробити нові рецептури та перевірити, чи не становлять вони ризику для споживача, або знайти оригінальний підхід до вдосконалення нового інгредієнта. А це, в свою чергу, потребує багато досліджень та тривалих спостережень.

На молокопереробному підприємстві лабораторія відіграє роль системи спостереження. За допомогою фізико-хімічної та бак-лабораторії на підприємстві ведеться контроль усіх важливих показників, що допомагають ізолювати джерело та масштаб проблем безпеки, і контролювати якість сировини та готового продукту. Чим краща й точніша система відстеження показників якості, тим швидше можна виявити та вирішити проблеми з харчовою небезпекою.

Безпека харчових продуктів сьогодні підтримується шляхом аналізу кінцевої продукції, а також шляхом ретельного моніторингу та контролю потенційних ризиків, які можуть виникнути на всіх етапах харчового виробничого ланцюга, починаючи від первинного виробництва на полі до того, як готовий продукт покладуть на полиці магазину, так званий підхід «від ферми до столу». Належним чином обладнані та акредитовані лабораторії, достатньо навчений персонал і швидкі та надійні аналітичні методи є одними з ключових факторів, необхідних для досягнення якості та безпеки продукції.

Стандарти на молоко та молочні продукти були розроблені завдяки співпраці Міжнародної молочної федерації (IDF) з Міжнародною організацією стандартизації (ISO), з її Технічним комітетом ISO/TC 34 та Асоціацією офіційних хіміків-аналітиків (AOAC International). Цей підхід включав розгляд усіх необхідних аспектів валідації та зв'язаної з нею невизначеності, і був зроблений для того, щоб полегшити національну, регіональну та світову торгівлю молочними продуктами. Зокрема, тристоронній комітет надав стандартні методи відбору проб, а також методи аналізу, тобто еталонні та звичайні методи оцінки фізичних, хімічних і мікробіологічних властивостей молочних продуктів, що розглянуті в даній роботі.[1]

Мета та завдання дослідження.

Предметом дослідження є фізико-хімічних властивостей та методики аналізів молока і молочної продукції, затверджені стандартами України (ДСТУ, ГОСТ, тощо).

Об'єктом дослідження є система виробництва молокопереробного підприємства та основні фізико-хімічні показники якості молочних продуктів.

Метою цієї роботи є представлення довідникових та сучасних методів аналізу, які використовуються для оцінки якості та безпеки молока та молочних продуктів.

Основними завданнями роботи є:

ивчити систему та технологію виробництва молока та молочних продуктів.

знайомитись із основними методиками та стандартами, застосованими на підприємстві.

ослідження можливих фальсифікацій.

знайомлення із сучасними підходами для подовження терміну зберігання готової продукції.

ослідження квартальних показників якості молочної сировини, що поступає на молокопереробне підприємство.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в дослідженні виробничого ланцюга у молочній промисловості з погляду фізико-хімічної лабораторії, роль фальсифікації молочної сировини. В роботі вперше висвітлено порівняння різних видів обробки та систематизовано основні вимоги до термічної обробки молока.

Практичне значення одержаних результатів ґрунтується на використанні теоретичного матеріалу та практичних навичок, набутих у лабораторії молокопереробного підприємства, для узагальнення інформації.

Особистий внесок здобувача: практичне опановування навичками роботи з приладами у виробничій лабораторії; дослідження всіх описаних у роботі методик, їхнє порівняння, визначення недоліків окремих методів.

Публікації. Основні пошукові результати роботи були процитовані у тезах статті Звітної наукової конференції за 2022 р. «Сучасні ефективні способи підготовки молока до зберігання».

Структура та обсяг роботи. Дипломна робота для здобуття рівня магістра складається із вступу, 5 розділів, списку використаної літератури та додатків. Загальний обсяг дипломної роботи складає 79 сторінки, 10 таблиць, 16 рисунків, список наукових джерел кількістю 28.

РОЗДІЛ I

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЦТВА МОЛОКА

сторія виробництва молока

Молочні породи тварин, що існують зараз, – це результат тисячолітньої селекції диких тварин, які жили на різних висотах та в різних широтах, часом у суворих та екстремальних погодних умовах. Методи отримання молока від корів, кіз, овець та буйволів сформувалися приблизно шість тисяч років тому. Цих тварин доять і досі. Природно, що людина вибрала цих трав'яїдних для задоволення потреби в їжі та одязі, адже вони не такі небезпечні, і утримувати їх простіше, ніж хижаків. Тварини, що дають молоко, - це жуйні, вони їдять швидко і у великих кількостях, а їжу перетравлюють через деякий час.

Найпоширеніші молочні тварини сьогодні – це корови. Їх можна зустріти на будь-якому континенті. Іншими тваринами, що традиційно використовуються як у приватному секторі, так і в промисловому виробництві молочних продуктів, є кози, вівці та буйволи. Їхнє молоко виключно важливе для сільських громад, тому що воно містить високоякісні білки та інші корисні речовини. Вівці та кози особливо важливі в таких зонах, як Середземномор'я, та на великих територіях Африки та Азії. У світі налічуються мільярди овець та кіз, їх більше, ніж інших тварин, з яких виробляють м'ясо та молоко. Кози та вівці мають важливе значення у виробництві м'яса та молока в найбільш бідніших регіонах. Вони – дешеве джерело їжі, здебільшого їх розводять у місцях, де кліматичні, топографічні, економічні, технічні та соціальні фактори обмежують розвиток більш досконалих систем одержання білка.

До основних мінералів і вітамінів, що містяться в молоці, входять залізо і вітамін D. Однак їх або недостатньо для збалансованого харчування, або вони містяться не в оптимальних пропорціях. У початковий період життя тварина компенсує нестачу поживних речовин у молоці за рахунок резервів, отриманих від матері при народженні, зазвичай їх вистачає до моменту, коли дитинча почне вживати й іншу їжу. Щоб поживні речовини легко перетравлювалися з їжею, вони

надходять у рідкому вигляді, частково у вигляді розчину, частково як дисперсія або суспензія. Хоча молоко різних ссавців містить однакові компоненти, їх співвідношення відрізняється.

Кількісний склад основних компонентів сирого молока може значно відрізнятися у корів як різних, так і однієї породи. Основним компонентом є вода – засіб доставки всіх інших речовин. Коров'яче молоко складається приблизно з 87% води та 13% сухої речовини, яка зависла або розчинена у воді. Крім «загальної кількості сухих речовин» в описі складу молока також використовується термін «сухий знежирений залишок».

Таблиця 1

Вид	Вода,%	Жир,%	Казеїн,%	Лактоза,%	Зола,%	Сироватковий білок,%
Корова						
Буйвол						
Вівця						
Коза						
Людина						

З того моменту, як шість тисяч років тому корови стали домашніми тваринами, у генетичній будові виду *Bos Taurus* відбулися значні зміни. Найбільш важливим з них стало те, що сучасна дійна корова дає набагато більше молока, ніж потрібно їй теляти. Генетичний розвиток спричинило значне зростання виробництва молока. Сучасні корови дають його приблизно вшестеро більше, ніж їхні далекі предки. Навіть близько тридцяти років тому корова зазвичай давала трохи більше 4000 кілограмів молока для теляти, тоді як в теперішній час дає від 7000 до 12 000 кілограмів. Деякі корови можуть давати до 14 000 літрів молока на теля і навіть більше. Цей генетичний розвиток став можливим завдяки значному зростанню інформації про ту важливу роль, яку відіграють правильний вміст стада, здоров'я тварин та оптимізована годівля.

Як і всі ссавці, корови виробляють молоко, щоб годувати своє потомство. Отже, утворення молока безпосередньо є репродуктивним циклом. Перш ніж корова почне давати молоко, у неї має народитися теля. Корови досягають статевої зрілості у віці шести-семи місяців, а зазвичай запліднюють, коли їм виповнюється 15–18 місяців. Вагітність зазвичай триває 265-300 днів, і телички у віці 2-2,5 років вперше отелюються. Після отелення їх зазвичай знову запліднюють через чотири-вісім тижнів.

При доїнні у кров корови виділяється гормон окситоцин, що сприяє виділенню молока з вимені. Цей гормон виробляється та накопичується в гіпофізі. Коли корова в результаті належного стимулювання підготовлена до доїння, гіпофіз надходить сигнал, і весь накопичений обсяг окситоцину надходить в кров. У дикої корови таким стимулом були спроби теляти смоктати вим'я. Окситоцин виділявся, коли корова відчувала, як теля сосе. У сучасної корови молочної породи під час доїння поряд немає телят, тому стимулювання «випуску» молока здійснюється підготовкою до доїння, тобто звуками, запахами та відчуттями, що асоціюються з доїнням. Гормон окситоцин починає впливати зазвичай протягом хвилини з початку підготовки до доїння і викликає стиск альвеол клітинами, схожими на м'язи. Вплив рефлексу викиду молока поступово знижується, коли концентрація окситоцину в крові зменшується, а сам він розпадається, повністю зникаючи через 5-8 хвилин. Отже, доїння має бути закінчено протягом цього періоду. Спроби продовження процесу доїння з метою «видування» корови призводять до небажаного навантаження на вим'я, при цьому корова стає дратівливою і її часто складніше доїти.

Молочний жир в основному складається з тригліцеридів, синтезованих з гліцеринів та жирних кислот. Багатоланцюгові жирні кислоти абсорбуються з крові. Коротколанцюгові жирні кислоти синтезуються в молочних залозах із компонентів: ацетату та бета-гідроксибутирату, що надходять із крові. Молочний білок синтезується з амінокислот, що також надходять із кров'ю, і складається в основному з казеїнів та незначної частки сироваткового білка. Лактоза синтезується у клітинах, що виробляють молоко з глюкози та галактози.

Вітаміни, мінерали, солі та антитіла переносяться цитоплазмою клітини з крові до альвеолярного просвіту.

Зазвичай продуктивність корови обмежена приблизно трьома періодами лактації. Основою економічно вигідного виробництва молока є відносно високий вихід при високій якості протягом усього запланованого терміну використання тварини та виключення будь-яких випадків ненавмисного вибракування. Для молочних корів найбільш поширеним та руйнівним захворюванням є мастит. У більшості випадків фермер дізнається лише про клінічні випадки. Повідомлялося, що випадки клінічного маститу зазвичай становлять від 20 до 100 захворювань на 100 корів на рік. Відсоток безсимптомної інфекції становить 5–35 % усіх корів, заражених сильнішою патогенною бактерією. Фермеру набагато простіше діагностувати клінічний мастит. Симптоми включають згортання та знебарвлення молока, набрякання та почервоніння залоз. У серйозних випадках корову лихоманить, і вона втрачає апетит. Безсимптомний мастит часто важче помітити, тому що і молоко, і вим'я виглядають цілком нормальними, тоді як у молоці збільшується кількість соматичних клітин. Мастит – запалення молочних залоз, що може викликатись бактеріальними інфекціями або травмами. Коли бактерії ростуть, вони виділяють метаболіти та токсини, які стимулюють захисні механізми корови. Запальна реакція веде до переміщення лейкоцитів із периферичного кровообігу у вим'я. Їхня кількість у молоці зростає зі 100 000 клітин на мілілітр або менше, на одну частку вимені до декількох мільйонів. Підвищений вміст лейкоцитів супроводжується активацією деяких молочних ферментів.

Температура молока на виході із вимені становить близько 37 °C. Свіжовидоїне молоко здорової корови практично не містить бактерій, однак після того, як воно залишить вим'я, воно повинно бути захищене від забруднення. Мікроорганізми, що здатні зіпсувати молоко, знаходяться всюди - на поверхні вимені, руках доярки, частинках пилу в повітрі, краплях води, соломі та сіні, на шерсті тварини та у ґрунті. Перед подачею молока до цистерни його прийнято фільтрувати. Швидке охолодження молока після доїння є найкращим способом

запобігання росту бактерій. Є різні системи охолодження, їх вибір залежить від обсягів виробленого молока. Охолоджувач молока у флягах, підходить для невеликих господарств. Його люблять ті, хто використовує водоохолоджувачі, та виробники, які використовують обладнання для доїння у фляги.

Особливу увагу слід приділяти питанням гігієни для якісного стерильного молока. Однак, незважаючи на всі застереження, практично неможливо повністю виключити попадання бактерій у молоко. Молоко є чудовим середовищем для зростання бактерій, воно містить усі необхідні їм поживні речовини. Тому, щойно бактерії потрапляють у молоко, вони починають розмножуватися. З іншого боку, свіжовидоєне молоко містить природні бактерицидні речовини, що захищають молоко від впливу мікроорганізмів протягом деякого часу після доїння. Інфікуючим мікроорганізмам потрібно деякий час, щоб пристосуватися до нового середовища, перш ніж вони почнуть зростати.

При зберіганні важливо тримати молоко за низької температури. Активність мікроорганізмів буде легко підвищуватися, якщо температурі дозволить піднятися лише на кілька градусів вище рекомендованої температури зберігання. На фермах, які постачають молоко на молочні заводи у флягах, застосовують форсуночні або занурювальні охолоджувачі. У форсуночному охолоджувачі холодну воду, що циркулює, розпорошують на зовнішню поверхню фляг для підтримки молока в охолодженому стані. Занурювальний охолоджувач складається із змійовика, що опускається у флягу. По ньому циркулює холодна вода, підтримуючи потрібну температуру молока. При машинному доїнні молоко зазвичай збирають спеціальні резервуари, наявні на фермі. Подібні резервуари випускаються різної ємності та забезпечуються вбудованим обладнанням для охолодження, що гарантує охолодження до певної температури за певний проміжок часу. Ці резервуари часто оснащуються пристроями для автоматизованого миття, що гарантують стабільні високі показники гігієни. У великих господарствах і в пунктах збору, де великі обсяги молока (понад 5000 літрів) необхідно швидко охолодити з 37 до 4 °C, потрібно використовувати відповідне обладнання для великих ємностей. У таких випадках сама ємність в

основному використовується для підтримки необхідної для зберігання температури, а основна частина охолодження відбувається за допомогою теплообмінника, вбудованого в трубопровід.

Очікується, що до 2050 року світове населення досягне 9,1 млрд, що на 34% більше, ніж сьогодні. Основна частина зростання припадає на країни, що розвиваються, такі як Бразилія, Китай та Індія, де люди все частіше вважають за краще жити в містах, де доходи вищі. Відповідно, має зрости сукупне виробництво харчових продуктів, щоб задовольнити потреби зростаючого населення. Молоко є найбільш поживним харчовим продуктом для людини, яка тільки існує і робить значний внесок у задоволення наших потреб у кальції, вітамінах B2 та B12, йоді, калії та фосфорі. Всесвітня організація з продовольства вважає молоко настільки важливим для харчування людини, що рекомендує 2–3 прийоми молока чи інших молочних продуктів щодня. Розширене виробництво молока у довгостроковій перспективі означає, що всім основним учасникам у молочній промисловості доведеться навчитися підвищувати продуктивність так, щоб використовувати менше природних ресурсів та забезпечити комфортні умови для тварин, але при цьому отримувати необхідний прибуток. Іншими словами, створення стабільного джерела харчових продуктів потребує екологічно безпечних та розрахованих на тривалу перспективу сільськогосподарських технологій. Метою є зниження впливу на навколишнє середовище з боку сільськогосподарських підприємств та одночасне нарощування виробництва молока, прибутковості праці фермера та створення комфортних умов для людей і тварин, що беруть участь у процесі. Усі аспекти сталого розвитку мають бути прийняті до уваги та вдосконалені, щоб молочне тваринництво стало раціональнішим і стабільнішим.

Оскільки фермери, які розводять молочну худобу, є основними дійовими особами в отриманні молока від ссавців, таких як корови, буйволи, вівці та кози, вони є складною екосистемою. Дрібні фермери та фермери, які ведуть натуральне господарство, розраховують на підтримку ветеринарів та інших фермерів. Перед фермерами, які розводять молочну худобу у більшому масштабі,

чиї стада обчислюються сотнями і тисячами голів, стоять складніші завдання, оскільки їм треба задовольняти запити ринку, вибудовуючи баланс між здоров'ям тварин, екологічними проблемами, законодавством, постачальниками обладнання, трудовими питаннями, а також вартістю кормів.

ізіко-хімічні властивості коров'ячого молока

Коров'яче молоко складається приблизно на 87 % із води та до 13 % із сухих речовин (рис. 1).

Рис. 1. Склад молока.

Ці сухі речовини знаходяться у зваженому стані або розчинені у воді. Залежно від типу сухої речовини та розміру частинок (таблиця 2) існують різні системи розподілу їх у водній фазі.

Органічні з'єднання в основному має водень, кисень і карбон. Неорганічні з'єднання містять атоми інших хімічних елементів.

Таблиця 2

Фази складу молока

Склад молока	Емульсія «масло/вода»	Колоїдний розчин	Істинний розчин
Жир			
Білки			
Лактоза			
Мінерали (зола)			

Емульсія: дисперсна система, в якій дрібні краплі однієї рідини знаходяться в іншій. Молоко є емульсією жиру у воді (ж/в), олія – емульсією води у жирі. Дрібнодисперсну рідину називають дисперсною фазою, а іншу рідину – дисперговою фазою. Коли молоко і вершки перетворюються в масло, відбувається інверсія фаз в емульсії «масло у воді» з утворенням емульсії «вода в маслі».

Колоїдний розчин: коли речовина має ступінь дисперсії, проміжну між істинним розчином (наприклад, цукор у воді) і суспензією (наприклад, крейда у воді), то кажуть, що вона знаходиться в колоїдному розчині або колоїдній суспензії.

Типовими характеристиками колоїду є:

- невеликий обсяг часток;
- електричний заряд;
- тяжіння частинок до молекул води.

Сироваткові білки представлені в молоці у вигляді колоїдного розчину, а казеїни порівняно більшого розміру – суспензією колоїдною.

Такі речовини, як солі, дестабілізують колоїдні системи, змінюючи зв'язуючу здатність води і тим самим знижуючи розчинність білків. Такі фактори, як нагрівання, викликають розгортання сироваткових білків та підвищену взаємодію між білками, а спирт може викликати зневоднення частинок.

Речовини, які при змішуванні з водою та іншими рідинами утворюють істинні розчини, поділяються на:

еіоногенні розчини. Коли лактоза розчиняється у воді у її молекулярній структурі не відбувається суттєвих змін.

оногенні розчини. Коли звичайна сіль розчиняється у воді, у воді з'являються катіони (Na^+) та аніони (Cl^-), що утворюють електроліт.

клад коров'ячого молока

Вміст деяких основних компонентів молока може сильно відрізнятися у корів як різних порід, так і однієї породи. Тому можна вказати лише межі, у яких є ці відмінності. Цифри в таблиці 3 наведені лише як приклад.

При описі складу молока, крім загального сухого залишку, застосовують термін «сухий знежирений молочний залишок» (СЗМЗ). СЗМЗ – це величина загального сухого залишку з відрахуванням вмісту жиру. Середня величина СЗМЗ згідно з таблицею 3 становить $12,8 - 3,9 = 8,9$ %. У звичайному молоці величина рН знаходиться між 6,65 та 6,80 із середнім значенням 6,7, яке зустрічається особливо часто. Це значення відповідає рН молока, виміряного за температури близько 25 °С.

Таблиця 3

Усереднений вміст компонентів молока (%)

Основний компонент	Межі варіювання, %	Середнє значення, %
Вода	85,5 – 89,5	
Сухий залишок	10,5 – 14,5	
Жир	2,5 – 6,0	
Білки	2,9 – 5,0	
Лактоза	3,6 – 5,5	
Мінерали	0,6 – 0,9	

Молочний жир. Молочний жир складається з тригліцеридів (домінуючі компоненти), ди- моногліцеридів, жирних кислот, стероїдів, каротиноїдів (що зумовлюють жовтий колір жиру) та вітамінів (А, D, Е та К). Менш значущі компоненти є у незначних кількостях.

Мембрана складається з фосфоліпідів, ліпопротеїнів, цереброзидів, білків, нуклеїнових кислот, ферментів, мікроелементів (металів) та зв'язаної води. Слід зазначити, що склад і товщина мембрани є постійними, оскільки її компоненти перебувають у постійному обміні з навколишньою молочною плазмою.

Так як кульки молочного жиру є не тільки найбільшими частинками, але і найлегшими (з густиною - $0,93 \text{ г/см}^3$ при $15,5^\circ \text{C}$), вони мають тенденцію спливати до поверхні, якщо молоку дати протягом деякого часу відстоятися.

Швидкість підйому жирових кульок підпорядковується закону Стокса, та їх дрібні розміри уповільнюють процес виділення вершків. Однак цей процес може бути прискорений внаслідок агрегації жирових кульок за допомогою білка, що називається аглютиніном. Ці агрегати піднімаються значно швидше, ніж окремі кульки. Вони легко руйнуються нагріванням чи механічною обробкою. Аглютинін змінює свої властивості за 2 хвилини при 75°C і втрачає здатність до створення агрегатів.

Молекули жирних кислот складаються з вуглеводневого ланцюга та карбоксильної групи (формула RCOOH). У насичених жирних кислотах вуглецеві атоми з'єднані разом у ланцюг простими зв'язками, у той час як у ненасичених жирних кислотах у вуглеводневому ланцюгу присутні і подвійні зв'язки. Кожна молекула гліцеролу може приєднувати три молекули жирної кислоти, оскільки приєднані кислоти не обов'язково є однаковими, це призводить до дуже великому розмаїттю гліцеридів в молоці, див. рис. 2.

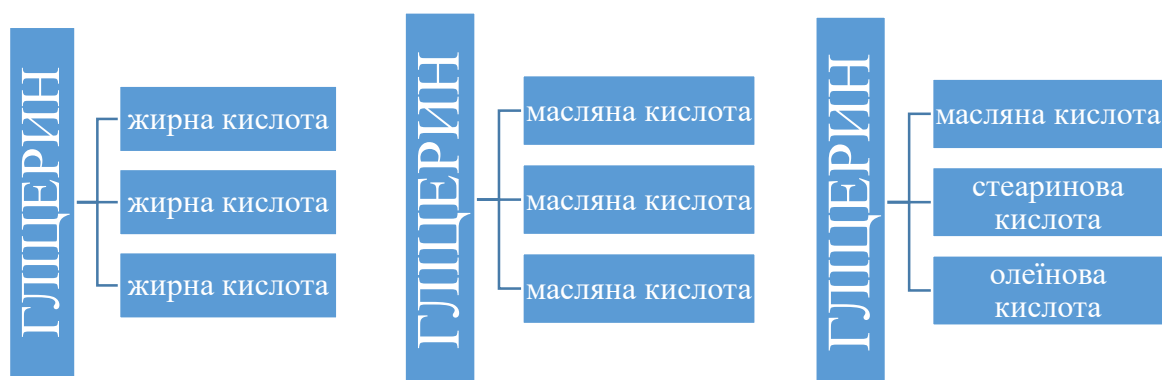


Рис. 2. Класифікація тригліцеридів, що входять до складу молока.

Температура топлення жиру. В молочному жирі найбільш широко представлені миристинова, пальмітинова, стеаринова та олеїнова кислоти. Перші три з них за кімнатної температури є твердими, а остання – рідкою. Як показують наведені дані, відносний вміст різних жирних кислот може змінюватися. Ця зміна впливає на твердість жиру. При цьому жир з високим вмістом високоплавких

кислот, таких як пальмітинова, буде твердим, з іншого боку, з жиру з високим вмістом низькоплавкої олеїнової кислоти отримують м'яке масло.

Визначення відносної кількості окремих жирних кислот має суто науковий інтерес. Для практичних цілей достатньо визначити одну або кілька констант або індексів, що дають конкретну інформацію про склад жиру.

Йодне число. Жирні кислоти з одним і тим самим числом атомів С, але з різним числом простих і подвійних зв'язків мають зовсім різні характеристики. Найбільш важливим і найчастіше застосовуваним методом індикації їх специфічних характеристик є вимір йодного числа жиру. Йодне число означає відсоток йоду, який може зв'язати жир. Йод приєднується за подвійними зв'язками ненасичених жирних кислот. Однією з найпоширеніших ненасичених жирних кислот є рідка при кімнатній температурі олеїнова кислота, а йодне число переважно є мірою вмісту олеїнової кислоти, а значить, і м'якості жиру.

Йодна кількість жирової фракції олії зазвичай лежить у межах 24–46. Розкид у значеннях визначається кормом корів. Зелений корм влітку викликає підвищення вмісту олеїнової кислоти, тому літній молочний жир є м'яким (з високим йодним числом). Деякі кормові концентрати, такі як макуха соняшнику або лляного насіння, теж сприяють отриманню м'якого жиру, в той час як такі типи корму, як макуха кокосових горіхів або пальмової олії або бадилля коренеплодів, дають твердий жир. Отже, підбором дієти для корів можна впливати на консистенцію молочного жиру. Кількість різних жирних кислот у жирі впливає на те, як він заломлює світло. Тому загальноприйнято визначати показник заломлення жиру, який можна використовувати для розрахунку йодного числа. Це швидкий спосіб оцінки твердості жиру.

Ядерно-магнітний резонанс (ЯМР). Замість аналізу значень йодного числа або показника заломлення співвідношення насиченого жиру до ненасиченого можна визначити за допомогою імпульсного ЯМР. Використовуючи коефіцієнт перерахунку, отримані дані ЯМР можна за бажання перетворити на відповідне йодне число.

Метод ЯМР може бути використаний і для визначення ступеня кристалізації жиру як функції часу кристалізації. Було показано, що кристалізація жиру в 40% вершках, охолоджених з 60 °С до 5 °С, протікає тривалий час. Необхідно щонайменше 2 годин для досягнення відсотка кристалізації 65 % від загального. Зазначається також, що протягом 2 хвилин після досягнення 5 °С закристалізовувалося лише 15–20 % жиру. Величина ЯМР за вмістом ненасичених жирних кислот у маслі зазвичай коливаються в межах

Молочний білок. Білки – це гігантські молекули, які утворені з менших одиниць – амінокислот. Білкова молекула складається з одного або кількох ланцюгів із внутрішніми зв'язками між амінокислотами, розташованими в специфічному порядку. Білкова молекула зазвичай містить близько 100-200 з'єднаних амінокислот, хоча відомі білки з більшим і з меншим числом амінокислот.

Амінокислоти є будівельними блоками, що утворюють білки, відрізняються одночасною присутністю в їх молекулах по одній аміногрупі (-специфічних амінокислот, α -амінокислот, тобто таких, у яких є і карбоксильна група, і аміногрупа, приєднані до того самого вуглецевого атома. Амінокислоти належать до групи хімічних сполук, які можуть виділяти іони водню в лужних розчинах та приєднувати ці іони із розчинів кислот. Такі сполуки називаються амфотерними електролітами або амфолітами.

Вітаміни у молоці. Вітаміни є органічними речовинами, присутніми в рослинах та в організмах тварин у дуже низьких концентраціях. Вони необхідні для нормальної життєдіяльності, проте їх синтез в організмі неможливий. Хімічний склад вітамінів зазвичай дуже складний, але відомий нині більшість із них. Вітаміни позначаються великими літерами, іноді з додатковими чисельними підрядковими позначеннями, наприклад, А, В1 і В2.

Молоко є хорошим джерелом вітамінів, що містяться в ньому в різних кількостях. До найбільш відомих входять: вітамін А, вітаміни групи В, вітаміни

С і D. Вітаміни А і D розчинні в жирах і жирних розчинниках, тоді як інші вітаміни розчиняються у воді. З жиророзчинних вітамінів найбільш важливими є А та D. Вони впливають на зір та шкіру. З природних причин знежирені молочні продукти містять менше цих вітамінів. У багатьох країнах їх недолік у знежиреному молоці компенсується добавками вітамінів А і D, щоб рівень вмісту вітамінів був як у незбираному молоці.

бір і приймання молока

Молоко перевозять з ферми (або з центру приймання молока) на завод для переробки. Для зберігання молока в різний час використовувалися різні види ємностей і багато з них використовуються досі по всьому світу: від 2–3 літрових пляшок та керамічних горщиків до сучасних вантажних цистерн із системою охолодження для зберігання тисяч літрів молока.

Раніше, коли молочні заводи були невеликими, збирання молока відбувалося з найближчих ферм. Вміст мікроорганізмів у молоці можна було контролювати за допомогою мінімального охолодження, тому що відстані для перевезення були невеликими і збирання молока відбувалося щодня. На сьогоднішній день є тенденція до поступового збільшення розмірів молочних заводів та поліпшення виробництва, підвищення якості кінцевого продукту. Молоко може доставлятися з віддалених місць, тому щоденний збір неможливий. В даний час збирання молока зазвичай відбувається через день, проте цей інтервал може іноді доходити до трьох днів.

Молоко необхідно негайно охолоджувати до $+4^{\circ}\text{C}$ відразу ж після доїння та зберігати за такої температури весь час під час транспортування на завод.

Якщо система охолодження зламалася по дорозі, наприклад, при перевезенні, мікроорганізми починають розмножуватися в молоці. Це призводить до утворення різноманітних продуктів метаболізму та ферментів. Подальше охолодження зупинить розвиток бактерій, але шкоду молоку буде вже завдано. Число бактерій побільшало, а молоко міститиме речовини, що впливають на якість кінцевого продукту.

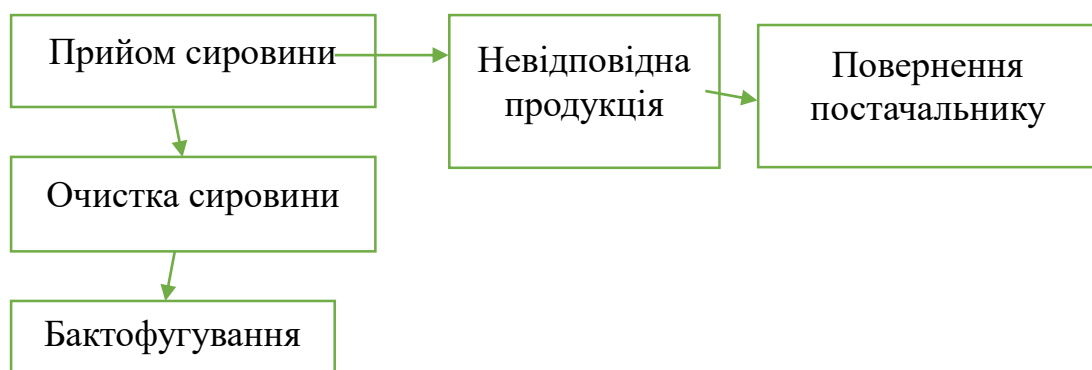
Сире молоко потрапляє на завод в ізольованих транспортних цистернах. Молоко має бути добре охолодженим, ізольованим від повітря; надавати на молоко мінімально можливий механічний вплив. Наприклад, необхідно повністю заповнювати цистерни, щоб уникнути зайвого збовтування молока під час транспортування.

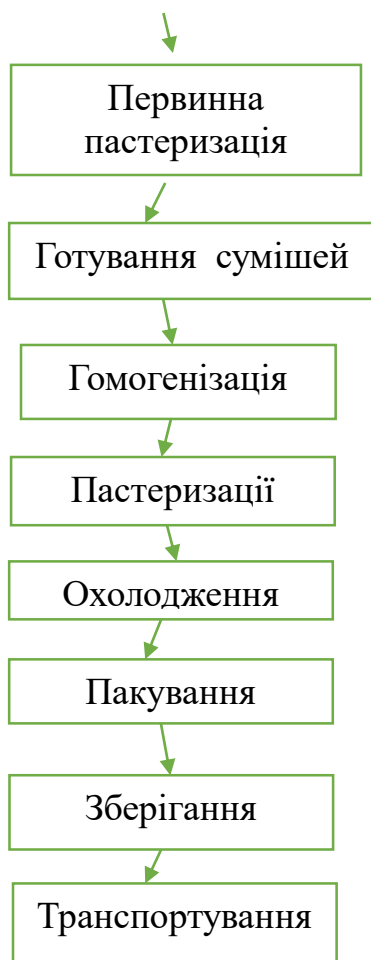
Молоко від хворих тварин та молоко, що містить антибіотики або осад, не повинне прийматися на молочний завод. Навіть сліди антибіотиків у молоці можуть зробити його непридатним для виробництва кисломолочних продуктів з використанням бактеріальних культур – наприклад, йогурту, сиру, сметани чи кефіру.

На фермі зазвичай проводиться лише поверхнєве визначення якості молока. Його склад та чистоту визначають зазвичай після прибуття на завод за допомогою лабораторних досліджень. Результати деяких із них прямо впливають на розмір виплат фермерам. Наступні тести є найпоширенішими під час приймання молока. У разі збирання молока з молочних ферм у транспортну цистерну водій відбирає зразки молока кожної ферми для проведення тесту на заводі. Молоко, що відрізняється за смаком і запахом від нормального молока, отримує нижчу оцінку якості. Це впливає на розмір виплат фермерам. Молоко зі значними відхиленнями смаку та запаху має вибраковуватись.

На молочних заводах є спеціальні відділення прийому молока із ферм. Прийом починається з визначення кількості молока. Кількість прийнятого молока реєструється у системі зважування, необхідної для порівняння з кількістю молока, відправленого з ферми. Кількість прийнятого молока вимірюється за об'ємом чи вагою.

Наведено технологічну систему переробки молока (блок-схема):





Молоко, яке поступає на виробництво, повинно відповідати вимогам діючого ДСТУ 3662-97 «Молоко коров'яче незбиране. Вимоги при закупівлі» і ветеринарно-санітарним правилам, затвердженим в установленому порядку, які щомісячно підтверджуються довідкою органів ветеринарного нагляду.

При прийманні молочної сировини ведеться облік збору сировини та підрахунок базисної реалізації. Кабінетом Міністрів України встановлено стандартну базисну норму таких показників як масової частки жиру у молоці – можливий виробіток продукту, вихід та нестачу. Це добре видно при виробництві масла, адже додавання вершків або жиру не коров'ячого походження заборонено саме у цей продукт. Інші молочні продукти, такі як кисломолочні або спреди, піддаються фальсифікації. [2]

Розділ 2

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ПІДГОТОВКИ МОЛОКА ДЛЯ ДОВГОТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ

До кінця XIX століття теплова обробка молока набула настільки широкого значення, що стала використовуватись для різних цілей на більшості молокопереробних підприємствах – наприклад, для обробки молока при виготовленні кисломолочних продуктів та масла.

До впровадження теплової обробки молоко являло собою постійне джерело інфекцій, оскільки воно є ідеальним середовищем для розвитку мікроорганізмів. Через молоко часто поширювалися такі хвороби як туберкульоз та черевний тиф.

У терміні "пастеризація" відображено ім'я Луї Пастера, який провів у середині XIX століття фундаментальні дослідження впливу тепла на мікроорганізми, що призводить до їхньої загибелі, та можливості застосування температурної обробки для консервування харчових продуктів.

Пастеризація молока – це особливий вид теплової обробки, який можна визначити як «будь-яку теплову обробку молока, що забезпечує безумовне знищення мікроорганізмів – збудників туберкульозу, не викликаючи при цьому значних змін фізичних та хімічних якостей молока».

Вивчаючи історію пастеризації, слід зауважити, що, хоча вчені зійшлися на тому, за якої температури слід проводити теплову обробку молока, у виробничій практиці серйозного контролю над цим процесом не здійснювалося. В результаті молоко то перегрівалося, що надавало йому відповідного присмаку, то недостатньо нагрівалося, і тоді у ньому зберігалися життєздатні збудники туберкульозу.

У середині 30-х років XX століття Кей (Key) та Грехем (Graham) оголосили про відкриття ферменту фосфатази. Цей фермент завжди присутній у сирому молоці та руйнується під впливом підвищеної температури протягом певного часу, необхідного для ефективної пастеризації. Крім того, його присутність чи відсутність легко підтверджується (перевірка на фосфатазу методом Шерера

/Scharer/). Відсутність фосфатази свідчить про те, що молоко пройшло необхідну теплову обробку.

Вплив теплової обробки патогенні організми, що зустрічаються в молоці, гинуть при порівняно невеликому нагріванні, яке лише незначно відбивається на фізико-хімічній якості молока. Найстійкіший мікроорганізм – збудник туберкульозу гине вже за нагрівання молока до 63°C протягом 10 хвилин. Повна безпека продукту гарантована витримкою молока за цієї температури протягом 30 хвилин. Таким чином, цей мікроорганізм є свого роду індикатором ефективності процесу пастеризації: будь-яка теплова обробка, що викликає його загибель, надійно знищує всі інші патогенні мікроорганізми в молоці. Крім патогенних мікроорганізмів, молоко містить інші мікроорганізми та речовини, що псують смакові якості та скорочують термін зберігання різних молочних продуктів. Тому наступною метою теплової обробки є знищення найбільшої кількості цих організмів і ферментних систем, що потребує більш інтенсивної теплової обробки, ніж для знищення патогенних мікроорганізмів

Друге призначення теплової обробки набуло більшого значення при масштабуванні молочних заводів та скороченні їх кількості. Збільшені інтервали часу між постачаннями означають, що, незважаючи на сучасні методи охолодження, мікроорганізми мають більше часу для розмноження та утворення ферментів. Крім того, руйнуються складові характеристики молока, знижується активна кислотність (рН) тощо. Щоб уникнути цих проблем, молоко має піддаватися тепловій обробці відразу після надходження на молокозавод.

Молоко піддають тепловій обробці на молочних заводах для знищення будь-яких патогенних мікроорганізмів, які можуть бути у ньому. Ця обробка викликає також зміни компонентів молока. Чим вища температура і що більше тривалість обробки, тим глибші ці зміни. У деяких межах ці два фактори можуть взаємно врівноважуватися. Короткочасне нагрівання при високих температурах може мати такий самий вплив, як тривале нагрівання при невисоких

температурах. При тепловій обробці молока ці фактори необхідно завжди враховувати.

2.2. Поведінка присутніх у молоці ферментів

Ферменти є білками, які продукуються живими організмами. Вони здатні ініціювати хімічні реакції та впливати на хід та швидкість цих реакцій. Ферменти каталізують реакції, при цьому не змінюючи своєї кількості. Іноді їх називають біокаталізаторами.

Дія ферментів є специфічною: кожен тип ферментів каталізує лише один певний тип реакцій. Два фактори сильно впливають на ферментні реакції – температура та рН. Як правило, ферменти найбільш активні за оптимальної температури в інтервалі 25-50 °С. Їхня активність падає при виході температури за верхні межі цього інтервалу, зникаючи десь у інтервалі 50–120°С. При цих температурах ферменти практично повністю денатуруються (інактивуються). Температура інактивації змінюється від одного типу ферменту до іншого, явище, яке широко використовують для визначення ступеня пастеризації молока. Ферменти мають оптимальний інтервал значень рН: деякі з них найкраще функціонують у кислих розчинах, а інші – у лужних.

Ферменти, присутні у молоці, потрапляють у нього чи від корів, чи від бактерій. Перші є нормальними компонентами молока та називаються нативними ферментами. Другі, бактеріальні ферменти, розрізняються за типом і поширеністю відповідно до природи та величини бактеріальної популяції. Ряд ферментів молока використовується для тестування його якості та контролю. Найбільш важливими з цих ферментів є пероксидаза, каталаза, фосфатаза та ліпаза.

Пероксидаза переносить кисень від пероксиду водню (H_2O_2) до інших легко окиснюваних речовин. Цей фермент інактивується в молоці нагріванням до 80°С протягом декількох секунд. Цей факт може бути використаний для встановлення наявності або відсутності пероксидази в молоці, і таким чином –

для перевірки того, чи температура пастеризації молока була вищою 80°C. Цей тест називають пробою Сторча (Storch) на пероксидазу.

Каталаза розщеплює пероксид водню на воду та вільний кисень. Кількісним визначенням кисню, що виділяється цим ферментом, можна визначити вміст каталази в молоці та дізнатися: отримано це молоко від здорової тварини чи ні?

Молоко тварини з хворим вим'ям містить велику кількість каталази, в той час як у молоці зі здорового - спостерігається тільки незначна кількість каталази. Однак існує велика кількість бактерій, які продукують даний фермент. Каталаза руйнується при тепловій обробці, що протікає за температури 75°C протягом 60 секунд.

Фосфатаза має властивість розщеплювати деякі фосфорні ефіри, кислоти до відповідного спирту. Присутність фосфатази в молоці може бути виявлено додаванням ефіру фосфорної кислоти та реагенту, що змінює забарвлення в результаті взаємодії з спиртом, що вивільняється. Зміна забарвлення свідчить у тому, що молоко містить фосфатазу. Цей фермент руйнується при звичайній пастеризації (температура 72°C, витримка 15-20 секунд), таким чином тест на фосфатазу може бути використаний для визначення, чи був витриманий цей режим пастеризації. Цей стандартний тест, що застосовується у молочній справі, називається тестом Кулі (Scharer) на фосфатазу. Тест краще проводити одразу після нагрівання. В іншому випадку молоко повинне бути охолоджене нижче 5°C і витримуватись при цій температурі до проведення аналізу, який має бути проведений того ж дня. В іншому випадку може відбуватися процес реактивації, при якому інактивованій фермент знову стає активним та дає позитивний результат на тест. До такого, зокрема, найбільш схильні вершки.

Ліпаза розщеплює жир на гліцерин та вільні жирні кислоти. Надлишок цих кислот у молоці або молочних продуктах призводить до появи гіркого присмаку. Дія цього ферменту, мабуть, у більшості випадків дуже слабка, хоча молоко від деяких корів може мати сильну ліпазну активність. Вважається, що кількість ліпази в молоці збільшується до кінця лактаційного періоду. Ліпаза значною

мірою інактивується пастеризацією, але для її повної інактивації потрібні вищі температурні режими. Ліпазу виробляють багато мікроорганізмів. Це може викликати серйозні проблеми, оскільки цей фермент є термостабільним.

Лактоза - цукор, що знаходиться тільки в молоці, і належить до групи хімічних сполук, які називаються вуглеводами. Вуглеводи є найважливішим джерелом енергії в нашій їжі. Вуглеводи розпадаються на сполуки, що мають високу енергетичну цінність. Дані сполуки беруть участь у біохімічних реакціях, забезпечуючи їх протікання необхідною енергією. Вуглеводи також забезпечують матеріал для синтезу деяких важливих хімічних сполук у організмі. Вони присутні у м'язах як м'язовий глікоген та у печінці – як глікоген печінки. Глікоген є прикладом вуглеводу з великою молекулярною масою. Іншими прикладами подібних вуглеводів є крохмаль та целюлоза. Подібні складні вуглеводи називаються полісахаридами і мають гігантські молекули, побудовані з молекул глюкози. У глікогені та крохмалі ці молекули часто розгалужені, тоді як у целюлозі вони існують у вигляді прямих та довгих ланцюгів.

При нагріванні та витримуванні молока при високій температурі воно буріє і набуває присмаку карамелі. Цей процес називається карамелізацією та є наслідком реакції між лактозою і білками, так званою реакцією Майяра

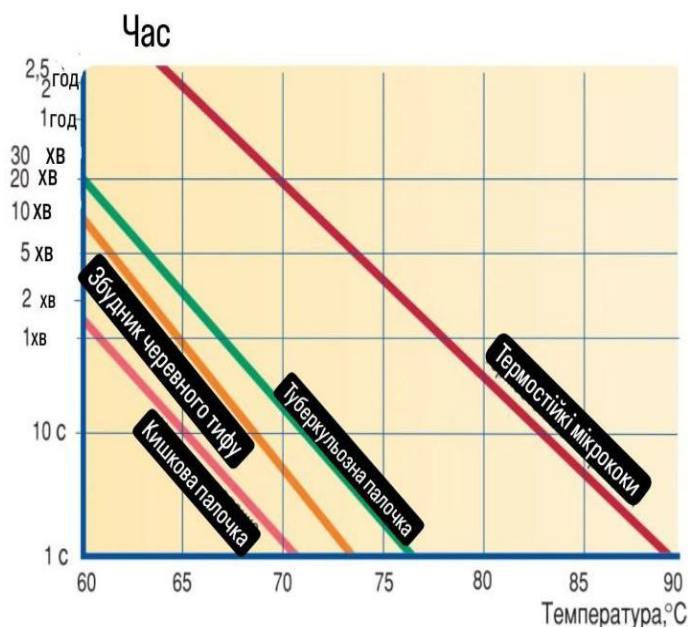
Лактоза є водорозчинною та утворює іонно-молекулярний розчин у молоці. У сироварінні спостерігається великий відхід лактози в сироватку. Випаровування сироватки при приготуванні сироватково-альбумінного сиру додатково підвищує концентрацію лактози. Лактоза не має солодкого смаку, як інші цукру; її насолода, наприклад, у 30 разів менше, ніж у тростинного цукру.

Ферменти можуть бути інактивовані нагріванням. Температура інактивації залежить від типу ферменту. Деякі мікроорганізми (наприклад, *Pseudomonas spp.*), здатні викликати псування сирого молока, що зберігається при низьких температурах. Молочні продукти, піддані тепловій обробці, виробляють термостійкі протеолітичні та ліполітичні ферменти. Пастеризація та високотемпературна обробка молока викликають лише їх часткову інактивацію.

Лактоза піддається змінам легше в молоці, ніж у сухому стані. При температурі вище 100°C між лактозою та білком відбувається реакція, що супроводжується побурінням молока. Ряд реакцій, що відбуваються між аміногрупами амінокислотних залишків та альдегідними групами вуглеводів молока, які називають реакцією Майяра, або реакцією побуріння. Вона веде до потемніння продукту, зміни смаку та втрати поживної цінності, зокрема до втрати лізину - однією з незамінних амінокислот.

Вітаміни. Вітамін С є найбільш термолабільним вітаміном, особливо у присутності повітря та деяких металів. Пастеризація в пластинчастому теплообміннику може, проводитися при практично повній відсутності втрат вітаміну С. Іншим вітамінам помірне нагрівання у молоці зовсім чи майже зовсім не завдає шкоди.

Мінеральні речовини. З мінеральних речовин у молоці лише гідроксифосфат кальцію в міцелах казеїну, що має важливе значення змінюється під впливом тепла. При нагріванні вище 75°C ця речовина втрачає воду і утворює нерозчинний ортофосфат кальцію, що погіршує сичужне згортання.



Поєднання температури та часу.

Поєднання ступеня нагріву та їх тривалості – дуже важливий фактор, що визначає інтенсивність теплової обробки. При температурі 65°C для знищення цих бактерій молоко слід витримувати протягом 10 секунд. Ці комбінації – 70°C/1с і 65°C/10с – мають однакову летальну дію на бактерії.

Рис. 3. Летальна взаємодія температури на мікроорганізми.

Збудник туберкульозу більш стійкий до теплової обробки та для його гарантованого знищення потрібна витримка в 20 секунд при 70°C або близько

двох хвилин за 65°C. У молоці можуть бути теплостійкі мікрококи. Як правило, вони абсолютно нешкідливі.

Обмеження при тепловій обробці. Інтенсивна теплова обробка молока бажана з погляду боротьби із мікроорганізмами. Але така обробка має ризик негативного впливу на зовнішній вигляд, смак та поживну цінність молока. При високих температурах білки в молоці денатурують. Це означає, що інтенсивна теплова обробка значно погіршує придатність молока для сиру. Сильне нагрівання призводить до зміни смаку: спочатку виникає присмак кип'яченого, а далі - пригорілого молока. Таким чином, слід підбирати оптимальний режим теплової обробки, за якого гарантовано знищувалися б хвороботворні мікроорганізми та не погіршувалися якісні показники.

У зв'язку з тим, що теплова обробка стала найважливішою складовою молочного виробництва та його значення отримало загальне визнання, були розроблені різні види теплової обробки, перелічені в таблиці 4.

Основні види теплової обробки у молочному виробництві.

Таблиця 4

Класифікація процесів обробки молока на виробництві

Назва процесу	Температура	Тривалість
Термізація	63 - 65°C	15 секунд
Низькотемпературна тривалість пастеризації молока	63°C	30 хвилин
Високотемпературна короткочасна пастеризація молока	72 – 75°C	15 – 20 секунд
Високотемпературна короткочасна пастеризація вершків	>80°C	1 – 5 секунд
Ультрапастеризація	125 – 138°C	2 – 4 секунди
Високотемпературна обробка (ВТО) (стерилізація в потоці)	135 – 140°C	Декілька секунд
Стерилізація в тарі	115 - 120°C	20 – 30 хвилин

Термізація. На багатьох великих молокозаводах немає можливості піддати пастеризації та переробці всього молока відразу після надходження.

Частину молока доводиться зберігати у танках протягом кількох годин чи днів. У таких умовах навіть глибокого охолодження мало для запобігання серйозному погіршенню якості молока. Тому на багатьох молокозаводах молоко піддають попередньому нагріванню до температур нижче, ніж при пастеризації, з метою придушення мікрофлори, що знаходиться у молоці. Цей процес називається "термізація". Молоко витримують при температурі 63-65°C протягом 15 секунд. У цьому режимі не пригнічується активність фосфатази. У багатьох країнах заборонено подвійну пастеризацію молока, тому термізація припиняється до виникнення умов, необхідних для пастеризації.

Для того щоб не допустити розмноження аеробних спороутворюючих бактерій після термізації молоко слід швидко охолодити до 4°C або нижче і не допускати його змішування із необробленим молоком. Багато експертів дотримуються думки, що термізація позитивно впливає на деякі спороутворюючі бактерії. Теплова обробка викликає проростання спор, а це означає, що вони будуть зруйновані за наступної пастеризації молока. До термізації слід вдаватися лише у виняткових випадках. Головна мета – піддати пастеризації все молоко протягом 24 годин після надходження на обробку.

Низькотемпературна тривала пастеризація молока (LTLT). Початковий спосіб теплової обробки являв собою процес, при якому молоко нагрівалося до 63°C у відкритих ємностях і витримувалося при цій температурі протягом 30 хвилин. Цей спосіб отримав назву “тривалої низькотемпературної пастеризації”

Високотемпературна короткочасна пастеризація (HTST). В даний час молоко практично завжди піддається тепловій обробці у потокових процесах, таких як термізація, пастеризація або високотемпературна обробка (COT).

HTST – це скорочення від англійської (high temperature, short time) “високотемпературний короткочасний процес”. На практиці застосовуються різні

поєднання температури та витримки в залежності від якості молочної сировини, типу виробленого продукту та вимог до термінів зберігання.

Високотемпературна короткочасна пастеризація молока проводиться за 72–15–20 секунд, після чого потрібне охолодження. При такому поєднанні температури та витримки руйнується фермент фосфатази. Таким чином, щоб переконатися в ефективності пастеризації молока перевіряють на наявність фосфатази. Результат перевірки має бути негативним, тобто не має бути виявлено жодної активності фосфатази.

Перевірка на фосфатазу не повинна проводитись у продуктах, жирність яких перевищує 8 %, тому що через порівняно невеликий час після пастеризації активність ферменту відновлюється. Теплова обробка також повинна бути більш жорсткою, оскільки жир має низьку теплопровідність.

Для перевірки результату пастеризації вершків використовується інший фермент – пероксидазу (тест за методикою Шторха /Storch/). Продукт нагрівається до температури понад 80°C та витримується при ній близько п'яти секунд. Така потужна теплова обробка виявляється достатньою для придушення пероксидази. Перевірка має показати негативний результат, тобто у продукті не повинно бути виявлено жодної активності пероксидази.

Оскільки з кисломолочними продуктами не можна проводити перевірку на фосфатазу, при перевірці якості їхньої пастеризації також використовується тест на пероксидазу. Молоко, призначене для виробництва кисломолочної продукції, зазвичай піддається сильному нагріванню з метою згортання сироваткових білків та посилення їх здатності зв'язувати воду (щоб уникнути утворення сироватки).

Ультрапастеризація. Ультрапастеризацію застосовують, коли продукт потребує певного терміну придатності. Деяким виробникам достатньо двох діб, тоді як інші хочуть продовжити традиційний для пастеризованих продуктів термін зберігання з 2-16 до 30-40 днів.

Головна мета – звести до мінімуму основні джерела обсіменіння мікроорганізмами молочної продукції під час виробництва та упаковки, а також термін її придатності. Це вимагає виключно високого рівня виробничої гігієни та

здійснення поставок при температурі не вище 7°C: що нижча температура, то довший термін придатності.

Нагрів молока до 125-138°C протягом 2-4 секунд з подальшим його охолодженням до температури нижче 7°C - запорука тривалого терміну придатності. Літери ESL (соро від англійської Extended Shelf Life – тривалий термін зберігання) проставляються на продуктах, які пройшли теплову обробку, що гарантує тривалий термін придатності. Однак такі продукти також повинні зберігатися за низьких температур і при транспортуванні, і в магазинах до моменту їх реалізації.

Високотемпературна обробка (COT). Стерилізація у потоці. Цей вид теплової обробки рідких харчових продуктів проходить при надвисоких температурах, зазвичай у діапазоні 135-140°C протягом короткого періоду часу. Така обробка вбиває мікроорганізми, які б інакше зіпсували продукт. COT є безперервним процесом, який протікає в закритій системі, що оберігає продукцію від потрапляння мікроорганізмів із повітряного середовища. Продукція швидко проходить стадії нагрівання та подальшого охолодження. Невід'ємною частиною процесу є асептичне завантаження, що оберігає продукцію від повторного бактеріального обсіменіння.

На практиці застосовуються два методи COT:

- Непрямий підігрів та охолодження в теплообмінниках;
- Пряме нагрівання упорскуванням пари або подачею молока в парове середовище з подальшим охолодженням при розширенні у вакуумі.

Нагрів і охолодження є найбільш важливими операціями у виробництві!

Стерилізація у тарі. До цього часу використовувався розроблений метод стерилізації в ємностях, зазвичай проводиться при 115-120°C протягом 20-30 хвилин.

Після нормалізації жирності, гомогенізації та нагрівання до 80°C молоко розливається в чисту тару – зазвичай це скляні чи пластмасові пляшки для рідкого молока та консервні банки – для згущеного. Ще не остигла продукція, призначена для подальшого пакування, переміщається до автоклавів, а для

безперервного виробництва – до гідростатичної вежі, де відбувається її стерилізація.

Попереднє нагрівання. Зазвичай необхідні подальшого виробничого процесу температури забезпечуються відразу після пастеризації, але іноді потрібно тимчасово охолодити та витримати молоко у такому стані перед його остаточною обробкою.

Молоко, призначене для виробництва сиру, попередньо нагрівається до 30-35°C перед відправкою у ванни, де перед додаванням сичужного ферменту проводиться остаточне регулювання температури. Як нагрівальне середовище використовується гаряча вода. З метою зниження виробничих витрат як первинного теплоносія може бути використана і сироватка, що залишається від попередньої партії. Молоко для виробництва йогурту попередньо нагрівається до 40-45°C, після чого прямує на ферментацію. Як теплоносієм використовується гаряча вода. Молоко може також піддаватися попередньому нагріванню перед додаванням до нього, крім ферментів, шоколадної пудри, цукру, жирів та інших добавок, необхідних для виробництва різних молочних продуктів.

Процеси теплопередачі на молочному заводі

Однією з найважливіших вимог сучасного молочного виробництва є можливість забезпечувати необхідну температуру на кожному етапі виробничого процесу. Нагрів та охолодження, таким чином, є основними операціями на молокозаводі.

Нагрів. Молоко нагрівається теплоносієм, таким як пара низького тиску (до нього нині вдаються дуже рідко), або гарячою водою. Певна кількість тепла передається від нагрівального середовища до молока, внаслідок чого його температура підвищується, а температура теплоносія відповідно знижується.

Охолодження. Безпосередньо, після надходження на молокозавод молоко найчастіше охолоджується до низької температури – близько 5°C або нижче, щоб тимчасово призупинити зростання мікроорганізмів. Після пастеризації молоко також охолоджується до низької температури – близько 4°C.

За наявності звичайної холодної води її можна використовувати для первинного охолодження після пастеризації та регенеративного теплообміну. У всіх випадках тепло переходить від молока в холодне середовище. Температура молока знижується до необхідного рівня, а температура охолоджуючого середовища відповідно зростає. Як середовище охолодження може використовуватися холодна вода, крижана вода, сольовий чи спиртовий розчин, наприклад, гліколь.

Регенеративне нагрівання та охолодження. У багатьох випадках перед певною обробкою продукт має бути нагрітий, а потім охолоджений. Пастеризація молока – один із таких випадків. Охолоджене молоко нагрівається від 4°C до температури пастеризації – 72°C, витримується за цієї температури 15 секунд, потім знову охолоджується до 4°C.

Тепло пастеризованого молока використовують для нагрівання холодного молока. Надходить холодне молоко, нагрівається від гарячого молока, що виходить, яке, в свою чергу, охолоджується. Це дозволяє економити енергію нагріву та охолодження. Процес протікає в теплообміннику - "регенеративний теплообмін". Таким чином, вдається повертати до замкнутого циклу до 94–95% тепла, яке несе пастеризоване молоко.

Витримка. Правильно виконувана теплова обробка молока вимагає його витримки при температурі пастеризації протягом певного часу. Це відбувається у зовнішній секції. Ця камера виконана у формі спіральної або зигзагоподібної труби, яка часто загорнута в металевий кожух, що захищає людей від опіків, неминучих при випадковому торканні. Довжина труби та швидкість потоку розраховані таким чином, щоб час проходження молока по трубі виявився рівним часу необхідної витримки.

Необхідно ретельно контролювати швидкість потоку, тому що розміри камери спеціально розраховані на витримку за певної швидкості проходження продукту. Час витримки змінюється обернено пропорційно витраті через камеру.

Розділ 3.

ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ МОЛОКА ТА МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ

Фізико-хімічні методи визначення основних показників якості молока та молочних продуктів

Молоко є одним із найбільш споживаним продуктом у світі. Його значення велике не тільки на рівні харчування, а й в економіці. Світове споживання молока та його похідних розповсюджується на понад 6 мільярдів споживачів.[4]

Молоко містить білки, вуглеводи, мінеральні речовини, вітаміни, які виконують важливі біохімічні та харчові функції, особливо для дітей та людей похилого віку. Коров'яче молоко містить близько 87,1% води, 4% жиру, 3,3% білка, 4,6% лактози, 0,7% попелу. Основний вміст білка в молоці становить казеїн 78,3%, сироватковий білок 19%. Серед вуглеводів основним є лактоза. Утворені двома моносахаридами, глюкозою та галактозою, вони виконують важливі функції, такі як забезпечення 16,8 кДж/г енергії організм. Молоко та молочні продукти вважаються хорошим джерелом кальцію через його високу біодоступність. Потенціал молока в їжі безсумнівний, обмеження щодо його споживання існують для людей з алергією на лактозу та казеїн.[5]

Молоко і вершки є прикладом емульсії жир (масло) у воді. Вигляд молочного жиру буває у вигляді кульків або краплинок, диспергованих у молочній плазмі.

Їхній діаметр становить 0,1–20 мкм (1 мкм = 0,001 мм). Середній розмір дорівнює 3–4 мкм, вони є у кількості близько 15 млрд на 1 мл. Дані емульсії стабілізовані наявністю дуже тонкої оболонки завтовшки 5-10 нм (1 нм = 10^{-9} м), що оточує кульки і має складний склад. Молочний жир складається з тригліцеридів (як домінуючих компонентів), ди- та моногліцеридів, жирних кислот, стероїдів, каротиноїдів (що обумовлюють жовтий колір жиру), жиророзчинних вітамінів (А, D, Е та К) та інших компонентів, які є другорядними та присутніми у незначній кількості.

Оболонка складається з фосфоліпідів, ліпопротеїнів, цереброзидів, білків, нуклеїнових кислот, ферментів, елементів у слідах (металів) та зв'язаної води. Необхідно відзначити, що склад і товщина оболонки не є постійними, оскільки її компоненти перебувають у постійному обміні з навколишньою молочною плазмою.

Так як кульки молочного жиру є не тільки найбільшими частинками, але й найлегшими (зі щільністю $0,93 \text{ г/см}^3$ при $15,5^\circ\text{C}$), вони мають тенденцію спливати до поверхні, якщо молоку дати протягом деякого часу відстоятись.

Швидкість підйому жирових куль підпорядковується закону Стокса, проте їх малі розміри уповільнюють процес виділення вершків. Цей процес може бути прискорений внаслідок агрегації жирових кульок за допомогою білка, так званого аглютиніном. Ці агломерати піднімаються значно швидше, ніж окремі кульки, і легко руйнуються нагріванням чи механічною обробкою. Аглютинін денатурується за 10 хвилин при 65°C або 2 хвилини при 75°C .

ідбір середніх проб молока для дослідження

Випробування та дослідження здійснювались у виробничій лабораторії ТОВ «Івано-Франківський міськмолкозавод».

Відбір середніх проб є важливим етапом у дослідженні молока, адже правильні відібрані середні проби дають можливість дослідити основні показники молока та його склад. Неправильні відібрані середні проби, як правило, сприяють неправильним результатам та висновкам.

Середня проба – це відібрана з усіх ємностей чи місць частина продукту, представлених для аналізу. Методика відбору середніх проб для хімічних та бактеріологічних дослідженнях є різною (ДСТУ ISO5538:2004).

В умовах тваринницьких ферм проби відбирають після завершення доїння і не пізніше 2 діб після досліджень контрольних проб. Відбір середніх проб проводять при однакових умовах годівлі, від тих самих тварин, в один час доби.

Важливим етапом перед відбором середніх проб для аналізу з представлених ємностей є ретельне перемішування для недопущення підняття

молочного жиру на поверхню. Молоко в залізничних та автомобільних цистернах перемішують за допомогою механічних перемішувачів (від 15-20 секунд до 3-4 хвилин) та колотівок (8-10 разів). У флягах молоко перемішують за допомогою колотівки повільними круговими рухами та зануренням зверху вниз (8-10 раз).

Проби молока з однакових ємностей (молокоміри, відра, бідони) відбирають за допомогою металічних або пластмасових трубок діаметром не менше 9 мм. З цистерн проби молока відбирають металічними черпачками (до 0,5 л) або довгою трубкою. Металічні трубки, черпаки та колотівки для відбору середніх проб повинні бути покриті антикорозійними сплавами.

При відборі середніх проб трубкою її попередньо ополіскують молоком (опускають в молоко, не закриваючи отвір, і виймають). Після перемішування трубку опускають на дно бідона, щоб рівень молока в ній і в ємності був однаковий. Закривши великим пальцем отвір трубки, вертикально переносять у чистку пляшечку з корком, на якій повинно писати назву господарства (ферму), назви тварин, дата відбору зразка. Пляшки наповненні на $\frac{3}{4}$ об'єму періодично стушують.

Середні проби молока, доставленого у флягах, відбирають 5% від загального об'єму і кількості фляг. [6]

Дослідження органолептичних показників молока

Важливим етапом під час прийомки молока є його органолептична оцінка, а саме визначення – кольору, смаку, запаху, консистенції. Молоко здорових корів має білий або жовто-білий колір, притаманний запах, злегка солодкуватий смак, однорідний.

Колір молока визначають у скляному циліндрі при денному світлі. Колір нормального молока білий або жовтуватий.

Запах молока визначають при переливанні, або відкриванні ємності, в якій його доставили. Запах варто визначати при кімнатній температурі або при нагріванні молока в закритій посудині.

Смак та присмак молока злегка кислуватий. Для визначення цього фактору варто змочити всю ротову порожнину до кореня язика, звертаючи увагу на фізіологічні місця найсильнішого відчуття різних смаків, при цьому дихати через ніс. Молоко повинно бути кімнатної температури. Варто зазначити, що кислий або гіркий смак молока при 36°C і вище знижується, а нижче 15°C – інтенсифікуються відчуття запаху та солоності.

Нормальне молоко за консистенцією однорідне, без пластівців білка, без слизу і не тягуче. Визначають консистенцію при повільному переливанні молока з однієї ємності в іншу.

Визначення густини молока

Для перерахунку кількості молока, вираженої в літрах, у кілограми і навпаки, встановлення і контролю натуральності молока, розрахунків за формулами сухої речовини, сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ), використовують показник густини молока.

Густина молока це відношення маси речовини при температурі 20°C до маси рівного об'єму води ($t = 4^{\circ}\text{C}$).

$$D = \frac{20^{\circ}\text{C}}{4^{\circ}\text{C}}$$

Густина свіжого незбираного молока коливається в межах 1,027-1,033 (в деяких тварин від 1,026 до 1,31). Показники густини молока залежать від змінних компонентів, а саме - від породи, умов утримання тварин, годівлі та сезону.

Густина знежиреного молока (відвійки) має вищу густину від свіжого (1,032-1,036,). Густина вершків залежить від жирності молока і коливається від 1,005 до 1,025 г/см³. Важливо, що при додаванні до вершків молочних відвійок, у випадку нормалізації жирності продукту, густина збільшується, а при додаванні до молока води густина зменшується. Якщо вміст води у молоці складає 10%, то його густина зменшується на° аерометрі.

Таким чином, високожирне молоко може мати низьку густину, наприклад

м

о

л

о

Свіжовидоєне молоко має вищу густину, ніж те яке стоїть декілька годин після доїння. Таке явище пов'язане із вивітрюванням газів молока, а також з тим, що жир переходить з рідкого стану у твердий. Тому густину молока визначають через дві години після доїння при температурі від 10°C до 25°C.

Для визначення густини молока використовують спеціального аерометра – лактоденситометр. Оптимальна температура для визначення є 20°C. Нижня частина аерометра є ширшою для того, щоб прилад мав певну масу і стояв вертикально при зануренні у молоко. Середня частина містить шкалу з цифрами, що вказують на густину молока:

А) в г/см³ (1,015; 1,020; 1,025; 1,030; 1,035 і т. д.);

Б) в °А (градусах аерометра: 15°; 20°; 25°; 30°; 35° і т. д.).

Верхня частина аерометра має шкалу термометра, для визначення температури молока.

Техніка дослідження:

випадку законсервованих проб молока або ж з відстояними вершками, продукт потрібно нагріти до 30-40°C, перемішати та охолодити до 20±2°C.

при арбітражних випадках перед визначенням густини молока його слід нагріти до 40°C, витримати при цій температурі декілька хвилин, потім охолодити до 20±2°C.

Прилади та матеріали: лактоденситометр, скляний циліндр 150-250 мл. Молоко добре перемішують та наливають по стінках в сухий циліндр. Аерометр занурюють у молоко і залишають у спокою на 2-3 хв. Проводять розрахунок двох показників: один – за шкалою термометра, інший – за шкалою аерометра. Слід звернути увагу на те, що при знятті показників очі повинні бути на рівні меніска молока. Розрахунок роблять з точністю до половини найменшої поділки шкали.[7]

Показники аерометра відповідають фактичній густині молока тільки при 20°C. В інших випадках роблять розрахунок відносно температури, або користуються спеціальною таблицею (дод. 1).

Градус аерометра залежить від градусу відхилення термометра від нормативної температури (20°C) і відповідає $\pm 2^\circ\text{C}$. Якщо температура вище 20°C, то поправку беруть зі знаком плюс, а якщо показник температури нижче 20°C, то поправку беруть зі знаком мінус.

Приклад:

Показник аерометра - 30°, показник термометра 15°C.

$$20 - 15 = 5^\circ\text{C}.$$

.

$$\text{Отже, } 30^\circ - 1^\circ = 29^\circ\text{A}.$$

Густина молока – 1,029 г/см³.

На практиці використовують здебільшого градуси густини. Показники густини можуть вказати на денатурацію (фальсифікацію) молока.

Чинники, які впливають на результат дослідження:

недостатнє перемішування молока, або ж навпаки, надто сильне збовтування, яке призводить до піни на поверхні.

наявність домішок.

зберігання молока до 2-х годин після доїння.

консервування 10% хромпіком.



Рис. 3.1. Поквартальні дослідження показників густини поступаючої сировини на ТДВ «Івано-Франківський міський молокозавод».

Отже, як показує діаграма (рис.3.5) різкої зміни густини молока не спостерігається.

изначення кислотності молока

Для встановлення сортності молока, придатності, свіжості та переробки визначають його кислотність. При тривалому зберіганні розвивається мікрофлора молока, що зумовлює нагромадження молочної кислоти, яка, в свою чергу, підвищує титровану кислотність молока. Показник кислотності молока головним чином зумовлений наявністю кислих солей та білків. Розрізняють титровану та активну кислотності.

Титрована кислотність виражається в градусах Тернера ($^{\circ}\text{T}$). Виражають в об'ємі (см^3) NaOH молярної еквівалентної концентрації $0,1 \text{ моль/дм}^3$, який пішов на нейтралізацію кислого складу у 100 см^3 молока. 1°T дорівнює $0,009 \text{ г}$ молочної кислоти у 100 см^3 молока.

Кислотність молока може змінюватись в широких межах у випадку лактаційного періоду або при захворюванні тварин. Молоко від окремих тварин або стада може мати більшу кислотність, це пояснюється недостатньою кількістю кальцію в кормі та призводить до дисбалансу мінерального обміну в організмі тварин.

Титрована кислотність свіжого молока в середньому складає від 16 до 18 (сироваткові і казеїн), діоксиду вуглецю в розчиненому стані. Дія білків від 4 до 6°T , дигідрофосфати і дигідрокитрати – від 9 до 13°T , вуглекислий газ та інші складові молока $1 - 2^{\circ}\text{T}$.

При зберіганні молока підвищується кислотність, викликаючи цим саме небажані зміни властивостей молока (стійкість білків при нагріванні), тому титрована кислотність – це критерій оцінки свіжості молока як сировини. [8]

Дослідження деяких показників сирого молока проводились на Івано-Франківський міському молокозаводі у лабораторії, що проводить аналіз сировини від основних постачальників. Усе молоко надходить із ферм, які знаходяться у Івано-Франківській області. ТОВ «ГАДЗ-АГРО» знаходиться у

Тернопільській області, село Осівці (Бучацька міська громада, Чортківський район). Протягом 4-х місяців (липень, серпень, вересень, жовтень) проводився моніторинг показників кислотності сирого молока, що надходив на підприємство.

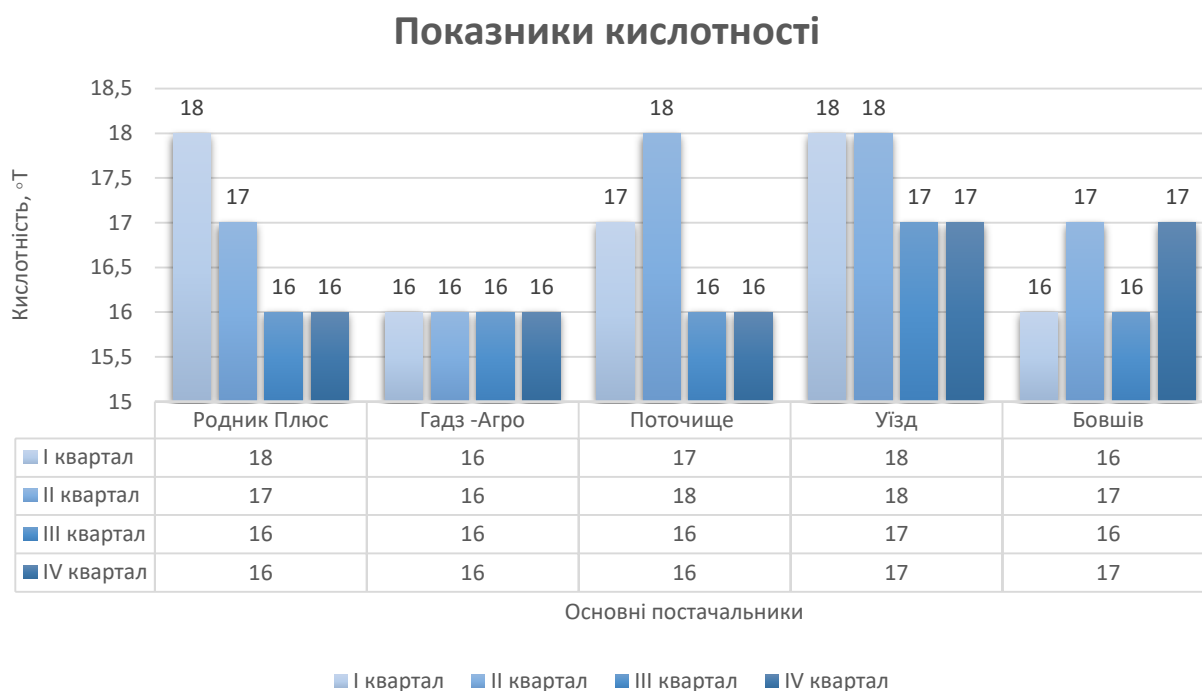


Рис. 3.2. Поквартальні дослідження показників кислотності сировини, що поступає на ТДВ «Івано-Франківський міський молокозавод»

За даними лабораторних досліджень складено діаграми, які показують, що кислотність сировини залежить від умов її зберігання та транспортування, а перехід сезону (літо-осінь) не відіграє особливого значення (рис.3.2)

Активна кислотність (рН) являє собою концентрацію (активність) іонів гідрогену та чисельно дорівнює від'ємному десятковому логарифму їх концентрацій. Величина рН залежить від частини кислих сполук, які знаходяться в дисоційованому стані. Активна кислотність свіжого молока становить 6,6 -6,7

ослідження молока на термостійкість

Алкогольна проба (спиртова) проба

Під дією 68% етилового спирту коагуляція білків молока залежить від кислотності молока (табл. 3.1). При кислотності молока вище 21-23°T з'являються пластівці білка, що зсідается. Розмір пластівців залежить від кислотності молока, тобто, чим вища кислотність, тим більші пластівці.

Таблиця 3.1

Характер коагуляції білків молока

Кислотність молока (°T)	Характер коагуляції білка
До 20°T	Відсутність пластівців
	Дуже дрібні пластівці
	Дрібні пластівці
	Середньої величини пластівці
	Великі пластівці
	Дуже великі пластівці

У виробництві молочних продуктів застосовують операції з високими температурами, тому проба на термостійкість дуже важлива. Утворення пластівців білка вказує на знижену стійкість до нагрівання. Метод заснований на взаємодії етилового спирту (68%, 70%, 72%, 75%) з білком молока, який частково або повністю денатурується при змішуванні у рівних об'ємах. [9]

Прилади та реактиви: досліджуване молоко, етиловий спирт відповідної концентрації (68%, 70%, 72%, 75%), піпетка на 2 см³, чашка Петрі.

Техніка дослідження: у чисту чашку Петрі внести 2 см³ молока, 2 см³ етилового спирту. Протягом 2 хв спостерігаємо за змінами (рис. 3.3).

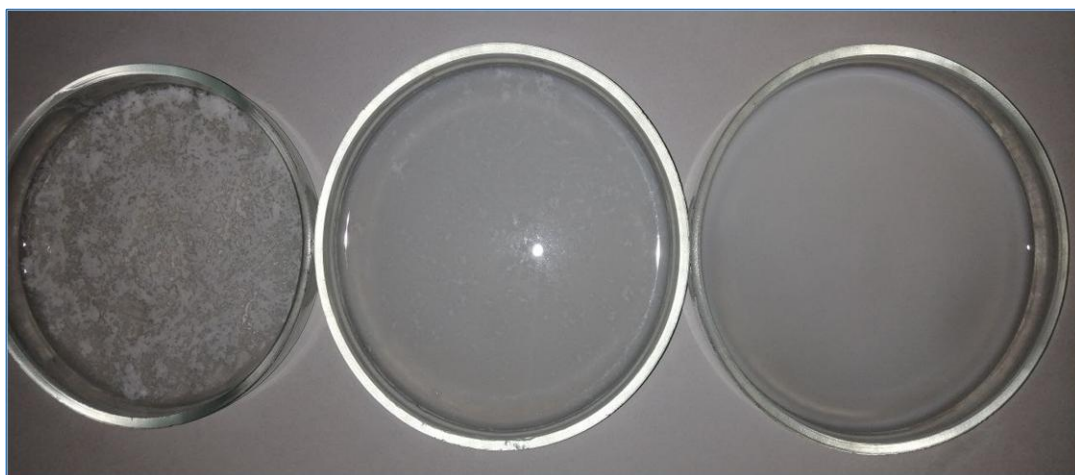


Рис. 3.3. Коагуляція білків при взаємодії з етиловим спиртом.

За термостійкістю молоко поділяють на 5 груп зазначених в таблиці 3.2.

Групи молока за термостійкістю

Таблиця 3.2

Група	Об'ємна частка етилового спирту,%. Яка не викликає осадження білків
I	
II	
III	
IV	
V	

Визначення термостійкості молока та вершків за хлоркальцієвою пробою.

Прилади та реактиви: пробірки, піпетка на 10 см³, бюретка, водяна баня, 1 % розчин CaCl₂.

Техніка дослідження: в чисту, суху пробірку відмірюють 10 мл молока (вершків) та із бюретки приливають 0,5 мл 1% розчину CaCl₂, ретельно перемішують та занурюють у киплячу водяну баню на 4 хв. Після цього

виймають, охолоджують і спостерігають за утворенням пластівців, які свідчать про нетерmostійкість молока.

Проба на кип'ятіння.

Даний метод ґрунтується на залежності кислотності молока і його зміні властивостей. Свіже молоко при кип'ятінні не зсідается; молоко з підвищеною кислотністю не витримує кип'ятіння і згортається, що може свідчити про те, що кислотність молока вища 25°Т. Свіжість молока перевіряють кип'ятінням невеликої його порції для подальшої пастеризації всього об'єму.

Завдяки пробі на кип'ятіння можна визначити не тільки свіже, а й змішане, у якому є частина молока з підвищеною кислотністю.

Згортання білків у молоці обумовлюється не тільки його кислотністю, тому проба на кип'ятіння не може бути контрольним методом визначення кислотності молока.

Визначення редуктазної проби (ГОСТ 9225-84)

Молоко як біологічна рідина має в своєму складі бактерії та механічні домішки. Їхня кількість говорить про рівень гігієни при отриманні молока. Варто зазначити, що молоко це найкраще середовище для росту мікроорганізмів.

Визначення редуктазної проби у молоці ґрунтується на тому, що колір розчину метилового синього при взаємодії з киснем є насиченим, а чим менше кисню, тим колір знебарвлюється. Пояснюється це тим, що бактерії у молоці зброджують лактозу (утворюється молочна кислота), а кисень у свою чергу витрачається на процес бродіння. Під час цього кисень витрачається і вивільняються електрони, які реагують з метиленом синім та знебарвлюють його. Доведено, що чим більше бактерій у молоці, тим швидше буде споживатись кисень.[10]

Згідно ДСТУ 7357:2013 «Молоко та молочні продукти. Методи мікробіологічного контролювання» молоко, яке прибуває на молокопереробні підприємства досліджують на бактеріальне обсіменіння. Хімічна лабораторія

проводить аналіз редуцтазної проби сирого молока, щоб візуально визначити сорт та рівень якості молока (табл. 3.3).

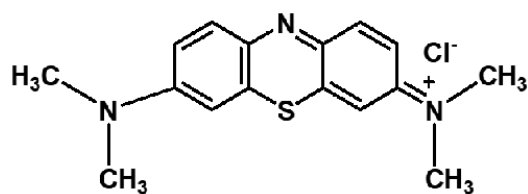
Оцінка якості молока за резазуриною пробою

Таблиця 3.3

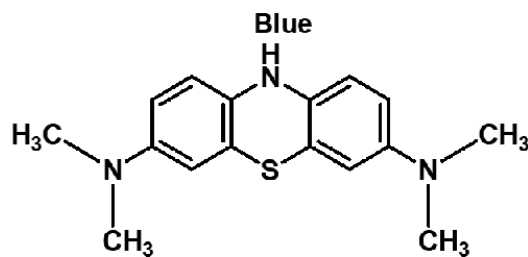
Тривалість знебарвлення резазурину	Колір	Якість молока	Клас
До 20 хв	Білий	Дуже погана	
Через 60 хв	Рожевий (близький до білого)	Погана	
Через 60 хв	Синьо-фіолетовий	Задовільна	
Через 60 хв	Синій (без змін)	добра	

При розвитку бактерій у молоці витрачається кисень, вивільняючи електрони, що реагують з метиленовим синім. Основний реагент реакції, метиленовий синій або резазурин-натрієвої солі, відновлюється за рахунок зниження окисно-відновного потенціалу середовища.

Атом азоту з'єднаний подвійним зв'язком з барвником приєднує до себе один атом Гідрогену. Внаслідок чого основний реагент, в ролі індикатора, знебарвлюється.



Methylene Blue (MB)



Leucomethylene Blue (LMB)

Colorless

Рис. 3.4. Структурна формула індикатора метиленового синього.

Прилади та реактиви: натрієва сіль, кип'ячена дистильована вода, мірна колба на 200 см³, мірна колба на 50 см³, піпетки на 10 см³ і 25 см³, пробірки, корки, водяна баня.

Техніка дослідження: для проведення дослідження готують основний розчин резазурину. У колбу 200 см³ зважують 0,1 г натрієвої солі і розчиняють у 180 см³ кип'яченої дистильованої води при 20 °С, а далі доводять до мітки. Розчин тримають у темному місці та зберігають при 8-10 °С не більше 30 діб.

З основного розчину готують робочий. Змішують 10 мл основного та 25 мл дистильованої води. Зберігають 3 доби при температурі 0-5 °С.

У сухі пробірки вливають по 1 см³ робочого розчину та 10 см³ досліджуваного молока, перемішують та закривають корками. Після цього пробірки поміщають у водяну баню з постійною температурою 37-38°C та витримують 60 хв.

Спостерігають за змінами протягом 20 хв та 60 хв (рис. 3.5) і порівнюють з таблицею (див. табл. 3.3).



Рис. 3.5. Оцінка якості молока за резазуриною пробою.

При проведенні експерименту визначення редуктазної проби виявлено, що три ферми постачають молоко I класу (ТОВ АПФ «Родник Плюс», ТОВ «Гадз-Агро», ПФГ «Поточище»), а інші дві ферми – II гатунку (ТОВ «Бовшівська» і ТОВ «Уїзд»).

Визначення хімічного складу молока

Визначення вмісту жиру в молоці (ГОСТ 5867-90)

Стандартним методом визначення масової частки жиру в молоці є кислотний метод Гербера, інша назва сірчаноокислий, оскільки використовується сірчана кислота. Метод полягає у виділенні молочного жиру з білкових оболонок. Для розчинення білка використовують сульфатну кислоту, яка в свою чергу, вступає в реакцію з казеїном і супроводжується підвищенням температури до 70-75°C. Утворюється комплексна сполука казеїнової та сірчаної кислот, розчинна у плазмі молока. Наступним кроком додають ізоаміловий спирт, вступаючи реакцію з сірчаною кислотою утворюється ізоамілово-сірчаний ефір, який знижує поверхневий натяг на межі поділу жиру і нежирової частини та сприяє злипанню звільнених від білкових оболонок жирових кульок. Молочний жир, як найбільш легкий компонент в складі суміші, при центрифугуванні піднімається у градуйовану частину жироміра. [11]

Прилади та реактиви: штатив, жироміри, піпетка на 10,77 см³, піпетка автомат на 10 см³ та 1 см³, сірчана кислота (1,810-1,8200 г/см³), ізоаміловий спирт

Техніка дослідження: чисті жироміри ставлять у штатив та вливають у них піпеткою-автоматом 10 мл сірчаної кислоти густиною 1,810-1,8200 г/см³, стараючись не змочити шийки жироміра. Піпеткою відмірюють 10,77 см³ молоко та вливають його обережно під нахилом, кінчик піпетки спрямовують до внутрішньої станки жироміра, спускаючи по стінці, щоб рідини не змішались. Видування продукту з піпетки не допускається!

Після цього у суміш додають 1 см³ ізоамілового спирту густиною 0,811-0,813 кг/см³, намагаючись не змочити горлечко жироміра, оскільки це може призвести до вискакування корка. Корок повинен бути сухий.

При перемішуванні суміші проходить екзотермічна реакція, тому жиромір обвивають рушником та енергійного струшують до повного розчинення білкових речовин притримуючи корок. Рівень рідини має бути трохи вищий шостої поділки цілого числа.

Для повного розчинення жиромір ставлять у водяну баню пробкою в низ орієнтовно на 5 хв при температурі 65-70 °С.

У випадку, якщо жиромірів є непарна кількість, то для рівноваги наповнюють ще один жиромір водою і центрифугують протягом 5 хв швидкістю 1000 об/хв.

Після центрифугування жироміри виймають, резиною пробкою регулюють рівень жиру у градуйованій частині жироміру і відкладають у водяну баню на 5 хв при температурі 65-70 °С. Відлік за шкалою потрібно робити швидко, регулюючи потрібний рівень, щоб нижній стовпчик жиру стояв на цілій поділці шкали та від нього відраховують число поділок до нижньої точки меніска стовпчика жиру. Розшарування кислоти і жиру повинне бути чітким, жир прозорий, світло-жовтого кольору. Наявність частинок, які застили (пробки) буруватого кольору свідчить про неправильність проведення аналізу.

Шкала жироміра відповідає вмісту жиру (%) в молоці, 10 малих поділок шкали це 1% у молочному жиромірі. Похибка не повинна перевищувати 0,1% жиру. Кінцевим результатом вважається середнє арифметичне двох паралельних визначень.

У випадку, якщо при аналізі утворюється білуватий шар жиру, то це свідчить про слабку (розбавлену) кислоту, низьку температуру молока або кислоти, чи не повне змішування. Темний жир може вказувати на занадто концентровану кислоту, додавання великої кількості кислоти, занадто швидшого стікання молока прямо в кислоту (не по стінках), а також великий час між змішуванням і центрифугуванням.

Фактори, які можуть впливати на результат:

- не перевірений інструмент, похибка градуйованої шкали жироміра.
- неоднорідно розмішане досліджуване молоко.
- домішки в кислоті або в ізоаміловому спирті.
- неоднорідна концентрація сірчаної кислоти (слабка або міцна).
- неточність вимірювання доданих інгредієнтів.
- низька температура молока.
- неоднорідно розчинений білок у жиромірі.
- недостатня витримка у водяній бані або центрифугі.

Сучасним способом визначення жирності можуть використовуватися різні молочні аналізатори «Клевер», «Лактан», «Lactostar», «EcoMilk» та інші. [11]

На базі молокопереробного підприємства, проводячи дослідження сирого молока протягом зміни сезонів, складено діаграму (рис. 3.6), де видно зміну показників вмісту жиру. Дані діаграми свідчать про те, що із настанням осіннього періоду масова частка жиру у молоці зростає, пояснюється це зміною годівлі корів.

Основні показники масові частки жиру у молоці

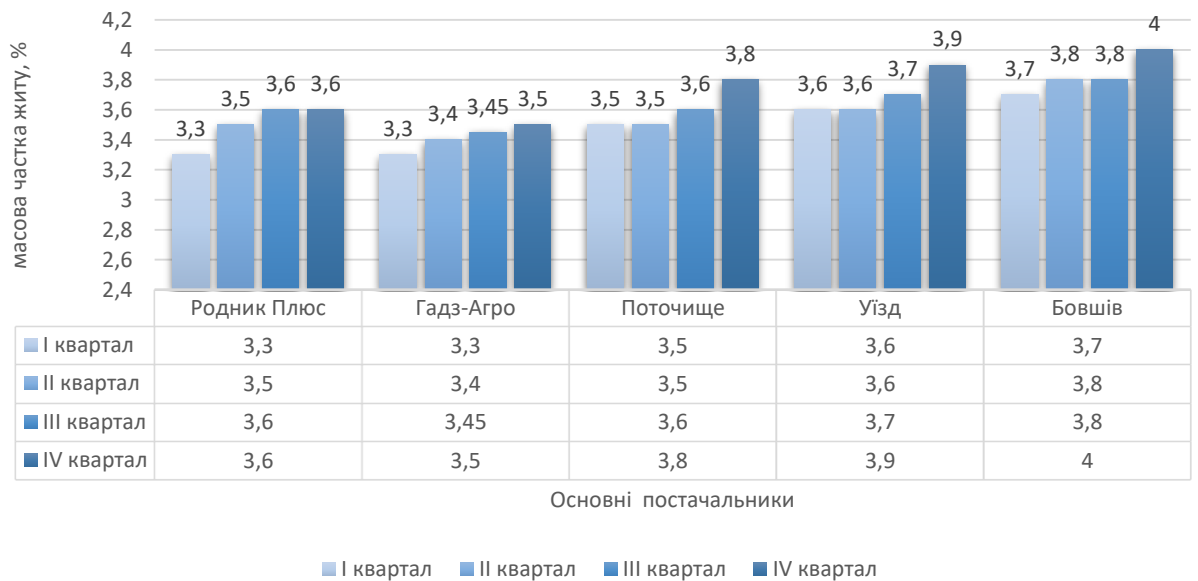


Рис. 3.6. Поквартальні дослідження показників жиру потенційної сировини на ТДВ «Івано-Франківський міський молокозавод».

визначення масової частки білка в молоці.

Білок являється найціннішим елементом у молоці, вміст якого близько 2,8-продуктів. Білок поділяють на казеїн та білки сироватки молока. Більшу частину білка займає казеїн, він легко піддається коагуляції тому його використовують у виробництві кисломолочних продуктів, бринзи та сичужних сирів. Щоб отримати білкову сироватку молока потрібно скип'ятити фільтрати після осадження казеїну.

Молочний білок містить багато незамінних амінокислот, таких як: треоніну, цистеїну, метіоніну. Завдяки цьому їх використовують у подальшому виробництві харчових продуктів.[11]

Метод формольного титрування згідно ГОСТ 25179-90. Метод дієвий тільки для сирого молока кислотність якого не перевищує 22°Т.

Прилади та реактиви: колба 250 см³, піпетка 20 , 1% спиртовий розчин фенолфталеїну, 0,1 н розчин NaOH, 37% розчин формаліну.

Техніка дослідження: у колбу ємністю 250 см³ вливають 20 см³ молока та додають 3 краплі фенолфталеїну. Перемішують та титрують 0,1 н розчином NaOH до появи світло-рожевого забарвлення. Наступним кроком додають 4 см³ 37% розчину формаліну (світло-рожеве забарвлення при цьому зникає). Розчин титрують вдруге знову до появи світло-рожевого забарвлення. Для перерахунку масової частки білка в молоці беруть до уваги лише витрачений об'єм 1 н NaOH останнього титрування і перемножують на сталі значення - 0,959.

Суть цього методу полягає у тому, що формальдегід здатен блокувати вільні аміногрупи та розривати сольові зв'язки, які будуть втрачати лужні властивості. При цьому залишаються вільні карбоксильні групи які легко титруються. Результати титрування зображені на діаграмі (див. рис. 3.7) [12]

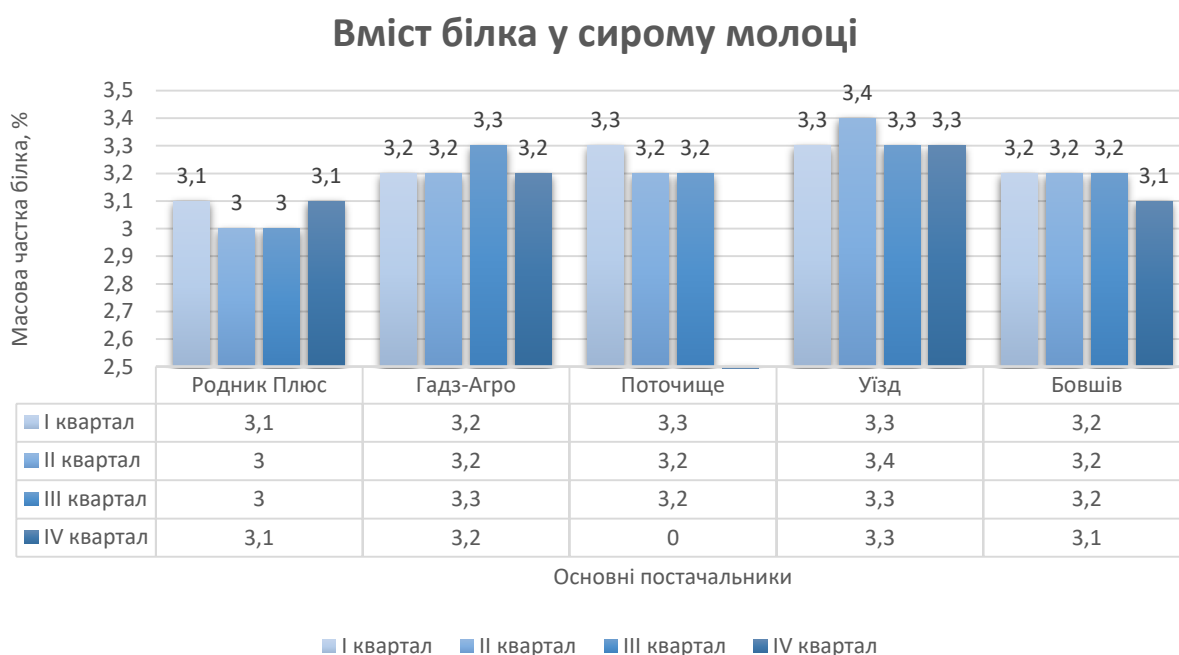


Рис. 3.7. Поквартальні дослідження показників вмісту білка молочної сировини, що поступає на ТДВ «Івано-Франківський міський молокозавод»

визначення вмісту лактози у молоці.

Методи визначення лактози у молоці поділяються на дві групи:

ізичні:

- Рефрактометричний метод полягає у зміні показника заломлення променя світла у сироватці з осадженого молока.
- Спектрофотометричний метод.

- Поляриметричний метод оснований на спроможності симетричного атома вуглецю рухати площу променю (поляризовану площу).

імічні:

- Йодометричний метод. Суть методу полягає в окисненні лактози йодом в лужному середовищі.
- Метод Бартрана. Метод оснований на визначенні маси осаду закису міді при кип'ятінні молочної сироватки у присутності реактиву Фелінга.

Визначення масової частки сухих речовин у молоці.

Як відомо, молоко має складну хімічну будову, до складу якого входить вода і сухі речовини. Для визначення маси сухих речовин використовують арбітражний метод або визначають за допомогою сучасних молочних аналізаторів. Перший метод полягає у висушуванні проби. Сухий залишок речовини, що залишається після висушування являється загальною масою сухої речовини (близько 12,5%). Масова частка сухих речовин залежить від періоду лактації, віку тварин, годівлі та інших чинників.

У складі сухих речовин молочний цукор, вітаміни, ферменти, мінеральні речовини, жир, білок. Від показника масової частки жиру залежить цінність молока у подальшому виробництві молочних продуктів. [13]

Розділ 4

ФАЛЬСИФІКАЦІЯ МОЛОКА

Згідно Закону України «Про безпечність та якість харчових продуктів»: фальсифікована продовольча продукція – харчові продукти чи продовольча сировина, яким з корисливою метою надано зовнішнього вигляду та/або окремих властивостей певного виду продукції і які не можуть бути ідентифіковані як ті, за які вони видаються.[7]

Молоко - це секрет молочної залози, фізіологічна функція якої тісно пов'язана з обміном речовин, інтенсивністю кровообігу і регулюється центральною нервовою системою та ферментативно-гормональним комплексом організму. [14]

Молоко вважається фальсифікованим, якщо в його складі є сторонні речовини або частково знятий жир. Слід зазначити, що фальсифікація молочних продуктів оснований на навмисних діях. У такому випадку порушується хімічний склад та співвідношення між його окремими складовими. Такі зміни у свою чергу не передбачені умовами зберігання, транспортування та подальшій переробці молока. Фальсифікація молока чи молочних продуктів пов'язана із нечесним та неправомірним діями у свою користь при відправці чи продажі.

Згідно вимогам ДСТУ 3662–97 «Молоко коров'яче незбиране. Вимоги до закупівлі» молоко повинне бути отримане від здорових тварин та відповідати всім органолептичним показникам. У випадку додавання у молоко води або молочної відвійки призводить до фальсифікації молока. [15] А це призводить до зниження жиру, густини, кислотності і саме молоко втрачає свої органолептичні показники – колір стає прозорішим, смак менше насичений.

При додаванні домішок у молоко також міняються хімічні показники. Фальсифікація молока содою чи аміаком призводить до зниження кислотності (розкислення). Потреба фальсифікації додаванням сторонніх речовин зумовлена розвитком молочнокислих бактерій у несприятливих умовах зберігання. Зокрема це впливає ще на більші показники густини молока та його сухого залишку.

Фальсифікація пероксидом водню несе схожий характер. Його додають для подовження терміну зберігання. Для прямого збільшення показника густини додають крохмаль.

розбавлення водою.

Фальсифікація молока водою супроводжується зменшенням вмісту жиру, густини, сухих речовин та СЗМЗ (сухий знежирений молочний залишок). Для більш точного методу визначення наявності води у молоці використовують кріоскопічне число (показники точки замерзання молока). Обґрунтовується тим, що в середньому точка замерзання молока становить 0,55°C, а при розбавленні – температура значно підвищується. Для цього використовують кріоскоп. Показник густини молока може також вказати на наявність води, адже доведено, що розбавлення молока водою у 10% знижує його густину на 3°А.

Кількість доданої води, як ступінь фальсифікації, можна розрахувати за формулою:

$$B = \frac{СЗМЗ - СЗМЗ_1}{СЗМЗ} \cdot 100\%;$$
$$\text{Або } B = \frac{D - D_1}{D} \cdot 100\%;$$

Де В – кількість води (%);

СЗМЗ - сухий знежирений молочний залишок до розбавлення води (%);

СЗМЗ₁ – сухий знежирений молочний залишок після розбавлення води (%);

Д – густина молока до розбавлення молока °А;

Д₁ – густина молока після розбавлення молока °А.

Якісна проба на визначення вмісту води є **проба Іохельсона**.

Техніка дослідження.

У пробірку вносять 2 см³ досліджуваного молока, 2 краплі свіжоприготовленого 10%-го розчину хромовоокислої солі, 2 см³ 0,5% азотнокислого срібла. Натуральне молоко змінить забарвлення на лимонно-жовтий колір, а молоко з вмістом води – у цегляно-червоний. [16]

Додавання молочних відвійок або зняття частини вершків

Мета такої фальсифікації полягає у збільшенні густини молока й збільшення об'єму. Внаслідок такої фальсифікації показники вмісту жиру та сухих речовин значно знижуються.

Ступінь фальсифікації у випадку додавання молочних відвійок визначають за формулою:

$$ЗМ = \frac{Ж - Ж_1}{Ж} \cdot 100\%,$$

Де ЗМ – кількість доданих молочних відвійок (%);

Ж – масова частка жиру до розбавлення (%);

Ж₁ – масова частка жиру після розбавлення (%).

Можлива фальсифікація одночасно і додаванням молочних відвійок, і води. У такому випадку знижується масова частка сухих речовин, СЗМЗ, але значення густини коливається в межах норми. Для визначення кількості доданих речовин використовують формулу[16]:

$$Д = 100 - \left(\frac{Ж_1}{Ж} \cdot 100 \right);$$

$$В = 100 - \left(\frac{СЗМЗ_1}{СЗМЗ} \cdot 100 \right);$$

ЗМ = Д - В, де Д - загальна кількість води і знежиреного молока (%);

Ж – вміст жиру у пробі (%);

В – вміст вода у молоці (%);

СЗМЗ – кількість сухого знежиреного молочного залишку у пробі (%);

ЗМ – кількість доданих відвійок.

одавання до молока борошна та крохмалю.

Муку чи крохмаль у молоко додають для збільшення його густини. Визначають наявність домішок якісною реакцією йоду з крохмалем.

Техніка визначення:

У пробірку вливають 2 см³ досліджуваного молока та додають декілька крапель спиртового розчину йоду. Спостерігаючи за зміною забарвлення, роблять висновок – синє забарвлення свідчить про наявність крохмалю у молоці, а світло-жовте про відсутність.

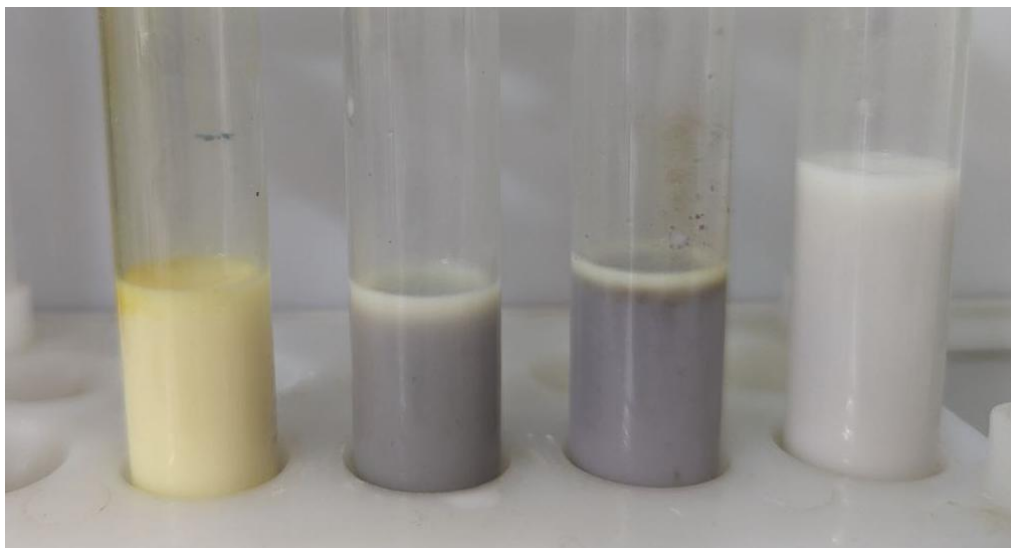


Рис. 4.1. Визначення чи крохмалю у молоці.

Молоко піддають фальсифікації для розкислення при зберіганні або транспортуванні у невідповідних умовах. Для цього додають соду, формалін, аміак, пероксид водню, фосфати, нітрати, білий стрептоцид.

Визначення соди у молоці.

Для визначення соди у молоці використовують метод індикаторів, а саме:

- бромтиловий синій;
- розолова кислота;
- фенолрот;
- нейтральрот.

Метою такої фальсифікації є пониження кислотності, пояснюється це тим, що сода дає лужну реакцію, а сам метод ґрунтується на зміні забарвлення в присутності індикаторів. [17]

Техніка дослідження та приготуванні робочих розчинів:

Метод Косолапова. Для приготування бромтимолового синього знадобиться

наважка 0,1 г (похибка $0,001\pm$), колба місткістю 250 см^3 та 96 %-відсотковий етиловий спирт. Наважку вносять в колбу, а спирт доливають до мітки.

озолову кислоту готують у колбі місткістю 100 см^3 , додають 0,2 г та 96 %-вого спирту, доводять до мітки.

обочий розчин фенолроту готують додаючи 0,1 г фенолроту, 20 см^3 етилового спирту (96%) та 80 см^3 дистильованої води.

изначення соди у молоці нейтральроту використовують 1 % водний розчин (0,1 г нейтральроту, 100 см^3 дистильованої води).

Усі методи визначення фальсифікації молока содою наведенні у таблиці 8.

Методи визначення фальсифікації молока содою

Таблиця 8

№	Індикатор	Кількість		Забарвлення при наявності сода	Забарвлення без наявності соди
		<i>молоко</i>	<i>індикатор</i>		
	Бромтимоловий синій	5 см^3	5-7 крапель. Обережно додаючи по стінках для утворення кільця на поверхні молока	Зелений (від світлого до темного відтінку)	Жовтий
	Розолова кислота	2 см^3	3 см^3	Малиново-червоний	Коричнево-жовтий
	Фенолрот	3 см^3	2-4 краплі	Червоний	Помаранчевий
	Нейтральрот	5 см^3	2-3 краплі	Від жовто-рожевого до червоного	Рожевий



Рис. 4.2. Визначення соди методом Косолапова.

изначення аміаку у молоці.

Солі амонію або аміак занижують титровану кислотність молока, затримують скисання нейтралізуючи молочну кислоту. Але бікарбонат натрію не може повністю зупинити розвиток бактерій у молоці.

Наявність аміаку у молоці, кількість якого перевищуєш природній його вміст, визначають якісним методом із використання реактиву Неслера. Згідно сирому молоці дає специфічну реакцію на наявність аміаку чи його солей за забарвленням реакції.[19]

Прилади та реактиви: 10 % оцтова кислота, реактив Неслера, водяна баня, термометр, склянки на 50 см³

Техніка дослідження: на водяній бані при температурі 40-45°C підігрівають попередньо підготовлений стакан молока (20 мл) 2-3 хвилини. Наступним кроком додають 1 см³ 10% оцтової кислоти, що призводить до коагуляції білків (осадження казеїну). Стакан із досліджуваним молоком дають відстоятись у водяній бані ще на 10 хвилин, після чого відбирають у пробірку 2 см³ сироватки та додають 1 см³ реактиву Неслера. Спостерігають за зміною забарвлення не більше 1 хв. Поява лимонно-жовтого кольору свідчить про те, що вміст амоніаку в межах норми. Оранжевий колір різної інтенсивності свідчить про надлишковий вміст амоніаку або його солей.

Варто зазначити, аналіз проводять не раніше, ніж через дві години після доїння. [18]

визначення пероксиду водню у молоці

Фальсифікують сире молоко перексидом водню (H_2O_2) для подовження його терміну зберігання, розкислюючи його (показник кислотності знижується). Молоко, у яке додано перексид водню, **вживати в їжу та піддавати подальшій переробки заборонено!**

30 %-вий перексид водню додають у сире молоко як консервуючу речовину. Його наявність визначають кількісним аналізом із застосування йодистого калію та крохмалю згідно ГОСТ 24067-80 «Метод визначення пероксиду водню».

Прилади та реактиви: концентрована сірчана кислота, картопляний крохмаль, йодистий калій, мірна колба 100 см³, пробірки.

Техніка дослідження: готують розчин сірчаної кислоти як 1:3. Одну об'ємну частину концентрованої кислоти (1,830-1,835 г/см³) приливають до трьох об'ємних частин вод и, перемішують та дають охолонути.

Наступним кроком розчиняють картопляний крохмаль масою 3 г ($\pm 0,05$ г) у 20 см³ дистильованої води. Після того приливають ще 80 см³ кип'яченої води, добре перемішують та дають охолонути.

До цього ж розчину додають розчин йодистого калію (3 г калій йод з похибкою $\pm 0,1$ г розводять у 5-10 см³ дистильованої води).

У пробірки вносять 1 см³ досліджуваного молока, додають дві краплі сірчаної кислоти і 0,2 см³ крохмального йодистого калію, **НЕ ДОПУСКАЮЧИ СТРУШУВАННЯ.**

Протягом 10 хв спостерігають за зміною забарвлення. У випадку, якщо вміст пробірки потемніє, то це свідчить про наявність у досліджуваному молоці пероксиду водню, вміст якого перевищує 0,01 %. Якщо вміст у пробірці не міняє кольору протягом 10 хв, то це говорить, що у молоці відсутній перексид водню

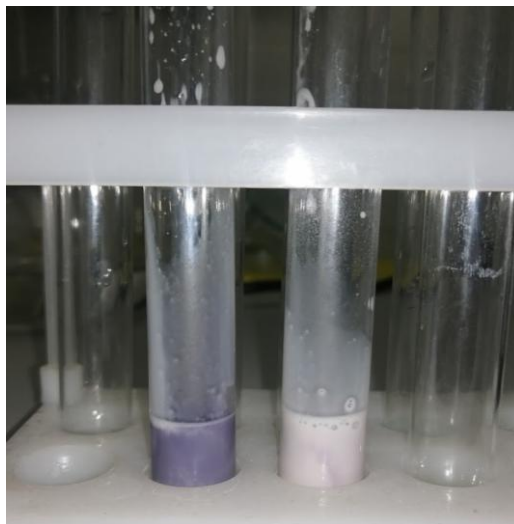


Рис.4.3. Визначення перексиду водню у молоці

Визначення формаліну в молоці

Фальсифікація молока формаліном пояснюється подовженням терміну зберігання молочної сировини. Тому використовують 40%-вий розчин формальдегіду в ролі консерванта. Показники такого молока змінюються – масова частка жиру та СЗМЗ підвищуються.

Молоко у якому є доданий формалін не придатний для споживання та подальшої переробки. Його утилізують або ж використовують у кормах.

Для визначення наявності формаліну у молоці користуються кислотним методом Гербера.

Прилади та реактиви: сірчана кислота ($1,820 \text{ кг/м}^3$), нітратна кислота ($1,300 \text{ кг/м}^3$)

Техніка дослідження: для визначення формаліну у сирому молоці проводять якісний аналіз. Для початку готують суміш кислот. У стакан відмірюють сірчану кислоту густиною $1,820 \text{ кг/м}^3$, додають 1 краплю нітратної кислоти густиною $1,300 \text{ кг/м}^3$.

У пробірки вносять по 3 см^3 кислотної суміші і таку ж кількість молока. Вливають обережно по стінках, щоб не допустити перемішування речовин.

При наявності формаліну у молоці кільце розшарування рідин забарвлюється у фіолетовий або темно-синій колір, а при відсутності консерванта

– буро-жовтий (рис. 13). У випадку легкого перемішування речовин кольорова палітра та сама.[11]



Рис.4.4. Визначення формаліну у молоці

Виявлення антибіотиків у молоці

Окрім фальсифікації молока існують і інші проблеми, забруднення молока залишками ветеринарних препаратів. Найпоширенішими препаратами є протимікробні та протизапальні засоби, що широко використовуються для лікування у тварин таких захворювань, як мастит, діарея та хвороби легень. Їх використовують також і для профілактики, або навіть для збільшення росту та ваги тварин.

Надмірне використання лікувальних препаратів на фермах призводить до помітних наслідків. Коли вміст антибіотиків перевищує норму, максимальну допустиму кількість залишків у сировині, це може завдати шкоди здоров'ю, викликаючи алергічні реакції та ще ряд неприємних симптомів. [21]

Найбільш поширена група антибіотиків, які використовуються при лікуванні та профілактиці худоби, є β -lakтами, аміноглікозиди, тетрацикліни, сульфаніламід, макроліди та хінолони. Для повного засвоєння препаратів потрібен час, протягом якого не можна вживати молоко тих тварин.

Окрім шкідливого впливу на здоров'я, молоко як молочна сировина може завдати економічного збитку. У випадку наявності антибіотиків у молоці, мікрофлора заквасок перебуває у сповільненому стані. Крім негативного впливу

антибіотиків на сквашування молока є ще вид антибіотиків (пеніцилін) на яких навіть не діє пастеризація. Згідно ДСТУ 3662 при закупівлі коров'ячого молока на молокопереробні підприємства молочну сировину перевіряють на вміст антибіотиків за стандартними вимогами. [22]

Визначення антибіотиків бета-лактамної групи у молоці за допомогою тесту **Charm ROSA MRL**. CHARM ROSA MRL – це рецепторний бліц-тест, який дозволяє виявити вміст антибіотиків беталактамної групи в молоці на рівні гранично допустимих концентрацій згідно EU/Codex, а також законодавства США, Австралії та інших країн.

Сам тест являє собою інкубаторний блок для двох або чотирьох тестових смужок. Тестові смужки одноразові і випускаються в комплектах по 25 і 100 штук. Витримка температури в інкубаторі $56 \pm ^\circ\text{C}$. Перевага такого рецепторного бліц-тесту є у швидкості його проведення, близько 8 хвилин.

Суть методу виявлення антибіотиків на одноразових смужках полягає у проявленні кольору в тих місцях, де смужка оброблена бактеріальним рецептором (рис. 14). Відповідно, протягом декількох хвилин проявляться лінії різної інтенсивності. На кожній тест-смужці є контрольна лінія з якою звіряють інтенсивності забарвлення наступних ліній. Лінія, забарвлення якої слабше або взагалі не проявилась, вважається позитивним результатом на виявлення антибіотика. [23]

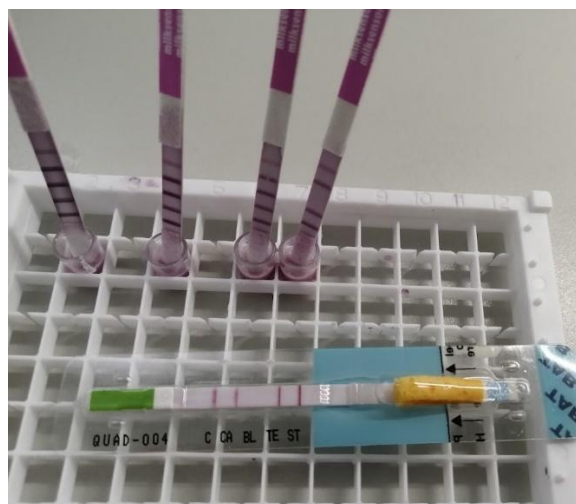


Рис.4.5. Виявлення антибіотиків у молоці за допомогою експрес-тестів

Розділ 5

ДОСЛІДЖЕННЯ КИСЛОМОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ

Виготовлення кисломолочних продуктів можливе двома способами: резервуарний та термостатний. Методи схожі за рядом однакових дій. Проводять такі операції: приймання та підготовка сировини, очистка, нормалізація, пастеризація, заквашування за відповідних температурних умов, сквашування, фасування, охолодження, за потреби вносять наповнювачі, маркування, зберігання та транспортування.

Основною відмінністю між резервуарним і термостатним методом виготовлення кисломолочної продукції є те, що у випадку першого заквашену суміш залишають на певний час для повного сквашування (визначають за показниками кислотності, рН-середовища та органолептичними характеристиками), і тільки після цього охолоджують та фасують продукт.

Термостатний метод базується на тому, що заквашена суміш проходить етап фасування у споживчу тару, маркування, сквашування та охолодження.[16]

Дослідження сметани.

Сметана це кисломолочний продукт, який виготовляють методом сквашування нормалізованих вершків чистими культурами мезофільних молочнокислих коків *Lactococcus* sp. [24]

За органолептичними характеристиками сметана це однорідна біла (кремова) маса з глянсуватою поверхнею, достатньо густа, дозволені поодинокі пухирці повітря та незначна крупинчастість. За присмаком і ароматом близький до пастеризованого молока.

За фізико-хімічними показниками сметана повинна відповідати вимогам, що наведені у табл. 10 згідно ДСТУ 4418:2005.[25]

Таблиця 9

Назва	Норма	Метод контролювання
Масова частка жиру, %	від 15 до 40	Згідно з ГОСТ 5867
Кислотність:		
-титрована, °Т	від 60 до 100	Згідно з ГОСТ 3624
-активна, рН	від 4,8 до 4,2	Згідно з ГОСТ 26781
Фосфатаза	відсутня	Згідно з ГОСТ 3623
Температура під час випуску з підприємства, °С		Згідно з ГОСТ 3622

Визначення жиру

Прилади та реактиви: штатив для жиромірів, вершкові жироміри, резинові корки, пітетка на 5 см³, піпетки-автомати на 1 см³ та 10 см³, аналітичні ваги, дистильована вода, ізоаміловий спирт, сірчана кислота 1,81-1,82 г/см³.

Техніка дослідження: у вершковий жиромір зважити 5 г продукту (сметани). Влити 5 см³ дистильованої води, 10 см³ сірчаної кислоти та 1 см³ ізоамілового спирту. Жиромір закрити резиновим корком, перемішати його вміст і залишити у водяній бані при 65-70°C на декілька хвилин до повного розчинення білка, періодично стушуючи жиромір.

Наступним кроком буде центрифугування протягом 5 хв. Після відкручування на у центрифuzі жиромір ставлять знову у водяну бані на 5 хв і відчитують вміст жиру з градуйованої шкали. Об'єм жиру, що знаходиться між двома поділками рівний 1-му % жиру. Різниця між паралельними дослідями не повинна перевищувати 0,5%.

Вершкові жироміри мають градуйовану шкалу на 40% та 50%. У випадку, якщо жирність сметани перевищує дану шкалу на жиромірі, беруть наважку 2,5 г сметани, а води 7,5 мл. Тоді вміст жиру слід помножити на 2.

Визначення кислотності сметани

У виготовленні сметани резервуарним способом важливим показником є титрована кислотність. Адже приготувану суміш заквашують, і вона проходить етап сквашування протягом певного часу. Щоб визначити готовність продукту, тобто його кінець сквашування, потрібно визначити титровану кислотність сметани. Для цього відбирають пробу сметани із резервуару черпаком або трубкою, попередньо ошпареним. Інструмент для відбору проб ошпарюють кип'ятком для того, щоб знизити перенесення бактерій у готовий продукт.

Прилади та реактиви: колба конічна на 100 мл, бюретка, піпетка на 20 см³, аналітичні ваги, штатив, 1% спиртовий розчин фенолфталеїну, 0,1 н розчин лугу

Техніка дослідження: у конічну колбу зважують 5 г сметани, додають 40 см³ дистильованої води, 3 краплі 1 %-го фенолфталеїну та титрують лугом до появи світло-рожевого забарвлення яке не зникатиме протягом 2 хвилин. Отриманий результат множимо на 20 і отримаємо кислотність в °Т. Діапазон кислотності сметани згідно стандарту 60-100 °Т.

Визначення наявності крохмалю у сметані

Даний метод базується на якісній реакції йоду з крохмалем. Для цього відбирають 2-3 мл сметани у пробірку та додають кілька крапель йоду. Скланою паличкою перемішують та спостерігають за зміною забарвлення. Поява синього кольору свідчить про наявність у сметані крохмалю або муки (рис. 15).

Даний експеримент дав можливість дослідити відмінність забарвлення, яке залежить від модифікації доданого крохмалю у продукт.

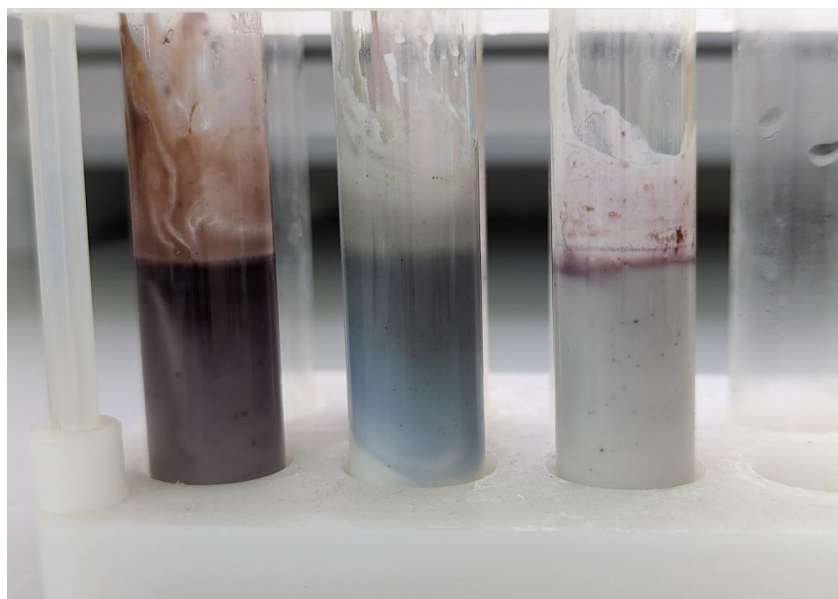


Рис. 5.1. Виявлення крохмалю у продукті

Дослідження сиру.

Білковий кисломолочний продукт, що містить переважно казеїн та сироваткові білки і який виробляють сквашуванням молока заквашувальними препаратами із застосуванням способів кислотної або кисло-сичужної коагуляції білка.[24] Для виготовлення сиру та сирних продуктів використовують нормалізоване або знежирене молоко. Органолептичні властивості залежать від їх виду, технології та способу виготовлення.

За фізико-хімічними показниками кисломолочний сир повинен відповідати нормам згідно ДСТУ4554:2006.[26]

Таблиця 10.

Назва	Норма	Метод контролювання
Масова частка жиру, %	Понад 2 до 18	Згідно з ГОСТ 5867
Масова частка білка,%, не менше ніж		Згідно з ГОСТ 23327
Масова частка води, %	Від 65 до 80	Згідно з ГОСТ 3626
Кислотність титрована, °Т, в межах	Від 170 до 250	Згідно з ГОСТ 3624

Фосфатаза	Відсутня	Згідно з ГОСТ 3623
Температура під час випуску з підприємства-виробника, °С, не вище		Згідно з ГОСТ 3622

Методи визначення показників якості допомагають виробникам кисломолочного сиру забезпечити стабільність якості продукту та відповідність його характеристик стандартам і вимогам споживачів.

Об'єм відбору з партії кисломолочного сиру, сиркової маси чи домашнього сиру у транспортній тарі складає 10%. Виділяють 3 точкові проби: одну в центрі, а інші на 2-3 см від бокової стінки. Відбір проб здійснюється щупом, опускаючи його до дна.

Визначення жиру у кисломолочному сирі

Принцип дії такий же як визначення масової частки жиру у сметані. У жиромір зважують 5 г продукту, додають воду, сірчану кислоту та ізоаміловий спирт. Відмінність у проведенні досліду між сметаною і сиром є у тому, що розчинення сиру у жиромірі займає більше часу, ніж сметани.

Можлива інша техніка визначення масової частки сиру. Для цього використовують молочний жиромір (градуйована шкала буває 2-х типів: 5 і 6 %).

У молочний жиромір зважити 2 г сирної маси стараючись не попадати у вузьку частину жироміра. Оскільки простір там дуже маленький і це призведе до поганого розчинення продукту.

Додати 9 мл води, 10 мл сірчаної кислоти та 1 мл ізоамілового спирту. Жиромір закрити корком та перемішати вміст. Залишити у водяній бані корком вгору при $65 \pm 2^\circ\text{C}$, періодично струшуючи до повного розчинення білка.

Наступними діями, як вже вище описано у стандартній методиці кислотного визначення масової частки жиру, буде центрифугування та зняття показників. Отриманий результат на жиромірі множити на 5,5. Дане число є масовою часткою жиру у кисломолочному сирі.

Визначення кислотності у кисломолочному сирі

Усі кисломолочні продукти, виготовлені резервуарним способом, проходять етап сквашування і готовність продукту визначається саме титрованою кислотністю. Сир на етапі сквашування має назву кольє. Його відбирають щупом (рис. 16), круговим рухом занурюють як найглибше набирають продукт. Для визначення критичної точки сквашування кольє визначають титровану та активну кислотність (pH).



Рис. 16. Щуп для відбору проб сиру

Активна кислотність. Для визначення етапу кінця сквашування кисломолочного сиру використовують показники активної кислотності (pH). Стандартом визначений діапазон активної кислотності для кисломолочного сиру, виготовлено кислотно-сичужним способом у резервуарі. Активна кислотність на кінець сквашування повинна становити 5,05 – 5,15 (pH).[27]

Титрована кислотність. Для визначення кінця сквашування продукту використовують показники титрованої кислотності (°T). Число градується 58 - 60 °T, а для готового продукту 170 – 250 °T.

Прилади та реактиви: фарфорова ступка, піпетка, бюретка, на 25 см³, аналітичні ваги, штатив, 1% спиртовий розчин фенолфталеїну, 0,1 н розчин лугу

Техніка дослідження: у фарфорову ступку зважити 5 г сиру, добре розтерти у 50 мл дистильованої води, додати 2-3 краплі 1% фенолфталеїну. Титрувати розчином лугу до появи світло-рожевого забарвлення яке не зникатиме протягом 2 хв. Об'єм NaOH, що пішов на титрування, множити 20.

ВИСНОВКИ

Основна відмінність стерилізованого молока від пастеризованого - тривалий термін зберігання. Важливо також відзначити, що в процесі технологічної переробки молока під дією повітря і сонячного світла, а особливо при пастеризації та стерилізації частково руйнуються вітаміни, найбільше втрачається вітаміну С (10-30%). Значно менші фізико-хімічні зміни молоко зазнає в результаті ультрависокотемпературної (УВТ) пастеризації, зберігаючи при цьому всі свої органолептичні властивості. УВТ обробка є на сьогоднішній день одним з найбільш досконалих методів отримання продуктів з тривалим терміном зберігання. Проведеними дослідженнями встановлено, що молоко після такої обробки не надто різниться від пастеризованого за фізико-хімічними та органолептичними показниками, білковим складом і вмістом вітаміну С. УВТ-пастеризоване молоко в поєднанні з асептичним розливом здатне зберігатися до шести місяців при звичайній температурі, що забезпечить ширший ринок збуту та спрощує транспортування товару.

Кість готового продукту, який лежить на полицях магазину, залежить від сировини, у даному випадку від молока незбираного. Фальсифікований продукт несе за собою ряд неприємних наслідків:

- постійна шкода здоров'ю (наявність антибіотиків тощо);
- отруєння;
- низька якість продукту;
- зіпсування великої партії продукту.

У роботі описано всі методи проведення аналізів сирого молока та фальсифікації згідно ДСТУ та ГОСТ, для оцінки його якості.

анцюг виробництва являє собою єдину систему, протягом якої проводиться контроль всіх контрольних точок (температури) та усунення ризиків, які можуть призвести до втрат або до неякісної продукції. У роботі наведено схему технологічного процесу виробництва пастеризованого молока, важливість значення температур (КТ), де всі небезпечні чинники знешкодженні температурною витримкою. Основні фізико-хімічні методи моніторингу

показників на різних етапах, включаючи реалізацію готового продукту. Цей контроль запроваджений на законодавчому рівні для управління якісною харчовою продукцією згідно нормативної документації (НАССР).

сі дослідження проводились на базі Івано-Франківського міськмолкозаводу, де відбувався контроль всіх етапів виробництва. Це дає зрозуміти важливість проведення всіх можливих аналізів для ліквідації факторів, які мають поганий вплив на продукт, як первинний, так і готовий. Окрім важливості показників для контролю якості, певні значення використовують для обрахунків виготовлення продукту, таких як жирність, маса і волога.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

h

t

A

р

СТУ ISO 5538:2004. Молоко і молочні продукти. Відбирання проб. Контроль за кісними ознаками.

СТУ 6082:2009 Молоко та молочні продукти. Методи визначання густини.

ОСТ 3624-92 Молоко та молочні продукти. Титриметричні методи визначання кислотності.

СТУ 5073:2008 Молоко та вершки. Метод визначення термостійкості за алкогольною пробою.

СТУ 7357:2013 Молоко та молочні продукти. Методи мікробіологічного контролювання.

Ветеринарно-санітарна та технологічна експертиза молока: навчальний посібник / Н. А. Ткаченко, О. П. Чагаровський, Н. О. Дец, Л. О. Ланженко, О. А. Кручек. – Вівне: «Овід», 2018. – 235 с.

ГОСТ 25179-90. Молоко. Методы определения белка.

ДСТУ ISO 6731:2007 Молоко, вершки та згущене молоко. Визначення масової частки сухих речовин (контрольний метод) (ISO 6731:1989, IDT)

Машкін М. І., Париш Н. М. Технологія молока і молочних продуктів: Навчальне видання. — К.: Вища освіта, 2006. — 351 с.: іл.

ДСТУ 3662–97 Молоко коров'яче незбиране. Вимоги до закупівлі

Ветеринарно-санітарний та технологічний контроль молока та молочних продуктів [Текст] : навчальний посібник / М.В. Козак, Ю.Р. Гачак, Ю.І. Остап'юк. к Львів : 2015. – 365 с.

СТУ 8378:2015 Молоко. Методи визначення соди

Чагаровський О. П. Фальсифікація молока. Методи визначення. Практичні рекомендації. Навчальний посібник. /О. П. Чагаровський, Н. А. Ткаченко, Т. А. Дисогор.

i/

Е

СТУ 7359:2013 Молоко. Метод визначення аміаку.

ГОСТ 24067-80 Метод визначення пероксиду водню.

Detection of Veterinary Antimicrobial Residues in Milk through Near-Infrared Absorption Spectroscopy / Leandro da Conceição Luiz, Maria Jose' Valenzuela Bell, Roney Alves da Rocha / 2018

Про затвердження Методичних рекомендацій "Періодичність контролю продовольчої сировини та харчових продуктів за показниками безпеки" від 2 липня 2004 року N 329.

Гнівенко А.М., Колісник О.І., Антонюк Т.А., Носевич Д.К., Кос Н.В. Виробництво екологічно безпечної продукції скотарства: підручник. Київ: "ЦП Компринт", 2022. 450 с. (ст.438)

СТУ 2212:2003 Молочна промисловість. Виробництво молока та кисломолочних продуктів. Терміни та визначення понять.

СТУ 4418:2005 Сметана. Технічні умови. З Поправкою та Змінами № 1 і № 2.

СТУ 4554:2006 Сир кисломолочний. Технічні умови.

Справочник для работников лабораторий предприятий молочной промышленности [Текст] / А. П. Патратий, В. П. Аристова. — М. : Пищ. Пром-сть, 1980. — 240 с.

иректива 92/46/ЄЕС від 16.06.92 «Медико-санітарні правила з виробництва та розміщення на ринку сирого молока, термічно обробленого молока і продуктів на молочній основі».

Власенко В.В., Касянчук В.В., Кольчак В.В. Ветеринарно-санітарна експертиза молока і молочних продуктів: Навчальний посібник. — Вінниця: ПП «Едельвейс і К», 2008. – 132с.

ДОДАТОК

Таблиця визначення густини молока

Густина молока, кг/м ³	Густина приведена до 20° С, кг/м ³ , при температурі молока, °С
--------------------------------------	---

[illegible]

[illegible]

[illegible]