

**Н. А. Ткаченко, О. П. Чагаровський, Н.О. Дец,
Л.О. Ланженко, О. А. Кручек**

**ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНА
ТА ТЕХНОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА
МОЛОКА**

Одеса – 2018

УДК 619:614.31:637.12.05(075)
ББК П817.2:Ж607:Л95я7
В 39

Копіювання, сканування, запис на електронні носії та тому подібне книжки в цілому або будь-якої її частини заборонені

Затверджено Вченою радою Одеської національної академії харчових технологій, як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів (протокол №11 від 5.11.2017 р.)

Рецензенти: **Цісарик Оріся Йосипівна** – завідувач кафедри технології молока і молочних продуктів Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького, доктор сільськогосподарських наук, професор
Віннікова Людмила Григорівна – завідувач кафедри технології м'яса, риби і морепродуктів Одеської національної академії харчових технологій, Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, д.т.н., професор
Швець Галина Степанівна – начальник виробництва ПрАТ «Комбінат «Придніпровський»

В 39 Ветеринарно-санітарна та технологічна експертиза молока: навчальний посібник / Н. А. Ткаченко, О. П. Чагаровський, Н. О. Дец, Л. О. Ланженко, О. А. Кручек. – Рівне: «Овід», 2018. – 235 с.

Під загальною редакцією доктора технічних наук, професора,
Ткаченко Наталії Андріївни

ISBN

У навчальному посібнику викладений теоретичний та експериментальний матеріал із дисципліни «Ветеринарно-санітарна та технологічна експертиза молока», яка є однією з базових для підготовки бакалаврів із технології виробництва і переробки продукції тваринництва. Навчальний посібник містить необхідний набір теоретичної інформації про склад молока, дані щодо ветеринарно-санітарної та технологічної експертизи молока, викладені сучасні методи експертизи молока.

Навчальний посібник призначений для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за спеціальностями 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва» та 181 «Харчові технології», аспірантів та спеціалістів, які працюють у сфері отримання та переробки молока.

ISBN

УДК 619:614.31:637.12.05(075)
ББК П817.2:Ж607:Л95я7
© ОНАХТ, 2018

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА

РОЗДІЛ 1. Харчова, біологічна та енергетична цінність молока

Питання для самоконтролю

РОЗДІЛ 2. Хімічний склад та властивості незбираного молока

2.1. Загальний хімічний склад та характеристика складових частин коров'ячого молока

2.1.1 Вода

2.1.2 Білки

2.1.3 Небілкові азотисті сполуки

2.1.4 Ліпіди

2.1.5 Вуглеводи

2.1.6 Мінеральні речовини

2.1.7 Біологічно активні речовини

2.1.8 Гази

2.2. Склад молока інших видів ссавців

2.3. Хімічні, фізико-хімічні, органолептичні і технологічні властивості молока

Питання для самоконтролю

РОЗДІЛ 3. Отримання та первинне перероблення молока на фермах

3.1. Ветеринарні і санітарні вимоги до ферм з виробництва молока

3.2. Вимоги до заготівельного коров'ячого молока (ДСТУ 3662:2017)

3.3. Первинне перероблення молока

3.3.1 Доїння тварин

3.3.2 Очищення молока

3.3.3 Охолодження молока

3.3.4 Теплове оброблення молока

3.3.5 Зберігання і транспортування молока

3.4. Джерела забруднення молока небезпечними контаменантами та мікрофлорою

3.5. Ветеринарно-санітарна експертиза та оцінка молока хворих тварин

3.6. Зоотехнічні фактори та їх вплив на якість молочної сировини

3.7. Вади молочної сировини

Питання для самоконтролю

РОЗДІЛ 4. Дослідження безпечності і якості молока

4.1. Відбір середніх проб молока для досліджень

4.2. Органолептичний аналіз коров'ячого молока

4.3. Технологічна експертиза молока

4.3.1 Методи досліджень хімічного складу молока

4.3.1.1 Визначення масової частки сухих речовин у молоці

4.3.1.2 Визначення масової частки жиру у молоці

4.3.1.3 Визначення масової частки білка у молоці

4.3.1.4 Визначення масової частки молочного цукру

4.3.1.5 Визначення мінерального складу молока

4.3.1.6 Визначення вітамінів у молоці

4.3.1.7 Методи контролю теплового оброблення молока:
визначення наявності фосфатази і пероксидази

4.3.2 Методи досліджень властивостей молока

4.3.2.1 Визначення густини молока

4.3.2.2 Визначення титрованої і активної кислотності
молока

4.3.2.3 Визначення термостійкості молока

4.3.2.4 Визначення ступеню чистоти молока

4.3.2.5 Визначення точки замерзання молока

4.3.3 Методи досліджень мікробіологічних показників молока

4.3.3.1 Підготовка молока до мікробіологічних досліджень

4.3.3.2 Визначення редуктазної проби

4.3.3.3 Визначення бродильної проби

4.3.3.4 Визначення сичужно-бродильної проби

4.3.3.5 Визначення кількості мезофільних аеробних і
факультативно анаеробних мікроорганізмів

4.3.3.6 Визначення бактерій групи кишкових паличок

4.3.3.7 Визначення молочнокислих мікроорганізмів

4.3.3.8 Метод визначення дріжджів і пліснявих грибів

4.3.3.9 Визначення кількості маслянокислих бактерій

4.3.3.10 Визначення кількості протеолітичних бактерій

Питання для самоконтролю

РОЗДІЛ 5. Визначення фальсифікації молока

5.1. Способи фальсифікації молока

5.2. Визначення натуральності молока

5.2.1 Додавання хімічних речовин

5.2.1.1 Визначення фальсифікації молока содою

- 5.2.1.2 Визначення нейтралізації молока аміаком
- 5.2.1.3 Визначення наявності пероксиду водню в молоці
- 5.2.1.4 Визначення присутності формаліну в молоці
- 5.2.1.5 Визначення наявності миючих засобів у молоці
- 5.2.1.6 Визначення наявності фосфатів у молоці
- 5.2.1.7 Визначення наявності нітратів у молоці
- 5.2.2 Визначення фальсифікації молока водою
- 5.2.3 Визначення фальсифікації молока білковими субстанціями
- 5.2.4 Визначення фальсифікації молока біополімерами рослинного походження (крохмаль, картопляний відвар, борошно)
- 5.2.5 Визначення фальсифікації молока крейдою, вапном, гіпсом
- 5.2.6 Визначення фальсифікації молока саліциловою або борною кислотами
- 5.2.7 Визначення термічного оброблення молока
- 5.2.8. Визначення присутності аномального молока у збірному коров'ячому молоці
- 5.2.9. Визначення присутності рослинних жирів у збірному коров'ячому молоці
 - 5.2.9.1. Хімічні методи
 - 5.2.9.2 Можливість визначення домішок рослинних жирів фізичними методами
- 5.3. Визначення антибіотиків у молоці
 - 5.3.1 Антибіотики у молоці та їх види
 - 5.3.2 Законодавчі аспекти щодо наявності антибіотиків у коров'ячому молоці
 - 5.3.3 Сучасні методи визначення антибіотиків у молоці
 - 5.3.3.1 Ферментативні експрес–тести для визначення антибіотиків β–лактамної групи Penzym–тести
 - 5.3.3.2 Хроматографічні експрес-тести для визначення антибіотиків. Тести BetaStar
 - 5.3.3.3 Визначення ломефлораксацину, ципрофлоксацину і офлоксацину у молоці

Питання для самоконтролю

НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

ПЕРЕДМОВА

Молоко і молочні продукти у харчуванні людини, особливо у дитячому віці, відіграють велику роль – вони містять всі необхідні для життя і розвитку харчові речовини. Молоко володіє високою харчовою цінністю, що дозволяє віднести його до категорії дієтичних і лікувальних продуктів.

Молоко містить понад 250 необхідних для життєдіяльності організму речовин, у тому числі легкозасвоювані білки, жири, вуглеводи, мінеральні речовини, вітаміни. При споживанні 1 дм³ молока потреба людини у енергії задовольняється на 25 %, у жирах – на 100 %, у білку – на 63 %, у кальції – на 150 %, у фосфорі – на 102 %, у залізі – на 20 %, у вітаміні А – на 30 %, у вітаміні С – на 33 %. Кожній людині необхідно споживати 350...400 кг молока і молочних продуктів на рік. При цьому молоко і молочні продукти, виготовлені на його основі, повинні бути високоякісними і відповідати висунутим вимогам.

За хімічним складом, смаковими якостями і технологічними властивостями коров'яче молоко найбільш повноцінне. В ньому міститься в середньому 11...14 % сухих речовин, в тому числі 3,4 % жиру, 3,2 % білка, 4,7 % молочного цукру і 0,7 % мінеральних речовин. Воно також багате вітамінами та іншими біологічно активними речовинами.

Головним призначенням молока є забезпечення дитини харчуванням протягом тривалого часу після народження. Хімічний склад молока визначається не тільки видом тварини, але й умовами навколишнього середовища, в яких утримується тварина під час секреції молочної залози. Це особливо чітко проявляється у лабільності вмісту білка, жиру, вітамінів та інших компонентів продукту.

Молоко використовується не тільки як продукт харчування для людини і тварин, але й як сировина для виробництва багатьох харчових продуктів, фармацевтичних і парфумерно-косметичних препаратів, а також для отримання технічних засобів. Тому отримання молока стало однією з найважливіших галузей сільськогосподарського виробництва.

Разом з тим молоко і молочні продукти можуть бути джерелами збудників багатьох інфекцій, і перш за все,

токсикоінфекцій, токсикозів бактеріального походження. Крім того, у екологічно несприятливих регіонах і при інтенсивному використанні пестицидів молоко може містити шкідливі речовини хімічного походження. Після оброблення тварин акарицидними препаратами, антигельмінтами, антибіотиками та іншими лікарськими препаратами частина їх виділяється з організму тварини в молоко, що представляє загрозу здоров'ю споживача.

Якість молока, яке поступає на підприємство, залежить від багатьох факторів: породи, здоров'я тварин, їх віку, лактаційного періоду, умов отримання (температурно-вологісний режим, повітряне середовище, освітлення), типу годування і якості кормів, методів отримання і зберігання молока, санітарно-гігієнічних умов перероблення.

Якість молока – це сукупність окремих біологічних, хімічних, фізичних і санітарно-гігієнічних показників, які обумовлюють ступінь безпечного задоволення потреби споживачів. Показники якості молока нормуються ДСТУ 3662:2017, правилами ветеринарно-санітарної експертизи та іншими нормативними документами на молоко-сировину. У цих документах представлені комплексні показники оцінки якості молока – кислотність, механічне забруднення, бактеріальне обсіменіння, густина, масова частка жиру, температура охолодження та ін. Також молоко додатково оцінюється за вмістом небезпечних речовин – пестицидів, солей важких металів, антибіотиків, мікотоксинів, нітрозамів і гормонів.

На якість молока впливають хвороби тварин, з молоком виділяються збудники інфекційних захворювань. Молоко може бути фактором передачі туберкульозу, бруцельозу, лістеріозу та інших зооантропонозних захворювань. Тому молоко від хворих тварин повинно бути надійно знезаражено перед використанням його у кормових або технічних цілях. Молоко реалізують головним чином з підприємств молочної промисловості, де воно використовується для отримання багатьох корисних для людини продуктів (питне молоко, кисломолочні напої, сметана, різні види сирів, масло та ін.) і кормів для тварин.

У всіх випадках молоко обов'язково піддають ветеринарній експертизі із визначенням основних показників його якості.

Для виробництва молока в Україні використовують велику рогату худобу та мілку рогату худобу (кози, вівці) та інших тварин.

Корови молочних порід ефективно переробляють харчові речовини рослинних кормів і вважаються високонадійними. Встановлено, що у корів при кормлінні на приріст маси використовується тільки 17 % енергії раціону, а на виробництво молока – біля 50 %. Молоко здорових корів практично стерильне, але воно забруднюється на усіх етапах його отримання і оброблення. Навіть незначні зміни у раціоні або у навколишньому середовищі, умовах утримання і фізіологічному стані тварин призводять до деяких змін у молоці, багато з яких визначені як вади. Це можуть бути вади кольору (бактеріального, кормового і лікарського походження); вади консистенції (виникають при захворюваннях вимені, інтенсивному розмноженні мікроорганізмів у молоці або при годуванні деякими кормами); вади запаху (з'являються при порушенні санітарно-гігієнічних умов отримання молока і неправильному його зберіганні); вади смаку (кормового, бактеріального, хімічного походження, а також при порушенні санітарних правил зберігання молока). Зміни технологічних властивостей молока обумовлені, як правило, фізіологічним станом лактуючої тварини, використанням недоброякісних кормів і мікробіологічними факторами. Найбільш часто виникнення вад молока пов'язані з наявністю маститу у корів, оскільки концентрація погोलів'я на обмежених площадках та інтенсивне використання машинного доїння обумовлюють виникнення його захворювання.

Ветеринарні спеціалісти повинні добре знати не тільки гігієну отримання молока, його ветеринарно-санітарну оцінку при різних захворюваннях, але й методи лабораторного аналізу незбираного молока.

У даному навчальному посібнику представлена характеристика молока різних тварин, його споживчі властивості, вплив різних видів тварин на його споживчі властивості, на якість молока, вимоги при його отриманні. У матеріалах навчального посібника викладені методи контролю молока, які використовуються при ветеринарно-санітарній та технологічній експертизі, а також ветеринарно-санітарна оцінка молока при заразних і незаразних хворобах, у тому числі при маститах.

Навчальний посібник допоможе студентам самостійно оволодіти виробничим контролем молока як на фермах, так і на молокопереробних підприємствах.

РОЗДІЛ 1

ХАРЧОВА, БІОЛОГІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЦІННІСТЬ МОЛОКА

Молоко – одна із досконалостей, яку створила природа і призначила для забезпечення новонародженого необхідними компонентами їжі і захисту його від інфекцій. Молоко – це перша їжа з моменту народження. Його можна розглядати як універсальний продукт, який забезпечує нормальний ріст і розвиток організму і який не може замінити жодний продукт харчування. Крім натурального молока немає іншого повноцінного продукту, який би людина отримувала у готовому вигляді для безпосереднього споживання. Відповідно до призначення молоко має унікальний хімічний склад і являє собою багатокomпонентну збалансовану систему, з високими поживними, імунними і бактерицидними властивостями. Молоко найбільш прийнятне для ще недосконалої травної системи новонародженого. Для перетравлювання молока необхідно у 3...4 рази менше енергії, ніж для перетравлювання білків хліба, і найменша кількість панкреатичного соку.

Молоко, як і усі харчові продукти, характеризується такими показниками як харчова, біологічна, енергетична цінність та біологічна ефективність.

Харчова цінність – це комплекс властивостей продуктів, які забезпечують фізіологічні потреби людини в енергії і основних харчових компонентах. Харчову цінність продуктів виражають інтегральним скором. Для його розрахунку визначають відсоток відповідності кожного із найбільш важливих компонентів формулі збалансованого харчування (ступінь задоволення), яка відображає добову потребу дорослої людини віком 18...29 років в основних харчових речовинах. Ступінь задоволення показує, наскільки задовольняється потреба організму в кожному компоненті їжі при споживанні маси продукту, яка відповідає 10 % добової норми потреби енергії. Для молока середнього хімічного складу вона складає біля 500 г.

Біологічна цінність – це показник якості харчового білка, який відображає ступінь відповідності його амінокислотного складу потребам організму в амінокислотах для синтезу білка. Для

характеристики біологічної цінності використовують такі хімічні та біологічні показники:

- питома вага незамінних амінокислот у загальній кількості білка в продукті;

- хімічний показник якості білка або амінокислотний скор. Він базується на співставленні складу незамінних амінокислот в даному продукті з «ідеальним» білком. Амінокислоти, які містяться в менших кількостях у порівнянні з «ідеальним» білком, називають лімітованими; амінокислота, яка має найнижчий скор, є головною лімітованою;

- «біологічна цінність білка» або «істинне використання білка». Ці критерії показують, яка частина вжитого білка використовується організмом для тканинного синтезу. Методика їх розрахунку достатньо складна. Якщо показник нижчий 60 %, продукти вважаються незадовільними джерелами білка. Вживання таких продуктів навіть у підвищених кількостях не компенсує їх неповноцінність;

- «коефіцієнт ефективності білків». Визначають його на тваринах, які ростуть, за збільшенням їх маси в розрахунку на 1 г білка кормів. Тваринні білки дають найбільш високий приріст маси (2,2...3,8 г) в порівнянні з рослинними (0,8...2,5 г).

Найчастіше для визначення біологічної цінності використовують амінокислотний скор.

Енергетична цінність – це кількість енергії (ккал, кДж), яка вивільняється в організмі людини із харчових продуктів та необхідна для забезпечення його фізіологічних функцій.

Біологічна ефективність характеризує ліпідну складову харчових продуктів, зокрема склад поліненасичених жирних кислот, які є структурними елементами клітинних мембран організму і значною мірою відповідають за їх функціональний стан. Понад третини жирних кислот у складі мембранних ліпідів представлені поліненасиченими жирними кислотами з 20 та 22 атомами карбону (C_{20} та C_{22}), які мають від 2 до 6 подвійних зв'язків, причому найбільша частка у цій групі належить арахідоновій кислоті ($C_{20:4}$). У звичайних продуктах харчування такі жирні кислоти присутні у незначних кількостях. Виключення складає суміш лядру (топлене свиняче сало) з соняшниковою олією та оливкова олія, які найбільше відповідають за своїм складом оптимальній жирнокислотній формулі клітинних мембран. Отже,

жирні кислоти їжі мало придатні для побудови клітинних мембран. Тому вони піддаються метаболічним перетворенням у організмі з наступним синтезом поліненасичених жирних кислот, які необхідні для будови клітинних мембран та їх оптимального функціонування.

Приблизно біологічну ефективність ліпідів визначають відношенням суми поліненасичених жирних кислот до суми насичених. Вважають, що вміст жирних кислот в їжі має бути таким: поліненасичених – 10, мононенасичених – 60, насичених – 30 %, отже відношення поліненасичених до насичених має бути 1:3. Крім того, нормують співвідношення поліненасичених жирних кислот родини омега-6 та омега-3, воно повинно складати (5...10):1.

Висока харчова цінність молока пояснюється його універсальним складом. Воно містить усі необхідні для будови живого організму поживні речовини (білки, жири, вуглеводи, воду, мінеральні речовини, вітаміни), які гарно збалансовані і легко засвоюються. Це повноцінний і корисний продукт харчування.

Найбільш цінною складовою молока є білки, які виконують в організмі різноманітні функції – пластичну, опорну, каталітичну, захисну, антитоксичну, транспортну, енергетичну та ін. При споживанні дорослою людиною 500 г молока ступінь задоволення організму в білках складає в середньому 17 %, тваринних – 30 %.

Молоко є джерелом харчових білків високої біологічної цінності – казеїнів і сироваткових, тому що вони містять усі незамінні амінокислоти і швидко перетравлюються ферментами шлунково-кишкового тракту. Засвоюваність білків молока складає 96...98 %, ступінь чистої утилізації – 75 %. Унікальність основного білка молока – казеїну полягає у тому, що він легко перетравлюється у нативному неденатурованому стані ферментами шлунково-кишкового тракту. Молоко в першу чергу відповідає вимогам організму, який росте, у дефіцитних амінокислотах: триптофані, лізині, метіоніні та гістидині. Таких незамінних амінокислот як триптофан, метіонін, ізолейцин, лейцин у білках молока значно більше, ніж у білках рослинного походження, м'яса та риби. Порівняння складу незамінних амінокислот білків молока зі складом «ідеального» білка свідчить про практичну відсутність у них амінокислот, які лімітують біологічну цінність білків. Деякий дефіцит амінокислот, які містять сірку, визначено у казеїновій

фракції, але їх багато у сироваткових білках, тому їх відносять до білків з вищою біологічною цінністю.

Крім того, казеїн молока є джерелом цілого ряду біологічно активних пептидів. До них відносять глікомакропептид, який утворюється при розщепленні κ -казеїну хімозином, і фосфопептиди, що утворюються із β - і α_{s1} -фракцій казеїну при травленні. Вони пригнічують шлункову секрецію, а також, на думку деяких вчених, мають болезаспокійливу і седативну дію.

Певну цінність у харчуванні має молочний жир. Насамперед він виконує енергетичну функцію. Порівняно з іншими жирами тваринного походження молочний жир легше засвоюється організмом людини, що пояснюється відносно низькою температурою плавлення (28...33 °C) і наявністю його у молоці в тонкодиспергованому стані. Ступінь перетравлення молочного жиру складає 97,0...99,7 %. Денна потреба організму в жирах тваринного походження задовольняється на 23 % при споживанні дорослою людиною 500 г молока.

Молочний жир характеризується унікальним жирнокислотним складом, зокрема наявністю масляної, рубцевої (цис-9, транс-11 C_{18:2}) та деяких розгалужених кислот, які наділені біологічними властивостями, а саме мають антиканцерогенну дію. Недоліком молочного жиру вважають відносно низький вміст біологічно важливих поліненасичених жирних кислот (лінолевої, ліноленової, арахідонової) порівняно з рослинними жирами. Але присутність відносно дефіцитної арахідонової кислоти, фосфоліпідів, стеринів і жиророзчинних вітамінів підвищують цінність молочного жиру. Крім того, у молоці оптимальне співвідношення між білками і жиром.

Цінним компонентом молока є лактоза. Ступінь її засвоєння в організмі складає 98 %. Завдяки своїм властивостям лактоза стимулює розвиток у кишечнику молочнокислих паличок, які, утворюючи молочну кислоту, пригнічують розвиток гнильної мікрофлори. Один із компонентів лактози – глюкоза є джерелом синтезу у печінці глікогену – резервного вуглеводу новонародженого, а другий – галактоза, необхідний для утворення гангліозидів, які є важливими структурними компонентами нейронів, беруть участь у проведенні нервових імпульсів та в обмінних процесах організму. Крім того, лактоза сприяє кращому всмоктуванню у кишечнику кальцію. Надзвичайно важлива роль

похідного лактози – лактулози, яка є основним пребіотиком для біфідобактерій при виробництві молочних продуктів з пребіотиками.

Молоко – джерело важливих для новонародженого макро- і мікроелементів, які забезпечують нормальну життєдіяльність і розвиток організму. Мінеральні речовини відіграють важливу роль у пластичних процесах, формуванні і будові тканин організму, особливо скелета, у будові ферментів, гормонів, відновленні крові, діяльності мозку, підтримують кислотно-лужну рівновагу, осмотичний тиск, а також сприяють нормальній фізіологічній діяльності організму. Найбільш важливими елементами для дитячого організму є кальцій і фосфор. Молоко має не тільки високий їх вміст, а й збалансоване співвідношення, що сприяє майже повному їх засвоєнню. Це є дуже важливим для дитини, оскільки її організм потребує постачання з їжею солей кальцію і фосфору у певному співвідношенні (приблизно 2:1). При зміні цього співвідношення порушується їх обмін, що несприятливо впливає на організм дитини (рахіт і руйнування зубів), а у дорослих викликає остеопороз і інші захворювання кісток. У молоці корів співвідношення кальцію і фосфору складає 1:1...1,4:1, в той час як у м'ясі й рибі воно відповідно 1:13 та 1:11. Вважають, що кальцій у молоці краще засвоюється порівняно з усіма іншими продуктами харчування, чому сприяє лактоза, а також фосфопротеїди, які утворюються при розпаді казеїну. Біля 80 % добової потреби людини у кальції, 46 % – у фосфорі, 18 % – у калії забезпечується за рахунок молока і молочних продуктів.

В той же час у молоці мало магнію і таких мікроелементів, як залізо, йод, селен. Магній має спазмолітичну дію, розширює судини, стимулює перистальтику кишечника і підвищує виділення жовчі. Залізо входить до складу гемоглобіну крові і ферментів. Основне фізіологічне значення заліза – участь у процесі кровотворення. Залізо має властивість накопичуватись у організмі, тому діти народжуються зі значним запасом заліза. Це має важливе значення, оскільки у материнському молоці заліза мало. Запас заліза у дитини робить її незалежною від надходження заліза з їжею приблизно протягом року.

Йод міститься в усіх тканинах організму, в основному, в гормонах щитоподібної залози – тироксині і трийодтироніні. Нестача викликає розлад функції щитоподібної залози.

Селен в організмі має широкий спектр дії – посилює імунітет, є сильним антиокиснювачем, знижує ризик розвитку серцево-судинних захворювань, нейтралізує токсини, стимулює синтез гемоглобіну, попереджує і призупиняє розвиток злоякісних пухлин, стимулює обмінні процеси тощо.

Для забезпечення організму мікроелементами, які вкрай важливі для організму дітей і дорослих, адаптовані сухі молочні продукти для дитячого харчування збагачують мінеральними речовинами, в т.ч. залізом. Розроблені технології молочних продуктів з підвищеним вмістом йоду, а також продукти збагачені селеном.

Молоко – постійне і важливе джерело багатьох вітамінів. Так, 50...70 % потреб людини у вітаміні В₂ (рибофлавін) і 20...70 % в вітаміні В₁₂ (ціанкобаламін) задовольняється за рахунок молока і кисломолочних продуктів. Молочні продукти для дитячого харчування збагачують вітамінами.

Таким чином, серед усіх харчових продуктів молоко є найбільш повноцінним, найбільш збалансованим за незамінними компонентами, тому і рекомендують його для харчування людей усіх вікових категорій.

Питання для самоконтролю:

1. Яке призначення молока?
2. Які показники характеризують цінність харчового продукту або сировини?
3. Чим пояснюється висока харчова і біологічна цінність молока?
4. Яка складова молока є найбільш цінною?
5. Які функції виконують білки у молоці?
6. Чим пояснюється легка засвоюваність молочного жиру?
7. Яку фізіологічну функцію виконує лактоза в організмі людини?
8. Які найбільш важливі мінеральні речовини для дитячого організму містяться у молоці?
9. Які вітаміни містяться у молоці?

РОЗДІЛ 2

ХІМІЧНИЙ СКЛАД ТА ВЛАСТИВОСТІ НЕЗБИРАНОГО МОЛОКА

Молоко – це продукт нормальної фізіологічної секреції молочних залоз молочних тварин, одержаний за одне чи кілька доїнь, без додавання до нього інших добавок або вилучення певних складових.

2.1. Загальний хімічний склад та характеристика складових частин коров'ячого молока

До складу молока усіх ссавців входять вода і сухі речовини, які представлені білками, ліпідами, вуглеводами, мінеральними речовинами, вітамінами, ферментами, гормонами й іншими компонентами. Перераховані компоненти є істинними складовими молока, які синтезуються у молочних залозах або переходять із крові. Крім них у молоці містяться сторонні (неістинні) компоненти, які потрапляють внаслідок лікування тварин (антибіотики, гормональні препарати тощо), використання хімікатів у сільському господарстві (пестициди, нітрати, нітрити), а також забруднення навколишнього середовища різними викидами (радіонуклеїди, діоксиди, токсичні елементи, бенз(а)пирен тощо). Ці речовини шкідливі для організму людей, а також впливають на хід технологічних процесів при виробництві молочних продуктів. Для них визначені гранично допустимі концентрації.

Середній хімічний склад молока коров'ячого представлено на рис. 2.1.

2.1.1. Вода

Вміст води у молоці складає 87...89 %. Це компонент молока, який життєво необхідний новонародженому. Вода є середовищем, де протікають різні реакції, в першу чергу гідролітичні, вона переносить поживні речовини, стабілізує температуру тіла тощо.

У молоці вода знаходиться у вільному (84...86 %) і зв'язаному (3,0...3,5 %) стані. Вільна вода є розчинником органічних і неорганічних сполук (лактози, солей, кислот, водорозчинних вітамінів, ароматичних речовин та ін.), у ній протікають хімічні і біохімічні реакції. Вона вилучається при згу-

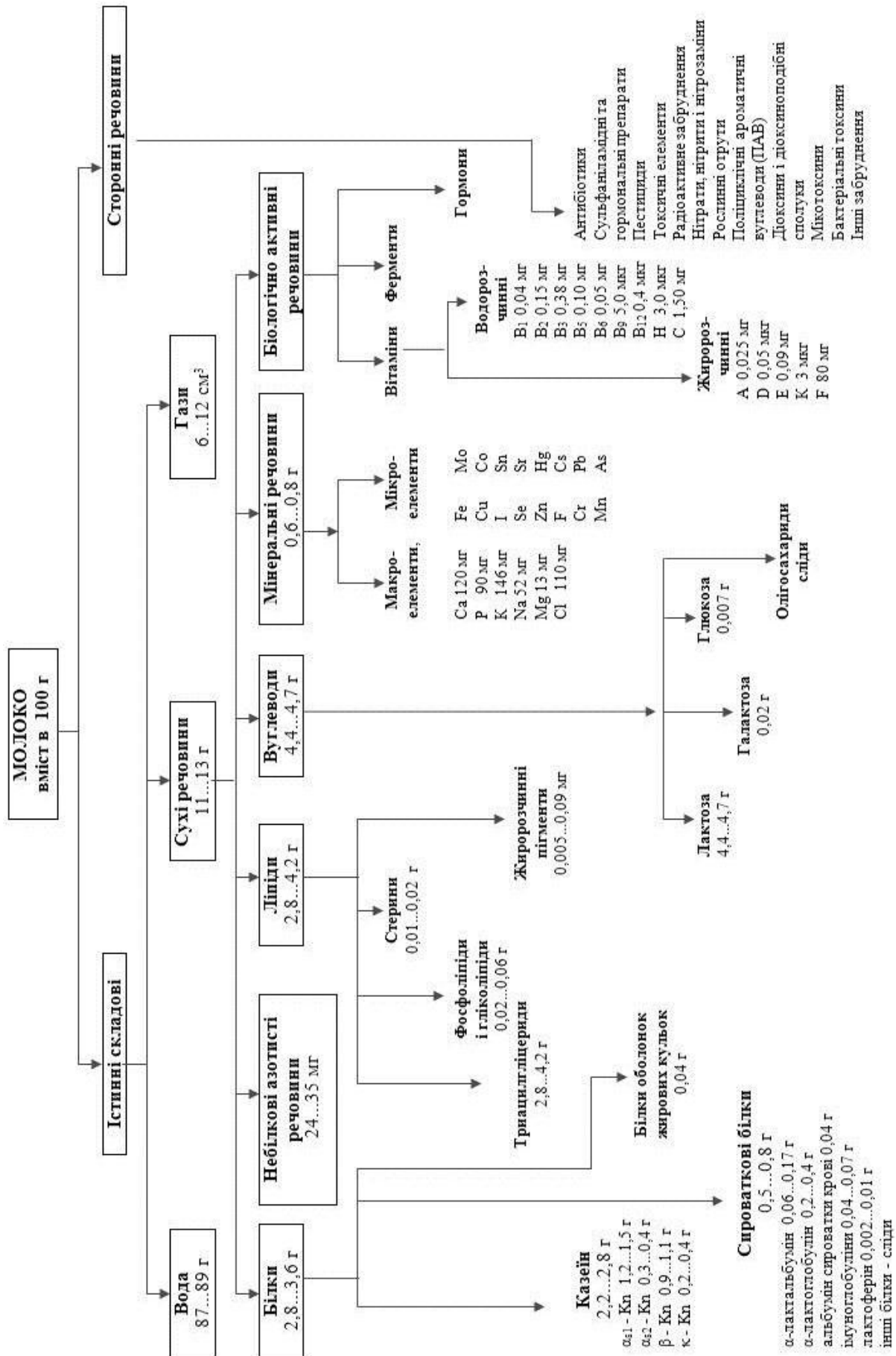


Схема 2.1. Середній хімічний склад молока коров'ячого

щенні, висушуванні, ультрафільтрації, В ній розвиваються мікроорганізми.

Зв'язана вода не вимерзає навіть при температурі ($-40\text{ }^{\circ}\text{C}$), не розчиняє органічні та неорганічні сполуки, не вилучається при згущенні та сушінні, не доступна для розвитку мікроорганізмів, у ній не протікають хімічні і біохімічні реакції. У молоці зв'язана вода утворюється за рахунок притягнення диполів води полярними групами казеїну, сироваткових білків, складовими оболонки жирових кульок, фосфоліпідів, а також лактозою і мінеральними речовинами.

2.1.2. Білки молока

Загальний вміст білків молока за даними Спілки молочних підприємств України складає 2,8...3,6 %. Білки молока різноманітні за будовою, фізико-хімічними властивостями та фізіологічними функціями.

Усі білки молока ділять на три групи – казеїн, сироваткові білки і білки оболонки жирових кульок. Відносний вміст казеїнової фракції складає біля 79,5 %, сироваткових білків – біля 19,3 %, білків оболонки жирових кульок – 1,2 %. Кожна з цих груп теж неоднорідна. Казеїн представлений основними фракціями – α_{s1} - α_{s2} - , β - і κ -казеїном, їх компонентами і генетичними варіантами, які відрізняються заміною одного або двох амінокислотних залишків, рідше – скороченням ланцюга на декілька амінокислотних залишків. Також у молоці є продукти протеолізу β -казеїну нативним ферментом плазміном – γ -казеїни (γ_1 , γ_2 , γ_3) і протеозопептони.

Основними представниками сироваткових білків є α -лактальбумін, β -лактоглобулін, імуноглобуліни, альбумін сироватки крові. У незначній кількості присутні інші білки: лактоферін, феруло-плазмін, β_2 -мікроглобулін. До білків молока відносять також ферменти і деякі гормони.

Білки оболонки жирових кульок найменш вивчені, точної класифікації ще не мають.

Білки молока виконують різноманітні функції. Для більшості білків вони визначені на цей час. Казеїн молока є основним харчовим білком. Він виконує пластичні функції. Під дією ферментів шлунково-кишкового тракту казеїн максимально розщеплюється у нативному стані, в той час як інші глобулярні

білки набувають такої здатності тільки після денатурації. Казеїн згортається у шлунку новонародженого з утворенням згустків високого ступеню дисперсності. Крім того, він є джерелом кальцію, фосфору і магнію, а також цілого ряду фізіологічно активних пептидів (глікомакропептиду), які регулюють процес травлення.

Імуноглобуліни виконують захисну функцію, є носіями пасивного імунітету, виконуючи роль антитіл, здатних до аглютинації чужих клітин.

Лактоферін і деякі ферменти (лізоцим, лактопероксидаза, ксантиноксидаза) мають антимікробну дію.

Казеїн, лактоферін, β -лактоглобулін виконують транспортну функцію. Казеїн транспортує у кишечник новонародженого кальцій, фосфор і магній, лактоферін – залізо, β -лактоглобулін – вітамін А. Лактоферін регулює також надходження заліза в організм новонародженого. Залежно від ступеню насичення залізом він може попереджувати від надлишку заліза або навпаки посилювати його адсорбцію і всмоктування через слизову оболонку кишечника. Крім того, лактоферін виконує захисну функцію – бактеріостатично діє на кишкову мікрофлору, а також посилює бактерицидну дію лізоциму. α -Лактальбумін виконує регуляторну функцію, бере участь у синтезі лактози. Один із компонентів протеозо-пептонів є інгібітором ліпопротеїдліпази, а β -лактоглобулін – інгібітор плазміну.

Казеїн – це суміш фосфопротеїдів, які осаджуються із знежиреного молока при зниженні рН до 4,6...4,7. Вміст казеїну у молоці корів коливається від 2,1 до 2,8 %. У чистому вигляді казеїн – це білий аморфний порошок, без запаху і смаку, практично нерозчинний у воді, розчинний у слабких розчинах лугів, кислот і солей лужних і лужноземельних металів.

До складу казеїнових фракцій входять майже усі амінокислоти, які зустрічаються у глобулярних білках. Порівняно з глобулярними білками інших харчових продуктів казеїнові фракції містять багато лейцину, ізолейцину, лізину, валіну, проліну, серину, а також моноамінодикарбонових кислот – глютамінової та аспарагінової, які є носіями від'ємного заряду і кислих властивостей, та їх амідів – аспарагіну і глютаміну. Такі фракції казеїну як α_{s1} - та β - взагалі не містять цистеїну, а α_{s2} – та κ -казеїн містять по 2 залишки у пептидному ланцюзі. Фракції казеїну

характеризуються високим вмістом неполярних (гідрофобних) амінокислот. Усі фракції казеїну синтезуються у клітинах молочної залози, є фосфопротеїдами, а к-казеїн належить до глікофосфопротеїдів.

Що стосується структури казеїну, то на цей час розшифрована первинна структура усіх фракцій казеїну, отримані дані про вторинну і деякі дані про третинну та четвертинну структури.

Вивчення вторинної структури показало, що α_{s1} -, α_{s2} -, β - і к-казеїни мають мало упорядковану α -спіральну структуру, що пов'язують з високим вмістом проліну та інших амінокислот, які заважають її утворенню.

Отримані деякі дані про третинну і четвертинну структуру фракцій і запропоновані моделі структури міцели казеїну.

Основна частина казеїну (біля 95 %) міститься у вигляді казеїнових міцел і тільки 5 % – у вигляді мономерів, полімерів, окремих фракцій і субміцел, які мають розмір менше 20...40 нм. Цю форму називають розчинним казеїном, вона не виділяється з білковою фракцією при ультрацентрифугуванні знежиреного молока.

Розташування на поверхні казеїнових міцел полярних груп обумовлює заряд, гідрофільність і здатність вступати у хімічні реакції. Від числа електричних зарядів і їх співвідношення на поверхні білкових частинок залежать важливі властивості білків, а саме: можливість утримувати воду (гідрофільність), рухатись в електричному полі, розчинність білків з утворенням колоїдних розчинів, кислий і основний характер, здатність білків утворювати солі.

Казеїн – термостійкий білок на відміну від інших глобулярних білків тваринного походження. Пояснюють це малоупорядкованою вторинною структурою і низьким вмістом цистеїну.

Сироваткові білки – це група азотистих сполук молока, які залишаються у плазмі після осадження казеїну при рН 4,6...4,7. Вміст їх складає 0,5...0,8 %.

Сироваткові білки на відміну від казеїнової фракції не містять фосфорної кислоти, а головні компоненти у своєму складі не мають вуглеводів. Відрізняються вони високим вмістом цистеїну, низьким – проліну, рівномірним розподілом вздовж поліпептидного ланцюга полярних і неполярних амінокислот. Мають компакту глобулярну конформацію зі значним ступенем

спіралізації ланцюга. Вони не асоціюють один з одним, не осаджуються в ізоелектричній точці, не гідролізуються плазміном і хімозином. Порівняно з казеїном сироваткові білки менш чутливі до іонів кальцію, але чутливі до температури. Нагрівання молока і сироватки викликає денатурацію (розгортання поліпептидних ланцюгів) сироваткових білків, потім відбувається їх агрегація з утворенням димерів і полімерів. Низьку термостійкість сироваткових білків пов'язують з високим вмістом цистеїну і упорядкованою вторинною структурою.

Сироваткові білки містять ті самі амінокислоти, що і казеїн, але відрізняються їх вмістом і співвідношенням. Сироваткові білки містять усі незамінні амінокислоти, причому вміст деяких дефіцитних (лізину, триптофану, метіоніну) вищий, ніж у казеїні, тому у біологічному відношенні їх вважають більш повноцінними.

Білки оболонки жирових кульок – це група білків, які утворюють захисний шар навколо кульок жиру. Вміст їх 0,04 %, або 1,2 % від загального вмісту білків. Виконують дуже важливі функції як структурні компоненти оболонки жирових кульок, сприяючи їх стабільності під час технологічного оброблення молока.

Білки оболонки жирових кульок порівняно з казеїном містять більше аргініну, треоніну, сумарно метіоніну і цистеїну, але менше глютамінової та аспарагінової кислот і проліну.

2.1.3. Небілкові азотисті сполуки

У молоці крім білків міститься багато азотистих сполук небілкового характеру. Це проміжні і кінцеві продукти азотистого обміну в організмі тварин. У молоко вони попадають із крові. Загальний вміст небілкових азотистих сполук складає 24...35 мг/100 г молока. Найбільш важливими азотистими сполуками є – сечовина, пептиди, амінокислоти, креатин, креатинін, аміак, оротова, сечова і гіпурова кислоти. На вміст небілкових азотистих сполук у молоці впливає стадія лактації (у молозиві і у перший місяць лактації вищий), порода, корми, пора року (влітку більший, ніж у зимовий період) та інші фактори.

2.1.4. Ліпіди

За допомогою сучасних фізико-хімічних методів у молоці виявлено ряд ліпідних компонентів, які поділяють на дві фракції,

одна представлена компонентами, що омилюються, друга – компонентами, що не омилюються. До омилюваних ліпідів відносять ацилгліцериди, вільні жирні кислоти, фосфоліпиди, гліколіпиди; до неомилюваних – стерини, жиророзчинні вітаміни і пігменти. Головним компонентом ліпідів є ацилгліцериди (жир). Їх вміст складає понад 98 %. Вміст усіх останніх ліпідних компонентів складає менше 2 %.

Як і усі жири молочний жир є джерелом енергії. Але порівняно з іншими жирами він легше перетравлюється і засвоюється. Це пояснюється низькою температурою плавлення та присутністю його у молоці у здрібненому стані. Внесок молочного жиру в патогенез ожиріння у людини менший, ніж інших жирів. Крім того, жир містить жиророзчинні вітаміни (А, Д, Е, F), провітаміни, унікальні кислоти, наявні лише в молоці жуйних, зокрема, масляну, розгалужені жирні кислоти, цис-9, транс-11 кон'юговану лінолеву кислоту та її попередник вакценову кислоту. Ці жирні кислоти наділені біологічними властивостями. Масляна кислота має антиканцерогенну дію. Рубцева кислота проявляє ефективну дію при атеросклерозі, діабеті, демінералізації кісток, ожирінні, захворюванні на рак. Вона у фізіологічній концентрації інгібує розвиток злоякісної меланоми, ракові клітини прямої кишки, молочної залози, простати, яєчників, печінки, захворювань крові у людини. Поліненасичені жирні кислоти є структурними елементами фосфоліпідів, ліпопротеїдів клітинних мембран, входять до складу сполучних тканин та оболонки нервових волокон, впливають на обмін холестерину, стимулюючи його окиснення та виділення із організму, а також утворюють з ним розчинні етери, які нормалізують дію стінок кровоносних судин, беруть участь в обміні вітамінів групи В, стимулюють захисні механізми організму.

Ліпідні компоненти виконують важливу фізіологічну функцію. Фосфоліпиди є необхідною складовою клітин і тканин, беруть активну участь в обмінних процесах, особливо у процесах, пов'язаних з проникністю мембран для жиророзчинних речовин, впливають на інтенсивність всмоктування жиру у кишечнику, беруть участь в активному транспортуванні складних речовин та окремих іонів у клітини та з них. Фосфоліпиди беруть участь у процесі коагуляції крові. Вони сприяють кращому використанню білків та жиру в тканинах, попереджують жирову інфільтрацію

печінки. Фосфоліпіди, головним чином лецитин, відіграють важливу роль у профілактиці атеросклерозу, запобігаючи накопиченню надлишку холестерину в стінках судин, сприяють його розщепленню та виведенню із організму.

Стерини є попередниками вітамінів групи Д, гормонів та жовчних кислот. Крім того, вони нормалізують жировий та холестериновий обмін.

Фосфоліпіди, гліколіпіди, стерини входять до складу оболонки жирових кульок, що сприяє стабілізації жирової емульсії і посиленню стійкості жиру до окиснення.

Важливою властивістю молочного жиру є його приємний смак, що впливає на органолептичні показники молочних продуктів, а саме надає їм м'який, повноцінний смак, крім того запобігає утворенню таких вад, як крупінчастість і водянистість, а також позитивно впливає на структуру і консистенцію. Жирнокислотний склад ліпідів молока визначає не тільки органолептичні властивості молочних продуктів, а й обумовлює інтенсивність процесів ліполізу та окиснення.

Вміст жиру у молоці складає 2,8...4,2 %. Головний компонент його – ацилгліцериди, вміст їх у жирі складає 98...99 %. Молочний жир – це складна суміш триацилгліцеридів. У невеликій кількості присутні ді- (0,35 %) та моноацилгліцериди (0,025 %) і вільні жирні кислоти (0,02...0,06) %.

У молочному жирі визначено 416 жирних кислот з числом атомів карбону від 4 до 26 (Jensen R., 2002). Серед них є насичені і ненасичені, моно- і поліненасичені (цис- і транс-ізомери), з парним і непарним числом атомів карбону, з прямим і розгалуженим ланцюгом, гідроксі- і кетокислоти. Більша частина жирних кислот (99 %) має парне число атомів карбону і прямий ланцюг. Вміст окремих кислот у молочному жирі суттєво відрізняється. Тому їх ділять на головні (вміст кожної перевищує 1 %) і міnorні (вміст менше 1 % і у вигляді слідів). Кількість головних кислот 10...12. Це кислоти з парним числом атомів карбону, насичені і ненасичені.

Властивості молочного жиру (консистенція, смак, запах, температура плавлення, здатність до окиснення, утворення трансізомерів та ін.) цілком залежать від складу жирних кислот.

У молочному жирі переважають насичені кислоти парного ряду. Їх вміст коливається в межах 60,11...70,25 %. Насичені жирні кислоти непарного ряду містяться в дуже незначних кількостях і не

впливають на технологічні властивості. Серед насичених кислот переважають пальмітинова, стеаринова і міристинова. У середньому їх загальний вміст складає 46,7 %. Вміст стеаринової кислоти влітку підвищується.

Особливістю молочного жиру є відносно високий вміст низькомолекулярних насичених летких жирних кислот ($C_4...C_{10}$) порівняно з жирами тваринного і рослинного походження. Пояснюють це утворенням їх у рубці жуйних із вуглеводів кормів. У молочному жирі України цей показник (Гуляєв-Зайцев, 2002) в середньому перевищує 12 %. Низькомолекулярні кислоти впливають на температуру плавлення молочного жиру і за їх вмістом (масляної і капронової) можна орієнтовно визначити фальсифікацію молочного жиру іншими жирами. Взимку вміст низькомолекулярних кислот підвищується.

Вміст ненасичених кислот складає в середньому 30,9 % з коливаннями від 26,08 до 33,73 %. Із ненасичених кислот переважає мононенасичена олеїнова (середній вміст 20,3 % від загального вмісту усіх кислот). Вона значно впливає на температуру плавлення молочного жиру. Частка жирних кислот $C_{14:1}$ і $C_{16:1}$ у цис-формі незначна і становить 1,87...3,06 %.

Поліненасичені жирні кислоти, які є незамінними, містяться у молочному жирі у невеликій кількості (1,54...2,72 %), їх вміст влітку вищий. Із поліненасичених цис-ізомерів переважають лінолева і ліноленова, яка є попередником арахідонової кислоти (0,11...0,14 %).

Фізико-хімічні властивості жирів залежать від їх жирнокислотного складу. Для їх характеристики використовують константи або хімічні і фізичні числа жирів. Завдяки їм можна контролювати якість молочного жиру, у якійсь мірі його натуральність, а також регулювати технологічні процеси при виробництві вершкового масла.

До хімічних чисел, які характеризують природу жиру, відносять число омилення, йодне число, число Рейхерта-Мейссля, число Поленське, до фізичних – температуру плавлення і отвердіння, показник заломлення.

Число омилення характеризує середню молекулярну масу жирних кислот, які входять до складу жиру. Чим більше у жирі міститься низькомолекулярних кислот, тим вище число омилення. Виражають число омилення кількістю мг калій гідроксиду, яка

необхідна для омилення триацилгліцеридів і нейтралізації вільних жирних кислот у 1 г жиру. Оскільки, особливістю молочного жиру є високий вміст низькомолекулярних кислот, тому і число омилення його вище порівняно з жирами рослинного і тваринного походження. Виняток складають кокосове і пальмоядрове масла, жирнокислотний склад яких представлений, головним чином, лауриною ($C_{12:0}$) і міристиною ($C_{14:0}$) кислотами.

Йодне число характеризує вміст ненасичених жирних кислот. Виражають його у г J_2 , який приєднується до 100 г жиру. Йодне число залежить від кормів, пори року, стадії лактації, породи тощо, підвищується влітку (36...45 г йоду), коли збільшується вміст ненасичених кислот, і зменшується до 28...35 г йоду взимку (Горбатова, 2003). Встановлено, що в Україні йодне число молочного жиру залежно від сезону і регіону змінюється від 29,1 до 40,1 (Гуляєв-Зайцев, 2002). Йодне число молочного жиру нижче, ніж у жирів рослинного та тваринного походження, за винятком кокосового та пальмоядрового масел.

Число Рейхерта-Мейссля характеризує вміст летких розчинних у воді жирних кислот (масляної та капронової) у 5 г жиру. Виражають його у $см^3$ натрій гідроксиду молярної концентрації 0,1 моль/дм³.

Молочний жир має високе число Рейхерта-Мейссля порівняно з іншими жирами (20...34 за даними Горбатової і 24,4...31,2 за даними Гуляєва-Зайцева). Для більшості жирів це число не перевищує одиницю, для кокосового – 6...9, для пальмоядрового – 4...7. За цим числом можна приблизно характеризувати натуральність вершкового масла.

Число Поленське характеризує вміст летких нерозчинних у воді жирних кислот (каприлової, капринової і частково лауринової) у 5 г жиру. Виражають його у $см^3$ натрій гідроксиду молярної концентрації 0,1 моль/дм³. Це число вище у молочному жирі (1,9...5,0) порівняно з іншими жирами за винятком кокосового (16,8...18,2) і пальмоядрового масел (9...11).

Температура плавлення – це температура, при якій жир переходить у рідкий стан і стає зовсім прозорим. У зв'язку з тим, що молочний жир складається із ацилгліцеридів з різною температурою плавлення, його перехід у рідкий стан відбувається поступово, отже він не має чітко вираженої температури плавлення, вона коливається в межах 28...33 °С.

Температура отвердіння і кристалізація. Це температура, при якій жир набуває твердої консистенції. Вона нижча (18...23 °C) за температуру плавлення, що пов'язано з перерозподілом в процесі охолодження стійких легкоплавких поліморфних кристалічних форм триацилгліцеридів у більш стабільні високоплавкі форми.

Показник заломлення характеризує здатність жиру заломлювати промені світла, які через нього проходить. Число рефракції відповідає величині заломлення променів світла у молочному жирі. Воно залежить від вмісту ненасичених і високомолекулярних жирних кислот, чим більший їх вміст, тим вищий показник. Число рефракції та коефіцієнт заломлення – це показники одного й того явища, їх можна перерахувати. Число рефракції коливається в межах від 39,4 до 46,0, що відповідає показникам заломлення 1,4538 та 1,4578. Порівняно з показниками заломлення інших жирів, показники заломлення молочного жиру нижчі.

Фосфоліпід – це естери, як правило, багатоатомних спиртів, одна із спиртових груп естерифікована фосфорною кислотою, а інші – одноосновними високомолекулярними жирними кислотами. Їх називають також фосфатидами. До фосфоліпідів відносять гліцерофосфоліпід і сфінгофосфоліпід. Гліцерофосфоліпід представлений фосфатидилхоліном або лецитином (від грецьк. *lecithos* – жовток), фосфатидилетаноламіном або кефаліном (від лат. *cephalus* – голова), фосфатидилсерином, фосфатидилінозитом та деякими іншими. До сфінгофосфоліпідів відносять сфінгомієлін.

Гліколіпід представлений, головним чином, цереброзидами (від грецьк. *cerebrum* – мозок). Інші представники гліколіпідів – гангліозиди (від грецьк. *ganglion* – бугорок) місяться у дуже незначних кількостях.

Вміст фосфоліпідів і гліколіпідів у молоці складає 0,02...0,06 %, на частку лецитину припадає 35...40 %, кефаліну – 29...38 %, фосфатидилсерину – 2,0...3,1 %, фосфатидилінозиту – 3,0...4,7 %, сфінгомієліну – 19...24 %. До 60 % фосфоліпідів і гліколіпідів входить до складу оболонки жирових кульок, 40 % – знаходяться у плазмі.

Ліпідні компоненти, які не омилюються (стерини, жиророзчинні пігменти, жиророзчинні вітаміни), головним чином входять до складу оболонки жирових кульок або розчинені у жирі.

Зовсім незначна їх частина є у плазмі молока (у комплексі з білками).

Загальний їх вміст у жирі складає 0,30...0,55 %.

Вміст стеринів (від лат. *steros* – твердий) у молоці складає 0,01...0,02 %, у жирі – 0,2...0,5 %.

Стерини представлені, головним чином, холестерином, але у невеликих кількостях або у вигляді слідів можуть зустрічатись інші стерини (7-дегідрохолестерин, ланостерин, ергостерин, β -ситостерин та ін.). Попередником холестерину та інших стеринів є ланостерин.

У молоці містяться тетратерпенові вуглеводні, які надають йому жовтого забарвлення. Це каротини (α , β , γ) і спирти – ксантофіли.

Вміст каротинів у молоці коливається від 0,05 до 0,90 мг/кг і залежить в першу чергу від кормів, пори року і фізіологічного стану корів. Влітку їх вміст у молоці вищий (0,3...0,9 мг/кг), ніж взимку (0,05...0,20 мг/кг).

Сезонні коливання забарвлення жиру молока пов'язані зі зміною каротиноїдів у кормах. Вони містяться завжди у зелених частинах рослин, тому вміст каротину влітку вищий. Ксантофіли містяться у вигляді слідів.

2.1.5. Вуглеводи

Вуглеводи молока представлені головним чином дисахаридом – лактозою (понад 90 % усіх вуглеводів молока). У невеликих кількостях присутні моносахариди (глюкоза, галактоза та ін.), їх похідні (аміносахари, фосфосахари та ін.), трисахариди і більш складні олігосахариди.

Вуглеводи молока відіграють важливу роль для новонародженого. Лактоза є практично єдиним вуглеводом, який отримує новонароджений ссавців з їжею. Це унікальний цукор, який міститься тільки у молоці і молочних продуктах. Лактоза виконує енергетичну функцію (26 % енергетичної цінності молока приходить на лактозу) і регулює кальцієвий обмін. Глюкоза є джерелом синтезу резервного вуглеводу – глікогену, галактоза – бере участь в утворенні гангліозидів. Крім того лактоза нормалізує мікрофлору кишечника новонародженого, де внаслідок повільного її всмоктування стимулюється життєдіяльність бактерій, які продукують молочну кислоту, що обумовлює гальмування

розвитку гнильної мікрофлори. Біфідогенних властивостей у лактози немає. Важливу фізіологічну роль виконують також сполуки вуглеводів з білками і ліпідами.

Лактоза надає молоку солодкуватого присмаку. Вона також відіграє важливу роль при виробництві молочних продуктів. Процес молочнокислого бродіння лежить в основі виробництва кисломолочних продуктів і сирів. Лактоза і продукти її хімічного і біохімічного перетворення впливають на смак і запах молочних продуктів.

Фосфорні естери моносахаридів відіграють велику роль в обміні речовин і є важливими проміжними сполуками у синтезі лактози й інших вуглеводів молока.

Вміст лактози у молоці коливається від 4,4 до 4,7 % і є достатньо сталим. Залежить він від індивідуальних особливостей і фізіологічного стану корів. У молозиві і маститному молоці спостерігається зниження вмісту лактози. У молоці лактоза міститься у вільному стані і невелика її кількість зв'язана, головним чином, з білками.

Молочний цукор побудований із залишків Д-галактози та Д-глюкози. У молоці існує у вигляді двох ізомерних форм (α - і β -лактози), які мають різні фізичні властивості. Форми лактози розрізняються розташуванням у просторі напівацетального гідроксилу біля першого атома карбону залишку глюкози. Чистих водних розчинів α - або β -форми не існує. У водному розчині частина α -лактози переходить у β -лактозу і навпаки. Таким чином, між α - і β -лактозою встановлюється рівновага, яка залежить від температури. При 20 °С в умовах динамічної рівноваги міститься біля 40 % α -лактози й біля 60 % β -лактози.

Лактоза – малосолодкий цукор. Вона у 5 разів менш солодка, ніж сахароза. Розчинність залежить від температури, з підвищенням температури вона зростає.

Із пересичених розчинів лактоза легко кристалізується, утворюючи характерні кристали довжиною 10...20 мкм і більше. Кристалізація лактози із пересичених розчинів є однією із технологічних операцій виробництва лактози і згущеного молока з цукром. Для забезпечення однорідності консистенції продукту кристали лактози повинні мати розмір до 10...11 мкм. Тільки за таких умов вони не відчуються органолептично. Вже при розмірі 11...15 мкм консистенція стає слабоборошнистою, при 16...20 –

борошнистою, 21...25 – сильноборошнистою, а понад 25 мкм – піщанистою.

Лактоза містить вільний напівацетальний гідроксил у глюкозному залишку, тому вона є відновлюючим (редуючим) цукром. Лактоза легко окиснюється до лактобіонової кислоти слабкими окиснювачами (йодом у лужному середовищі, розчином Фелінга та ін.). Цю властивість лактози використовують для кількісного визначення її у молоці і молочних продуктах (метод Бертрана, йодометричний та ін.). β -Лактоза легше окиснюється до лактобіонової кислоти, ніж α -форма.

При відновленні лактози утворюється спирт лактит, або лактитол. Лактитол, на відміну від лактози, гарно розчиняється у воді, за солодістю наближається до глюкози, має чистий, свіжий смак, гарні адсорбційні та емульгуючі властивості. Його рекомендують для виробництва морозива для діабетиків.

При нагріванні водних розчинів лактози до температури 100 °С і більше (у лужному середовищі до більш низької температури) відбувається трансформація глюкози у фруктозу (перегрупування Амадори) і утворюється лактулоза. Утворення лактулози залежить від температури, тривалості теплового оброблення та рН молока. Її вміст у пастеризованому молоці невисокий, але при ультрависокотемпературному обробленні коливається у значних межах (7...75 мг/100 см³), при стерилізації – 75...135 мг/100 см³.

Лактулоза гарно розчиняється у воді, не кристалізується навіть із концентрованих розчинів, в 1,6...2,0 рази солодша за лактозу, має питоме обертання +51,4°.

Лактулозу вважають найбільш активним біфідогенним фактором. На цей час лактулозу широко використовують у виробництві молочних продуктів дитячого, дієтичного, лікувального та профілактичного харчування, а також як харчову добавку при лікуванні різних кишкових захворювань, цирозу печінки, цукрового діабету тощо.

При тривалому високотемпературному обробленні молока лактоза своєю карбонільною групою вступає в реакцію з аміногрупами білків з утворенням на перших етапах N-глікозидів, які мають ледь буре забарвлення, а потім продуктів реакції темного кольору з вираженим присмаком карамелізації – меланоїдинів. Реакція меланоїдиноутворення (сахароамінна, неферментативного

потемніння, реакція Майара) має місце при пряженні у виробництві питного пряженого молока і ряжанки, стерилізованого, УВТ-молока, згущеного молока з цукром і сухого молока.

Лактоза піддається гідролізу. Цей процес може іти ферментативним і неферментативним шляхами.

Ферментативний гідроліз лактози проходить у м'яких умовах (30...50 °С, рН 4...4,5), каталізує процес фермент β-галактозидаза (лактаза), який отримують шляхом мікробного синтезу із дріжджів і мікроскопічних грибів. За допомогою β-галактозидази одержують низьколактозне питне молоко, кисломолочні напої, морозиво й інші молочні продукти для дітей і дорослих, організм яких не переносить лактозу. Крім того, продукти гідролізу мають більш солодкий смак.

Ферментативний гідроліз лактози є початковим етапом глибокого розпаду (бродіння), який відбувається під дією ферментів молочнокислих мікроорганізмів, дріжджів і інших бактерій. При бродінні лактоза утворює різноманітні сполуки: молочну, оцтову, мурашину, пропіонову, янтарну та інші кислоти, спирти, етери, ароматичні сполуки, гази тощо.

Кислотний гідроліз лактози простий і не потребує коштовного ферментного препарату. Кисневий місток лактози достатньо міцний. Органічні кислоти, які здатні викликати гідроліз сахарози, не діють на лактозу, тому для її гідролізу застосовують міцні розчини сильних кислот або катіонообмінні смоли. Він характеризується жорсткими умовами – низьким значенням рН (1...2) і високою температурою (від 80 до 150 °С). Кислотний гідроліз супроводжується утворенням побічних продуктів і появою темного забарвлення.

У молоці виявлені у вільному стані глюкоза (7 мг/гг) та галактоза (20 мг/гг), їх похідні – фосфорні естери та аміносполуки. Похідні можуть зустрічатись також у зв'язаному стані. Із фосфорних естерів у молоці виявлені глюкозо-1-фосфат, глюкозо-6-фосфат, галактозо-1-фосфат, фруктозо-1,6-дифосфат та інші. Амінопохідні представлені аміносахарами – глюкозаміном, галактозаміном і нейраміновою кислотою. Більша їх частина входить до складу глікопротеїдів молока – к-казеїну, імуноглобулінів, лактоферину, білків оболонки жирових кульок та ін.

2.1.6. Мінеральні речовини

Мінеральні речовини мають важливе значення, як у фізіологічному відношенні, так і в технології перероблення молока. Вони обумовлюють харчову цінність молока. Мінеральні речовини впливають на водний обмін, визначають осмотичний тиск плазми крові і молока (калій, натрій), входять до складу ферментів, гормонів, вітамінів, шлункового соку. Крім того, вони беруть участь у стабілізації казеїнового комплексу.

Мінеральні речовини знаходяться у молоці переважно у вигляді солей. Надходять вони у організм тварини і переходять у молоко, головним чином, із кормів і мінеральних добавок. Тому і вміст їх у молоці знаходиться у прямій залежності від раціонів кормів, довкілля (складу ґрунту, води тощо), пори року, а також породи тварини та його фізіологічних особливостей.

Загальний вміст мінеральних речовин у молоці характеризують вмістом «золи», яку отримують шляхом сухої мінералізації (спалювання) при температурі 550...600 °С. Вміст «золи» у молоці складає 0,6...0,8 %. Але «зола» – це продукт штучний і він не характеризує неорганічну складову молока. За цим показником можна визначити лише загальний вміст окремих елементів. У «золі» міститься більше катіонів, ніж аніонів, тому вона завжди має лужну реакцію.

Дослідженнями мінерального складу «золи» молока з використанням полярографії, атомно-абсорбційної спектроскопії та інших сучасних методів визначено понад 50 елементів: *Ca, P, Mg, Na, K, Cl, S, Fe, Cu, Mn, Zn, Al, Si, I, Br, Mo, Cd, Pb, Co, F, Cr, Ba, Hg, Sr, Li, Cs, Se, Ni, As, Ag, Ti, V* та ін. Із них біля 30 визначені кількісно. Усі мінеральні речовини, які входять до складу молока, можна поділити на макро- і мікроелементи.

У зв'язку з тим, що «зола» не характеризує природний стан мінеральних речовин молока, введено поняття «солі молока». Воно об'єднує ті складові, які знаходяться у іонному стані або у рівновазі з іонами. У більш вузькому значенні – це іони металів і аніони органічних і неорганічних кислот. Різні комбінації аніонів і катіонів утворюють солі молока. Таким чином, у молоці є солі (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) органічних і неорганічних кислот. Переважають фосфати, хлориди і цитрати. Фосфати кальцію можуть знаходитись у вигляді фосфату Ca_3PO_4 , гідрофосфату – CaHPO_4 та дигідрофосфату $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, цитрати – у вигляді

цитрату – $\text{Ca}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2$ або гідроцитрату – $\text{CaC}_6\text{H}_6\text{O}_7$. Але до цього часу не з'ясовано, які із них містяться в молоці. Кількість цитратів у молоці складає 180 мг/100 г з коливаннями від 120 до 220 мг/100 г. Вміст цитратів у молоці є важливим показником його біологічної активності. Цитрати необхідні для розвитку ароматоутворюючих бактерій, які виробляють ароматичні речовини (діацетил, ацетон та ін.), що надають смак кисломолочним продуктам і кислочершковому маслу, а також беруть участь у формуванні рисунку сирів.

На сольовий склад молока впливають такі фактори: стадія лактації, порода корів, стан здоров'я, індивідуальні особливості тощо. У молозиві порівняно з нормальним молоком більше фосфатів кальцію, хлоридів і іонів натрію, менше – іонів калію. У стародойному молоці більше фосфатів і хлоридів та іонного кальцію.

Кальцій – найбільш важливий елемент молока. Загальний вміст його у молоці складає від 100 до 140 мг/100 г і залежить від раціонів годування, стадії лактації, пори року, породи корів тощо.

Кальцій присутній у молоці у трьох формах: іонного (8,5...11,5 мг/100 г, що складає біля 10 % від загального вмісту), у вигляді фосфатів і цитратів (біля 68 %) і кальцію, міцно пов'язаного з білком (біля 22 %). До цього часу не з'ясовано, які саме форми фосфатів (фосфати, гідро-, дигідрофосфати) і цитратів (цитрати, гідроцитрати) знаходяться у молоці. Але відомо, що більша частина цих солей міститься у колоїдному стані і невелика (біля 20...30 %) – у вигляді істинного розчину.

Нормальною концентрацією іонізованого кальцію вважається 11 мг на 100 г молока. При її зменшенні до 8 мг/100 г молоко стає «сичужно-в'ялим», при концентрації його понад 16 мг/100 г – молоко нестабільне і легко згортається при підвищенні температури.

Магній міститься у молоці в невеликій кількості 12...14 мг/100 г. Виконує важливу роль для новонародженого – сприяє розвитку імунітету, збільшує стійкість до кишкових захворювань, поліпшує ріст і розвиток, позитивно впливає на продуктивність дорослих тварин, а також він необхідний для нормальної життєдіяльності мікрофлори рубця і т. ін.

Вважають, що магній зустрічається у молоці у тих же хімічних сполуках, що і кальцій, але на відміну від солей кальцію у

вигляді істинного розчину знаходиться 65...75 % магнію, із них 16 % – у вигляді іонів.

Фосфору у молоці міститься 75...130 мг/100 г. Фосфор у молоці присутній у вигляді органічних і неорганічних сполук. Неорганічні сполуки представлені фосфатами кальцію і інших металів, їх вміст складає 45...100 мг/100 г (63...66 % від загального вмісту). Органічні сполуки, до складу яких входить фосфор, – це казеїнаткальційфосфатний комплекс, фосфоліпиди, фосфорні естери вуглеводів, ряд коферментів, нуклеїнові кислоти тощо.

Калій, натрій, хлор. Вміст калію у молоці коливається від 135 до 170 мг, натрію – від 30 до 77 мг, хлору – від 90 до 120 мг у 100 г. Їх вміст протягом року змінюється незначно і залежить, головним чином, від фізіологічного стану тварин. При захворюванні на мастит вміст хлору підвищується на 25...30 %.

Солі калію і натрію присутні у молоці в іонно-молекулярному стані (95 % від загального вмісту) у вигляді хлоридів, фосфатів і цитратів, які повністю дисоціюють. Невелика частина цих елементів (біля 5 %) входить до складу міцел казеїну і оболонки жирових кульок. Фосфати і карбонати калію і натрію забезпечують буферні властивості молока, завдяки чому концентрація іонів гідрогену підтримується на постійному рівні. Крім того, фосфати і цитрати калію і натрію створюють умови для розчинення погано розчинних у воді солей кальцію, забезпечуючи сольову рівновагу молока.

Мікроелементи молока представлені залізом, міддю, цинком, марганцем, кобальтом, йодом, молібденом, фтором, алюмінієм, кремнієм, селеном, оловом, хромом, свинцем та ін. Вони входять до складу казеїну і сироваткових білків (йод, селен, цинк, алюміній та ін.), оболонки жирових кульок (залізо, мідь та ін.), ферментів (залізо, молібден, марганець, цинк, селен), вітамінів (кобальт), гормонів (йод, цинк, мідь) і т. ін. Загальну кількість їх визначити складно, тому що вона залежить від зоотехнічних факторів, а також від умов транспортування і перероблення молока. У зв'язку з цим мікроелементи можна поділити на «природні», які надходять у молоко з молочної залози корови, і «внесені», які попадають в молоко з поверхні тари і обладнання. Вміст «природних» мікроелементів у молоці залежить насамперед від кормів і значно коливається залежно від складу кормів, ґрунту, води, стану

здоров'я тварин, а «внесених» – від умов оброблення і зберігання молока.

У порівняльно великих кількостях у молоці міститься (в мкг/гг): цинк (400), залізо (67), алюміній (50), стронцій (17), фтор (20), олово (13), мідь (12), марганець (6), у значно менших – титан, нікель, селен, кадмій, срібло, миш'як, ванадій, уран та ін. Останні елементи називають ультрамікроелементами. Багато із них очевидно раптово накопичуються в організмі тварини, поступаючи з кормами, і не виконують будь-якої фізіологічної функції.

2.1.7. Біологічно активні речовини молока

Крім основних компонентів (води, білків, вуглеводів, ліпідів, мінеральних речовин), які складають сухий залишок, молоко включає ряд сполук, концентрація яких вимірюється в мікрограмах або міліграмах: ферменти, вітаміни, гормони, фактори росту. Їх об'єднують у групу біологічно активних речовин, які мають поліфункціональні властивості в організмі новонародженого і дорослої людини, а також виконують важливу роль у функціонуванні усіх систем організму, які забезпечують життєдіяльність.

Ферменти – це біокаталізатори, які характеризуються високою специфічністю та каталітичною активністю. У молоці, яке отримане від здорових корів, міститься біля 100 ферментів усіх класів. Більша частина цих ферментів пов'язана з оболонками жирових кульок, менша – з білками, частина – знаходиться у вільному стані. Концентрація ферментів незначна і коливається від кількох мікрограмів до кількох міліграмів в 100 см³ молока.

Ферменти молока залежно від походження зустрічаються двох видів – нативні і мікробні. Нативні ферменти попадають в молоко в процесі його утворення із секреторних клітин альвеол молочної залози при їх руйнуванні або безпосередньо із крові. На цей час виділено та ідентифіковано понад 20 нативних ферментів. Вважають, що деякі гідролітичні ферменти (протеази, ліпази тощо) спеціально утворюються клітинами молочної залози для надання допомоги новонародженому в процесі травлення компонентів молока. Мікробні ферменти є продуктами життєдіяльності мікроорганізмів, які попадають в молоко із різних джерел (вимені, шкіри, кормів, повітря, доїльної апаратури, обладнання, рук доярок тощо) в процесі його отримання, зберігання, транспортування і

перероблення. Вміст і активність мікробних ферментів залежить від виду і кількості мікрофлори молока.

Ферменти молока мають велике практичне значення, тому що на дії ферментів ґрунтується виробництво кисломолочних продуктів і сирів, властивості ферментів використовують для контролю санітарно-гігієнічного стану сирого молока та ефективності його пастеризації, крім того, ферменти можуть викликати вади молока і молочних продуктів.

Оксидоредуктази. Ферменти цього класу каталізують окисно-відновні реакції. Основними представниками їх є дегідрогенази, оксидази (ксантиноксидаза), пероксидаза і каталаза.

Дегідрогенази. В основному це ферменти мікробного походження. Виявлена тільки невелика кількість нативних дегідрогеназ, які є компонентами клітин молочної залози, а у молоці вони пов'язані з оболонками жирових кульок. Мікробні дегідрогенази можуть викликати вади смаку і запаху у сирому молоці.

Здатність дегідрогеназ використовувати як акцептор гідрогену окисно-відновні індикатори (метиленовий блакитний, резазурін) застосовують у непрямих методах визначення загальної бактеріальної забрудненості молока (редуктазна проба).

Дегідрогенази, які виробляють молочнокислі бактерії та дріжджі заквасок, беруть участь у молочнокислому і спиртовому бродінні. Так, утворення молочної кислоти із піровиноградної каталізується лактатдегідрогеназою, утворення етанолу із оцтового альдегіду – алкогольдегідрогеназою.

Оксидази. До оксидаз молока відносять ксантиноксидазу, яку виробляють клітини молочної залози, оксидази, які каталізують окиснювальне дезамінування амінокислот, глюкозооксидази та інші ферменти мікробного походження.

Ксантиноксидаза містить ФАД і каталізує окиснення молекулярним киснем пуринових основ (гіпоксантину та ксантину) до сечової кислоти, а також різних альдегідів (оцтового та ін.) до відповідних карбонових кислот. Порівняно з іншими ферментами вміст ксантиноксидази у молоці високий (5...16 мг/100 г). Активність невисока і складає 3,5 нкат, збільшується в кінці лактаційного періоду, після гомогенізації і ліполізу молока. Більша частина ферменту знаходиться в оболонках жирових кульок.

Визначено, чим більше жиру міститься у молоці, тим вища активність ферменту.

Лактопероксидаза. Це найважливіша оксидоредуктаза молока, оскільки разом з тіоціанатом і пероксидом водню складає антибактеріальну лактопероксидазну систему молока.

Лактопероксидаза – нативний фермент, який синтезується клітинами молочної залози. Невелика частина може звільнюватись із лейкоцитів. Вміст у молоці складає 3...10 мг/100 г, активність висока (біля 370 нкат).

Фермент каталізує окиснення різних органічних сполук пероксидом водню. Може окиснювати і деякі неорганічні сполуки.

Лактопероксидаза стійка у кислому середовищі, терmostійка, інактивується при температурі понад 80 °С. Використовують цей фермент для контролю ефективності високотемпературної пастеризації (проба на пероксидазу).

Каталаза каталізує розщеплення пероксиду водню на воду і молекулярний кисень. Таким чином, каталаза захищає організм від пероксиду водню, який утворюється в клітинах при окисненні під дією різних оксидаз і є сильною отрутою.

У молоці зустрічається каталаза як нативна, так і мікробного походження. Нативна – переходить у молоко із клітин молочної залози. Виробляють фермент також лейкоцити. Мікроорганізми виробляють каталази різної активності. Найбільш високу каталазну активність мають гнильні, в першу чергу психротрофні бактерії. Вміст каталази у свіжому молоці від здорових корів не високий і складає біля 10 мкг/100 г, у жіночому – значно вищий. У молозиві і молоці від хворих тварин або забрудненому мікрофлорою вміст каталази різко підвищується. Тому за активністю каталази визначають наявність анормального молока і обсіменіння гнильною (психротрофною) мікрофлорою.

Гідролази. Це найважливіші ферменти молока, тому що каталізують гідроліз основних компонентів – ліпідів, вуглеводів, білків і, таким чином, змінюють його нативний склад і властивості. У молоці визначено біля 40 різних гідролаз – ліпази, ліпопротейдліпази, фосфоліпази, фосфатази, β-галактозидаза, амілази, лізоцим, протеази та ін.

Ліпази і ліпопротейдліпази відносяться до естераз, каталізують гідроліз триацилгліцеридів молочного жиру,

відщеплюючи жирну кислоту, що знаходиться переважно в першому або третьому положенні.

У молоці зустрічаються нативні і мікробні ліпази і ліпопротеїдліпази. Нативних у нормальному молоці незначна кількість (0,5 мг/100 г та 0,2...0,3 мг/100 г відповідно). Але незважаючи на це, вони можуть викликати гідроліз молочного жиру у разі пошкодження оболонки жирових кульок.

У свіжому молоці молочний жир, як правило, не піддається самовільному ліполізу. Внаслідок різних видів механічної дії (перекачування, перемішування, гомогенізації молока, а також його заморожування і розморожування) або швидкої зміни температури може пошкодитись оболонка жирових кульок і вилетіти вільний жир. При цьому відбувається перерозподіл ліпази з білків на оболонку жирової кульки, що супроводжується гідролізом жиру, накопиченням низькомолекулярних кислот і прогорканням молока. Ацилгліцериди, до складу яких входять низькомолекулярні жирні кислоти (масляна, капронова, каприлова, капринова), значно легше гідролізуються, ніж ацилгліцериди жирних кислот з довгим ланцюжком.

Самовільне прогоркання внаслідок гідролізу жиру під дією ліпаз характерне для стародійного і маститного молока, а також при гормональних порушеннях.

Нативні ліпази і ліпопротеїдліпази достатньо термолабільні. Вони інактивуються при температурі 74 і 80 °С відповідно. На відміну від нативних бактеріальні ліпази більш термостійкі. Руйнуються вони при 85...90 °С. Оптимальна температура дії ліпаз 30...37 °С. Оптимальна зона нативної ліпази відмічена і при температурі нижче 20 °С. Практично ліпаза активна навіть при 0 °С. Оптимальне рН для ліпази складає 6...10, для ліпопротеїдліпаз – 8,7...9,0

Ліпази мікробного походження, які виділяють плісені родів *Penicillium*, *Aspergillus*, *Rhizopus*, бактерії родів *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Alcaligenes*, *Micrococcus* характеризуються високою ліполітичною активністю. Оптимум їх рН 8...9. Вони можуть викликати прогірклий смак молока, вершків, сметани, вершкового масла і інших молочних продуктів.

Заквасочна мікрофлора – молочнокислі і пропіоновокислі бактерії мають різну ліполітичну активність. Ліполітичні ферменти заквасок беруть участь у визріванні сирів внаслідок чого

формується смак, аромат, консистенція продукту. Найбільш високу активність мають пропіоновокислі бактерії. Із молочнокислих мікроорганізмів вищу активність мають термофільні палички (*L. helveticus*, *L. lactis*) і термофільний стрептокок (*Str. thermophilus*). При виробництві м'яких сирів використовують плісені (*Pen. album*, *Pen. candidum*, *Pen. roqueforti*), дріжджі (родів *Candida*, *Torulopsis*), бактерії роду *Bact. linens*, які мають особливо високу ліполітичну активність, що надає м'яким сирам специфічного смаку і запаху.

Ф о с ф о л і п а з и А₁, А₂, С і Д каталізують гідроліз фосфоліпідів з утворенням різних продуктів

У сирому молоці зустрічаються нативні і мікробні фосфоліпази. Нативні – мають невисоку активність. Із мікробних високу фосфоліпазну активність мають мікроорганізми родів *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Clostridium* та ін. При їх розвитку молоко набуває «окисненого» та «рибного» присмаку.

Із молочнокислих мікроорганізмів більш високою фосфоліпазною активністю характеризується *Leuconostoc cremoris*, середньою – *L. lactis*, *L. diacetylactis*, низькою – *L. cremoris*. Пропіоновокислі бактерії мають відносно високу фосфоліпазну активність. Вважають, що продукти гідролізу фосфоліпідів беруть участь у формуванні смаку сиру.

Ф о с ф а т а з и. У молоці визначено кілька ферментів цієї групи, найбільш важливими із них є лужна (оптимум рН 9,6) і кисла (оптимум рН біля 5,0) фосфатази, які, в основному, мають нативне походження.

Лужна фосфатаза попадає в молоко із клітин молочної залози, але може вироблятися мікрофлорою молока (*E. coli*, *Bac. cereus*, *Bac. mycoides*). До 60 % лужної фосфатази зв'язано з оболонками жирових кульок, остання кількість – з білками молока.

Кисла фосфатаза зв'язана, в основному, з альбуміновою фракцією білків і незначна кількість – з оболонками жирових кульок. Активність кислої фосфатази у молоці низька і максимально досягає 10 % активності лужної фосфатази. Кисла фосфатаза каталізує ті ж реакції, що і лужна, а саме гідроліз великої кількості різних етерів фосфорної кислоти з утворенням неорганічного фосфату.

Лужна фосфатаза молока чутлива до підвищеної температури. Вона повністю інактивується при нагріванні до 63 °С протягом

30 хв, а також при короткотривалій і миттєвій пастеризації (при 72...85 °С). Кисла фосфатаза – термостабільна. Висока чутливість лужної фосфатази до нагрівання покладена в основу методу контролю ефективності пастеризації молока (фосфатазна проба).

Відомо, що нативна фосфатаза може відновлювати свою активність після короткотривалої пастеризації. Тому у спірних випадках необхідно проводити диференційоване визначення реактивної і залишкової фосфатази.

Рибонуклеаза каталізує розщеплення рибонуклеїнової кислоти на нуклеотиди. Рибонуклеаза молока за амінокислотним складом і властивостями аналогічна рибонуклеазі підшлункової залози. Фермент нативний, попадає в молоко із крові. Із молока виділено активний фактор росту судин – ангіогенін (від грецьк. *angeion* – судина), який має структурну гомологію з панкреатичною рибонуклеазою і має бактерицидну дію.

Глікозидази. До них відносять β -галактозидазу, амілазу, лізоцим та ін.

β -Галактозидаза або лактаза. Це дуже важливий фермент, оскільки він каталізує гідроліз лактози до глюкози і галактози, що є початковим етапом бродіння. Оптимум дії – рН 5,0 і температура 40 °С. В основному, цей фермент мікробного походження, виробляють його молочнокислі бактерії, деякі дріжджі, кишкова паличка. Клітини молочної залози практично не синтезують лактазу. У шлунку людини лактазу виявляють вже на третьому місяці розвитку плода і вміст її достатній протягом всього життя, якщо в раціоні харчування постійно є молоко.

В останні роки використання цього ферменту дало можливість вирішити ряд проблем, а саме перетворити погано розчинний молочний цукор у суміш глюкози і галактози, які не кристалізуються і гарно зброджуються, а також розробити ряд технологій отримання низьколактозних молочних продуктів (питного молока, йогурту, ряжанки тощо) для дітей і дорослих, організм яких погано засвоює лактозу.

α - та β -Амілази – в основному нативні ферменти, зв'язані з β -лактоглобуліном молока, рідко зустрічаються ферменти мікробного походження. α -Амілаза постійно визначається у молоці, а β -амілаза – рідко (тільки у молоці окремих тварин). Фермент каталізує розщеплення крохмалю, глікогену, полісахаридів. Активність α -амілази відносно висока і складає біля

30 нкат. Підвищується активність при захворюванні тварин. Оптимум дії при рН 7,4 та температурі 37 °С. Для дії β-амілази необхідне більш кисле середовище. Інактивується при усіх режимах пастеризації. Інгібітором α-амілази є йод. Значення амілаз для молока точно не визначено.

Лізоцим (від грецьк. lysis – розпад, розчинення та зуме – закваска) – нативний фермент, фактор природного імунітету організму і разом з пероксидазою утворює нативну ферментну антибактеріальну систему молока, яка характеризується широким спектром антибактеріальної дії. Тому із усіх антибактеріальних речовин молока найбільший інтерес з санітарно-гігієнічної і технологічної точок зору представляє саме лізоцим.

Лізоцим є одним із основних ферментів, які попереджують виникнення інфекційних процесів у молочній залозі і вад молока. Він частково обумовлює бактерицидну фазу молока. Вміст лізоциму у молоці корів в середньому 13 мкг/100 г, жіночому – 10...100 мг/100 г. Лізоцим каталізує гідроліз полісахаридних ланцюгів пептидгліканового шару клітинної оболонки бактерій, що призводить до лізису клітин деяких видів бактерій, в першу чергу грампозитивних (патогенних стафілококів, стрептококів і інших збудників маститу корів). Активатором лізоциму є натрій хлорид.

Протеази (протеїнази). У молоці містяться нативні і мікробні протеази. У маститному молоці джерелом протеаз можуть бути лейкоцити. Протеази молока відносять до двох підкласів: лужні (серінові) та кислі (карбоксильні). Протеази каталізують гідроліз пептидних зв'язків в молекулах білків, в основному α_{s1}- та β-казеїну.

Плазмін відносять до нативних лужних протеаз молока. Він попадає в молоко із крові. Вміст у молоці не високий (~ 0,03 мг/гг). Більша частина зв'язана з казеїновими міцелами і тільки незначна – з оболонками жирових кульок. У молоці присутній, головним чином, у вигляді проферменту – плазміногену, вміст якого у 6...8 разів вищий від вмісту плазміну. Фермент проявляє активність при рН 6,5...9,0 і температурі 5...55 °С. Плазмін достатньо термостійкий. Пастеризація молока при температурі 72 °С протягом 15 с знижує активність фермента всього на 10 %. Повністю інактивація відбувається при нагріванні молока до 80 °С протягом 10...30 хв або після стерилізації при 142 °С.

Під дією плазміну пептидний ланцюг β -казеїну розщеплюється в трьох місцях: Ліз (28) – Ліз (29), Ліз (105) – Гіс (106), Ліз (107) – Глу (108) з утворенням трьох фрагментів γ -казеїнів ($\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$) і протеозо-пептонів. Розпад β -казеїну під дією плазміну відбувається при тривалому зберіганні молока при низьких температурах і супроводжується утворенням гірких пептидів і інших продуктів, які надають сировині стороннього смаку. Крім того, знижується сиропридатність молока і вихід сиру, тому що γ -казеїн не згортається хімозином і переходить у сироватку.

У молоці завжди присутні протеази мікробного походження. Психротрофні бактерії при тривалому зберіганні молока при низьких температурах складають значну частину мікрофлори сирого молока і виробляють не тільки високоактивні ліпази, а й високоактивні термостабільні протеази, які можуть відноситись до амінопептидаз, лужних, кислих та інших протеаз. Вони діють при рН 6,8...8,0, більш активні по відношенню до κ - і β -казеїну, ніж до α_{S1} -казеїну. Вони можуть погіршувати технологічні властивості молока і викликати різні вади смаку.

Молочнокислі бактерії заквасок виробляють кислі протеази, які гідролізують казеїн. Різні види і штами молочнокислих бактерій мають неоднакову протеолітичну активність. Молочнокислі палички характеризуються вищим ступенем гідролізу, ніж коки. Найбільшу протеолітичну активність серед паличок мають *L. bulgaricus*, *L. acidophilus*, *L. helveticus*, серед коків – *L. lactis*, *L. cremoris*. Молочнокислі бактерії краще гідролізують білкові фрагменти, але вибірково можуть розщеплювати і фракції нативного казеїну.

Ліази. Ферменти цього класу каталізують відщеплення груп атомів від субстратів з утворенням подвійних зв'язків негідролітичним і неокиснювальним шляхом. У молоці ферменти цього класу представлені альдолазою, піруватдекарбоксилазою, декарбоксилазами амінокислот, енолазою та ін. Вони переходять у молоко із клітин молочної залози, а також їх виробляють мікроорганізми.

Альдолаза є ключовим ферментом у молочнокислому бродінні, що йде гліколітичним шляхом. Вона розщеплює фруктозо-1,6-дифосфат на гліцеральдегід-3-фосфат та діоксіацетонфосфат. Це фермент мікробного походження,

виробляють його гомоферментативні молочнокислі бактерії (*L. lactis*, *L. cremoris*, *L. diacetylactis*, *L. bulgaricus*, *L. acidophilus* та ін.).

Піруватдекарбоксилаза каталізує реакцію декарбоксилювання піровиноградної кислоти з утворенням CO_2 та оцтового альдегіду. Виробляють цей фермент дріжджі родів *Sacharomyces*, *Zygosacharomyces*, *Fabospora*, *Torulopsis* та ін.

У молоці містяться також різні декарбоксилази амінокислот, які продукують, головним чином, гнильні мікроорганізми. При декарбоксилюванні амінокислот утворюються різні аміни з неприємним запахом.

Енолаза каталізує дегідратацію 2-фосфогліцеринової кислоти з утворенням фосфоенолпірувату. У молоці є нативний і мікробний фермент.

Ізомерази каталізують реакції ізомеризації, які відбуваються в межах однієї молекули. Вони мають в основному бактеріальне походження, але зустрічаються і нативні. До них відносять глюкозофосфатізомеразу, яка ізомеризує глюкозо-6-фосфат у фруктозо-6-фосфат, триозофосфатізомеразу, яка каталізує ізомеризацію діоксіацетонфосфату у гліцеральдегід-3-фосфат, та ін. Ці реакції мають місце у бродінні.

Трансферази каталізують реакції переносу хімічної групи з однієї сполуки на іншу. Вони достатньо широко представлені у молоці. Серед них є нативні і мікробні аміно-, фосфо-, глікозил-, ациламіно-, гексозил-, сульфідтрансферази та ін.

Лігази (синтетази) каталізують поєднання двох молекул при розщепленні пірофосфатного зв'язку в молекулі АТФ або інших нуклеозидтрифосфатах. Це нативні ферменти. Лігази відповідальні за синтез окремих компонентів молока. Саме в клітинах молочної залози відбувається біосинтез білків, ліпідів, лактози.

Вітаміни. У молоці присутні практично усі вітаміни, які необхідні для новонародженого у перший період його життя. Більшість вітамінів і провітамінів надходить в організм тварин з кормами і синтезуються мікрофлорою рубця. Частина вітамінів утворюється із провітамінів під дією ферментів.

Вміст вітамінів у молоці змінюється протягом року і залежить від кормів, стадії лактації, умов утримання тварин, активності мікрофлори рубця тощо і несуттєво – від породи і стану здоров'я корів. Корми більшою мірою впливають на вміст жиророзчинних

вітамінів. При годуванні зеленими кормами і силосом у молоці міститься більше вітаміну А і каротиноїдів, що обумовлює більш інтенсивне забарвлення молока і вершкового масла. Якщо в раціоні корів переважають грубі корми, буряк, кормові концентрати, то вміст вітаміну А і каротиноїдів може зменшитись наполовину. При пасовищному утриманні корів значно підвищується вміст вітаміну Е. Інтенсивне сонячне випромінювання сприяє утворенню вітаміну Д із провітамінів. Частина водорозчинних вітамінів (В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, В₁₂, Н) і жиророзчинний вітамін К синтезується мікрофлорою рубця корови і вміст їх протягом року майже не змінюється.

Вітаміни з точки зору технології теж мають значення, оскільки вони необхідні для нормального розвитку заквасочної мікрофлори (вітаміни В₁, В₂, В₃, Н), частина їх впливає на хід окисно-відновних процесів у молоці і молочних продуктах (вітаміни Е, С), виконує роль антиокиснювачів (вітаміни Е, С), бере участь у складі коферментів у ферментативних процесах (В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, Н). Каротиноїди і рибофлавін – природні барвники молочних продуктів.

Вміст вітамінів змінюється у процесі зберігання і оброблення молока. Вітаміни А, Е, С, В₁, В₆ окиснюються і зменшується їх вміст, частково відбувається руйнування вітамінів А, Е, В₂, В₅, В₆, С під дією світла, особливо УФ-променів, важких металів. В процесі пастеризації, залежно від режиму, частина вітамінів може руйнуватись. Чутливі до високих температур вітаміни С і В₁. Існують різні способи збагачення молока і молочних продуктів цими цінними компонентами.

За розчинністю вітаміни поділяють на дві групи: жиророзчинні (А, Д, Е, К, Ф) і водорозчинні (вітаміни групи В, С, Н).

Жиророзчинні вітаміни

Вітамін А (ретинол). Присутній у молоці в активній формі і у вигляді провітаміну – каротиноїдів. Активність вітаміну у три рази вища, ніж у провітамінів. Каротиноїди надходять в організм корів із кормів. У слизовій оболонці кишечника частина їх переходить у вітамін А під дією ферменту каротинази, частина – всмоктується і залишається без змін.

Вміст вітаміну А складає 0,004...0,100 мг/100 г (в середньому 0,025 мг/100 г), вміст каротиноїдів – 0,005...0,09 мг/100 г. Влітку і

у молозиві у 5...10 разів вищий, в кінці лактаційного періоду – найменший.

Ретинол – термостійкий, витримує нагрівання до 120 °С без доступу повітря. Наявність сполучених подвійних зв'язків у структурі каротиноїдів і ретинолу обумовлює їх високу реакційну здатність і чутливість до кисню, особливо під дією світла і важких металів.

Вітаміни групи Д (кальцифероли).

Із вітамінів комплексу Д (Д₁, Д₂, Д₃, Д₄, Д₅) для людини практичне значення мають Д₂ (ергокальциферол) та Д₃ (холекальциферол).

Вітамін Д₃ має антирахітичну дію. Його важлива фізіологічна функція полягає у тому, що він регулює співвідношення кальцію і фосфору в організмі, забезпечуючи його всмоктування у кишечнику і транспортування кальцію з крові у кісткову тканину. Вітаміни групи Д особливо необхідні в молодому віці, коли йде інтенсивний ріст і окостеніння скелета. При нестачі вітаміну Д₃ порушується синтез білків, які містять кальцій, у стінках кишечника, що призводить до зниження всмоктування іонів кальцію і відкладання у кістковій тканині фосфату кальцію. Внаслідок цього у молодняка розвивається рахіт, а у дорослих тварин – остеомалаяція з одночасним зниженням вмісту кальцію у молоці. Але надлишок вітаміну не менш небезпечний, ніж його нестача, тому що веде до посиленого відкладання кальцію на внутрішніх органах, сприяє розвитку атеросклерозу і виникненню розладів травлення.

Вітаміну Д₃ у молоці мало (0,05 мкг/100 г); влітку у 5...8 разів більше, ніж взимку. Вищий вміст також у молозиві і в молоці гірських місцевостей, де ефективніше УФ-випромінювання.

Вітамін Д₃ стійкий до високої температури.

Вітамін Е (токофероли).

У молоці вітамін Е представлений групою α , β , γ , δ та іншими токоферолами, які відрізняються деталями хімічної будови і ступенем біологічної активності. Найбільшу вітамінну активність має α -токоферол. При недостатньому надходженні вітаміну Е з продуктами харчування порушується обмін речовин, функції статевих залоз, нервової системи. Відсутність вітаміну Е негативно впливає на цілий ряд метаболічних процесів, а також структуру і

функцію різних органів і тканин, насамперед на посмуговану м'язову тканину.

Вміст вітаміну Е у молоці в середньому складає 0,09 мг/100 г, з діапазоном коливань від 0,02 до 0,19 мг/100 г. Влітку і в молозиві його вміст вищий.

Токофероли стійкі до нагрівання, а також до зміни рН середовища. Швидко руйнуються при наявності окиснювачів і при дії ультрафіолетових променів.

Вітамін К (філохінони). Це група сполук, які є похідними нафтохінону. До групи вітамінів К відносять хінони двох типів: вітамін К₁ і К₂. Вони здатні перетворюватись один в одного.

Вітамін К – фактор коагуляції крові.

У молоці знаходяться вітаміни К₁ і К₂. Їх синтезує мікрофлора кишечника. Вміст у молоці низький (3...4 мкг/100 г).

Вітамін К стійкий до нагрівання в нейтральному середовищі, легко руйнується під дією ультрафіолетового випромінювання та при нагріванні у лужному середовищі.

Вітамін F (ненасичені жирні кислоти). Це група незамінних ненасичених жирних кислот – лінолева (ω -6), ліноленова (ω -3) та арахідонова (ω -6), які є біологічно активними речовинами і не синтезуються в організмі. В останні роки вживання терміну «незамінні» поширилось на кислоти C_{20:5} і C_{22:6}, які не можуть синтезуватися в організмі людини у великих кількостях (MacGibbon A.K.H., Taylor M.W., 2006).

Найвищу біологічну активність має арахідонова кислота. Ліноленова кислота малоактивна і основна її роль полягає в активізації лінолевої кислоти. При наявності піридоксину лінолева кислота перетворюється на арахідонову і ліноленову.

Вміст цих кислот у молочному жирі не високий і складає біля 25 мг/1 г жиру. Вітамін F сприяє засвоєнню жирів, впливає на репродуктивну функцію, попереджує відкладання холестерину в артеріях, забезпечує здоровий стан шкіри, волосся та нігтів, має антиаритмічну і кардіопротекторну дію, а також протизапальну дію, сприяє заживленню ран. Здатний переводити холестерин у розчинну форму і тим самим виводити його із організму, регулює ліпідний обмін і кровопостачання, забезпечує нормальне живлення тканин. Бере участь у будові клітинних мембран, захищає шкіру від проникнення хвороботворних мікроорганізмів. Утримує вологу

у шкірі, сприяє збереженню її еластичності. У медицині цей вітамін застосовують для профілактики та лікування атеросклерозу, захворювань опорно-рухового апарату, остеохондрозу, радикуліту, ревматоїдних захворювань.

Вітамін F необхідний для утворення грудного молока.

Добова потреба у вітаміні F чітко не встановлена. За даними дослідників вона становить 2...10 г. В багатьох країнах цей показник визначено на рівні 1 % від енергетичної потреби людини в калоріях.

Вітамін нестійкий до нагрівання і дії світла.

Водорозчинні вітаміни

Вітамін B₁ (тіамін). Тіамін у молоці присутній у вільному стані (50...70 % загального вмісту), а також фосфорильований у вигляді коферменту декарбоксилази (18...45 %) і зв'язаний з білком (5...17 %).

Тіамін відіграє важливу роль у регуляції численних метаболічних реакцій в організмі. Він необхідний для підтримання хімічної рівноваги у нервових клітинах і периферичних нервах. При його нестачі порушуються окисно-відновні процеси, обмін білків, жирів і особливо вуглеводів, розвивається захворювання, відоме під назвою бері-бері, а у тварин і птахів – поліневрити. При цьому захворюванні спостерігається ураження нервової та м'язової системи, шлункового тракту та ін.

Тіамін стимулює розвиток молочнокислих бактерій.

Вміст тіаміну у молоці складає 0,01...0,08 мг/100 г, в середньому 0,04 мг/100 г. Вітамін B₁ синтезується мікрофлорою рубця, а також надходить в молоко з кормами. Протягом року вміст його змінюється незначно, що свідчить про переважання мікробного синтезу вітаміну над надходженням його з зеленими кормами. Таким чином, молоко є гарним джерелом тіаміну протягом всього року.

Тіамін стійкий до дії різних факторів зовнішнього середовища. Він не руйнується під дією окиснювачів у сильно кислому середовищі. При рН 3,5 тіамін витримує нагрівання до 120 °С, не втрачаючи активність, нагрівання протягом 1 год при температурі 97 °С і рН 4,3 руйнує 25 %, а при рН 7 – 80 % вітаміну, у лужному середовищі – повністю.

Вітамін B₂ (рибофлавін). Міститься у молоці у вільному стані (65...69 %) і зв'язаний з білком у вигляді

флавінмононуклеотиду (ФМН) та флавінаденіндинуклеотиду (ФАД), виконуючи функцію коферментів аеробних дегідрогеназ, які беруть участь у регулюванні вуглеводного, білкового та жирового обміну. Важливе значення рибофлавіну відзначають у засвоєнні та синтезі амінокислот, а також їх окиснювальному дезамінуванні. Крім того, рибофлавін регулює діяльність центральної нервової системи. При нестачі вітаміну В₂ в організмі тварин спостерігається зниження маси, порушення апетиту, запалення слизової оболонки та інші патологічні зміни.

Вміст у молоці складає 0,15 мг/100 г з діапазоном коливань від 0,10 до 0,28 мг/100 г. У молозиві вміст у 3...4 рази вищий, ніж у молоці. Рибофлавін переходить у молоко із кормів і синтезується мікрофлорою рубця корів. Є дані про синтез рибофлавіну також у клітинах молочної залози. Протягом року вміст майже не змінюється, тому молоко і молочні продукти, як джерело рибофлавіну, займають одне з провідних місць серед продуктів харчування.

Вітамін В₂ має жовто-зелене забарвлення і обумовлює колір молочної сироватки. Від присутності у молоці рибофлавіну залежать властивості та якість молока і молочних продуктів, принаймні, їх колір. Рибофлавін дуже чутливий до світла. У молоці, яке стояло під сонячними променями протягом кількох годин, вміст вітаміну В₂ зменшується на 50...80 %. Це супроводжується появою «сонячного присмаку». Рибофлавін обумовлює окисно-відновний потенціал молока.

Вітамін В₂ термостійкий у кислому середовищі, у лужному – швидко руйнується.

Вітамін В₃(пантотенова кислота). Дуже широко розповсюджений вітамін, міститься в усіх рослинних і тваринних тканинах, а також синтезується мікрофлорою шлунково-кишкового тракту тварин і дріжджами.

У складі коферменту А (КоА~SH) пантотенова кислота входить до складу ферментів, які каталізують реакції ацетилювання і переацетилювання, синтез і розщеплення жирів, багато реакцій трикарбонного циклу, синтез стероїдів, гемоглобіну, ацетилхоліну. Ацетил-КоА бере участь у синтезі окремих амінокислот, холіну, гістаміну і багатьох інших важливих для організму сполук. У клітинах молочної залози вона також каталізує синтез складових молока.

При відсутності або нестачі вітаміну В₃ розвиваються дерматити, відбувається депігментація волосся, шерсті, втрата апетиту, координації руху, виснаження. Для дріжджів, молочнокислих та пропіоновокислих бактерій пантотенова кислота є фактором росту. Нестача цього вітаміну у молоці є причиною повільного росту мікроорганізмів заквасок і відповідно низької якості сиру і кисломолочних продуктів.

Вміст пантотенової кислоти у молоці складає в середньому 0,38 мг/100 г. Вона синтезується мікрофлорою шлунково-кишкового тракту і поступає з кормами.

Пантотенова кислота нетерmostійка як в кислому, так і в лужному середовищі, але стійка до дії кисню при кімнатній температурі.

Вітамін В₅(ніацин, РР, нікотинова кислота). Ніацин – загальна назва піридин-3-карбонової кислоти та її похідних, які проявляють біологічну активність.

Нікотинова кислота в організмі людини і тварин накопичується у вигляді амиду, який є складовою коферментів дегідрогеназ (НАД і НАДФ), що забезпечують окиснення органічних сполук за рахунок відщеплення атомів гідрогену. Останній далі передають окисно-відновним ферментам, до складу яких входить рибофлавін. Нікотинова кислота та її амід мають однакову вітаміну активність.

Відсутність або нестача нікотинової кислоти у їжі призводить до захворювання на пелагру, симптомами якої є ураження шкіри, психічні розлади, проноси. Людина потребує ніацин з їжею. У жуйних цей вітамін синтезується кишковою мікрофлорою. Вважають, що нікотинова кислота в організмі може синтезуватись із триптофану.

Вміст вітаміну В₅ у молоці 0,1 мг/100 г, але білки молока багаті на триптофан, який в організмі людини і тварин може метаболізуватись у нікотинову кислоту. Встановлено, що вміст нікотинової кислоти не залежить від кормів, умов утримання і породи корів, більше впливають індивідуальні особливості тварин.

Нікотинова кислота руйнується при кип'ятінні, стерилізації при 120 °С протягом 20 хв, дії окиснювачів, луку і світла. А при звичайних режимах теплового оброблення, які застосовують при виробництві молочних продуктів, цей вітамін стійкий.

Вітамін В₆ (піридоксин) . Вітамін В₆ – це група сполук (піридоксин, піридоксаль, піридоксамін), які близькі за складом і властивостями. У організмі тварин і клітинах мікроорганізмів піридоксин переходить у піридоксаль і піридоксамін, які мають більш високу активність.

Цей вітамін необхідний для підтримання нормальної функції центральної нервової системи, бере участь у ліпідному обміні. Основна потреба в піридоксині у жуйних тварин задовольняється за рахунок синтезу його мікрофлорою шлунково-кишкового тракту.

Вміст у молоці вітаміну В₆ складає в середньому 0,05 мг/100 г,

Вітамін В₆ стійкий до нагрівання, але легко окиснюється різними окиснювачами.

Вітамін В₉ (фолієва кислота, фолацин). Це група сполук, яка включає фолієву кислоту та її похідні, що мають біологічну активність фолієвої кислоти.

Фолієва кислота бере участь у обмінних процесах завдяки тому, що її відновлена форма є коферментом ряду ферментів, які каталізують ці процеси. Фолієва кислота необхідна для нормального кровотворення, стимулює ріст мікроорганізмів, впливає на обмін білків, є фактором росту. Нестача вітаміну В₉ є причиною повільного розвитку молочнокислих мікроорганізмів. Фолієва кислота синтезується мікрофлорою рубця жуйних, а у людей – мікрофлорою кишечника.

Вміст у молоці складає в середньому 0,005 мг/100 г. На вміст впливають корми, порода, індивідуальні особливості, стадія лактації. У кисломолочному сирі і сирах вміст може бути вищий за рахунок біосинтезу мікрофлорою заквасок.

У молоці фолацин зв'язаний з білком. При зберіганні молока і тепловому обробленні зміни вмісту фолієвої кислоти не суттєві.

Вітамін В₁₂ (ціанкобаламін). Це група речовин, які є комплексними сполуками тривалентного кобальту і проявляють біологічну активність ціанкобаламіну.

Ціанкобаламін є фактором кровотворення, бере участь в обмінних процесах, впливає на центральну нервову систему, на ріст. Вітамін В₁₂ синтезується мікрофлорою рубця і кишечника тварин і поступає з кормами тваринного походження (сироватка, рибна та м'ясо-кісткова мука). Нестача вітаміну В₁₂ викликає

авітаміноз, що впливає на плодовитість тварин і якість телят. Молодняк повинен одержувати вітамін В₁₂ доти, доки не установиться мікрофлора шлунково-кишкового тракту. В перші дні молодняк задовольняє потребу за рахунок молозива і молока.

Вміст у молоці складає в середньому 0,4 мкг/100 г, у молозиві, твердих сирах і кисломолочному сирі – вищий.

Вітамін С (аскорбінова кислота). Аскорбінова кислота – це лактон кетогулонової кислоти. В організмі виконує різноманітні функції. Вона бере участь у окисно-відновних реакціях, впливає на обмін білків, швидкість синтезу ДНК, стероїдних гормонів у корі наднирників, поліпшує всмоктування заліза, а також сприяє інактивуванню токсичних речовин. Нестача вітаміну С у їжі призводить до захворювань на цингу.

Вміст вітаміну С у молоці складає в середньому 1,5 мг/100 г. Він може синтезуватися в організмі тварин із глюкози у печінці, а також мікрофлорою рубця. На вміст аскорбінової кислоти більше впливає мікробний синтез, ніж кількість вітаміну С у зелених кормах. Впливають також індивідуальні властивості корів.

При зберіганні, транспортуванні, тепловому обробленні молока, а також під дією світла, в присутності важких металів аскорбінова кислота окиснюється, а продукти окиснення піддаються подальшому розпаду і не мають вітамінних властивостей. У зв'язку з цим молочна промисловість випускає вітамінізовані молочні продукти – питне молоко, кисломолочні напої, продукти дитячого харчування та ін.

Вітамін Н (біотин). Молекула біотину складається із оксімідазольного й тіофенового кілець, з'єднаних уреїдним угрупованням.

Біотин має високу фізіологічну активність і широкий діапазон дії. Він входить до складу простетичної групи ферментів, які беруть участь у процесах карбоксилювання, декарбоксилювання та переамінування амінокислот, у синтезі жирних кислот, пуринових і піримідинових основ та ін. Попереджує виникнення захворювань шкіри. Є фактором росту дріжджів і молочнокислих бактерій. У молоці є необхідним компонентом для розвитку дріжджів і молочнокислих бактерій. Молоко – гарне джерело біотину, вміст в середньому складає 0,003 мг/гг. На вміст впливають стадія лактації, індивідуальні особливості, порода.

В і т а м і н о п о д і б н і р е ч о в и н и. До групи водорозчинних вітамінів відносять різноманітні хімічні сполуки, які мають вітамінні властивості. Це *холін*, який бере участь у синтезі метіоніну та деяких фосфоліпідів: *n-амінобензойна кислота*, яка необхідна для синтезу фолієвої кислоти, нормальної лактації, функціонування щитоподібної залози, крім того, вона є фактором росту мікроорганізмів; *ліноєва кислота*, яка входить до складу коферменту піруватдекарбоксилази і стимулює ріст деяких мікроорганізмів; *оротова кислота (вітамін B₁₃)* – фактор росту мікроорганізмів та інгібітор процесу синтезу холестерину; *пангамова кислота (вітамін B₁₅)*, яка має ліпотропні властивості.

Гормони. У молоці зустрічаються гормони ендогенного і екзогенного походження. Ендогенні поступають у молоко із ендокринних залоз тварини. Гормони екзогенного походження – це гормональні препарати, які застосовують у сільському господарстві для стимулювання пологів, утворення і виділення молока, розвитку тварин, засвоєння кормів.

За хімічною природою гормони ділять на дві основні групи. До першої групи відносять гормони білкової, поліпептидної природи або такі, що утворені із амінокислот, до другої – гормони стероїдної природи.

Гормони першої групи. У молоці із цієї групи виявлено пролактин, окситоцин і соматотропін.

Пролактин. Цей гормон виробляє передня доля гіпофізу центральної залози внутрішньої секреції. Він стимулює розвиток молочних залоз, утворення і виділення молока. Вміст у молоці коливається у широких межах від $5 \cdot 10^{-3}$ до $200 \cdot 10^{-3}$ мкг/см³. У молозиві його у 2...7 разів більше, ніж у молоці.

Окситоцин – гормон задньої долі гіпофізу. Цей гормон вибірково підвищує тонус непосмугованої тканини матки і молочних залоз, сприяє посиленню їх скорочення, тому його широко використовують для стимуляції пологової діяльності. Окситоцин також стимулює підвищення синтезу білка у молочній залозі та секрецію молока активацією гормону пролактину.

Вміст у молоці не визначений.

Соматотропін. Це гормон передньої долі гіпофізу. Соматотропін – гормон росту і збільшення маси тіла. Введення соматотропіну дійним коровам підвищує надої молока на 4...39 %.

Гормони другої групи (стероїдні гормони)

Кортикостероїди (кортикостерон, кортикозол) – гормони кори надниркових залоз. Впливають на обмін білків і вуглеводів. Разом з іншими стероїдними гормонами сприяють розвитку молочної залози, утворенню і виділенню молока.

Вміст у молоці складає $(0,2...0,5) \cdot 10^{-3}$ мкг/см³.

Андрогени (андростендіон, тестостерон) – чоловічі статеві гормони. Вміст андростендіону у молоці складає $(0,5...2,0) \cdot 10^{-3}$ мкг/см³, тестостерону – $(0,5...0,15) \cdot 10^{-3}$ мкг/см³.

Естрогени і прогестерон – жіночі статеві гормони. Вони визначають статевий цикл, періоди вагітності і лактації, а також викликають ріст молочних залоз, впливають на білковий, жировий і водно-сольовий обміни тощо. Препарати цих гормонів застосовують у ветеринарній практиці для стимуляції пологів і лактації. Із крові у молоко переходить біля 1% естрогенів і прогестерону. Вміст прогестерону у молоці коливається від $9,5 \cdot 10^{-3}$ до $16,5 \cdot 10^{-3}$ мкг/см³, естрогенів – у молозиві $(1,5...3,0) \cdot 10^{-3}$ мкг/см³, у нормальному молоці – в 10...100 разів менший.

2.1.8. Гази

Гази попадають у молоко із крові та повітря під час доїння, перекачування, транспортування по трубопроводах та інших видах оброблення молока. Загальний вміст газів у молоці складає 60...120 мг/кг. На частку вуглекислого газу приходить 60...70 %, кисню – 6...10 %, азоту – 25...30 %. У молоці міститься також невелика кількість аміаку (біля $0,2 \cdot 10^{-3}$ М). Із усіх розчинених у молоці газів особливо небажаний кисень, тому що він сприяє окиснювальним процесам. Присутні у повітрі речовини (пари нафтопродуктів, кормів тощо) можуть бути поглинені, внаслідок чого молоко набуває стороннього смаку і запаху.

2.2. Склад молока інших видів ссавців

У господарстві поруч з молоком корів використовують молоко інших видів ссавців. Склад молока різних видів ссавців суттєво відрізняється за такими показниками як вміст жиру, білків, лактози, мінеральних речовин, вітамінів. Встановлено взаємозв'язок між вмістом білків і мінеральних речовин та швидкістю росту дитинчати. Так, немовля подвоює масу приблизно за 140...150 днів, теля – за 50... 70 днів, порося – за 12,

кроленя – за 6 днів. Вміст білків і мінеральних речовин найбільший у молоці кролиці (15,5 % і 2,5 % відповідно), приблизно у 2,5 рази менший у молоці свині (6,0 і 1,0 % відповідно), у молоці корови білка удвічі, а мінеральних речовин – у 1,5 рази менше, ніж у свині (3,0 і 0,7 % відповідно), а в жіночому – утричі менше, ніж в коров'ячому (1,0 і 0,2 % відповідно). Таким чином, чим вищий вміст білків, які виконують пластичну функцію, і мінеральних речовин, тим швидше відбувається ріст новонародженого.

На вміст жиру у молоці різних видів ссавців впливають умови навколишнього середовища. Молочний жир насамперед є джерелом енергії, тому в районах з несприятливими кліматичними умовами потреба організму в енергії вища. Отже, молоко самки північного оленя містить жиру понад 19 %. Молоко кролиці і свині має високий вміст жиру у зв'язку з відсутністю його резервів у тілі новонародженого крольченяти та поросяти.

Вміст лактози у молоці усіх видів ссавців, крім морських тварин, залежить від вмісту мінеральних речовин, оскільки обидва показники обумовлюють осмотичний тиск, який підтримується на постійному рівні.

Молоко різних видів ссавців за вмістом казеїну і сироваткових білків поділяється на казеїнове і альбумінове. У казеїновому молоці вміст казеїну складає не менше 75 % усіх білків, а у альбуміновому – не більше 60 %. До казеїнового молока відносять молоко корови, кози, вівці, буйволиці, верблюдиці, самки оленя та ін., до альбумінового – жіноче, кобиляче, ослиці, свині, собаки, кішки та ін.

Козине молоко. Коза за 5...7 місяців лактації дає 200...400 кг молока; у спеціалізованих молочних порід лактація може тривати 8...10 місяців, продуктивність складає 500...800 кг, а при гарних кормах досягає 1700 кг, світовий рекорд – 3080 кг.

Козине молоко за своїм хімічним складом близьке до коров'ячого, вміст білків і жирів незначно перевищує, але біологічна цінність його значно вища, оскільки воно містить більше вискодиспергованих білків і при згортанні утворює більш ніжні пластівці. У козиному молоці майже удвічі більше альбумінової і глобулінової фракцій. Амінокислотний склад білків близький до амінокислотного складу жіночого молока. Порівняно з коров'ячим в ньому більше фенілаланіну, метіоніну, валіну, глютамінової кислоти, гліцину. Міцели казеїну козиного молока

мають більший розмір порівняно з коров'ячим (понад 133 нм). Відрізняється казеїн співвідношенням фракцій. Казеїн козиного молока містить мало α_s -фракцій (10...15 %). Воно багате на жир. Жирові кульки у козиному молоці удвічі менші, ніж у коров'ячому, що сприяє їх швидкому емульгуванню у кишечнику і кращому засвоєнню. Жир козиного молока має високий вміст капринової та лінолевої кислот. Козине молоко містить більше за коров'яче вітамінів А, Д, В₅, які необхідні дитині. У зв'язку з цим його рекомендують для немовлят. Використання козиного молока для годування дітей з туберкульозною інтоксикацією і гіпотрофією (хронічний розлад харчування, який супроводжується виснаженням організму) сприяє мобілізації захисних сил організму, поліпшенню складу крові, підвищенню рівня гемоглобіну, збільшенню ваги і швидкому одужанню дітей.

Титрована кислотність козиного молока 16...18 °Т, густина – 1031 кг/м³. Воно нетерmostійке, що пояснюють високим вмістом іонного кальцію.

Козине молоко використовують для лікування кишково-шлункових захворювань, виведення із організму важких металів. Із нього виробляють кисломолочні продукти, а у суміші з овечим – розсольні сири.

Сальні залози вимені кози виділяють велику кількість вільних жирних кислот, тому при низьких санітарно-гігієнічних умовах отримання молоко набуває специфічного запаху.

Молоко овече. Лактація у звичайних порід овець триває 4...5 місяців (у спеціалізованих порід – до 7 місяців). За оптимальних умов годівлі та утримання від однієї вівцематки за лактацію отримують 60...80 кг товарного молока. Продуктивність вівцематок спеціалізованих молочних порід 300...400 кг, а рекордисток – до 1000 кг молока за лактацію.

Порівняно з коров'ячим молоком овече містить більше жиру, білків, мінеральних речовин (кальцію, калію, фосфору, заліза, марганцю), вітамінів (А, В₁, В₂, В₅, С). Овече молоко характеризується високою біологічною цінністю. Білки засвоюються на 99,1 %, мають високий вміст незамінних амінокислот і цистеїну. Казеїн овечого молока містить більше α - і менше γ -фракцій порівняно з коров'ячим. Жирнокислотний склад овечого молока характеризується високим вмістом каприлової і капронової кислот, які надають молоку специфічний запах, що

обмежує його використання у їжу в незбираному вигляді. Жирові кульки набагато меншого розміру, ніж у коров'ячому молоці, тому овече молоко гомогенне, легко засвоюється і не змінює свого стану у сирному згустку, забезпечуючи високий відсоток виходу, але при сепаруванні мілкі жирові кульки гірше відокремлюються і у знежиреному молоці залишається більше жиру. Температура плавлення молочного жиру 35,5...36,0 °С, а затвердіння – 24,5...26,0 °С.

За рахунок високого вмісту білків і мінеральних речовин овече молоко має високу титровану кислотність – 22...25 °Т і густину – 1034...1037 кг/м³, але нетерmostійке. Утворення згустку відбувається при титрованій кислотності 120...140 °Т, а в коров'ячому – при 60 °Т.

Сичужне зсідання відбувається швидко.

За органолептичними показниками овече молоко представляє собою білу з жовтуватим відтінком в'язку рідину, з солодкуватим присмаком і характерним запахом.

Використовують овече молоко для виготовлення розсольних (бринзи), м'яких і твердих сирів, а також кисломолочних продуктів.

Слід зазначити, що вівці частіше інших сільськогосподарських тварин хворіють на бруцельоз і рідше на туберкульоз, тому овече молоко необхідно піддавати тепловому обробленню.

Молоко буйволине. Продуктивність буйволиць за період лактації складає в середньому 800...1000 кг молока.

За хімічним складом буйволине молоко відрізняється від коров'ячого більш високим вмістом сухих речовин, насамперед жиру (до 8 %) і білків (4,5 %). В ньому більше кальцію, фосфору, вітамінів А, С, В₁ і В₅.

За органолептичними показниками буйволине молоко – в'язка біла рідина (через низький вміст каротину) приємного смаку і запаху. Титрована кислотність – 19...20 °Т, густина – 1033...1036 кг/м³. Терmostійкість низька. Сичужним ферментом згортається швидко, але білки погано розщеплюються протеолітичними ферментами, що обмежує використання буйволиного молока у сироробстві. Кислотні і сичужні згустки більш щільні, ніж з коров'ячого молока.

Молоко буйволиці використовують у свіжому вигляді і переробляють на високоякісний йогурт, вершки, сметану, морозиво, сиркові вироби тощо. Доцільно виробляти вершкове масло і розсольні сири.

Молоко буйволиці має лікувальні властивості, що пояснюють високим вмістом мінеральних речовин, особливо фосфору і мікроелементів.

Молоко кобиляче. Кобила дає за 7...8 місяців лактації 1000... 1200 кг молока, яке містить в 2 рази менше жиру, білків і мінеральних речовин, в 1,5 рази більше лактози і в 6 разів більше вітаміну С, ніж коров'яче. За кількісним і якісним складом білків кобиляче молоко наближається до жіночого. Його відносять до молока альбумінової групи, частка казеїну в ньому складає 50...60 % від загального вмісту білків. Тому при згортанні білок випадає у вигляді мілких ніжних пластівців. Білки і жир легко засвоюються. Білки мають гарно збалансований амінокислотний склад. Жир тонко диспергований, містить порівняно з коров'ячим менше низькомолекулярних жирних кислот, але більше ненасичених, має низьку температуру плавлення (21...23 °С).

Кобиляче молоко білого кольору з блакитним відтінком, солодке і трішки терпкувате.

Використовують кобиляче молоко для виробництва кумису, який має лікувально-дієтичні та поживні властивості і застосовується при лікуванні туберкульозу, шлунково-кишкових та інших захворювань.

Молоко ослине. Ослине молоко за хімічним складом і властивостями схоже з кобилячим. Його порівнюють також з жіночим молоком, тому з давніх часів використовували для харчування немовлят або як прикорм при змішаному харчуванні. Свіжонадоєне і охолоджене ослине молоко з успіхом замінить жіноче. Також гарно засвоюється немовлятами 2...4-місячного віку і пастеризоване молоко ослиці, при цьому діти швидко набирають вагу.

Молоко верблюже. Продуктивність верблюдиць складає 1000...2000 кг. Порівняно з молоком корів у верблюжому молоці вищий вміст білків, жиру, лактози і вітамінів (С, В₁, А). Білки мають підвищений вміст незамінних амінокислот – аргініну, гістидину, фенілаланіну, метіоніну, лейцину, ізолейцину.

Серед жирних кислот переважають високомолекулярні (C₁₄ – C₁₈), вміст поліненасичених кислот вищий, ніж у жирі коров'ячого молока. Температура плавлення висока – 38...44 °С.

Верблюже молоко має білий колір, солодкуватий смак, який може змінюватись залежно від кормів і якості води, густу консистенцію. Свіжонадоєне молоко має слабкий запах шкіряних випаровувань верблюдиці, які швидко видаляються.

Молоко широко використовує населення Казахстану і Середньої Азії як свіжим, так і у вигляді різних молочних продуктів: катах (сметана), чал (кисла сироватка), шубат (подібно кумису) та ін. У суміші з коров'ячим, овечим, козиним молоком його переробляють на масло (іркет-май) і гострий сир (ашикрут).

На цей час його застосовують для лікування хворих на виразку.

Молоко самки зебу. Продуктивність самок зебу (підвид КРХ) складає 800...1200 кг. У степовій зоні України зебу використовують для гібридизації з крупною рогатою худобою з метою підвищення у молоці вмісту жиру і білка. Порівняно з коров'ячим молоко самки зебу характеризується більш високим вмістом білків, жиру, мікроелементів (заліза, цинку, міді, кобальту). За амінокислотним складом молоко самки зебу близьке до коров'ячого, в ньому тільки менше аланіну, серину й аспарагінової кислоти. Використовують його свіжим і для виробництва молочних продуктів. Цікаво, що в районах поливного землеробства, де розводять зебуподібну худобу, серед населення розповсюджена хвороба – піроплазмоз, яка передається кліщами. У зебу виробляється імунітет до цієї хвороби. Тому люди, які постійно п'ють молоко зебу, не хворіють піроплазмозом.

Молоко самки яка. Молочна продуктивність самок за 170...180 днів лактації складає 200...220 кг молока з вмістом жиру до 7 %, білка – 5,7 %, лактози – 5,2 % і мінеральних речовин – 0,9 %.

Використовують у їжу свіжим і переробляють на молочні продукти, як і коров'яче, в Україні (в Карпатах), на Алтаї, Памірі, Кавказі, у Таджикистані, Киргизстані, Китаї, Монголії.

Молоко самки північного оленя. За 5...6 місяців лактації самка оленя дає 100 кг молока, яке відрізняється від коров'ячого високим вмістом жиру (до 20 %) і білків (понад 10 %). За енергетичною цінністю 1 дм³ молока самки оленя дорівнює 4 дм³

коров'ячого молока. Із молока самок оленя і лося виробляють масло, твердий і кисломолочний сири.

2.3. Хімічні, фізичні, органолептичні, теплофізичні та технологічні властивості молока

Свіже натуральне молоко від здорових корів має певні властивості: хімічні (кислотність титрована і активна, окисно-відновний потенціал), фізичні (густина, в'язкість, осмотичний тиск, електропровідність, поверхневий натяг, температура замерзання), теплофізичні (питома теплоємність, теплопровідність, коефіцієнт температуропровідності), органолептичні (смак, запах, колір, консистенція, зовнішній вигляд) і технологічні (термостійкість, сичужне зсідання та ін.).

Будь-які зміни зі складовими молока під впливом кормів, стану здоров'я, стадії лактації, фальсифікації, пори року, несприятливих умов зберігання призводять до зміни його фізико-хімічних, органолептичних і технологічних властивостей, а також до зміни складу і властивостей вторинних молочних ресурсів. Тому за цими показниками можна оцінювати натуральність і якість молока і вторинних молочних ресурсів, як сировини для виробництва молочних продуктів.

Фізико-хімічні та органолептичні властивості змінюються також у процесі механічного, теплового та біохімічного оброблення молока. Отже, за деякими фізико-хімічними (титрована кислотність, рН, густина, в'язкість, електропровідність та ін.) та органолептичними показниками можна контролювати хід технологічних процесів при виробництві молочних продуктів, а також визначати їх якість та відповідність вимогам нормативної документації.

Фізико-хімічні властивості обумовлені вмістом і ступенем дисперсності компонентів молока, які по-різному на них впливають. Так, від масової частки білків, їх дисперсності і гідрофільних властивостей залежить в'язкість і поверхневий натяг молочної сировини і зовсім не залежить осмотичний тиск. Мінеральні речовини молочної сировини суттєво впливають на титровану кислотність, електропровідність, осмотичний тиск і температуру замерзання, але не впливають на в'язкість. Майже усі компоненти молочної сировини впливають на його густину, але

тільки підвищення вмісту жиру зменшує цей показник. Електропровідність молочної сировини обумовлюють частинки, які є носіями заряду, головним чином ті, що знаходяться у іонно-дисперсному стані, в той час як білки й жирові кульки, маючи на поверхні заряд, практично зменшують електропровідність внаслідок великого їх розміру.

Основні хімічні і фізичні властивості молока наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1. – Хімічні, фізичні та теплофізичні властивості молока

Показник	Середнє значення	Межа коливань
Титрована кислотність, °Т	17	16...18
Активна кислотність, од. рН	6,7	6,6...6,8
Буферна ємність за кислотою, см ³ кислоти 0,1 моль/дм ³	2,15	1,7...2,6
за лугом, см ³ лугу 0,1 моль/дм ³	1,3	1,2...1,4
Окисно-відновний потенціал, В	0,30	0,25...0,35
Густина, кг/м ³	1028,0	1026...1030
В'язкість, Па·с (10 ⁻³)	1,8	(1,3...2,2)
Поверхневий натяг, Н/м (10 ⁻³)	44	–
Осмотичний тиск, МПа	0,66	0,64...0,70
Температура замерзання, °С	–0,54	(–0,505)...(–0,575)
Електропровідність, См/м	0,46	0,40...0,60

Титровану кислотність молока в Україні і країнах СНД виражають в градусах Тернера (°Т). Під градусами Тернера розуміють об'єм (см³) натрій гідроксиду молярної еквівалентної концентрації 0,1 моль/дм³, який пішов на нейтралізацію кислих складових у 100 см³ молока. Один градус Тернера відповідає 0,009 г молочної кислоти.

У Новій Зеландії, Австралії, країнах Європи і Америки титровану кислотність визначають у градусах Сокслета-Хенкеля (°SH) (титрування проводять натрій гідроксидом масової еквівалентної концентрації 0,25 моль/дм³) або у градусах Дорніка (°D) (нейтралізацію проводять натрій гідроксидом концентрацією 1/9 моль/дм³). Між показниками існує такий зв'язок:

$$1,0^{\circ} \text{SH} = 2,25^{\circ} \text{D} = 2,5^{\circ} \text{T}.$$

Титрована кислотність свіжонадоєного молока складає 16...18 °Т. Обумовлена вона кислими солями (гідрофосфатами,

дигідрофосфатами, гідроцитратами і дигідроцитратами), на які приходить від 9 до 13 °Т, білками (казеїном і сироватковими) – від 4 до 6 °Т, а також СО₂, кислотами (молочною, лимонною, вільними жирними кислотами та ін.) – 1...2 °Т. Титрована кислотність включає в себе як дисоційовану, так і недисоційовану частину цих сполук.

Титрована кислотність є критерієм оцінки якості молока, а саме його свіжості й натуральності. При зберіганні сирого молока титрована кислотність підвищується внаслідок розвитку мікроорганізмів, які зброджують лактозу з утворенням молочної кислоти. Це небажаний процес, тому що призводить до зниження термостійкості молока при нагріванні. При розбавленні молока водою титрована кислотність зменшується.

Титрована кислотність молока може значно змінюватись залежно від періоду лактації, кормів, породи корів, їх віку, індивідуальних властивостей, стану здоров'я та інших факторів. Кислотність молозива у перші години після отелу висока за рахунок підвищеного вмісту білків і солей (до 50 °Т), на 11-ий день поступово знижується до 20...21 °Т. В кінці лактаційного періоду кислотність складає 13...15 °Т. У молоці корів, хворих на мастит і туберкульоз, кислотність знижується до 7...13 °Т. Таке молоко відносять до аномального; молочні підприємства його не приймають. У молоці молодих корів (першої лактації) титрована кислотність вища порівняно з коровами середнього і старшого віку.

Підвищення до 26 °Т або зниження до 16 °Т кислотності молока може бути пов'язане з порушенням раціонів годування корів. Таке молоко приймають як сортове на основі стойлової проби (контрольне доїння), яка підтверджує його натуральність.

Підвищення кислотності молока до 22...25 °Т може бути наслідком порушення мінерального обміну в організмі корів, що пов'язане з годуванням корів кислими кормами (кукурудзою, кукурудзяним силосом, буряковим жомом, бардою тощо), які бідні на солі кальцію.

Зниження кислотності молока може бути обумовлене підвищеним рівнем сечовини при годуванні корів зеленими кормами, які містять багато білків, використанням значної кількості азотних добавок у раціоні корів або азотистих добрив на пасовищах. Молоко зі зниженою кислотністю не можна

використовувати для виробництва сирів, воно погано згортається сичужним ферментом, а згусток погано піддається обробленню.

Активна кислотність (рН) характеризує концентрацію (активність) іонів гідрогену. Вона чисельно дорівнює від'ємному десятиковому логарифму активності (А) іонів гідрогену:

$$pH = - \lg A_H$$

Отже, чим вища концентрація іонів гідрогену у розчині, тим нижче значення рН.

Джерелом іонів гідрогену у молоці є сполуки, які знаходяться у дисоційованому стані. Це можуть бути білки, кислоти та солі багатоосновних кислот (фосфорної, лимонної та карбонової). Оскільки константи дисоціації названих сполук невеликі, то у молоці вони знаходяться як у вигляді іонів, так і у недисоційованому стані. Таким чином, активна кислотність є частиною титрованої кислотності.

У виробництві молочних продуктів цей показник більш важливий, ніж титрована кислотність. Від величини рН залежить багато виробничих показників, а саме: колоїдний стан білків і відповідно стабільність полідисперсної системи молока; умови росту корисної і сторонньої мікрофлори, які впливають на процеси визрівання сирів; швидкість утворення смакових і ароматичних речовин у молочних продуктах; стан сольової рівноваги і залежна від неї термостійкість білків; активність нативних і бактеріальних ферментів; очищувально-дезінфікуюча здатність миючих і дезінфікуючих засобів тощо. Саме тому цей показник необхідно використовувати для контролю і управління технологічними процесами.

Активна кислотність сирого молока є показником його якості.

Гідрогенний показник (рН) у сирому молоці в середньому складає 6,7 і коливається у межах 6,6...6,8. Величина рН змінюється при розбавленні, концентруванні, термічному обробленні та сквашуванні молока. Розбавлення молока призводить до підвищення рН, що пов'язано з одного боку зі зростанням дисоціації, а з другого – зі зниженням концентрації кислих складових. Оскільки ступінь дисоціації зростає несуттєво, переважає зниження концентрації.

Згущення молока викликає зниження рН, яке порівняно з надмірним підвищенням титрованої кислотності зовсім незначне. Пояснюють це зменшенням ступеню дисоціації і зниженням активності іонів гідрогену, які залишились.

При тепловому обробленні молока внаслідок звітрювання CO_2 активна кислотність незначно підвищується, водночас зсув сольової рівноваги у бік колоїдного фосфату кальцію викликає зниження рН. Тому помітних змін рН не відбувається.

Найбільші зміни рН відбуваються при розвитку молочнокислих бактерій у молоці, оскільки внаслідок молочнокислого бродіння накопичується молочна кислота, що сприяє суттєвому збільшенню концентрації іонів гідрогену.

Буферні системи мають здатність підтримувати на сталому рівні рН при додаванні кислоти або лугу. Буферні властивості молочної сировини пов'язані з наявністю білків, фосфатів і цитратів.

Наявність буферних систем у біологічних рідинах має велике значення, тому що це свого роду захист живого організму від різкої зміни рН. Буферна здатність молока важлива для життєдіяльності мікроорганізмів при виробництві кисломолочних продуктів і сирів.

Окисно-відновний (ОВ) потенціал – це величина, за якою можна порівнювати різні речовини за їх дією як відновлювачі або як окиснювачі. Процеси окиснення і відновлення пов'язані з переходом електронів і (або) зміною заряду речовин, які беруть участь у реакціях. Окиснення означає віддачу електронів, відновлення – їх приєднання. У зв'язку з тим, що реакції можуть протікати тільки у випадку, якщо реагенти приймають або віддають електрони, реакції окиснення і відновлення повинні протікати разом.

Нормальне свіже молоко має потенціал на платиновому електроді від 0,25 до 0,35 В. Основним фактором, який впливає на величину потенціалу, є концентрація розчиненого кисню. Жир, лактоза і білки не впливають на величину ОВ-потенціалу.

Молоко містить ряд компонентів, які здатні віддавати або приєднувати електрони: аскорбінова кислота, токоферолі, цистеїн, рибофлавін, молочна кислота, коферменти окисно-відновних ферментів, кисень, метали та ін.

Окисно-відновні умови у молоці залежать від концентрації іонів гідрогену, тому їх виражають умовним показником rH_2 , який розраховують за рівнянням

$$rH_2 = E/0,03 + 2 \text{ рН} \quad (\text{при } 20 \text{ }^\circ\text{C})$$

Якщо прийняти, що у свіжому молоці $E = 0,3 \text{ В}$, $\text{рН} = 6,6$, то $rH_2 = 23,2$. Отже, свіже молоко має слабкі відновлюючі властивості (у нейтральному середовищі при рівновазі окисних і відновних процесів $rH_2 = 28$; якщо rH_2 більше 28, то середовище має окисні здібності, менше 28 – більшу або меншу відновну здібність).

Посилення відновних властивостей молока, отже зниження ОВ-потенціалу і rH_2 , відбувається внаслідок теплового оброблення, розвитку мікроорганізмів тощо. Так, молочнокислі мікроорганізми при розвитку в молоці знижують величину E до $-0,06 \dots -0,12 \text{ В}$, а в твердих сирах – до $-0,15 \dots -0,17 \text{ В}$. Розвиток у сирому молоці різного роду мікроорганізмів викликає різке зниження ОВ-потенціалу. Чим більше бактерій, тим швидше падає ОВ-потенціал. На цьому заснована редуцтазна проба, за якою опосередковано визначають вміст мікроорганізмів у сирому молоці.

Підвищенню ОВ-потенціалу, отже посиленню окиснювальних властивостей, сприяють метали (мідь, залізо), а також аерація.

Від величини ОВ-потенціалу залежить інтенсивність протікання біохімічних процесів у молочних продуктах (сир, кисломолочні продукти, масло) і накопичення ароматичних речовин (в першу чергу діацетилу, який утворюють молочнокислі лактококи зі слабкими редукуючими властивостями). Виникнення у молоці і молочних продуктах (масло, сухе молоко та ін.) таких вад смаку, як окиснений, металевий і салистий присмаки, обумовлене підвищенням окисно-відновного потенціалу.

Густина – це відношення маси речовини до об'єму, який вона займає ($\text{кг}/\text{м}^3$). На густину молока впливають усі її складові, незалежно від того, у якому стані вони присутні: білки, лактоза і мінеральні речовини підвищують, а жир знижує показник густини.

Густина свіжонадоєного молока нижча від густини, вимірної через кілька годин, на $0,8 \dots 1,5 \text{ кг}/\text{м}^3$. Це пояснюється звітрюванням частини газів і підвищенням густини жиру і білків при поступовому зниженні температури молока. Тому густину молока слід визначати не раніш ніж через 2 год після доїння. З

підвищенням температури густина молока зменшується, що пояснюють зміною гідратації білків.

Густина молока змінюється протягом лактаційного періоду, при захворюванні тварин, а також залежить від кормів, породи та інших факторів. У молозиві густина в перший день лактації може досягати 1037...1055 кг/м³, а у молоці корів, хворих на мастит, знижується до 1024...1025 кг/м³. Це пояснюється різкою зміною вмісту білків, лактози та інших складових.

При розбавленні молока водою густина зменшується (кожні 10 % добавленої води знижують густину на 3 кг/м³). При частковому виділенні молочного жиру із молока (підсепаруванні), а також при розбавленні молока незбираного знежиреним густина підвищується. Тому за цим показником опосередковано можна судити про натуральність молока при підозрі на фальсифікацію.

В'язкість або внутрішнє тертя – це властивість рідини чинити опір при переміщенні одних її шарів відносно інших. На в'язкість молока впливають компоненти, які знаходяться в емульгованому і колоїдному стані, а саме вміст жиру, величина жирових кульок і наявність їх агломератів, вміст казеїну, розмір міцел, ступінь гідратації і агрегування, стан сироваткових білків, режим і спосіб оброблення молока. Лактоза, сироваткові білки та мінеральні речовини, які присутні у молоці у вигляді іонів, на в'язкість не впливають. В'язкість (Па·с·10⁻³) молока незбираного при 20 °С складає 1,8, знежиреного – 1,71...1,75, маслянки – 1,65, сироватки – 1,55...1,65.

Залежність в'язкості молока від молочного жиру і казеїну визначається таким чином: чим більша масова частка жиру і казеїну та ступінь їх диспергування, тим більша в'язкість.

Поверхневий натяг – це сила, яка діє на одиницю довжини межі поділу фаз молоко – повітря. Він пов'язаний з тим, що молекули, які знаходяться на цій межі, зазнають притягання з боку рідини і зовсім незначне притягання з боку газового середовища.

Поверхневий натяг молока незбираного при 20 °С складає близько 44·10⁻³ Н/м. Поверхневий натяг свіжонадоєного молока дещо вищий, ніж після його зберігання, що пояснюють зміною колоїдного стану білків.

Поверхневий натяг у молоці виникає також на межі розділу фаз жир-плазма і повітря-плазма, сприяючи утворенню піни, що

має велике значення для деяких технологічних процесів, наприклад, для маслоутворення, фризювання суміші при виробництві морозива і т.ін. Разом з тим, утворення піни при транспортуванні, перекачуванні, перемішуванні, сепаруванні та згущенні молока негативно впливає на якість молочних продуктів, тому що сприяє дестабілізації жирової емульсії, ліполізу і окисненню вільного жиру.

Осмотичний тиск – це надлишковий гідростатичний тиск молока, який перешкоджує дифузії води через напівпрівідну перегородку (мембрану).

Осмотичний тиск молока близький за величиною до осмотичного тиску крові тварин і в середньому складає 0,66 МПа. Обумовлений він, головним чином, речовинами, які знаходяться у молоці у високодиспергованому стані: лактозою (на неї приходить 50...60 % величини осмотичного тиску), а також іонами солей, насамперед хлоридів і фосфатів калію і натрію. Білкові речовини, солі у колоїдному стані не суттєво впливають на осмотичний тиск, а жир практично не впливає. Осмотичний тиск молока, як і інших фізіологічних рідин організму тварини, підтримується на постійному рівні (його коливання від 0,64 до 0,70 МПа). Тому підвищення у молоці вмісту хлоридів у кінці лактаційного періоду або при захворюванні тварин супроводжується зниженням масової частки лактози.

Температура замерзання молока складає $-0,540$ °С. Вона, як і осмотичний тиск, залежить тільки від масової частки істинно розчинних складових молока: лактози і солей. Оскільки вміст лактози і солей незначно змінюється у молоці, температура замерзання є достатньо сталою величиною і коливається у невеликих межах – від $-0,505$ до $-0,575$ °С.

Температура замерзання молока змінюється протягом лактаційного періоду, при захворюванні тварин, при розбавленні молока водою, підвищенні кислотності, додаванні нейтралізуючих речовин. При підвищенні кислотності із кожного моля лактози утворюється 4 моля молочної кислоти, отже молярна концентрація розчину підвищується, що призводить до зниження температури його замерзання.

Помітно підвищується температура замерзання молока при розбавленні його водою. Внесення в молоко 10 % води підвищує температуру замерзання на $0,054$ °С. За температурою замерзання

молока кріоскопічним методом контролюють натуральність молока.

Питома електрична провідність характеризує властивість молока проводити електричний струм. Вона в середньому складає для молока 0,46 См/м. Обумовлюють її, головним чином, іони Cl⁻, Na⁺, K⁺, H⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ та ін. Молекули лактози не розпадаються на іони і не проводять електричний струм. Казеїн і сироваткові білки мають електричний заряд, тому повинні були б проводити електричний струм, але через великий розмір частинки білка мають невелику рухомість, відповідно зменшують електропровідність молока. Ліпопротеїдна оболонка жирових кульок має невеликий електричний заряд, але кульки дуже великі за розміром і займають відповідний об'єм, перешкоджаючи руху іонів.

Електропровідність молока, отриманого від здорових корів, достатньо стала величина. Змінюється вона протягом лактаційного періоду. Молозиво має низьку електропровідність, а стародійне молоко – підвищену (0,65 См/м). При захворюванні тварин вміст солей у молоці підвищується, тому електропровідність збільшується, досягаючи, наприклад, при маститі 1,3 См/м. За зміною електропровідності молока можна виявити тварин з запаленням молочної залози. При нагріванні молока посилюється дисоціація солей і зменшується в'язкість, внаслідок чого питома електропровідність збільшується на 0,01 См/м при підвищенні температури на 1 °С.

Теплофізичні властивості молока необхідні у розрахунках витрат тепла або холоду при технологічному обробленні. Найбільш важливими із них є питома теплоємність, теплопровідність і коефіцієнт температуропровідності, які пов'язані між собою співвідношенням

$$\alpha = \lambda / c \cdot \rho,$$

де α – коефіцієнт температуропровідності, м²/с;

λ – теплопровідність, Вт/(м·К);

c – питома електропровідність, Дж/(кг·К);

ρ – густина молока, кг/м³.

Теплофізичні властивості молока залежать від температури, вмісту сухих речовин, жиру і його дисперсності, кислотності тощо.

Питома теплоємність незбираного молока в інтервалі температур 0...60 °С змінюється незначно і складає 3935,6 Дж/(кг·К).

Теплопровідність молока незбираного при 20 °С дорівнює 0,495 Вт/(м·К). З підвищенням температури теплопровідність збільшується і незначно зменшується з підвищенням у молоці масової частки жиру.

Коефіцієнт температуропровідності молока залежить від температури, густини, масової частки жиру і вологи. При 20 °С він дорівнює $12,2 \cdot 10^{-8}$ м²/с. Температуропровідність визначає швидкість вирівнювання температури продукту у нестационарних процесах. Чим вище значення температуропровідності, тим швидше відбувається нагрівання або охолодження продукту.

Органолептичні показники (зовнішній вигляд, колір, консистенція, смак, запах) характерні для свіжонадоєного молока. Незбиране молоко, отримане від здорових корів, за зовнішнім виглядом і консистенцією представляє собою однорідну рідину від білого до ясно-жовтого кольору, без осаду та згустків.

Білий колір і непрозорість молока обумовлюють білки і жирові кульки, які розсіюють світло. Ясно-жовтий колір надають молоку жиророзчинні пігменти – каротиноїди. У зв'язку з тим, що їх вміст значною мірою залежить від кормів, стадії лактації і пори року, природний колір молока не постійний протягом року. У літньо-осінній період молоко набуває жовтуватого кольору, а взимку і весною – білого.

Смак сирого молока специфічний, приємний, ледь солодкувато-солонуватий. Смак молока надають лактоза (солодкуватий), хлориди (солонуватий), ліпіди (ніжний, приємний), білки його доповнюють.

Приємний запах сирого молока залежить від присутності у ньому в невеликій кількості летких сірчистих і карбонільних сполук, жирних кислот тощо. До ароматичних і смакових речовин молока відносять диметилдисульфід, метилсульфід, ацетон, діацетил, вільні жирні кислоти, в тому числі леткі, оцтовий альдегід, карбонові кислоти (молочну і піровиноградну), аміносполуки (аміак, вільні амінокислоти, аміни, пептиди), які присутні у невеликих кількостях, але при їх поєднанні впливають на смак і аромат.

Яскраво виражені присмаки (молозивний, гіркий, солоний) характерні для молозива, стародійного молока та молока, отриманого від хворих тварин. Кормові присмаки (силосний, капустяний, часниковий та ін.) виникають при годуванні певними кормами і травами. Неприятні присмаки і запахи молока можуть бути викликані адсорбцією запахів від погано вимитої тари, непровітрених приміщень, і т.ін., а також забрудненням молока миючими та дезінфікуючими речовинами, ліками, пестицидами та іншими хімікатами.

Технологічні властивості – це властивості, які забезпечують правильне проведення технологічних процесів і отримання молочних продуктів, які відповідають вимогам нормативної документації. Наприклад, при отриманні кисломолочних продуктів – це здатність молока сквашуватись заквасочною мікрофлорою з утворенням згустку відповідної консистенції; при виробництві вершкового масла – властивість молочного жиру утворювати продукт міцної і водночас пластичної консистенції; при виробництві дитячих молочних продуктів, стерилізованого молока і молочних консервів – термостійкість білків; при виробництві кисломолочного сиру і твердих сирів – здатність молока до сичужного зсідання; при виробництві морозива – властивість молочних сумішей гарно збиватись і заморожуватись. На цей час контролюють термостійкість і сичужне зсідання.

Термостійкість молока визначає його здатність витримувати високотемпературне оброблення без зміни агрегатного стану білків та інших компонентів. Вона залежить від багатьох факторів: кислотності, сольової рівноваги, складу і стану білків, вмісту сухого знежиреного молочного залишку та ін. Внаслідок діяльності молочнокислих бактерій накопичується молочна кислота, що обумовлює зниження показника рН. Підвищення концентрації іонів гідрогену зсуває сольову рівновагу у бік іонного кальцію, який сприяє утворенню агрегатів міцел казеїну. При цьому термостійкість казеїну залежить від розміру міцел – чим вони менші, тим термостійкість вища, і навпаки. Вважають, що мілкі міцели порівняно з крупними містять менше колоїдного фосфату кальцію і більше κ-казеїну, який виконує захисну функцію.

Крім того при накопиченні молочної кислоти зменшується від'ємний заряд міцел казеїну за рахунок приєднання іонів гідрогену до дисоційованих карбоксильних груп аспарагінової та

глутамінової амінокислот і залишків фосфорної кислоти. Деякі міцели казеїну втрачають заряд і гідратну оболонку, які забезпечували стабільність міцели, та поєднуються в агрегати, відбувається так звана прихована коагуляція. При цьому також може відбуватись дефосфорилування, тобто від казеїнаткальційфосфатного комплексу відщеплюється фосфат кальцію, що також призводить до дестабілізації міцел. При нагріванні агрегати казеїну коагулюють.

Зниженню термостійкості сприяє високий вміст термолабільних сироваткових білків, що спостерігається у молозиві та стародійному молоці або при захворюванні корів на мастит.

Із усіх перерахованих факторів головним фактором термостійкості молока вважають концентрацію іонів кальцію. За даними К.К. Горбатової та П.І. Гунькової збільшення іонного кальцію від 8,5 мг/100 г до 11,5 мг/100 г молока скорочує термостійкість при 130 °С від 50 хв до 10 хв.

Сичужне зсідання молока відносять до факторів, які визначають його придатність для виробництва сиру. Сичужне зсідання – це здатність білків коагулювати під дією внесеного хімозину з утворенням щільного згустку. Тривалість процесу коливається від 10 до 35 хв. Але є молоко (сичужно-в'яле), яке згортається дуже повільно або зовсім не згортається.

Здатність молока до сичужного зсідання (сиропридатність) залежить від багатьох факторів. Головними із них є вміст у молоці казеїну і іонів кальцію – чим він більший, тим швидше утворюється білковий згусток, і тим він щільніший. Оптимальними для сироробства вважають масову частку білків не менше 3,22 %, в т.ч казеїну не менше 2,4 %, а масову частку солей кальцію – 125...130 мг/100 г. Сичужно-в'яле молоко зазвичай містить мало казеїну та іонізованого кальцію. Крім того, таке молоко має багато розчинного казеїну (10...12 % замість 5 %).

На здатність молока до сичужної коагуляції впливають фракційний склад казеїну (вміст κ - і β -казеїну визначає термін згортання, а вміст α_s -казеїну – щільність згустку) і тип генетичних варіантів фракцій казеїну.

На сичужне зсідання впливає також кількість у молоці соматичних клітин. Молоко з високим їх вмістом (понад 5 млн. в 1 см³) характеризується низькою масовою часткою казеїну, має

тривале згортання і низьку щільність згустку. Наприклад, аномальне молоко, отримане від корів, хворих на мастит, має нижчу суму фракцій α_s -, β - і κ -казеїну, які беруть участь у згортанні молока, за рахунок збільшення кількості розчинного γ -казеїну, внаслідок підвищення активності плазміну. Крім того, молоко може мати вище значення рН, що також негативно впливає на процес згортання.

Питання для самоконтролю:

1. Які компоненти і у якій кількості входять до складу молока?
2. Наведіть властивості вільної і зв'язаної води.
3. Як класифікують білки молока?
4. Які біологічні функції виконують білки молока?
5. Наведіть характеристику казеїну і його фракцій.
6. Які властивості має казеїн?
7. Чим обумовлюється стійкість казеїну у молоці?
8. Наведіть характеристику основних представників сироваткових білків.
9. Які особливості білків оболонки жирових кульок?
10. Як класифікують ліпіди молока?
11. Які особливості жирнокислотного складу молочного жиру?
12. Будова лактози, форми, властивості.
13. Значення лактози у технології.
14. Характеристика окремих макро- і мікроелементів.
15. За якими ферментами визначають якість сирого молока?
16. За якими ферментами контролюють ефективність пастеризації молока?
17. Дайте характеристику вітамінів молока.
18. За якими показниками суттєво відрізняється склад молока різних видів ссавців?
19. Як відрізняється за складом казеїнове молоко від альбумінового?
20. Молоко яких видів сільськогосподарських тварин відносять до казеїнового?
21. Чим обумовлена титрована кислотність молока, які фактори на неї впливають?

22. Які фактори призводять до зміни активної кислотності?
23. Які компоненти молока обумовлюють буферні властивості молока?
24. Як впливають складові молока на його густину?
25. Чим обумовлена в'язкість молока?
26. Чому поверхневий натяг молока нижчий за поверхневий натяг води?
27. Назвіть теплофізичні властивості молока і їх використання.
28. Дайте характеристику органолептичних властивостей молока.
29. Назвіть основні технологічні властивості молока.
30. При виробництві яких молочних продуктів контролюють технологічні властивості молока?

РОЗДІЛ 3

ОТРИМАННЯ ТА ПЕРВИННЕ ПЕРЕРОБЛЕННЯ МОЛОКА НА ФЕРМАХ

Отримання і первинне перероблення сирого молока – це початок харчового ланцюга, який є найбільш важливим для забезпечення якості та безпеки молочних і молоковмісних продуктів. При виробництві молока ретельно перевіряються умови його отримання на безпечність, оскільки при незалежному отримання і первинному обробленні воно може містити небезпечні мікроорганізми для здоров'я людини.

3.1. Ветеринарні і санітарні вимоги до ферм з виробництва молока

Від ветеринарно-санітарного стану ферми залежить санітарна якість молока. Утримання тварин у забруднених, сирих, погано вентильованих приміщеннях призводить не тільки до їх захворювань, зниження продуктивності, збільшення витрат кормів на одиницю продукції, але й до погіршення санітарної якості молока – підвищуються його механічна і бактеріальна забрудненість.

Для забезпечення гігієнічної безпечності молочної сировини необхідно, щоб процес її виробництва здійснювався з урахуванням жорсткого дотримання необхідних ветеринарних і санітарно-гігієнічних вимог.

Перелік зоотехнічних і ветеринарно-санітарних заходів, які проводяться у конкретному господарстві, у певному ступені залежить від прийнятої ним технології виробництва молока.

Для отримання високоякісного молока до ферм висувають зоогігієнічні, мікрокліматичні і ветеринарно-санітарні вимоги.

Зоогігієнічні вимоги. У практиці молочного скотарства використовують дві основні системи утримання великої рогатої худоби – прив'язну і безприв'язну. В залежності від умов і можливостей господарства обидві системи мають різні варіанти.

Так, при прив'язному утриманні корови цілий рік знаходяться на прив'язі у закритих приміщеннях з обов'язковим щоденним моціоном, а у літній період – з щоденним вигоном на пасовища. В іншому випадку тварин тільки у зимовий (стойловий) період утримують на прив'язі з щоденним моціоном на вигульних площадках. Влітку їх розміщують у таборах, які завчасно обладнують навісами, загонами, доїльною площадкою з відповідним обладнанням, місцем для поїння та ін.

При безприв'язному утриманні корови цілий рік знаходяться на фермі: у зимовий період – у приміщеннях на глибокій підстилці, у літній – на пасовищах, у літніх таборах. Часто використовують і інший варіант: тварин утримують у боксах, які слугують місцем їх відпочинку в приміщеннях, а у зимовий період і місцем годування.

При прив'язному утриманні норма площі на голову для дійних, сухостійних корів і нетелей складає 1,7...2,3 м² при ширині стійла 1,0...1,2 м і довжині 1,7...1,9 м. Стійла для корів у відділенні отелення проектують шириною 1,5 і довжиною 2,0 м. Стійлове приміщення повинно бути достатньо світлим, сухим і просторим. Цього можливо досягнути тільки при висоті приміщень від рівня підлоги до перекриття не менше 2,2...2,8 м.

Приміщення для безприв'язного утримання корів на глибокій підстилці розділяють на секції, у яких розміщують 50...60 корів у залежності від продуктивності. Кожна група тварин повинна мати місце для відпочинку із розрахунку 4...5 м² на корову. На глибокій підстилці тварин утримують у тих випадках, коли місце відпочинку і кормління відокремлені, а господарство забезпечене підстилковим матеріалом.

Ферми для безприв'язного утримання худоби у секціях на решітчастих підлогах без підстилки з обладнанням індивідуальних боксів для відпочинку виконують із збірних уніфікованих конструкцій полегшеного типу. Вони повинні бути сухими, чистими, економічними, такими, які забезпечують підтримання оптимального мікроклімату у будівлі. Бокси розташовують паралельно або впоперек будівлі у декілька рядів, у залежності від площі приміщень, позаду них розташовують перегнійні канали, які вкриті міцними, з низькою теплопровідністю решітчастими підлогами.

Для забезпечення прогулянок і годівлі тварин у літній період при безприв'язному утриманні обладнуються вигульно-кормові

площадки з твердим покриттям із розрахунку 15 м² на кожну голову. Площадки споруджуються на 50...60 корів, у залежності від розмірів боксів будівлі. Поверхня покриття площадок повинна бути вологонепроникною, гладкою і не слизькою, стійкою до дії зовнішнього середовища.

Отельне відділення крупних ферм і комплексів повинно складатися з мийного, «молочного» приміщення, приміщення для санітарного оброблення корів, післяотельного догляду за ними, приготування і зберігання кормів, зберігання ветеринарних інструментів і медикаментів, а також приміщення для обслуговуючого персоналу з душовою.

Всі скотарські ферми і комплекси є підприємствами закритого типу. Їх огорожують щільною або сітчастою огорожею висотою не менше 1,5 м і розділяють на ізольовані зони: виробничу, у якій розташовують скотарські і ветеринарні об'єкти, за виключенням ізолятора; адміністративно-господарську; кормову, у якій розташовують склади кормів, кормоцех і зону очисних споруд.

При будь-якій системі утримання великої рогатої худоби надої та санітарна якість молока залежать і від **мікроклімату у приміщеннях** для тварин. Вплив мікроклімату на організм корів складається з комплексної дії його складових частин: температури, відносної вологості повітря, швидкості руху повітря, його газового складу, механічних домішок (пил, мікроорганізми) у повітрі, освітленості приміщень та ін., причому одні з них послаблюють природні захисні сили організму і тим самим сприяють виникненню різних захворювань, інші – безпосередньо впливають на тепловий обмін і обмін речовин, викликаючи розлад цих фізіологічних процесів. Мікроорганізми, пил, різні гази, що знаходяться у повітрі, можуть безпосередньо потрапляти до молока.

Оптимальні параметри мікроклімату у приміщеннях для великої рогатої худоби наведені у табл. 3.1.

Основні причини незадовільного мікроклімату у скотарських приміщеннях: недотримання рекомендованих зоогігієнічних і ветеринарно-санітарних заходів при утриманні, годуванні і експлуатації тварин.

На формування мікроклімату певний вплив здійснюють кліматичні умови; конструкції приміщень і матеріали, з яких вони побудовані; рівень повітряного обміну; щільність розміщення тварин;

Таблиця 3.1. – Параметри мікроклімату приміщень для великої рогатої худоби

Параметри мікроклімату	Приміщення для прив'язного і безприв'язного утримання тварин	Приміщення для утримання тварин на глибокій підстилці	Отельне відділення	Профілакторій (телята до 20 днів)
Температура, °С	10 (8...16)	3...8	10	20
Відносна вологість повітря, %	70 (50...85)	не більше 85	70 (50...85)	70
Повітряний обмін, м ³ /год: узимку у перехідний період влітку	17	17	17	20
	35	35	35	30...40
	70	70	70	80
Швидкість руху повітря, м/с: узимку у перехідний період влітку	0,3...0,4	0,3...0,4	0,2	0,1
	0,5	0,5	0,3	0,2
	0,8...1,0	0,8...1,0	0,5	0,3...0,5
Природне освітлення (СК)	1:10...1:15	1:10...1:15	1:10...1:15	1:10...1:15
Штучне освітлення, Лк	50...75	50...75	75...100	50...75
Допустима концентрація шкідливих газів: вуглекислого газу, % аміаку, мг/м ³ сірководню, мг/м ³	0,25	0,25	0,15	0,15
	0,02	0,02	0,01	0,01
	0,01	0,01	0,005	0,005
Бактеріальне обсіменіння, тис.КУО/м ³	до 70	до 70	не більше 20	не більше 10
Граничний вміст пилу, мг/ м ³	15	15	15	15

продукти розпаду сечовини і фекалій (аміак, метан, сірководень та інші гази), а також тепло, волога, вуглекислий газ і інші продукти,

які утворюються і виділяються у організмі тварин в процесі обміну речовин.

Так, низький теплозахист огорожувальних конструкцій (стін, стель, підлоги, вікон, воріт) призводить до того, що взимку й у перехідний період створюються низька температура і висока вологість повітря, у результаті чого підвищується віддача тепла тілом тварини, що сприяє її охолодженню. У літній період висока температура і вологість у приміщеннях обумовлюють перегрівання організму. Недотримання правил експлуатації приміщень – недостатній повітряний обмін при слабкій потужності вентиляційних установок, незадовільна робота каналізації й антисанітарний стан приміщень – призводять до збільшення вологості повітря та підвищення у ньому концентрації пилу, мікроорганізмів, вуглекислого газу, аміаку, сірководню; спостерігається також сильне зниження іонізації повітря, зокрема, вміст від'ємних легких іонів.

Ветеринарно-санітарні вимоги. Особлива увага повинна приділятися охороні молочно-товарних ферм і комплексів від заносу заразних хвороб тварин.

Перед введенням скотарського об'єкту в експлуатацію проводять необхідні заходи щодо оздоровлення тварин від інфекційних і паразитних хвороб у всіх категоріях господарств у радіусі 10...20 км від об'єкту, який будується.

Ветеринарно-санітарні заходи включають:

- комплектування стада (вилучення хворих тварин);
- санітарно-гігієнічний контроль кормів;
- своєчасне миття та дезінфекцію приміщень і обладнання на фермі;
- дезінсекцію та дератизацію.

Комплектування стада комплексу (ферми) здійснюють з урахуванням ветеринарно-санітарних вимог. Щоб до комплексу не потрапили хворі тварини, ветеринарний лікар завчасно дізнається, які хвороби реєструвались на господарствах-постачальниках.

На тварин, які поступають, оформлюють ветеринарне свідоцтво, що підтверджує їх нормальне здоров'я і сприятливість місцевості, звідки вони вивезені, за інфекційними хворобами. З метою виявлення тварин зі скритим періодом захворювання всі нові тварини відправляють на карантин протягом 30 діб до

спеціальних приміщень. У цей період тварин піддають дослідженням, профілактичним щепленням і обробленням.

На час карантину для обслуговування тварин за кожною виробничою групою закріплюють постійних осіб, не допускаючи їх заміни, переміщень, переводу до основного господарства тваринницького комплексу.

При появі у корів у період карантину інфекційних захворювань обслуговуючий персонал інтернується у зоні карантину з проведенням жорстких карантинно-обмежувальних заходів. Здорових тварин після закінчення терміну карантину із дозволу ветеринарного спеціаліста переводять до приміщення для загального стада.

Після кожної знятої з карантину партії тварин всі приміщення ретельно очищують, провітрюють, дезінфікують і білять. Очищенню і дезінфекції піддають і загони для тварин. Предмети догляду за тваринами і спецодяг обслуговуючого персоналу також піддають дезінфекції.

У процесі експлуатації корів необхідно систематично контролювати стан їх здоров'я. Для цього краще всього використовувати метод диспансеризації.

Корми для тварин можна завозити лише з місцевості, яка несприятлива за заразними хворобами.

Вимушений забій тварин допускають обов'язково на обладнаному забійному пункті і, як виключення, в окремому приміщенні із дотриманням жорстких ветеринарно-санітарних заходів.

Для створення необхідної санітарії на підприємствах з виробництва молока своєчасно проводять очищення приміщень, дезінфекцію (знищення мікроорганізмів), дезінсекцію (знищення комах, особливо мух) і дератизацію (знищення гризунів).

Дезінфекція є складовою частиною технологічного процесу і повинна входити у загальний план робіт молочного комплексу (ферми). Перед дезінфекцією проводять ретельне очищення всіх поверхонь за допомогою механічних засобів.

Особливо ретельно очищують від залишків кормів, гною, сміття та інших забруднень годівниці, поїлки, гнійні канали, підлогу, нижні частини стін і міжстінні перегородки.

Обов'язково проводять першу дезінфекцію вільних приміщень комплексів після будівництва перед запуском корів до

приміщень. Тварин можна вводити до приміщень тільки після просушування всіх поверхонь при повному зникненні запаху дезінфікуючих засобів.

Профілактичну дезінфекцію у період експлуатації тваринницького об'єкту здійснюють після звільнення приміщень від тварин.

Оскільки у повітрі фермерських приміщень, у тому числі доїльних залів, міститься велика кількість мікроорганізмів, які при доїнні корів потрапляють до молока, необхідно проводити їх оброблення ультрафіолетовим промінням.

При появі у господарстві інфекційних захворювань проводять потокову і заключну дезінфекцію. Терміни їх проведення, вибір дезінфікуючого засобу і метод його використання встановлює ветеринарний лікар із жорсткою відповідністю інструкції про боротьбу з тією чи іншою хворобою.

Дезінсекція. Із усіх комах (мухи, комарі, стоноги та ін.), які нападають на тварин і людей у приміщеннях і на пасовищах, найбільший вплив на санітарну якість молока мають мухи. Підраховано, що мухи можуть переносити до 63 видів мікробів, у тому числі і збудників багатьох інфекційних захворювань.

Велика кількість мух у приміщеннях ферми – прямий показник антисанітарного стану не тільки приміщень, але й всієї прилеглої до них території.

Основу боротьби з мухами становлять профілактичні заходи, які попереджають розмноження мух і їх потрапляння до приміщень. З цією метою на території молочних комплексів підтримують постійну чистоту.

Дератизація. Криси і миші переносять збудників таких особливо небезпечних хвороб людей і тварин, як туберкульоз, бруцельоз, чума, токсоплазмоз, лептоспіроз, трихінельоз та ін. Крім того, миші і криси псують різні матеріали, продукти, корми, пошкоджують приміщення. Знищення гризунів на молочно-товарних фермах – один з важливих заходів, який забезпечує отримання молока високої якості.

Профілактичні заходи поділяють на санітарно-гігієнічні і санітарно-технічні. Санітарно-гігієнічні заходи є загальними, ретельне виконання яких допомагає значною мірою позбавити гризунів води, кормів, сховищ, і відповідно, попередити можливість їх появи, існування і розмноження. Санітарно-технічні

заходи повинні сприяти попередженню проникнення гризунів до приміщень.

Винищують гризунів механічними (різні пастки), хімічними (використання отруйних приманок), біологічними (використання природних ворогів гризунів) і бактеріологічними (за допомогою бактерій, які викликають захворювання і смерть гризунів) методами. Найкращі результати отримують при їх комплексному використанні.

Відповідальність за організацію і своєчасне проведення всіх ветеринарно-санітарних заходів несуть керівники комплексів (ферм), а за правильність і повноту їх проведення – ветеринарні спеціалісти.

Підтримання якості молочної сировини, особистої гігієни працівників, дотримання необхідних режимів та параметрів технологічного процесу, відповідального відношення співробітників до своїх обов'язків, жорсткого дотримання санітарних норм та правил для молочних комплексів і ферм, забезпечують отримання високоякісної та безпечної молочної сировини.

3.2. Вимоги до заготівельного коров'ячого молока (ДСТУ 3662:2017)

Молоко коров'яче, що заготовлюється молокопереробними підприємствами, повинно відповідати вимогам ДСТУ 3662:2017 «Молоко коров'яче – сировина. Технічні умови» (чинний від 01.07.2018 р.).

Згідно з вимогами чинного стандарту молоко треба отримувати від здорових корів, які перебувають під постійним державним ветеринарно-санітарним наглядом, у яких не виявлено інфекційних захворювань, за наявності дозволу державної служби ветеринарної медицини на виготовлення молока.

За органолептичними показниками молоко має відповідати вимогам, наведеним у табл. 3.2.

Після доїння молоко потрібно очистити та охолодити до температури не вище ніж 6 °С.

Для молока, яке буде перероблене на підприємстві не пізніше ніж за 2 год після доїння, температуру не встановлюють. Час закінчення доїння треба вказувати в супровідних документах.

Таблиця 3.2. – Органолептичні показники молока

Назва показника	Характеристика
Консистенція	Однорідна рідина без пластівців білка та осаду
Смак і запах	Чистий, притаманний свіжому молоку, без сторонніх присмаків і запахів
Колір	Від білого до світло-кремового

Молоко, прийняте на переробне підприємство, треба швидко охолодити до температури не вище ніж 6 °С та зберігати за такої температури до перероблення.

Заморожувати молоко не дозволено.

Температуру охолодження молока та тривалість його зберігання з моменту отримання у господарствах треба вказувати в супровідних документах.

За фізико-хімічними показниками молоко має відповідати вимогам, наведеним у табл. 3.3.

Таблиця 3.3. – Фізико-хімічні показники молока

Назва показника, одиниця вимірювання	Норма для гатунків		
	екстра	вищий	перший
Густина, кг/м ³ не менше ніж	1028,0	1027,0	
Масова частка сухих речовин, %	≥ 12,0	≥ 11,8	≥ 11,5
Група чистоти, не нижче ніж	I		
Точка замерзання, °С, не вище ніж	Мінус 0,520		
Примітка 1. Фактичні масові частки жиру та білка в молоці встановлюють під час здавання-приймання.			

Залежно від технологічної необхідності рекомендовано відбирати молоко, яке має відповідати таким вимогам:

- термостійкість – не нижче другої групи;
- бродильна або сичужно-бродильна проба – не нижче другого класу;
- кількість спор мезофільних анаеробних бактерій, які зброджують лактати, не більше ніж:
 - для сирів з високою температурою другого нагрівання – 2 КУО/см³;
 - для сирів з низькою температурою другого нагрівання – 10 КУО/см³.

За мікробіологічними показниками молоко має відповідати вимогам, наведеним у табл. 3.4.

Таблиця 3.4. – Мікробіологічні показники молока

Назва показника, одиниця вимірювання	Норма для гатунків		
	екстра	вищий	перший
Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ), тис. КУО/см ³	≤ 100	≤ 300	≤ 500
Кількість соматичних клітин, тис/см ³	≤ 400	≤ 400	≤ 500
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду: <i>Salmonella</i> , у 25 см ³	Не дозволено		
<i>Staphylococcus aureus</i> , у 0,1 см ³	Не дозволено		
<i>Listeria monocytogenes</i> , у 25 см ³	Не дозволено		

У молоці не допускається наявність інгібіторів (антибіотиків, формаліну, пероксиду водню та інших мийних, дезінфікувальних речовин, консервантів), соди, аміаку.

Вміст токсичних елементів у молоці не повинен перевищувати гранично допустимих рівнів, наведених у табл. 3.5.

Таблиця 3.5. – Гранично допустимі рівні вмісту токсичних елементів

Назва токсичного елемента	Гранично допустимі рівні, мг/кг, не більше ніж
Свинець	10,0
Кадмій	10,0
Миш'як	50,0
Ртуть	10,0

Вміст афлатоксину М₁, антибіотиків, пестицидів, нітратів та гормональних препаратів у молоці не повинен перевищувати допустимих рівнів, установлених чинними ветеринарними і санітарними нормами щодо сирого молока.

Вміст радіонуклідів у молоці не повинен перевищувати допустимих рівнів, установлених чинними ветеринарними і санітарними нормами щодо сирого молока, призначеного для перероблення – ¹³⁷Cs – 100 Бк/кг, ⁹⁰Sr – 20 Бк/кг.

Доїти, охолоджувати та зберігати молоко в господарствах потрібно за умов, які зменшують ризик його забруднення.

Приміщення для доїння, охолодження та зберігання молока мають бути захищені від шкідників та відокремлені від приміщень для утримання тварин.

Доїти тварин потрібно з дотриманням усіх санітарно-гігієнічних вимог.

Працівники, які залучені до виробництва молока, повинні носити чистий спецодяг, дотримуватись особистої гігієни та регулярно проходити медичний огляд.

Ємності для перевезення молока після кожного перевезення треба мити та дезінфікувати.

Пункти закупівлі молока від тварин, які утримуються в особистих приватних господарствах населення, мають відповідати ветеринарним та санітарним вимогам № 337/6625.

3.3. Первинне перероблення молока

Виробництво сирого молока – це початок харчового ланцюга, який є найбільш важливим для забезпечення якості та безпечності молочних і молоковмісних продуктів. Жоден інший продукт не перевіряється так ретельно на безпечність як молоко, оскільки при невідповідних умовах його отримання і первинного оброблення воно може містити небезпечні мікроорганізми для здоров'я людини. Крім того молоко є гарним поживним середовищем для мікроорганізмів, які можуть спричиняти швидке його псування.

Первинне оброблення молока включає доїння, фільтрування, охолодження, теплове оброблення, зберігання і транспортування молока.

3.3.1 Доїння тварин

Перед доїнням обов'язково проводять підготовку корів для забезпечення повного видоювання і отримання чистого молока, досягнення повноцінного рефлексу молоковіддачі.

Молоковіддача – складна рефлекторна реакція молочної залози, яка виникає у відповідь на подразнення шкіри дійок і вимені. На момент доїння внутрішньоцистеральний тиск у вимені підвищується, що сприяє молоковиведенню і потім знижується із вивільненням молочної залози. Молоко, що накопичилося у

молочній залозі подразнює нервові рецептори вимені, від яких сигнали подаються в центральну нервову систему. У відповідь на це здійснюється рефлекторне зниження тону м'язів вим'я, що сприяє переходу молока із протоків вимені. Рефлекс молоковіддачі складається із двох фаз. Перша фаза пов'язана з нервовою системою і друга нейрогуморальна. Для ефективності рефлексу молоковіддачі важливе значення має правильне доїння.

Годівлю корів закінчують за 1 год до доїння. За цей час робітник ферми повинен очистити стійло, змінити підстилку і провітрити приміщення. Безпосередньо перед доїнням обов'язково обмивають вим'я та витирають його індивідуальною серветкою чи рушником, та проводять масаж вимені корови (рис. 3.1), який стимулює процес молоковіддачі.

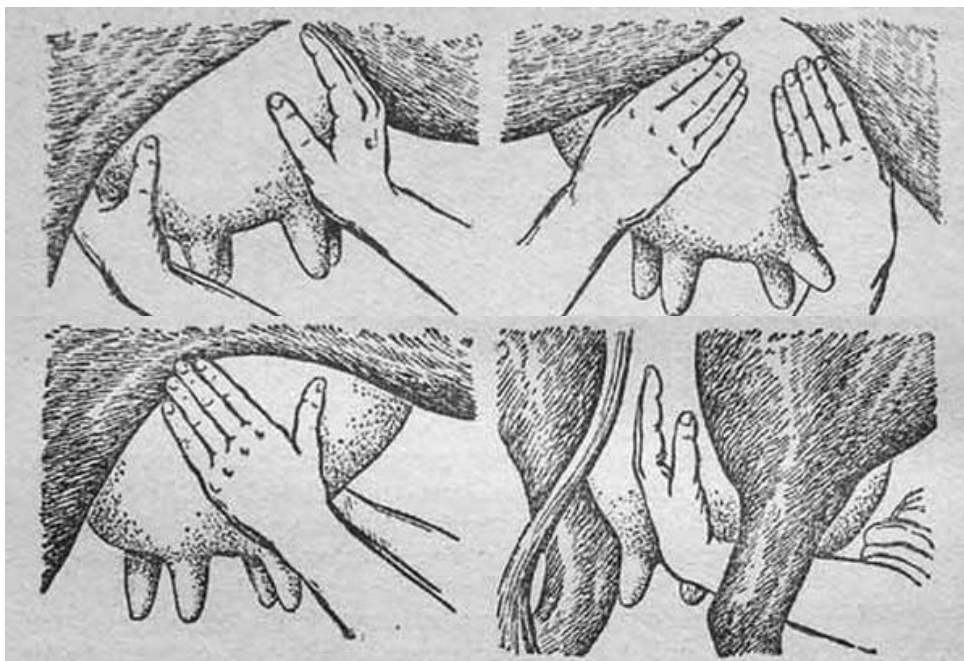


Рис. 3.1. – Масаж вимені корови

Існують два способи доїння корів – ручне і машинне.

Ручне доїння. До цих пір на багатьох фермах у всьому світі доїння здійснюють вручну тим же способом, що і тисячі років тому. Корови зазвичай піддаються доїнню щодня одними і тими ж людьми, і стимулювання у них молоковіддачі відбувається під впливом знайомих їм звуків, які супроводжують підготовку до доїння.

Доїння починається тоді, коли корова реагує на цю підготовку рефлекторною молоковіддачею. Перші порції молока із сосків

відкидаються, оскільки вони часто містять велику кількість бактерій. Ретельний візуальний огляд цих порцій може допомогти доярці виявити зміни в молоці, що свідчать про захворювання корови.

При доїнні одночасно використовуються дві діагонально протилежні чверті вимені. Після видоювання обох перших чвертей вимені доярка приступає до доїння двох інших його чвертей до повного їх спорожнення (рис. 3.2).

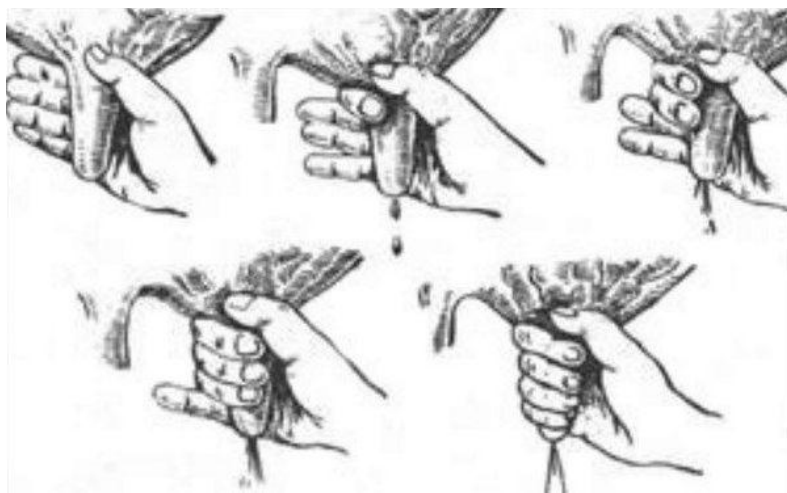


Рис. 3.2. – Положення пальців руки під час доїння

Молоко збирають у відра, вкриті інертним матеріалом (із неіржавіючої сталі або емальовані), які попередньо ополіскують гарячою водою.

Машинне доїння корів має багато переваг перед ручним, оскільки воно полегшує роботу доярок, підвищує продуктивність праці, а отже, знижує собівартість молока. Даний спосіб має велику перевагу з мікробіологічної точки зору, оскільки знижує рівень бактеріального обсіменіння свіжонадоєного молока. При цьому важливо, щоб система трубопроводів дозволяла попередити потрапляння і змішування повітря з молоком.

При організації машинного доїння увага повинна бути звернена не тільки на питання вивчення будови доїльної машини, але і на правильну її експлуатацію, підготовку корів до доїння, техніку доїння, догляд за доїльною машиною і нарешті, на первинне оброблення молока.

На фермах різної продуктивності використовують машинне доїння з використанням різного обладнання. Для доїння у корівниках використовують пересувні доїльні апарати (доїльні

установки) (рис. 3.3). Також для доїння використовують спеціально обладнані приміщення – доїльні зали з різними схемами доїння – конвеєрно-кільцева, ялинка, тандем (рис. 3.4).



Рис 3.3. Пересувна доїльна установка

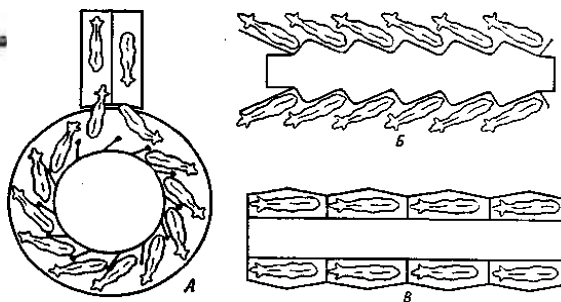


Рис 3.4. Схеми доїльних залів: а) конвеєрно-кільцева; б) типу «Ялинка»; в) типу «Тандем»

У доїльних залах обов'язково підтримують чистоту. Для дезінфекції приміщень доцільно встановити стаціонарну дезінфекційну установку з механічною подачею гарячого дезінфікувального розчину. Сучасні установки для доїння також обладнують системами автоматизованого миття СІР.

3.3.2 Очищення молока

При доїнні до молока потрапляють сторонні механічні домішки (частинки корму, гною, пилу і т.п.), тому його обов'язково очищують за допомогою фільтрування або відцентровного очищення одразу ж після доїння.

При ручному доїнні очищення проводять вручну при переливанні молока з доїльного відра через фільтрувальну тканину до фляги або до резервуарів-охолоджувачів.

При машинному доїнні проводять автоматичне очищення безпосередньо при доїнні. З цією метою фільтри або сепаратори-молокоочисники встановлюють у лінію молокопроводу (фільтри входять в комплект доїльної установки).

При автоматичному фільтруванні молока щільні не тканинні матеріали і бязь забезпечують гарне очищення його при видоюванні в середньому 200 корів. Фільтри із синтетичних тканин (лавсан, капрон) в доїльних установках з молокопроводом недостатньо ефективно очищують молоко. Найкращий фільтруючий ефект дають два шари фланелі.

Процес фільтрування полягає у затриманні крупних частинок бруду або слизу на фільтрувальній поверхні. При фільтруванні тверді та слизисті частинки залишаються на внутрішній поверхні фільтру. Для поточності виробництва до лінії монтують 2 фільтри-очищувачі паралельно. Коли в одному фільтрі змінюють фільтрувальну тканину, другий – фільтрує молоко.

Для очищення молока призначені фільтри різних конструкцій – циліндричні, дискові (рис. 3.5, 3.6).

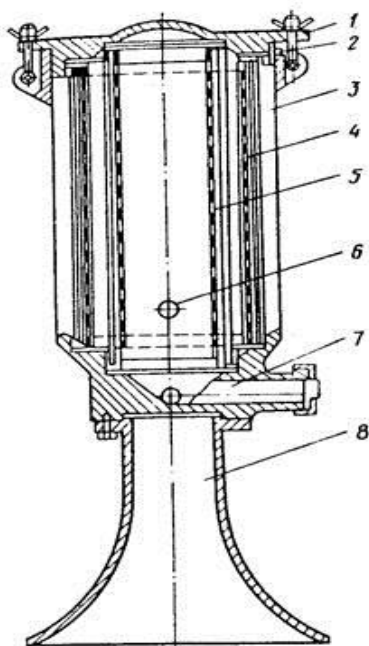


Рис 3.5. Циліндричний фільтр:

- 1 – кришка;
- 2 – гумова прокладка;
- 3 – корпус;
- 4 – зовнішня сітка;
- 5 – внутрішня сітка;
- 6 – патрубок, що відводить;
- 7 – патрубок, що підводить;
- 8 – підставка

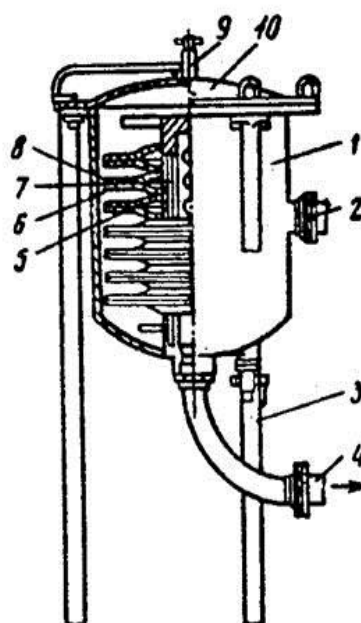


Рис 3.6. Дисковий фільтр:

- 1 – корпус;
- 2 – патрубок, для входу молока;
- 3 – стійки;
- 4 – патрубок для виходу молока;
- 5 – циліндрична склянка;
- 6 – фільтруючий елемент;
- 7 – отвір;
- 8 – диск;
- 9 – клапан для випуску повітря;
- 10 – кришка.

Робочим органом фільтра є фільтрувальна поверхня. У якості фільтрувального матеріалу використовують металеву сітку, марлю, фланель, ватні фільтри, лавсанову тканину тощо. Ватні фільтри найповільніше пропускають молоко, внаслідок чого збільшуються

витрати на його очищення. Металеві сита мають 50...100 отворів розміром 0,5...1,5 мм.

Фільтри необхідно змінювати з різною періодичністю, інакше вони стають джерелом обсіменіння молока небажаною сторонньою мікрофлорою.

Основними недоліками процесу фільтрування є: тривалі допоміжні операції, оскільки у безперервному режимі фільтр може працювати лише 1,5 год; додаткове обсіменіння молока, оскільки очищена рідина стикається з осадом.

Більш ефективним у порівнянні з очищенням через фільтри є використання сепараторів-молокоочисників (рис. 3.7).

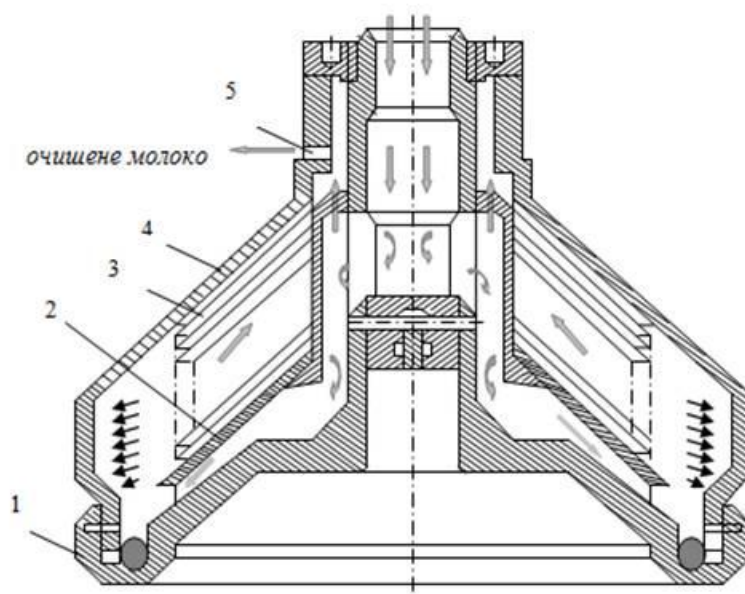


Рис. 3.7. Сепаратор-молокоочисник: 1 – корпус барабана; 2 – тарілотримач; 3 – пакет тарілок; 4 – кришка барабана; 5 – канал виходу молока

При використанні сепараторів процес очищення прискорюється, разом з механічними домішками з молока вилучається частина мікроорганізмів.

3.3.3 Охолодження молока

При видоюванні молоко має температуру тіла тварини – біля 35...37 °С. Одразу після доїння молоко вважається стерильним і протягом певного періоду в ньому не розвиваються мікроорганізми, а частина навіть гине. Цей період називається бактерицидною фазою. *Бактерицидна фаза* забезпечується бактерицидними та бактериостатичними речовинами, які містяться

в молоці – імуноглобуліни, антитіла, лейкоцити, лізоцим, лактоферін.

Імуноглобуліни та антитіла володіють імунними властивостями і забезпечують бактерицидний ефект у молоці. Вони викликають реакцію аглютинації – клітини спочатку склеюються, а потім відбувається преципітація (осадження), а далі – лізис, тобто руйнується мембрана і клітина гине.

Лейкоцити володіють властивостями фагоцитозу (бактерії, еритроцити та ін.).

Лізоцим – фермент мурамідаза, він присутній в організмі (в слюзній рідині, у слині, у шлунковому соці, у молоці, у лейкоцитах). Лізоцим розщеплює полісахаридні ланцюги клітинних стінок. Лізоцим має бактерицидну дію.

Лактоферін – ферумвмісний білок, володіє властивістю зв'язувати іони феруму, і через нестачу феруму в клітині, вона припиняє свою вегетацію, але не гине. Лактоферін має бактериостатичний ефект.

Тривалість бактерицидної фази залежить від температури (табл. 3.6). При температурі тіла тривалість бактерицидної фази складає не більше 2 годин.

Таблиця 3.6. – Залежність тривалості бактерицидної фази від температури охолодження молока

Температура, °С	37	30	25	10	5	0
Тривалість, год	2	3	6	24	36	48

Тому для подовження бактерицидної фази молоко після доїння потрібно одразу ж охолодити.

Джерелами холоду в основному слугують холодна свіжа проточна вода, лід, а також спеціальні холодильні установки. Значно швидше і до нижчої температури можна охолодити молоко за допомогою пластинчастих охолоджувачів, ванн і резервуарів. Охолоджувачі працюють за принципом теплообміну між молоком та холодоагентом. Вони бувають зрошувальні і пластинчасті. Більш сучасними є останні, і частіш за все їх вмонтовують у лінію з центральним молокопроводом.

3.3.4 Теплове оброблення молока

Теплове оброблення молока повинно здійснюватись на молокопереробних підприємствах. У виняткових випадках теплове оброблення проводиться у господарствах: при знезараженні молока, отриманого від хворих тварин, при зберіганні сирого молока більше ніж 6 годин, при транспортуванні сирого молока, тривалість якого перевищує допустимий період зберігання охолодженого сирого молока, але не більш ніж на 25 %.

При застосуванні попереднього термічного оброблення сирого молока, режими (температура, тривалість) зазначаються у супровідній документації.

На молочних комплексах (фермах) можна застосовувати три режими пастеризації молока:

- низькотемпературна тривала пастеризація молока – початковий спосіб теплового оброблення, при якому молоко нагрівають до 63 °С у ємностях (відкритих або закритих) і витримують при цій температурі протягом 30 хвилин;

- високотемпературна короткочасна пастеризація проводиться у потоці при температурі 72±2 °С з витримуванням 20 с;

- високотемпературна миттєва пастеризація проводиться у потоці при температурі 85 °С без витримування.

Окрім пастеризації у господарствах використовують термізацію – процес попереднього нагрівання молока до температур нижчих від температури пастеризації, з метою пригнічення мікрофлори. При цьому молоко витримують за температури 63...67 °С протягом 15 секунд.

3.3.5 Зберігання і транспортування молока

Отримане молоко необхідно якомога швидше доставити на переробні підприємства молочної промисловості. Однак не рідко через віддаленість об'єктів з виробництва молока від переробних підприємств його доводиться деякий час зберігати у господарстві. Відповідно, санітарна якість молока залежить і від того, як буде організовано його зберігання.

Для зберігання молока на фермах рекомендовано використовувати ємності з рубашкою та мішалкою. Рубашка дозволяє зберігати температуру протягом 10-12 годин, а при включенні мішалки у молоці не відстоюється молочний жир.

Тару для транспортування виготовляють з нержавіючої сталі або алюмінію з кришкою та ущільнюючим кільцем. В основному молоко транспортують у цистернах – еліптичний циліндр, який складається з трьох матеріальних шарів – матеріал, який дозволений для контакту з продуктом, ізолюючий матеріал та неіржавіюча сталь.

Ізоляція цистерни зберігає температуру молока, при температурі навколишнього середовища ± 30 °С температура сировини змінюється на 1 °С протягом 10 год.

Оптимальним вважається радіус доставки 100 км.

В якості транспортних засобів використовують автомобільний, залізничний і водний транспорт.

3.4. Джерела забруднення молока небезпечними контаменантами та мікрофлорою

У молоці крім істинних складових зустрічаються різного роду сторонні речовини, серед яких є токсичні для людей і тварин, а деякі мають гепатотропну, мутагенну і канцерогенну дію. Серед сторонніх речовин молока найбільше значення з точки зору впливу на здоров'я людей і хід технологічних процесів мають такі: антибіотики, пестициди, радіонукліди, токсичні елементи, нітрати, нітрити, миючі і дезінфікуючі засоби, токсичні елементи, мікотоксини, рослинні і бактеріальні отрути та ін. Джерела забруднення молока сторонніми речовинами різні. Це можуть бути: корми, вода, повітря, куди сторонні речовини попадають із довкілля; безпосереднє використання хімічних препаратів для лікування захворювань великої рогатої худоби, боротьби зі шкідниками, підвищення продуктивності корів та ін.

Для профілактики і лікування захворювань, підвищення продуктивності корів широко використовують різні лікарські і хімічні препарати. Це антибіотики, сульфаніламід, гормональні препарати тощо.

Антибіотики – це продукти життєдіяльності мікроорганізмів, які мають властивість пригнічувати ріст і розмноження або вбивати різні види мікроорганізмів. Застосовують їх у тваринництві як лікарські препарати, а також як стимулятори росту при відгодовуванні тварин, для поліпшення засвоєння кормів і внутрішньоутробного розвитку плоду. На цей час біля половини

антибіотиків, які виробляють у світі, застосовують у тваринництві. При лікуванні інфекційних захворювань вимені використовують такі антибіотики як пеніцилін, стрептоміцин, левоміцетин, хлортетрациклін, окситетрациклін та ін. Деякі антибіотики не тільки можуть затримувати ріст мікрофлори у молоці, а й надавати йому неприємного присмаку. Пеніцилін і стрептоміцин викликають прогіркання молока, а у кислому середовищі сприяють розпаду казеїну. Пеніцилін також може впливати на результати редуцтазної проби, збільшуючи термін відновлення метиленового блакитного і тим самим викривити дійсну картину бактеріального забруднення молока.

Концентрація антибіотиків у молоці залежить від багатьох факторів: їх виду, дозування, терміну між лікуванням і доставкою молока на підприємство, індивідуальними особливостями і продуктивністю корів. Теплове оброблення незначно руйнує антибіотики. Після пастеризації їх залишається 80...92 % від початкового вмісту; стерилізація приводить до значного зменшення їх вмісту.

Використання молока з антибіотиками може викликати дисбактеріоз і алергічні реакції у людей, які мають підвищену чутливість до антибіотиків, а патогенні мікроорганізми набувають стійкість до цих препаратів.

Антибіотики навіть у незначних концентраціях можуть пригнічувати розвиток заквашувальної мікрофлори. Найбільш чутливі до антибіотиків *Str. thermophilus* і молочнокислі палички; лактококи менш чутливі. Стороння мікрофлора (бактерії родів *Salmonella*, *Enterobacter*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus* та ін.) мало чутлива до антибіотиків. Антибіотики порушують сичужне зсідання молока, що впливає на якість сирів твердих і кисломолочного. У вершковому маслі, яке вироблене із вершків з високим вмістом антибіотиків, з'являється гіркий смак і невиражений аромат.

Молоко, яке отримане протягом 2...5 днів може 5...7??? після введення антибіотиків, молочні заводи не повинні приймати.

Сульфаніламідні препарати – це синтетичні протимікробні лікарські засоби, які є похідними сульфанілової кислоти. Вони менш активні, ніж антибіотики, але дешевше і більш доступні для боротьби з інфекційними захворюваннями тварин. Сульфаніламідни

здатні накопичуватися у молоці. Допустимий рівень забруднення ними молока складає 0,01 мг/кг.

Гормональні препарати використовують у ветеринарній практиці і тваринництві для поліпшення засвоєння кормів, стимуляції росту тварин, підвищення продуктивності, прискорення статевого дозрівання. Ряд гормональних препаратів мають виражену анаболічну активність. На цей час створені синтетичні гормональні препарати (прогестерон, естрадіол-17, діетилстильбестрол, тестостерон та ін.), які за анаболічною дією значно ефективніші, ніж природні гормони. Ураховуючи і те, що синтез їх дешевий, вони широко впроваджені у тваринництво. Але, на відміну від природних аналогів, більша частина синтетичних гормонів більш стійка, вони погано розщеплюються, накопичуються в організмі тварин і переходять у молоко. У молоці, яке заготовляють, діетилстильбестрол не допускається, а вміст естрадіолу-17 не повинен перевищувати 0,0002 мг/кг.

Забрудненість продовольчої сировини і харчових продуктів сторонніми речовинами або ксенобіотиками залежить від ступеню забруднення навколишнього середовища, що пов'язано з роботою промислових підприємств, автотранспорту, використанням пестицидів і хімікатів у сільському господарстві, застосуванням полімерних та інших матеріалів для посуду, пакувальних матеріалів тощо.

Ксенобіотики, попадаючи в довкілля внаслідок антропогенної діяльності людини, здатні накопичуватись у ґрунті і водоймищах, з атмосферними і водними потоками розповсюджуватись на великі відстані.

До сторонніх речовин, які попадають в організм корови, а потім в молоко через ґрунт і водоймища, або безпосередньо в молоко і молочні продукти із повітря відносять пестициди, токсичні елементи, радіонукліди, нітрати і нітроти, рослинні отрути, бензапірен, поліхлоровані біфеніли та ін. Вони мають різну токсичність. Існують дві основні характеристики токсичності – ЛД₅₀ і ЛД₁₀₀ (аббревіатура летальної дози, яка при одноразовому введенні викликає гибель 50 або 100 % експериментальних тварин). Токсичними вважають усі речовини, для яких летальна доза низька. Прийнята така класифікація речовин за ознакою гострої токсичності (ЛД₅₀ для щурів при пероральному введенні, мг/кг):

– надзвичайно токсичні	< 5
– високотоксичні	5...50
– помірно токсичні	50...500
– малотоксичні	500...5000
– практично нетоксичні	5000...15000
– практично безпечні	>15000.

Пестициди (від лат. *pestis* – зараза і *caedo* – вбиваю) – це хімічні препарати, які використовують у сільському господарстві для боротьби з бур'янами (гербіциди), шкідниками (інсектициди, акарициди, зооциди тощо), захворюваннями рослин (бактерициди, фунгіциди). Встановлено, що вони негативно впливають на здоров'я людей і довкілля. Однією із найбільш складних проблем є вплив пестицидів на генетику людини: деякі із них здатні на гонадотоксичну, канцерогенну, мутагенну дію. Крім того вони можуть діяти як сенсibilізатори і алергени. Попадання залишків пестицидів у їжу призводить до хронічних харчових отруєнь і віддалених негативних наслідків для здоров'я людей. У молоко вони попадають через забруднений корм або через шкіру корів при її санітарному обробленні проти шкідників. На цей час широко використовують фосфорорганічні і карбонатні пестициди (карбофос, хлорофос, фосфамід, севін та ін.), раніш – хлорорганічні (ДДТ – трихлорметилдихлорфенілметан, альдрін, ГХЦГ – гексахлорциклогексан та ін.).

Ці групи пестицидів мають різну токсичність. Фосфорорганічні і карбонатні пестициди швидко руйнуються в організмі тварини, зовсім не виділяються з молоком або виділяються у незначних кількостях. Хлорорганічні мають високу стійкість у зовнішньому середовищі. Вони накопичуються в жировій тканині організму і тривалий термін виділяються з молоком.

Оскільки молоко, яке містить хлорорганічні пестициди, має токсичні властивості, їх концентрація у молоці регламентується: гексахлорциклогексану (гама-ізомер) – не більше ніж 0,05 мг/кг (для молока, яке використовують для продуктів дитячого і дієтичного харчування – 0,01 мг/кг), гексахлорану – 0,05 мг/кг.

Токсичні елементи є найбільш поширеними забруднювачами харчових продуктів. Більшість їх присутня у мікрокількостях повсюди: у підземних і поверхневих водах, ґрунтах, гірських породах, атмосферному повітрі, рослинах і тваринах. Зі

збільшенням забруднення ґрунту металами підвищується їх вміст у сільськогосподарських культурах, а далі і в продуктах тваринництва. Вживання харчових продуктів з високим вмістом токсичних елементів представляє загрозу для здоров'я людей, що може проявлятися гострими і хронічними інтоксикаціями, а також мутагенним, канцерогенним і ембріотоксичним ефектом.

У молоці токсичні елементи представлені важкими металами (свинець, кадмій, ртуть, мідь, цинк) і миш'яком. Найбільш токсичні із них (свинець, ртуть, кадмій і миш'як) попадають в молоко із організму корів через корм, забруднений відходами промислових підприємств, випускними газами автотранспорту, пестицидами, добривами, протравленими препаратами ртуті і миш'яку тощо. Але біологічні системи корови нейтралізують токсичні речовини, які поступили з кормом, і в молоко виділяється незначна їх частина. Тому молоко порівняно з іншими харчовими продуктами (м'ясо, риба) містить менше токсичних елементів. В молоці і молочних продуктах їх концентрація нормується і не повинна перевищувати (мг/кг): для свинцю 0,1 (для молока, яке використовують для виробництва продуктів дитячого і дієтичного харчування – 0,05), кадмію – 0,03 (для молока, яке використовують для виробництва продуктів дитячого і дієтичного харчування – 0,02), миш'яку – 0,05, ртуті – 0,005, міді – 1,0, цинку – 5,0.

Встановлено, що в при виробництві білкових молочних продуктів (сири тверді, м'які, кисломолочні, казеїн харчовий) у цільовий продукт переходить від 60 до 90 % токсичних металів від концентрації їх у вихідному молоці. Українські дослідники встановили, що із молока, забрудненого токсичними металами, у кількості, близькій до ГДК (гранично допустимих концентрацій), неможливо виробити білкові продукти, які б задовольняли діючі вимоги. Таке молоко краще направити на виробництво масла, сухих або згущених молочних консервів, молока питного або кисломолочних напоїв.

Радіоактивне забруднення довкілля і продуктів харчування – це одна із найбільш гострих проблем небезпечної екологічної дії на людину. Масові випробування ядерної зброї, аварії на атомних електростанціях, атомних надводних і підводних човнах, непродумані системи захоронення відходів радіоактивних речовин призводять до зараження довкілля радіонуклідами. Встановлено, що особливу роль у несприятливій дії радіації на людину грають

продукти харчування і в першу чергу молоко і молочні продукти, які є найбільш поширеними харчовими продуктами, і в той же час молоко більше ніж інші продукти акумулює радіонукліди. Схема попадання радіонуклідів у молоко така: рослини (корм) → корова → молоко → молочні продукти. Рослини отримують радіаційне забруднення із ґрунту, води, повітря і так званих «гарячих» частинок, які випадають із хмар, що з'явилися над місцем аварії або вибуху. Радіоактивні речовини, які потрапили в організм корови з кормом, асимілюються ним, попадають у різні органи, в тому числі у молотворну систему. Далі молоко піддається наступному зараженню за рахунок контакту з повітрям і водою, яка використовується для миття обладнання, трубопроводів, цистерн, фляг тощо.

На цей час відомо понад 2 тисяч радіонуклідів. Найбільшу небезпеку для здоров'я людини мають I^{131} , Cs^{137} , Sr^{90} , Sr^{89} , Pu^{239} , Pu^{240} , Ce^{144} . Період їх напіврозпаду різний: I^{131} – 8 діб, Ce^{144} – 286 діб, Cs^{137} – 30 років, Sr^{90} – 29,2 роки, Pu^{240} – 6570 років, Pu^{239} – 24113 років.

Встановлено, що з молоком може попадати в організм 50...70 % Sr^{90} і Cs^{137} . Вміст цих елементів в молоці і молочних продуктах нормується: стронцію-90 – не більше 20 Бк/кг, а цезію-137 – не більше 100 Бк/кг.

Встановлено, що радіоактивні ізотопи містяться, головним чином, у водній фазі молока. При сепаруванні 84...92 % радіоактивних речовин залишається у знежиреному молоці, а при виготовленні із нього казеїну – переходить у сироватку. Якщо радіоактивність молока обумовлена такими ізотопами як стронцій-90 і цезій-137 з періодом напіврозпаду понад 30 років, переробляти таке молоко на сухе або згущене не можна. Необхідно попередньо очистити його від радіонуклідів за допомогою іонообмінних смол, які поглинають до 97 % стронцію, або електроплазмолізу.

Нітрати, нітрити і нітрозаміни. Нітрати широко розповсюджені у довкіллі, головним чином, у ґрунті та воді. Вони є нормальними метаболітами будь-якого живого організму. Висока концентрація нітратів у ґрунті не токсична для рослин, навпаки, вона сприяє посиленому росту надземної частини рослин, більш активному протіканню процесу фотосинтезу, кращому формуванню репродуктивних органів і нарешті – більш високому врожаю. Нітрати є природним компонентом харчових продуктів

рослинного походження. Нітрити містяться у рослинах у невеликій кількості, оскільки вони представляють собою проміжну форму відновлення нітратів у аміак, який далі засвоюється рослинами з утворенням різних амінокислот і амідів. Підвищення концентрації нітратів і нітритів у ґрунті, водоймищах і рослинах пов'язане в основному з неконтрольованим використанням азотистих добрив, спалюванням палива, побутових і тваринних відходів, що сприяє підвищенню їх вмісту в тканинах тварин і обумовлює можливість надходження їх у молоко і молочні продукти. Нітрати кормів і нітрити, які утворюються у рубці, руйнуються в організмі тварини. При високому їх вмісті у кормах може спостерігатись більш активний їх перехід у молоко. Це негативно впливає на стан здоров'я тварин і якість молока, а саме знижується вміст вітамінів А, В₁, В₁₂, титрована кислотність, здатність до молочнокислого бродіння і сичужного зсідання. У сироробстві нітрати використовують для пригнічення росту маслянокислих бактерій і бактерій групи кишкової палички. Нітрати і нітрити не мають вираженої токсичності, але при високій концентрації можуть викликати порушення обмінних процесів в організмі людини. Нітрати відновлюються до нітритів, що взаємодіють з гемоглобіном крові з утворенням метгемоглобіну, який не здатний зв'язувати і переносити кисень, що призводить до порушення тканинного дихання. Крім того, нітрити беруть участь в утворенні нітрозамінів, які є канцерогенами. До попередників нітрозамінів відносять вторинні і третинні аліфатичні аміни (діметил-, діетил-, триметиламін та ін.), які містяться у багатьох харчових продуктах (сир, м'ясо, риба тощо). В сирах також можуть утворюватись азотисті гетероциклічні сполуки (піролідін і піперидин), які можуть дати відповідні нітрозаміни. У молоці, яке заготовляють переробні підприємства, вміст нітратів не повинен перевищувати 10 мг/кг.

Рослинні отрути попадають в молоко при вживанні тваринами отруйних рослин (блекота чорна, рицина звичайна, повіліка, родина молочайних, дурман звичайний, хвощ польовий, талабан польовий та ін.) або надлишку бавовняного жмиху (токсична речовина – госсипол), пророслої картоплі (токсична речовина – соланін) та ін. Основними токсичними речовинами рослин і деяких кормів є алкалоїди (колхіцин та ін.), глікозиди (соланін), пігменти (госсипол). При отруєнні дійних корів

отруйними рослинами зменшуються надої або повністю припиняється секреція молока. Деякі рослини з високим вмістом ефірних олій (полин гіркий, свиріпа та ін.) викликають вади смаку і запаху.

Поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ). На цей час ПАВ нараховують понад 200 представників, які є сильними канцерогенами. Найбільш вивченим із них є 3,4-бен(а)пирен. Основним механізмом канцерогенної дії ПАВ є утворення сполук з ДНК. ПАВ широко розповсюджені у навколишньому середовищі. Канцерогенні ПАВ утворюються шляхом абіогенних процесів. Щороку у біосферу надходить тисячі тон бенз(а)пірену природного походження, більше – за рахунок техногенних джерел. Утворюються ПАВ в процесі згорання нафтопродуктів, вугілля, дерева, сміття, тютюну. Представники цієї групи сполук виявлені у випускних газах двигунів, тютюновому і коптильному димі. ПАВ надзвичайно стійкі у будь-якому середовищі і при систематичному їх утворенні існує небезпека накопичення у ґрунті і водоймищах, із яких попадає в організм сільськогосподарських тварин. Залишковий вміст бенз(а)пірену у тканинах тварин незначний, тому молоко безпечне для людини. Але бенз(а)пірен може визначатись у копченому сирі при порушенні правил копчення і у сухому молоці – при відсутності контролю його вмісту у атмосферному повітрі, яке використовують як теплоносій.

Діоксини і діоксиноподібні сполуки. До діоксинів – поліхлорованих дібензодіоксинів (ПХДД) відноситься велика група ароматичних трициклічних сполук, які містять від 1 до 8 атомів хлору. Одним із найбільш токсичних (еталон онкотоксичності) і вивчених діоксинів є 2,3,7,8-тетрахлордибензо-пара-діоксин (ТХДД). Він характеризується високою стабільністю, не піддається гідролізу і окисненню, дії високої температури, кислот і лугів. Завдяки ліофільності може накопичуватись у жирових тканинах організму. Джерелом діоксинів і діоксиноподібних сполук можуть бути відходи підприємств металургійної, деревообробної, целюлозно-паперової і нафтохімічної промисловості. Вони є побічними продуктами виробництва пластмас, пестицидів, паперу, дефоліантів. Діоксини утворюються при знищенні відходів у сміттєспалювальних печах, на теплових електростанціях, у випускних газах автомобілів, при горінні синтетичних покриттів і масла. Забруднення діоксинами

грунту може відбуватись при використанні деяких пестицидів. Таким чином проблема діоксинів носить глобальний характер.

Діоксини – високотоксичні сполуки, які мають мутагенні, канцерогенні і тератогенні властивості. Вони представляють реальну загрозу забруднення харчових продуктів, в основному тваринного походження. У молоці корів вміст діоксинів в 40...200 разів вищий, ніж в тканинах тварин. Гранично допустимих концентрацій для діоксину не існує, тому що він токсичний у будь-якій концентрації. Для людини мінімальна токсична доза складає 0,5...1,0 мкг/кг

Плісені і деякі види бактерій при розвитку в харчових продуктах і кормах можуть виробляти токсичні речовини. Деякі із метаболітів плісенів мають канцерогенну дію, а бактеріальні представляють навіть смертельну загрозу для людини.

Мікотоксини – це грибкові метаболіти, які мають токсичну дію на людей і тварин. Їх виробляють плісені родів *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* та ін. при розвитку їх на харчових продуктах і кормах. При зараженні кормів пліснями в них утворюються і накопичуються афлатоксини, стеригматоцистин, патулін та інші токсичні речовини. Годування тварин пліснявими кормами може призвести до їх отруєння і виділення частини мікотоксинів у молоко. Більшість мікотоксинів термостійкі, канцерогенні, мають кумулятивні властивості.

Афлатоксини – це група сполук, близьких за будовою, які виділяють плісені *Asp. flavus* і *Asp. parasiticus*. На цей час ідентифіковано кілька афлатоксинів – В₁, В₂, G₁, G₂, М₁, М₂ та ін. Вони викликають цироз і рак печінки. Найбільшу токсичність має В₁, який в організмі ссавців переходить у метаболіт М₁. У молоці, яке заготовляють підприємства молочної промисловості для перероблення, вміст мікотоксинів обмежують: афлатоксин В₁ – не більше ніж 0,001 мг/кг, афлатоксин М₁ – не більше ніж 0,0005 мг/кг.

Охратоксини характеризуються високою токсичністю. Виробляють їх плісені родів *Aspergillus* і *Penicillium*. Уражають комбікорми і кормове зерно.

Стеригматоцистин – продукт метаболізму плісенів роду *Aspergillus*. Стеригматоцистин не такий токсичний як афлатоксин, він є проміжним продуктом біосинтезу афлатоксину. Проте, стеригматоцистин має мутагенну та тератогенну активність. Визначають у ґрунті, запліснявілих кормах, сирі.

Патулін продукують плісені роду *Penicillium*, які уражають фрукти і овочі. Він має канцерогенні, мутагенні і тератогенні властивості.

Плісені роду *Fusarium* виробляють мікотоксини зеараленон і трихотеценові, які представляють загрозу для здоров'я людей.

Бактеріальні токсини. Загрозу для здоров'я людей можуть представляти екзотоксини, які є продуктами метаболізму патогенних стафілококів, і ендотоксини, які виробляють сальмонели, шигели Зонне, *Vac. cereus* і деякі ін.

Харчові отруєння, які викликані сальмонелами, займають перше місце серед мікробних харчових отруень. Стафілококова інтоксикація є причиною від 20 до 40 % випадків захворювань, пов'язаних із вживанням харчових продуктів.

Патогенні стафілококи синтезують низку токсинів та ферментів, які мають токсичні та агресивні властивості, тобто сприяють поширенню інфекції. Виникнення харчових токсикозів обумовлює ентеротоксин, який є найстійкішим із усіх відомих екзотоксинів (активність його знижується тільки після кип'ятіння протягом 2...3 год). Найбільш патогенним є коагулазопозитивний золотистий стафілокок, який виділяє усі види токсинів. У сирому молоці патогенні стафілококи присутні постійно. Кількість їх значно зростає у молоці корів, хворих на мастит, і може складати від 10^4 до 10^7 КУО в 1 см^3 молока. Ентеротоксини, які залишились після пастеризації молока або попали при вторинному забрудненні, можуть бути причиною харчових токсикозів.

Сальмонели, шигели Зонне, *Vac. cereus* не виробляють екзотоксини, отруєння настає після попадання в організм великої кількості живих мікроорганізмів, що при руйнуванні вивільняють ендотоксин, який і обумовлює клінічну картину токсикоінфекції. Ці мікроорганізми зустрічаються у сирому молоці. При режимах пастеризації, які на цей час використовують у молочній промисловості, мікроорганізми – збудники харчових отруень – гинуть.

Миючі і дезінфікуючі засоби використовують для миття і санітарного оброблення вимені, інвентаря, тари, технологічного обладнання тощо. При порушенні Інструкції з миття і дезінфекції обладнання і системи трубопроводів або при недостатньо ретельному прополіскуванні водою доїльних установок і обладнання на фермах і інвентаря в приватних господарствах у

молоці можуть залишатись миючі і дезінфікуючі речовини. Наявність їх у молоці призводить до пригнічення розвитку заквашувальної мікрофлори при виробництві кисломолочних продуктів і сирів.

Джерелами цих мікроорганізмів можуть бути корми, вода, обслуговуючий персонал, обладнання, яке не належним чином було піддане санітарному обробленню. Важливим джерелом цих мікроорганізмів можуть бути дійні корови, хворі на мастит. Мастит може викликати кожен із вищезазначених мікроорганізмів.

3.5. Ветеринарно-санітарна експертиза та оцінка молока хворих тварин

Будь-яка хвороба корів впливає на якість молока та його властивості. Через молоко корів можуть розповсюджуватись: туберкульоз, бруцельоз, ящур, лептоспіроз, лейкоз, сальмонельоз, стафілококові інфекції, аденовірусні і ентеровірусні інфекції, Ку-лихоманка, сибірська виразка, ботулізм, пастерельоз, псевдомоноз, токсоплазмоз, мастит та ін. (табл. 3.6). Інфекційні захворювання передаються людині через вживання молока від хворих тварин.

Таблиця 3.6. – Перелік хвороб, які можуть передаватися через молоко

Назва хвороби	Основні джерела інфекції		
	людина	молочні тварини	зовнішнє середовище
1. Вірусні хвороби			
Інфекції, що викликаються аденовірусами	+	–	–
Інфекції, що викликаються ентеровірусами (включаючи збудники поліомієліта і віруса групи Коксаки)	+	–	–
Ящур	–	+	–
Інфекційний гепатит	+	–	–
Кліщовий енцефаліт	–	+	–
2. Рікетсіози			
Ку-лихоманка	–	+	–
3. Бактеріальні хвороби			
Сибірська виразка	–	+	–
Ботулізм (токсикоз)	–	–	+
Бруцельоз	–	+	–
Холера	+	–	–

Назва хвороби	Основні джерела інфекції		
	людина	молочні тварини	зовнішнє середовище
Колі-інфекція	+	+	–
Інфекції, що викликані <i>Cl. perfringens</i>	–	–	+
Дифтерія	+	–	–
Ентерит неспецифічний, що викликається наявністю великої кількості знищених бактерій групи кишкової палички, протей, псевдомонад та ін.	–	–	+
Лептоспіроз	–	+	–
Лістеріоз	–	+	–
Псевдомоноз	+	+	–
Содоку (хвороба укусу щурів)	–	–	+
Сальмонельоз	+	+	–
Бактеріальна дизентерія	+	–	–
Стафілококовий гастроентерит	+	+	–
Стрептококові інфекції	+	+	–
Туберкульоз	+	+	–
Черевний тип	+	–	–
4. Протозойні хвороби			
Амебіоз	+	–	–
Балантидіоз	+	–	+
Лямбліоз	+	–	–
Токсоплазмоз	–	+	–
5. Гельмінтози			
Ентеробіоз	+	–	–
Тенідіози	+	–	–
6. Вісцеральні мікози			
Гістоплазмоз	–	+	+
Кокцидіоідомікоз	–	+	+
Нокардіоз	–	+	+
Аспергільоз	–	+	+
Мукормікоз	–	+	+

Враховуючи епідемічну і епізоотичну небезпеку, молоко тварин, хворих на сибірську виразку, емфізематозний карбункул, сказ, чуму, запалення легень, Ку-лихоманку, туберкульоз і лейкоз (з клінічними ознаками), а також при ураженні вимені некробактеріозом, туберкульозом та актиномікозом,

використовувати у харчуванні, на корм тварин та інші цілі категорично забороняється.

Туберкульоз. Молоко від корів, хворих на туберкульоз, є небезпечним для людини. Захворювання характеризується утворенням у різних органах типових безсудинних вузликів (туберкул) з наявністю сирнистого розпаду. Найбільшу небезпеку представляє молоко від тварин, у яких уражене туберкульозом вим'я.

Молоко при цьому захворюванні частіше всього набуває блакитного відтінку, вміст білка в ньому збільшується, а жиру – зменшується. Туберкульозні мікобактерії – збудники туберкульозу роду *Mycobacterium* – більш термостійкі, ніж бактерії. Збудником туберкульозу у корів є *Mycobacterium bovis*. Вони гинуть при температурі 85 °С протягом 30 хв, у кисломолочному сирі та маслі вони не гинуть протягом 3-х тижнів зберігання, а у твердих сирах – близько 8 місяців. Температура та тривалість прийнятих у виробництві молочних продуктів режимів пастеризації не завжди забезпечують знищення цих мікроорганізмів.

З метою попередження потрапляння молока від хворих на туберкульоз корів до загального надою, необхідно проводити постійний контроль за фермами, неблагополучними за цим захворюванням.

У відповідності до діючих ветеринарно-санітарних правил, молоко, отримане від корів, що реагують на туберкулін, але не мають клінічних ознак туберкульозу, знешкоджують кип'ятінням і використовують у господарстві. Допускається використовувати молоко від таких тварин для перероблення на топлене масло, при цьому маслянку знезаражують кип'ятінням і використовують у господарстві. Молоко, отримане від тварин з клінічними ознаками туберкульозу, кип'ятять 10 хв і використовують для годування тварин. Молоко, отримане від тварин, що оздоровлюються до їх становлення на контроль, знешкоджують у господарстві у пастеризаторах поточної дії при температурі 90 °С протягом 5 хв, або 85 °С протягом 30 хв, після чого молоко може бути відправленим на підприємство, де його повторно пастеризують при звичайному режимі і у подальшому випускають без обмежень.

Бруцельоз. Інфекційне захворювання тварин і людини, здебільшого з хронічним перебігом. Найчастішою ознакою хвороби у більшості тварин є аборт і затримання посліду. Молоко

інфіковане бактеріями роду *Brucella* являє велику небезпеку для здоров'я людини. Збудником бруцельозу у великої рогатої худоби є *Brucella abortus*; у кіз та овець – *Brucella melitensis*. Тривалість виживання бруцел у молочних продуктах досить значна. Так, у сирі чеддер бруцели виживають протягом 8 міс зберігання, у охолодженому молоці – 6...8 діб, у кисломолочних напоях – 1...4 доби, у вершках – 10 діб, у маслі – 2 міс.

Вивезення із господарств молока, отриманого від корів, хворих на бруцельоз, забороняється. Таке молоко підлягає знешкодженню безпосередньо у господарствах. Його пастеризують при температурі 70 °С протягом 30 хв або 85...90 °С 20 сек чи кип'ятять, після чого молоко дозволяється вивозити на підприємство або використовувати у господарстві.

У господарствах і на підприємстві ведуть спеціальні журнали, у яких враховують кількість пастеризованого молока і відмічають спосіб і режими його знешкодження.

Ящур. Інфекційна високо-контагіозна хвороба, яка характеризується слинотечею, наявністю афт та ерозій на слизовій оболонці ротової порожнини і язика, шкіри вінчика та міжратицевої щілини, носового дзеркальця, вимені; підвищенням температури тіла, кульгавістю та зниженням апетиту.

При захворюванні корів ящуром зменшуються надої. У молоці збільшується кількість лейкоцитів, жиру, а також альбуміну, глобуліну та кальцію, знижується кількість вітаміну рибофлавіну. У свіжому молоці при температурі 37 °С ящурний вірус зберігається 12 год, при 5 °С – 12 діб, у молоці, що охолоджене до 4 °С – 15 діб. У кисломолочних напоях вірус інактивується за рахунок підвищеної кислотності.

Молоко, отримане у ящурному осередку, знешкоджують кип'ятінням протягом 5 хв або пастеризують при температурі 80 °С протягом 30 хв. Дозволяється переробляти таке молоко у господарстві на топлене масло.

Якщо молоко при цьому захворюванні має неприємний смак, запах та інші вади, його знищують після обов'язкового кип'ятіння не менше 5 хв.

Лептоспіроз. Інфекційне захворювання тварин, яке характеризується гарячкою, жовтяницею, атонією кішківника, гемоглобінурією, анемією, некрозами слизових оболонок і шкіри та абортами в останній місяць вагітності, народженням

нежиттєздатного приплоду, перегулами і безплідністю. Деякі форми лептоспірозу, мають перебіг із розвитком маститу у корів, але незалежно від того, чи уражене вим'я, при цьому захворюванні бактерії роду *Leptospira* виділяються з молоком. У великої рогатої худоби захворювання найчастіше спричинюють *Leptospira haebdomadis*, *Leptospira pomona*, *Leptospira icterohaemorrhagiae*, *Leptospira grippotyphosa*, *Leptospira mitis (tarassovi)*; у дрібної рогатої худоби – *Leptospira mitis*, *Leptospira pomona*, *Leptospira haebdomadis*. Лептоспіри дуже чутливі до кислотності молока, тому під дією молочної кислоти швидко гинуть. При лептоспірозі молоко набуває інтенсивного жовтого кольору, гіркового смаку, може відмічатись домішок крові. Таке молоко знешкоджують кип'ятінням та направляють на годування тварин.

Лейкоз. Хронічне захворювання тварин пухлинної природи, яке характеризується злоякісним розмноженням клітин кровотворних органів з порушенням їх дозрівання, що спричинює дифузну інфільтрацію різних органів і тканин та утворення у них злоякісних пухлин. Збудник хвороби – онкогенний РНК-вірус лейкозу великої рогатої хвороби – *Bovine Leukemia virus (BLV)* типу С, що належить до родини *Retroviridae*. При цьому захворюванні зменшуються надой, знижується його кислотність до 9...14 °Т, зменшується густина до 1017 кг/м³, знижується вміст каротину та вітаміну А.

Молоко, отримане від корів, хворих на лейкоз, дозволяється використовувати для годівлі телят, що народились від хворих лейкозом тварин, або для годівлі поросят тільки після кип'ятіння протягом 30 хв. Молоко від корів, що підозрілі на захворювання лейкозом, але не мають ознак хвороб, дозволяється використовувати в їжу тільки після пастеризації при температурі не нижче 85 °С 10 хв або після кип'ятіння протягом 5 хв.

Лістеріоз. У корів це захворювання перебігає з нервовими ознаками, може проявлятися з ознаками маститу. Збудники лістеріозу відносяться до окремого роду *Listeria*. *Listeria ivanovii* та *Listeria seeligeri* уражають тварин. Лістерії виділяються з молоком не тільки під час захворювання, але й протягом декількох місяців після одужання. При зберіганні молока при кімнатній температурі лістерії інтенсивно в ньому розмножуються. Також вони розмножуються і при низьких температурах 4...5 °С. Молоко, отримане від хворих тварин, знезаражують кип'ятінням і

використовують у господарстві для годівлі тварин. Молоко, отримане від корів протягом двох місяців після їх клінічного одужання, пастеризують при температурі 70 °С протягом 10 хв.

Сальмонельоз. Це гостре харчове отруєння, яке починається раптово і супроводжується болями у животі, діареєю, нудотою і блювотою. Виникають ці отруєння внаслідок споживання не пастеризованого молока або молочних продуктів, контамінованих після теплового оброблення. Причиною може стати сухе молоко, контаміноване сальмонелами. Бактерії роду *Salmonella* широко розповсюджені у навколишньому середовищі. Вони викликають у людини харчові інфекції, що називаються сальмонельозами. Оскільки ці мікроорганізми походять із кишкового тракту людини і тварин, основним способом запобігання є особиста гігієна, санітарні заходи при виробництві та переробленні молока і жорстка пастеризація.

Стафілококове харчове отруєння виникає внаслідок розмноження у молоці і молочних продуктах патогенних штамів бактерії *Staphylococcus aureus*. Для того, щоб викликати харчове отруєння, не обов'язкова наявність самих мікробів в продукті, тому що отруєння спричиняє токсин. Для людини стафілококовий токсин є дуже небезпечним. Для того, щоб стафілококи виробили достатню для отруєння кількість токсину, їх кількість повинна становити декілька млн. на грам продукту. Ентеротоксини, які виробляються стафілококами не знищуються високим температурним обробленням молока при його пастеризації. Стафілококові токсикози можуть відмічатися при вживанні недоброякісних молочних продуктів (сир, кисломолочні продукти) в основному в результаті вторинного обсіменіння цих продуктів у процесі технологічного оброблення при порушенні термічного знезаражування або технологічного режиму.

Харчові отруєння стафілококами в основному спричинені стафілококами людського походження, тобто від працівників з ознаками стафілококової інфекції, які мають контакт з молоком і молочними продуктами.

Штами *Staphylococcus aureus*, які викликають мастит у ВРХ, рідко продукують ентеротоксин, небезпечний для людини. До того ж, стафілококи продукують токсин лише при температурі не нижче 27 °С. Як відомо, молоко одразу після доїння піддається охолодженню, що унеможливорює утворення токсинів стафілококів.

Мастит корів може бути клінічно вираженим та субклінічним. У корів мастит у переважній більшості випадків викликають стрептококи та стафілококи. *Streptococcus agalactiae* – специфічний збудник маститу у корів. Особливо небезпечним в плані потрапляння мікроорганізмів – збудників маститу до загального надою корів є субклінічні мастити, що мають скритий (безсимптомний) перебіг. У зв'язку з цим всі дійні корови обов'язково регулярно перевіряють на мастит.

При субклінічному маститі виділяються патогенні мікроорганізми, більшість із них – це стрептококи, які можуть бути причиною захворювання людей (ангіною, скарлатиною, отитом, пневмонією, менінгітом, харчовими токсикозами та ін.). Обов'язкова пастеризація молока на підприємствах молочної промисловості зменшує можливість подібних захворювань серед людей.

Потрібно враховувати, що домішки молока від корів, хворих на мастит, до молока, отриманого від здорових тварин, можуть знизити якість всієї партії молока. Тому для попередження захворювання необхідні систематична діагностика маститу, своєчасне проведення лікувальних та профілактичних заходів.

Молоко з уражених чвертей вимені хворих клінічно маститом тварин підлягає знищенню після кип'ятіння. Молоко з неуразжених чвертей вимені тих же тварин піддають термічному знезаражуванню (кип'ятіння або пастеризація при температурі 76 °С протягом 20 сек) і використовують для годівлі молодняка сільськогосподарських тварин. Молоко із чвертей вимені уражених субклінічним маститом після кип'ятіння використовують для годівлі тварин.

Маститне молоко впливає на фізико-хімічні та технологічні властивості сировини та якість молочних продуктів. При захворюванні корів на мастит у молочній залозі відбуваються запальні процеси, які змінюють хімічний склад молока, його фізичні та біологічні властивості.

Найбільш різко ці зміни проявляються при клінічному маститі, при якому в молоці значно зменшується загальна кількість сухих речовин, різко збільшується вміст водорозчинних фракцій білка (альбуміну, глобуліну), хлору, натрію, ферментів (каталази, редуктази, фосфатази), соматичних клітин і мікроорганізмів, підвищується концентрація водневих іонів.

При клінічних маститах змінюються також фізичні та органолептичні властивості молока: консистенція, колір, смак; зменшується густина, в'язкість, збільшується електропровідність; змінюється поверхневий натяг.

При субклінічному маститі не відмічається візуально органолептичних змін у молоці, середня кількість жиру при цьому залишається у межах норми, кількість загального білка збільшується. При субклінічному маститі відбувається перерозподіл у фракціях білків – вміст казеїну не зменшується, а кількість альбуміну і глобуліну значно збільшується. При цьому маститі в молоці збільшується кількість соматичних клітин.

Крім вищезазначених змін, молоко при субклінічному маститі змінюється у біологічному відношенні. У ньому відсутні антибактеріальні речовини-лізоцими, зменшується кількість вітамінів, стає більше ферментів патогенних мікроорганізмів та продуктів їх життєдіяльності.

Внаслідок цих змін погіршуються технологічні властивості молока. Таке молоко погано зсідається молокозсідальним ферментом, і в ньому гірше розмножується молочнокисла мікрофлора, яка використовується у молочній промисловості для виготовлення кисломолочних продуктів, сирів, кисловершкового масла, що може негативно впливати на технологічні процеси і знизити якість молочних продуктів.

Туляремія. До цієї хвороби сприйнятливі вівці, кози, велика рогата худоба та інші тварини. Людина може захворіти при споживанні молока та інших харчових продуктів, які містять збудники цієї хвороби (*Francisella tularensis*). Оскільки молоко хворих тварин часто є джерелом розповсюдження різних заразних хвороб серед людей і молодняка сільськогосподарських тварин, дуже важливо дотримуватись ветеринарно-санітарних правил при виробництві молока. Хвороботворні мікроорганізми потрапляють до молока головним чином від хворих тварин, а також від хворих людей і носіїв патогенних мікроорганізмів, різних комах, гризунів і через воду, яка не відповідає санітарно-гігієнічним вимогам. Тому необхідно проводити регулярне обстеження тварин. При виявленні у лактуючих корів захворювання на туляремію (після позитивної реакції аглютинації крові) молоко перед використанням у їжу обов'язково кип'ятять або пастеризують. Знезаражене молоко використовують тільки у господарстві.

Ку-лихоманка. Найбільш небезпечне захворювання серед рикетсіозів. Збудником Ку-лихоманки є *Rickettsi burneti*. Через молоко може заразитися і людина. Молоко хворих на Ку-лихоманку корів кип'ятять протягом 30 хв і знищують.

Емфізематозний карбункул (емкар). Гостре інфекційне захворювання, що характеризується утворенням крепітуючих набряків у м'язовій тканині різних ділянок. Збудник захворювання – *Clostridium chauvoei*, який продукує складний екзотоксин, що виявляє летальні й некротичні властивості та має гемолітичну, дезоксирибонуклеазну і гіалуронідазну активність.

До великої рогатої худоби збудник емкару потрапляє через ґрунт, пасовища, корми, воду. Заражуються тварини аліментарно або через пошкоджені шкіру, слизові оболонки. Молоко від хворих тварин знезаражують кип'ятінням протягом 30 хв і знищують. Молоко, отримане від щеплених і клінічно здорових корів, використовується без обмежень.

Інфекційний ринотрахеїт. Вірусна хвороба великої рогатої худоби в респіраторній, генітальній, кератокон'юктивній, нервово-енцефальній або шкірній формах, яка уражує тварин будь-якої породи, статі та віку. Збудник – ДНК-геномний вірус родини герпесвірусів 1-го серотипу. Джерелом збудника хвороби є хвора і перехворіла тварина або тварина з латентним перебігом інфекції. Молоко від хворих корів пастеризують при температурі 70 °С протягом 30 хв. Молоко від тварин клінічно здорових, використовують без обмежень.

Обмеження з господарств знімають після одужання тварин, завершення ветеринарно-санітарних оздоровчих заходів, але не раніше, ніж через 30 діб після останньої вакцинації.

Хвороба Ауєскі. Вірусне захворювання з характерними ознаками енцефаломієліту, ураженням верхніх дихальних шляхів і легенів. У великої рогатої худоби хвороба протікає з підвищенням температури тіла, припиненням жуйки, появою сильного свербіння у ділянці ніздрів, губ, щік і очей.

Молоко від хворих корів, підозрілих на зараження, дозволяється вживати людям лише після кип'ятіння.

Сибірська виразка. Гостре, особливо небезпечне інфекційне захворювання сільськогосподарських тварин. Збудник хвороби – *Bacillus anthracis*. Захворювання протікає у надгострій, гострій і підгострій формах.

Молоко від хворих тварин характеризується водянистістю, жовтуватим кольором з домішками крові. При цьому у молоці знижується масова частка жиру, титрована кислотність, густина і здатність до сичужного зсідання.

Молоко від корів, хворих на виразку, підлягає знищенню після знезараження шляхом додавання до нього хлорного вапна.

До зняття карантину незбиране молоко, підозріле в контамінації збудником сибірської виразки, знезаражують у господарстві кип'ятінням протягом 30 хв і використовують для вигодовування тваринам, щепленим проти хвороби.

Віспа. Контагіозна хвороба сільськогосподарських тварин, яка характеризується лихоманкою, інтоксикаціями, висипами на шкірі і слизових оболонках. Збудником захворювання є епітеліотропний вірус.

Молоко тварин, хворих і підозрілих на захворювання, використовують на корм тварин після кип'ятіння. Молоко здорових тварин неблагополучного господарства піддають кип'ятінню протягом 10 хв і використовують у харчових цілях у даному господарстві. Молочні продукти можуть вивозитись з господарства тільки після зняття карантину і обмежень.

Сказ. Особливо небезпечне вірусне захворювання сільськогосподарських тварин, що уражує нервову систему і закінчується летально. Збудник – вірус, що належить до родини рабдовирусів.

Молоко від клінічно хворих тварин, незалежно від проведених щеплень від сказу, може використовуватися в їжу людям або корм тваринам після пастеризації при температурі 80...85 °С протягом 30 хв або кип'ятіння протягом 5 хв.

Некробактеріоз. Інфекційне захворювання тварин, що характеризується гнійно-некротичним ураженням тканин і органів, ураженням тазових кінцівок, розвитком флегмони, що закінчується некрозом тканини і утворенням виразок. Збудник хвороби – бактерія некрозу (*Bacterium necrophorum*). У великої рогатої худоби перебіг хвороби спостерігається у хронічній або підгострій формі.

Молоко від тварин умовно здорових дозволяється в їжу після кип'ятіння. Молоко від хворих тварин знищують. Випуск у продаж молока, отриманого від корів, хворих на некробактеріоз вимені, заборонено.

Чума великої рогатої худоби. Гостра контагіозна хвороба тварин, яка характеризується септицемією, геморагічним діатезом, запально-некротичними ураженнями слизових оболонок травного каналу, діареєю, високою летальністю. Збудник хвороби – РНК-геномний вірус з родини *Paramyxoviridae*.

У разі виявлення чуми великої рогатої худоби, увесь пункт оголошують неблагополучним щодо чуми, і встановлюють карантин. Молоко від хворих корів, використовувати на корм тварин та на харчові цілі заборонено. Його кип'ятять 30 хв і знищують.

Карантин з господарства знімають через 21 добу після знищення останньої хворої тварини та проведення відповідних остаточних заходів.

Дизентерія або *шигеліоз*. Гострі кишкові захворювання, спричинені мікроорганізмами роду *Shigella*, що характеризуються захворюваннями кішківника та загальною інтоксикацією. За розповсюдженням, дизентерія займає одне з перших місць серед інфекційних захворювань.

Захворювання на дизентерію молочного походження виникають у разі споживання сирого молока або молочних продуктів, забруднених повторно (тобто після теплового оброблення), оскільки при пастеризації ці бактерії гинуть.

Променева хвороба. Молоко хворих у легкому або середньому ступені корів може мати підвищене бактеріальне обсіменіння. Якщо вміст радіоактивних речовин у такому молоці не перевищує гранично допустимий рівень, його пастеризують при 95 °С протягом 10 хв і випускають на загальних засадах. При важкій формі хвороби молоко змінює свої фізико-хімічні показники і має високе бактеріальне обсіменіння. Після кип'ятіння його використовують для кормління тварин або знищують.

3.6. Зоотехнічні фактори та їх вплив на якість молочної сировини

Хімічний склад, органолептичні, фізико-хімічні і технологічні властивості молока, а відповідно і молочної сировини, а також продуктивність корів змінюються під впливом зоотехнічних (період лактації, порода, вік, стан здоров'я тварин, їх індивідуальні особливості, кормовий раціон, пора року, умови утримання тварин,

доїння, добовий ритм секреції молока і т.ін.) та технологічних факторів (охолодження і зберігання, механічна дія, теплове оброблення).

Період лактації. Лактацією або лактаційним періодом називають період, протягом якого молочна залоза продукує молоко. Він починається після отелення, триває у корів в середньому 305 днів і закінчується за 50...60 днів до чергового отелення запуском.

Увесь цикл лактації поділяється на три періоди: молозивний, який триває 5...10 днів після отелення, період виділення нормального молока (285...277 днів), період виділення стародійного молока (7...15 днів до запуску). Склад молока і його властивості змінюються протягом всього лактаційного періоду. Найбільші зміни хімічного складу і властивостей спостерігаються у першу добу після отелення, далі вони змінюються повільно і після сьомої-десятої доби виходять на рівень нормального молока. В табл. 3.7 наведені дані щодо хімічного складу молока у перші 10 днів лактаційного періоду.

Таблиця 3.7. – Вміст основних компонентів і кислотності молока після отелення (за даними Г.С. Ініхова та ін.)

Години і дні лактації	Вміст у молоці, %					Кислотність, °Т
	сухих речовин	в тому числі				
		білків	жиру	лактози	мінеральних речовин	
4 год	24,6	16,4	5,1	2,1	1,0	40,3
8 год	20,1	11,4	5,4	2,3	1,0	31,7
12 год	15,5	8,3	3,4	2,9	0,9	27
24 год	13,8	5,6	3,4	3,9	0,9	26
3-тя доба	14,0	4,6	4,0	4,5	0,9	24
10-та доба	13,0	3,7	3,7	4,8	0,8	19

Молозиво, досліджене через 4 год після отелення, має порівняно з нормальним молоком вищий вміст сухих речовин удвічі, білків – у 4,5, жиру і мінеральних речовин – у 1,5 рази. Вміст лактози нижчий більше, ніж у 2 рази. Через 8, 12 і 24 год після отелення масова частка сухих речовин знижується, у т.ч. зменшується вміст усіх складових крім лактози. У наступні дні відбувається подальше зменшення вмісту білків, жиру і мінеральних речовин і збільшення лактози, а на десяту добу

показники складу стабілізуються. У молозиві вищий вміст фосфоліпідів, каротиноїдів, вітамінів, макро- і мікроелементів, ферментів, гормонів, речовин, які мають захисні властивості – лізоциму, лактоферину, лейкоцитів.

Молоко в перші дні після отелення значно відрізняється не тільки вмістом компонентів, а й їх якісним складом. Значною мірою змінюється склад білків. Сироваткові білки складають біля 75 %, казеїнова фракція – біля 25 %. Сироваткові білки представлені, головним чином, імуноглобулінами (до 70...80 % сироваткових білків), вміст яких тільки на 30-ий день досягає норми (16 % від вмісту сироваткових білків). Серед фракцій казеїну найбільші зміни відбуваються з β -казеїном. Вміст його менший, але масова частка γ -казеїну (продукту гідролізу β -казеїну плазміном) значно більша.

Молозиво характеризується мілкими жировими кульками і змінним жирнокислотним складом. Жир молозива, порівняно з жиром молока, містить більше жирних кислот моно- і поліненасичених груп C_{18} і менше низькомолекулярних $C_4...C_{10}$, має вищу температуру плавлення і отвердіння, вище йодне число.

Відповідно до хімічного складу змінюються і фізико-хімічні показники: титрована кислотність через 4 години після отелення складає $40,3\text{ }^{\circ}\text{T}$, а за даними деяких авторів – до $50\text{ }^{\circ}\text{T}$; густина – $1045...1050\text{ кг/м}^3$, в'язкість – $(20...25)\cdot 10^{-3}\text{ Па}\cdot\text{с}$. Це обумовлено високим вмістом білків, жиру і мінеральних речовин. Молозиво за органолептичними показниками представляє собою густу, тягучу рідину з солодкуватого-солонуватим смаком, специфічним запахом і кольором від інтенсивно жовтого до жовто-бурого.

Склад молока перед запуском (стародійне молоко) також відрізняється від нормального молока. Воно має підвищений вміст жиру, білків, мінеральних речовин, лейкоцитів, ферментів і знижений вміст лактози. Цей період характеризується високою проникністю кровоносних судин у молочній залозі та супроводжується активним переходом деяких ферментів (ліпаз, протеїназ) із крові у молоко і підвищеним вмістом соматичних клітин. Тому стародійне молоко найбільш здатне до самовільного ліполізу. Жирові кульки і міцели казеїну стародійного молока мілкі, білки мають підвищений вміст γ -фракції.

Кислотність стародійного молока – 14...16 °Т, а іноді – 10...12 °Т. Смак гіркувато-солонуватий через високий вміст вільних жирних кислот і хлоридів.

За технологічними властивостями молозиво і стародійне молоко також відрізняються від нормального. Вони є поганим середовищем для розвитку мікроорганізмів і дуже повільно згортаються сичужним ферментом. Високий вміст термолабільних сироваткових білків у молозиві призводить до його згортання при нагріванні. Продукти, виготовлені із молока з домішками молозива і стародійного, мають неприємний смак і швидко псуються.

Хімічний склад і властивості молока у період виділення нормального молока при повноцінному годуванні і нормальних умовах утримання змінюються незначно. Загальний вміст сухих речовин змінюється залежно від коливань білків і жиру. Їх вміст протягом перших місяців лактації дещо знижується, а потім починає підвищуватись. Цей період характеризується найвищими надоями. На 3...4-му місяцях лактації знижується продуктивність корів і підвищується вміст жиру у молоці. Перші 6...10 тижнів лактації спостерігається підвищення вмісту жирних кислот С₄...С₁₄, кислот з розгалуженим ланцюгом і зниження кислот групи С₁₈.

Розмір міцел казеїну до шостого місяця лактації збільшується, а потім зменшується. Максимальний їх розмір спостерігається на шостому місяці лактації. В цей період менший вміст γ -казеїну порівняно з останнім місяцем лактації.

Масова частка лактози і мінеральних речовин залишається на одному рівні, а кальцію і фосфору підвищується в останні місяці лактації. Відбуваються деякі зміни і у вітамінному складі. Вміст тіаміну стає постійним через 1...2 місяці після отелення, до кінця лактації – незначно підвищується. Змінюється співвідношення окремих форм тіаміну. Масова частка пантотенової кислоти у перший місяць лактації досягає максимуму, потім знижується і мінімальний рівень настає через 4...6 місяців, а в останній місяць – у 2...3 рази менший, ніж у перші. Вміст ніацину в перші 5 місяців лактації знижується, а потім збільшується. Масова частка піридоксину у молоці досягає максимуму на 3...5-му місяцях лактації. Вміст жиророзчинних вітамінів А, D, Е і водорозчинних – С, В₁₂, В₂, В₉, Н протягом лактації не змінюються.

Порода і вік корів суттєво впливають на продуктивність, склад і властивості молока. Відповідно до природно-економічних умов в Україні розповсюджені такі породи, як українська чорно-ряба молочна, українська червоно-ряба молочна, червона степова, голштинська, білоголова українська, симентальська, сіра українська, лебединська та ін. В табл. 3.8 наведені дані щодо продуктивності та хімічного складу корів різних порід за однакових умов годівлі та утримання.

Таблиця 3.8. – Продуктивність та склад молока корів різних порід (за Марковою К.В. та Альтманом А.Д.)

Порода корів	Продуктивність, кг	Масова частка, %					Вміст, мг/гг		
		сухих речовин	жиру	білка	казеїну	лактози	золи	кальцію	фосфору
Червона степова	5078	13,0	3,91	3,52	2,65	4,79	0,79	133	87
Лебединська	6143	13,0	4,00	3,45	2,50	4,74	0,83	136	91
Сіра українська	2832	13,6	4,43	3,68	2,81	4,68	0,76	130	92
Симентальська	5606	13,2	4,03	3,61	2,68	4,81	0,75	133	89
Чорно-ряба	4213	12,5	3,65	3,41	2,57	4,75	0,70	137	79

Разом з тим вплив породи на продуктивність, склад і властивості молока значно залежить від умов утримання тварин, в першу чергу від раціонів годування і стану здоров'я, а також індивідуальних особливостей. Від корів-рекордисток порід чорно-ряба, лебединська, червона степова, українська червоно-ряба молочна надають за лактацію понад 10000 кг молока з вмістом жиру 3,8...4,3 %

Корови різного віку мають неоднакову продуктивність і склад молока. До п'ятого-шостого отелення продуктивність підвищується, потім знижується, а після десяти-дванадцяти отелень подальше використання тварин економічно недоцільне.

Молочна продуктивність корів тісно пов'язана з *кормами і годівлею*. Для синтезу молока корови використовують від 30 до 60 % поживних речовин кормів. Встановлено, що на продуктивність і склад молока впливає фізіологічна і енергетична

цінність раціону. Повноцінне годування не призводить до суттєвих змін складу молока. Неповноцінна годівля, яка не відповідає нормам за енергетичною цінністю, нестача білків, вуглеводів, вітамінів, мінеральних речовин може призвести до зниження молочної продуктивності і змін складу та властивостей молока.

Білки кормів є джерелом синтезу білків молока. Збільшення в кормах білків, що легко перетравлюються, сприяє підвищенню вмісту білків у молоці і навпаки, при зменшенні протеїну в раціоні корів вміст білків у молоці знижується. Відсутність будь-якої із незамінних амінокислот у кормах може впливати на молочну продуктивність тварин. Високий вміст білків у кормах сприяє підвищенню вмісту небілкових азотистих сполук (зокрема, сечовини) у молоці.

Вуглеводи кормів є джерелом енергії для тварин і мікрофлори травного тракту. Із вуглеводів кормів синтезується лактоза. Для жуйних важливе значення мають вуглеводи, які легко перетравлюються. Нестача їх у раціоні призводить до порушення обміну вуглеводів і жирів, накопичення кетонових тіл, ацидозу, до зниження функції підшлункової залози та печінки, зменшення продуктивності корів, зниження якості молока. Цукри кормів стимулюють лактацію. Важливим джерелом цукрів у раціоні можуть бути кормові або цукрові буряки. Молочна продуктивність залежить також від співвідношення цукрів і білків у кормах. Важливе значення для синтезу жиру молока має жир кормів. Вважають, що жир молока на 40 % синтезується із жиру кормів і на 60 % – із вуглеводів. Встановлено позитивний вплив збільшення жиру в раціоні корів на вміст жиру у молоці. Підвищення кількості високожирних кормів викликає зниження у жирі молока вмісту жирних кислот $C_4...C_{14}$ і підвищення концентрації високомолекулярних і ненасичених. При годуванні корів соняшниковим жмихом підвищується у молочному жирі вміст жирних кислот групи C_{18} , особливо ненасичених. Жир набуває м'якої консистенції, має знижену температуру плавлення. Масло, яке вироблене із такого молока, має низьку якість, нестійке при зберіганні. Додавання до раціонів корів насіння ріпаку сприяє зростанню у молочному жирі вмісту олеїнової кислоти, підвищенню співвідношення ненасичених і насичених жирних кислот, поліненасичених кислот $\omega-3$ і $\omega-6$, зростає майже удвічі

вміст транс-11 C_{18:1} та втричі – цис-9, транс-11 C_{18:2} кислот, що підвищує його біологічну ефективність (Цісарик О.Й.).

Мінеральні речовини кормів позитивно впливають на продуктивність і склад молока, в першу чергу на вміст кальцію, фосфору, натрію. Необхідною умовою є оптимальне співвідношення кальцію і фосфору, калію і натрію у кормах. Якщо у раціоні корів переважають корми, бідні на солі кальцію (картопля, кислий жом, силос, жмихи і т.ін.), утворюється молоко з низьким вмістом кальцію, яке малоприсадибне для перероблення на сир (сичугово-в'яле). Нестача в раціоні солей кальцію і вітаміну Д призводить до захворювання тварин на остеомаліацію, а також до зниження у молоці вмісту кальцію і підвищенню кислотності. Отриманий із такого молока сир має ламку, крихку консистенцію.

З кормами повинні поступати в організм корови вітаміни. В першу чергу, це стосується жиророзчинних вітамінів, оскільки більша частина водорозчинних синтезується мікрофлорою рубця. Від вмісту каротину в раціоні залежить кількість каротину та вітаміну А у молоці. При годуванні корів зеленими кормами і доброякісним силосом підвищується вміст каротиноїдів і вітаміну А. Рівень вітаміну Д збільшується при збагаченні його вмісту в кормах, а при збагаченні раціону білком засвоєння коровами вітаміну Д значно краще. Вміст вітаміну Е підвищується при включенні в раціон кормів, які багаті жирами з високим вмістом ненасичених жирних кислот, а також зелених кормів. Влітку, коли корови отримують багато зелених кормів, підвищується вміст фолієвої кислоти. Вміст тіаміну, рибофлавіну, пантотенової кислоти, піридоксину, ціанкобаламіну в молоці, в основному, залежить від рівня мікробного синтезу у рубці жуйних. Корми не впливають на синтез вітаміну С, оротової кислоти і холіну. Введення до раціону концентратів вітаміну Д, мінеральних добавок і солей мікроелементів (міді, марганцю, цинку, кобальту та ін.) позитивно впливає на склад і технологічні властивості молока.

Кормовий раціон впливає також на активність ферментів. Зелені корми в раціоні підвищують загальну активність оксидаз молока в 2...3 рази. Незадовільний мінеральний склад кормів може призвести до підвищення активності мембранної ліпази і до самовільного ліполізу. Помітний вплив на активність деяких ферментів мають мікроелементи в кормах. Наприклад, при додаванні в корми марганцю, міді, кобальту помітно підвищується

вміст лужної фосфатази і лізоциму. Активність багатьох ферментів знижується при наявності в кормах залишків пестицидів і афлатоксинів.

Корми значною мірою впливають на смак молока, викликаючи такі вади як кормовий, гіркий, часниковий, коров'ячий та ін. Це найбільш розповсюджені кормові вади, особливо взимку і весною. Вони виникають при годуванні корів великими кількостями силосу, кормового буряка, капусти, зеленого жита, деяких видів сіна та ін. Неприємні присмаки, характерні для трав і бур'янів, виникають внаслідок поїдання коровами рослин з високим вмістом ефірних олій, глікозидів, алкалоїдів (полину, часнику, дикої цибулі, польового хвоща, лікарської ромашки тощо). Коров'ячий присмак обумовлений підвищеним вмістом у молоці кетонових тіл – ацетону, ацетооцтової і β -оксимасляної кислот. Кетонові тіла накопичуються у крові тварин, хворих на кетоз (ацетонемію), який виникає внаслідок годування корів великими кількостями кормів з високим вмістом білків і жиру, силосу і сенажу з масляною кислотою, а також при нестачі в раціоні вуглеводів, що легко засвоюються.

Таким чином, для забезпечення нормального існування корів, отримання високих надоїв якісного молока корми повинні бути різноманітними (грубі, соковиті, зелені та концентровані), доброякісними, забезпечувати організм корови усіма необхідними поживними речовинами. Зміна технологічних властивостей молока і якості молочних продуктів спостерігається при порушенні рекомендованих норм годівлі.

Протягом року склад молока непостійний. Це пов'язане з різними факторами – стадією лактації, режимом годування, станом здоров'я, умовами утримання корів і т.ін. В сезонних змінах вмісту білків, жиру, СЗМЗ по відношенню до середньорічного їх вмісту у молоці виявляються два періоди: період мінімального (березень – липень) і максимального вмісту (вересень – січень). Найменша масова частка жиру і білків у молоці спостерігається, як правило, навесні і на початку літа, влітку – наближається до середньорічного рівня. Значне зниження вмісту сухих речовин у молоці весною обумовлене двома причинами: з одного боку, недостатній раціон в кінці стійлового періоду; з другого – сезоном отелень (у березні і квітні – найбільший відсоток отельних корів).

Вміст лактози незначно знижується до кінця року з одночасним підвищенням кількості хлоридів.

Розміри міцел казеїну, як правило, збільшуються восени і взимку і зменшуються – навесні та влітку. Терmostійкість молока, яка залежить певною мірою і від розміру міцел, зростає весною і влітку.

Характер зміни густини молока менш виражений, ніж вміст жиру, білків і СЗМЗ. Максимальне його значення у жовтні – грудні. Виявлені сезонні зміни кальцію та фосфору. Найменший вміст кальцію спостерігається у травні – серпні, фосфору – у лютому – квітні.

Зміни жирнокислотного складу залежно від пори року визначають за йодним числом і числом Рейхерта-Мейссля. Дослідження молочного жиру України (Гуляєв-Зайцев та ін.) залежно від пори року і природно-кліматичних зон показали, що вміст ненасичених кислот (насамперед олеїнової і лінолевої) збільшується у літній період з наступним зниженням до осені у зоні Полісся та Лісостепу, мінімальний їх вміст у зимовий період, а весняний – характеризується незначним підвищенням. У Степовій зоні максимальний вміст ненасичених кислот спостерігається в осінній період, мінімальний – у зимовий. Йодне число залежно від сезону і регіону коливається у межах від 29,1 до 40,1 г $J_2/100$ г жиру. Навесні у Степовій зоні величина йодного числа збільшується і у більшості областей перевищує літні значення цього показника. У весняний період в усіх кліматичних зонах відмічено максимальне значення числа Рейхерта-Мейссля, що свідчить про найбільший вміст у цей період масляної і капронової кислот, найменший – восени. Спостерігаються найбільші коливання пальмітинової кислоти залежно від пори року (максимальний вміст – у зимовий період, мінімальний – у літній). Максимальний вміст поліненасичених кислот (лінолевої і ліноленової) – у літній період.

Тільки від здорових корів, яких годують за збалансованими раціонами і утримують в умовах, що відповідають сучасним санітарно-ветеринарним вимогам, можна отримати повноцінне молоко. *Стан здоров'я* суттєво впливає на продуктивність, хімічний склад і органолептичні, фізико-хімічні й технологічні властивості молока. Ступінь змін складу і властивостей молока знаходиться у прямій залежності від форми захворювання. Широко

розповсюдженим захворюванням корів є мастит (запалення вимені). Розрізняють латентну, субклінічну, клінічну і хронічну форми цього захворювання. При латентній і субклінічній формах маститу молоко не набуває помітних змін, при клінічній – молоко стає водянистим за рахунок зниження вмісту сухих речовин (лактози, жиру, казеїну і кальцію) і набуває синюватого кольору. Вміст хлоридів і сироваткових білків зростає, що супроводжується появою солонувато-гіркого смаку. Змінюється жирнокислотний склад тригліцеридів жиру (підвищується вміст високомолекулярних жирних кислот і знижується – низькомолекулярних), знижується температура його плавлення, жир набуває більш твердої консистенції. Зменшується розмір міцел казеїну, підвищується вміст γ -фракції. У молоці корів, хворих на мастит, зменшується вміст таких амінокислот як глютамінова, тирозин, валін, метіонін, фенілаланін, лейцин та ізолейцин. Зменшується вміст неорганічного фосфору і збільшується органічного. Часто молоко містить пластівці, консистенція слизово-сирна. При хронічній формі захворювання молоко має окиснений присмак.

Характерною ознакою запального процесу є підвищений вміст соматичних клітин, які складаються на 90 % із лейкоцитів, епітеліальних і альвеолярних клітин (понад 500 тис. в 1 см³ молока), мікроорганізмів (стафілококів, стрептококів та ін.). Значно збільшується активність ферментів: у 10...15 разів – лактатдегідрогенази, у 5...8 разів – каталази, у 6 разів – лужної фосфатази, у 2...10 разів – естераз, альдолази і кислої фосфатази. Титрована кислотність молока знижується до 12 °Т, а інколи і до 5 °Т, рН підвищується до 6,83...7,19, густина зменшується до 1024...1025 кг/м³, електропровідність підвищується, а в'язкість знижується.

Зміна хімічного складу впливає на технологічні властивості молока. Молоко з домішками маститного погано згортається сичужним ферментом і збільшується термін кислотної коагуляції. У зв'язку з підвищеним вмістом сироваткових білків і порушенням сольової рівноваги зменшується термостійкість молока. Структурно-механічні властивості згустків, отриманих із молока з домішками маститного, мають меншу щільність, підвищену в'язкість, погано виділяють сироватку. Домішки маститного молока особливо впливають на якість сирів: згусток слабкий,

дряблій, погіршується обсушування зерна, менш інтенсивно протікають мікробіологічні та ферментативні процеси при визріванні й сири отримують з вадами смаку, консистенції і рисунка. Домішки маститного молока впливають на якість масла, кисломолочного сиру і кисломолочних напоїв.

У молоці корів, хворих на туберкульоз, у початковій стадії захворювання підвищується вміст жиру, зменшується – білків, кислотність падає до 14 °Т. Далі різко зменшується вміст лактози – майже у 2 рази, жиру – до 0,7 %, збільшується вміст білків, кислотність зменшується до 7 °Т, молоко набуває мильного і солоного смаку.

При захворюванні на бруцельоз зменшується масова частка сухих речовин до 11 %. На початку захворювання збільшується вміст загального білка за рахунок імуноглобулінів. Знижується вміст незамінних амінокислот. Вакцинація від бруцельозу знижує надої, змінює склад білків і технологічні властивості молока. Кисломолочний і тверді сири, вироблені із молока з домішками бруцельозного, мають низьку якість.

У молоці корів, хворих на ящур, підвищується вміст сухих речовин внаслідок збільшення масової частки жиру і сироваткових білків. Збільшується кількість лейкоцитів (у 7 разів), кальцію, змінюється співвідношення кальцію й фосфору, вміст вітамінів Е, В₁, С. Зменшується вміст лактози (до 3,9 %), вітамінів А і В₂. При важкій формі захворювання для молока характерні неприємний смак і запах, слизова консистенція, наявність пластівців.

При захворюванні на лейкоз у молоці збільшується вміст жиру і зменшується вміст білків і лактози. Воно має високий вміст лейкоцитів і мікроорганізмів. При виробництві сирів з використанням такого молока змінюється перебіг технологічних і мікробіологічних процесів.

Характерним для інфекційних захворювань є виділення з молоком збудників захворювань, а в деяких випадках – навіть тривалий термін. Молоко в цей період може бути джерелом захворювання людей. Деякі мікроорганізми можуть довго зберігатися у молоці і вироблених із нього молочних продуктах. Так, туберкульозна паличка зберігається 9...10 діб у молоці, 11 діб – у вершках, у маслі – 3 місяці, у сирі – від 2...3 до 10 місяців, у морозиві – 6,5 років, у кисломолочному сирі – 14...21 добу; вірус ящуру – 30...45 діб у сирому молоці, у вершках

– 11 діб, у сухому молоці – 1,5 року; збудники бруцельозу – від 8 до 283 діб у молоці, в кисломолочних продуктах – до 30 діб, у вершках – до 10 діб, у кисломолочному сирі – 34 доби, у сирі – від 25 діб до року, у маслі від 10 до 142 діб.

Розповсюдженим захворюванням корів, яке пов'язане з порушенням жирового і вуглеводного обмінів, є кетоз. Він може протікати з важкими клінічними ознаками, порушенням секреції молока і різким зниженням надоїв. При цьому в молоці з'являється високий вміст кетонових тіл (ацетон, ацетооцтова кислота, β -оксималяна), підвищується кислотність. Є відомості про токсичність для людей молока з підвищеним вмістом кетонових тіл.

Токсичними для людей може бути молоко, отримане від корів, які перенесли токсикози інсектицидами, рослинними токсинами, радіоактивними ізотопами, важкими металами, консервантами та іншими сторонніми речовинами.

Умови утримання – важливий фактор, який впливає на продуктивність і склад молока. Корівники повинні відповідати певним вимогам за усіма показниками. Оптимальна температура у корівниках має бути 8...10 °С, а відносна вологість повітря – 75 %.

Позитивно впливає на інтенсивність молокоутворення та вміст жиру чищення та купання корів, вигулювання, сонячні промені тощо.

Доїння тварин. Машинне доїння порівняно з ручним має переваги як з точки зору продуктивності, так і санітарії. Кратність доїння має бути 3...4 рази на добу, за таких умов отримують більше молока. Вим'я перед доїнням обмивають теплою водою і масажують, що сприяє одержанню доброякісного молока. Інтервали між доїннями, тривалість доїння і повнота видоювання впливають на інтенсивність синтезу молока і його склад, особливо вміст жиру.

Індивідуальні особливості тварин. У межах однієї породи корів окремі тварини відрізняються продуктивністю та складом молока. Це обумовлено індивідуальними властивостями організму, які є успадкованими, функціональним станом гормональної системи, стельністю, тривалістю лактації і сухостойного періоду тощо.

Впливають *фактори довкілля*: зниження температури при рівних інших умовах викликає підвищення масової частки жиру і

зниження надоїв; підвищення вмісту вологи понад 90 % – знижує масову частку жиру; грозові явища також сприяють зниженню вмісту жиру.

3.7. Вади молочної сировини

Розрізняють чотири групи вад молока-сировини: фізико-хімічного, кормового, мікробіологічного і технічного походження.

Вади фізико-хімічного походження. *Молозиво* – молоко, отримане в перші 5...7 днів лактації, має солонуватий присмак, жовтий колір і за рахунок підвищеного вмісту білкових і мінеральних речовин, згортається при нагріванні до температури, нижче температури кипіння. Молозиво не приймають для переробки.

Стародійне молоко – молоко, отримане в останні 7...10 днів перед запуском корови, має гіркувато-солонуватий смак і погано згортається молокозсідальним ферментом. Стародійне молоко не приймають для переробки.

Сичугово-в'яле молоко отримують в результаті недостатньої кількості кальцію в молоці, погано зсідається ферментом. До такого молока при виробництві молочних продуктів додають розчинні солі кальцію.

Сальний присмак виникає в результаті окиснення жиру молока, наприклад, під дією променів сонця. Для попередження молоко зберігають у закритих ємкостях.

Вади кормового походження. *Гіркий смак* – з'являється при поїданні тваринами полину, жовтецю та інших рослин з гірким смаком. Для попередження правильно підбирають кормові раціони, покращують культурні пасовища.

Кормові присмаки – це невластиві молоку присмаки і запахи, які з'являються при кормлінні тварин великою кількістю силосу, коренеплодів, часнику, цибулі та інших рослин, які містять ефірні олії (особливо пахучі силосні корми). Для попередження вади покращують культурні пасовища, правильно підбирають кормові раціони, проводять кормління силосом тільки після доїння.

Вади мікробіологічного походження. *Гіркий смак* може з'явитися при зберіганні, викликають спорові палички із групи гнільних бактерій. Для попередження вади покращують санітарні умови отримання і первинного оброблення молока, не зберігають

молоко, охолоджене до 6 °С, не більше 48 годин, своєчасно проводять перероблення і пастеризацію молока.

Прогірклий смак виникає в результаті розщеплення жирів з утворенням масляної кислоти, альдегідів, кетонів та ін. речовин; прогірклий смак викликають мікроорганізми, які продукують фермент ліпазу. Для попередження необхідно своєчасно пастеризувати молоко, дотримуватись санітарних правил перероблення, не зберігати молоко тривалий час.

Зброджене молоко – збудниками вади можуть бути дріжджі і кишкова паличка, у пастеризованому молоці – маслянокислі бактерії. Для попередження необхідно дотримуватись чистоти при отриманні і обробленні молока; ретельно мити і дезінфікувати інвентар і обладнання.

Тягуче молоко може виникати, по-перше, при зростанні кислотності, викликається деякими молочнокислими лактококами і паличками, які продукують слиз при сквашуванні молока з утворенням тягучого згустку; по-друге, без зростання кислотності, згусток не утворюється, збудником є безспорова нерухлива молочна паличка. Для попередження необхідно своєчасно пастеризувати молоко, постійно змінювати закваску при виробництві молочнокислих продуктів.

Солоне молоко отримують від хворих маститом і стародійних корів. Для попередження вади маститне і стародійне молоко не змішують з основним, а переробляють окремо.

Передчасне згортання – якщо молоко нормальної або підвищеної кислотності згортається при кип'ятінні, то воно забруднене бактеріями, які продукують ферменти, близькі до молокозсідального (мікрококи, мамококи), або споровою паличкою *Vacillus cereus*. Таке молоко переробляють окремо від основного.

Синє, червоне, жовте молоко – обумовлене наявністю різних груп пігментоутворюючих мікроорганізмів, а також наявністю крові і барвних речовин, що переходять до молока з деяких трав.

Вади технічного походження. *Металевий присмак* з'являється при зберіганні і транспортуванні молока у погано луженій тарі. Для попередження вади використовують лужену емальовану або алюмінієву тару для транспортування і зберігання молока.

Сторонні присмаки і запахи виникають при тривалому зберіганні молока на фермі, при потраплянні до нього механічних домішок у процесі доїння, при використанні забрудненого

інвентарю. Для попередження вади дотримуються санітарно-гігієнічних правил доїння, на фермі молоко одразу фільтрують і охолоджують.

Запах нафтопродуктів і хімікатів з'являється при поглинанні молоком запаху нафтопродуктів і хімікатів при їх зберіганні у місцях отримання і перероблення молока. Для попередження вади не слід зберігати молоко в місцях його отримання і оброблення.

Питання для самоконтролю:

1. Які зоотехнічні вимоги висувають до отримання молока у господарствах?
2. Які системи утримання корів використовують на молочних комплексах?
3. Які мікрокліматичні вимоги висувають до фермерських приміщень для утримання тварин?
4. Які мікрокліматичні параметри контролюють у господарських приміщеннях?
5. Які ветеринарно-санітарні заходи проводять на фермах для отримання доброякісного молока?
6. Яким чином проводять комплектування стада?
7. З якою метою у господарствах проводять дезінфекцію, дезінсекцію і дератизацію?
8. Охарактеризуйте вимоги до незбираного молока за ДСТУ 3662:2017.
9. Які етапи включає первинне оброблення молока?
10. Які види доїння використовують у молокопереробній промисловості?
11. Наведіть переваги і недоліки різних видів доїння.
12. Яке обладнання використовують для фільтрування молока після його отримання?
13. Що таке бактерицидна фаза і які речовини молока її обумовлюють?
14. Яке технологічне обладнання використовують для охолодження молока на фермах?
15. Наведіть режими теплового оброблення у молочних комплексах (фермах).
16. Наведіть способи зберігання і транспортування молока.

17. Наведіть джерела обсіменіння молока небезпечними контаменантами і мікроорганізмами.
18. Яким чином сторонні речовини, що потрапили у молоко, впливають на його хімічний склад і технологічні властивості?
19. Якими інфекційними захворюваннями заражаються сільськогосподарські тварини?
20. Які способи знезараження молока від хворих тварин?
21. Яким чином зоотехнічні фактори впливають на якість молочної сировини?
22. Охарактеризуйте вади сирого незбираного молока.

РОЗДІЛ 4

ДОСЛІДЖЕННЯ БЕЗПЕЧНОСТІ І ЯКОСТІ МОЛОКА

4.1. Відбір середніх проб молока для досліджень

Середньою пробою називають частину продукту, відібрану з усіх ємностей або одиниць фасування, представлених для досліджень. При хімічних та бактеріологічних дослідженнях методика відбору середніх проб є різною (ДСТУ ISO 5538:2004).

Відбирати проби для мікробіологічних досліджень завжди повинна особа, яка має досвід у застосуванні методики відбирання проб для мікробіологічних досліджень. Відібрана проба повинна бути достовірною, без пошкоджень та забруднення. Слід відбирати паралельні проби, а якщо того вимагає законодавство або угода між зацікавленою стороною – і більшу кількість проб, і зберігати їх на випадок проведення арбітражу.

Проби для мікробіологічного контролювання завжди відбирають у першу чергу перед відбиранням проб для фізико-хімічних та органолептичних аналізів, чітко дотримуючись правил асептики.

Проби для мікробіологічного контролювання потрібно відбирати в стерильний посуд, використовуючи стерильне приладдя, накривати стерильними накривками. Обладнання для відбирання проб повинно бути виготовлене із нержавіючої сталі або іншого придатного матеріалу відповідної міцності, який не буде викликати змін у пробі, здатних вплинути на результати дослідження. Перед використанням обладнання має бути сухим.

Перед відбиранням проб проводять перемішування продукту. Відбирання проб виконують відбірником, черпаком, ложкою, металевою трубкою, які кожного разу перед використанням повинні бути простерилізовані фламбуванням або автоклавуванням.

З точкових проб, відібраних з кожної цистерни, фляги, відра готують об'єднану пробу, кількість якої повинна бути не менше 100 см³.

Відібрані проби забезпечують етикеткою, на якій зазначають: номер проби, номер та обсяг партії, дату й час відбирання проби, посаду та підпис особи, яка відбирала пробу.

Мікробіологічне контролювання виконують не пізніше, ніж через 4 год з моменту відбирання проби. До початку контролювання пробу зберігають у холодильнику за температури не вище 6 °С. Проби повинні бути доставлені в лабораторію не пізніше ніж через 2 год після їх відбирання.

При дослідженні молока в умовах молокоприймальних пунктів, зливних пунктів, сепараторних відділень, приймальних відділень молокопереробних підприємств середні проби молока відбирають до його обліку. При вивченні складу молока окремих тварин проби беруть безпосередньо у тваринницьких приміщеннях. Для оцінки якості молока в цілому по стаду відбір проб проводять безпосередньо у приміщеннях або у молочному відділенні. В умовах лабораторії ветеринарно-санітарної експертизи на ринках середню пробу відбирають з кожної ємності (тари, посуду) з молоком, представленої для продажу.

У випадку відхилень хімічного складу молока (масова частка жиру, густина) від нормативних показників та підозрі на фальсифікацію відбирають стійлову пробу. При цьому проби відбирають в умовах тваринницьких ферм після завершення доїння і не пізніше 2 діб після досліджень контрольних проб у присутності представника господарства. Відбір проб проводять при однакових умовах годівлі, в один час доби, від тих самих тварин, забезпечують повноту їх видоювання.

Перед відбором середніх проб для досліджень з представлених ємностей молоко необхідно ретельно перемішати для недопущення підняття молочного жиру на його поверхню. З цією метою молоко в залізничних та автомобільних цистернах перемішують за допомогою металевих помішувачів (від 15–20 сек до 3–4 хв) та колотівок (8–10 разів). Молоко у флягах перемішують колотівкою повільними круговими рухами та зануренням її зверху вниз 8–10 разів.

При відборі середніх проб від партії молока, що знаходиться в декількох ємностях (фляги, ванни, цистерни), з кожної ємності відбирають пропорційну кількість молока.

При відборі проб молока від окремих корів, стада чи групи корів середню пробу складають з пропорційних порцій всіх

добових надоїв (ранок, обід, вечір або ранок, вечір).

Якщо є потреба у дослідженні молока великої кількості корів, то складається графік відбору середніх проб від окремих груп тварин.

Проби молока звичайно відбирають за допомогою металевих або пластмасових трубок діаметром не менше 9 мм. Трубкамі краще користуватись, якщо молоко відбирають із ємностей однакової форми (молокоміри, відра, бідони). Проби молока з цистерни відбирають черпачками (до 0,5 м³) чи довгою трубкою.

Металеві трубки, черпаки, колотівки для відбору середніх проб повинні бути покриті антикорозійними сплавами.

При дослідженні густини, ступеню чистоти, вмісту білків, вуглеводів об'єм проби повинен складати 250–300 см³, при дослідженні кислотності і масової частки жиру – до 50 см³.

При відборі середніх проб молока за допомогою трубки її попередньо споліскують молоком. Після перемішування трубку повільно занурюють до дна бідона так, щоб рівень молока в ній і ємності був однаковим. Затиснувши верхній отвір трубки великим пальцем, її строго вертикально переносять у чисту пляшечку з притертою пробкою. Пляшечки із середніми пробами закривають гумовими корками. На пляшечки наклеюють етикетки, де вписують назву господарства (ферму), кличку тварини, дату відбору зразка. При масових дослідженнях пляшки зберігають у спеціальних переносних ящиках з гніздами. Пляшки періодично струшують. При відборі стійлових проб пляшечки в присутності представника господарства опечатують, охолоджують і направляють на дослідження.

4.2. Органолептичний аналіз коров'ячого молока

Під час приймання молоко обов'язково піддають органолептичному аналізу – визначають колір, запах, смак, консистенцію. На основі отриманих результатів встановлюють наявність тих чи інших вад.

Для оцінки зовнішнього вигляду, кольору та консистенції сирого молока досліджувану сировину вносять у чисту й суху чашку Петрі (близько половини її об'єму), поміщають чашку на білу поверхню та оглядають, порівнюючи колір сировини з вимогами нормативних документів на молоко-сировину.

Для об'єктивної оцінки консистенції молоко повільно переливають з прозорого безбарвного посуду в інший такий самий посуд, уважно оглядаючи потім поверхню посуду.

Для оцінки запаху, смаку та аромату сирого молока його попередньо піддають тепловому обробленню у лабораторних умовах і оцінюють за 5-баловою шкалою.

У чисту суху колбу місткістю 100 см³ з притертою пробкою наливають 55–65 см³ молока. Між пробкою та горлом колби вкладають смужку алюмінієвої фольги і поміщають колбу на водяну баню. Температуру теплового оброблення контролюють за термометром, поміщеним в окрему колбу з молоком. Через 30 сек після досягнення температури молока 72 °С пробу виймають з водяної бані та охолоджують до температури 35–39 °С.

Запах молока визначають відразу після відкриття колби. Потім 18...20 см³ молока поміщають у сухий чистий стаканчик і оцінюють смак.

Смак молока здорових корів – злегка солодкуватий. Визначення проводять наступним чином. Беруть порцію молока, стараючись змочити ним всю порожнину рота до кореня язика. Слід вдихати повітря і повільно видихати через ніс. При дослідженні молоко повинно мати кімнатну температуру. Слабкі присмаки молока краще виявляються при підвищеній температурі. Однак, слід враховувати, що при температурі вище 36 °С знижується відчуття кислого, гіркого, а нижче 15 °С – інтенсифікуються відчуття запаху, солоності та ін.

Дуже холодне молоко слід підігріти до температури 30 °С.

Балову оцінку запаху, смаку й аромату сирого молока проводять за наступними критеріями (табл. 4.1).

Таблиця 4.1. – Критерії оцінки запаху, смаку й аромату сирого молока

Запах, смак та аромат	Оцінка, бали
Чисті, приємні. Смак злегка солодкуватий	Відмінне (5)
Недостатньо виражені, пусті	Добре (4)
Слабкі: кормові, окиснені, хлівні, ліполізні, нечисті	Задовільне (3)
Виражені кормові (в т.ч. цибулі, часнику, полиню та інших трав, які надають молоку гіркий смак), хлівні, ліполізні, затхлі; окиснений, солоний смаки	Погане (2)
Прогірклі, плісєневі, гнилєсні. Гіркий смак. Запах та смак нафтопродуктів, ліків, миючих та дезінфікуючих засобів та інших хімікатів	Дуже погане (1)

Молоко, запах, смак та аромат якого отримали оцінку 5 та 4 бали, відносять до гатунків екстра, вищого, першого в залежності від інших показників якості, встановлених ДСТУ 3662:2017. Молоко, яке отримало оцінку 3, 2 або 1 бал, не приймається на перероблення.

Органолептичні показники молока під впливом різних факторів кормового та бактеріального походження можуть набувати різних вад. Суттєвий вплив на органолептичні показники молока має клінічний стан лактуючої тварини та інші фактори (табл. 4.2).

Таблиця 4.2. – Вади органолептичних показників молока та причини їх виникнення

№ з/п	Вади органолептичних показників молока	Причини
<i>Вади кольору</i>		
1	Синє та голубе	Розбавлення молока водою; зняття жиру; туберкульоз вимені; мастити; рослини з відповідним пігментом; пігментоутворюючі мікроорганізми; зберігання молока в цинковому посуді
2	Жовтянісність	Туберкульоз вимені; гнійне запалення (стрептококове); домішки молозива; корми (зубрівка та ін.); медикаменти; мікроорганізми, що виробляють жовтий пігмент
<i>Вади запаху</i>		
3	Затхлий	Дія анаеробних мікроорганізмів при зберіганні у щільно закритому посуді; молочнокислі бактерії при зберіганні молока у закритих ємностях
4	Гнильний	Гнильні бактерії
5	Аміачний	Бактерії групи кишкової палички; тривале зберігання молока у незакритому посуді на фермі
6	Лікарський	Наявність креоліну, скипидару, йодоформу, дьогтю, карболової кислоти
7	Дріжджовий, спиртовий	Зберігання забрудненого молока при низькій температурі
8	Масляної кислоти	Маслянокисле бродіння

№ з/п	Вади органолептичних показників	Причини
9	Капустяний	Деякі раси кишкової палички та флуоресціюючих мікроорганізмів, надлишок капусти у кормовому раціоні лактуючих тварин
<i>Вади смаку (присмаку)</i>		
10	Рибний	Зберігання молока поряд з рибою. Наявність у воді водоростей, годівля тварин рибним борошном
11	Гіркий	Гіркі рослини (цибуля, польова гірчиця, полин, гнилий червоний буряк, сира картопля, запліснявіла вівсяна і ячмінна солома та ін.); гнильні бактерії, дріжджі; молоко стародойних корів; домішки молозива; медикаменти; використання незалудженого посуду
12	Згірклий	Попадання сонячного світла, висока температура, незалуджений посуд, мікроорганізми, що викликають ліполіз; деякі види кишкової палички та дріжджі
13	Солоний	Молоко стародійних корів (перед запуском); домішки молозива; мастит; туберкульоз вимені
<i>Вади консистенції</i>		
14	Слизисте (тягуче)	Слизоутворюючі раси молочнокислих та гнильних мікроорганізмів; домішки молозива; деякі форми маститів; захворювання на <i>ящур</i>
15	Сирнисте	Молочнокислі мікроорганізми; бактерії групи кишкової палички; захворювання на <i>мастит</i>
16	Бродяче (пінисте)	Бактерії з групи кишкової палички; дріжджі; маслянокислі мікроорганізми
17	Водянисте	Розведення молока водою, неправильна дефростація замороженого молока, запалення вимені, туберкульоз, надлишок у раціоні буряку, водянистих кормів

При виявленні у молоці різкого кормового присмаку, гіркоти, невластивих для нормального молока запахів, невластивого кольору та тягучої консистенції до використання на харчові цілі таку сировину не допускають.

4.3. Технологічна експертиза молока

4.3.1 Методи досліджень хімічного складу молока

4.3.1.1. Визначення масової частки сухих речовин у молоці

Арбітражний метод. Метод заснований на висушуванні наважки продукту, який досліджується, до постійної маси.

Скляну бюксу з добре промитим і просушеним піском масою 20...30 г і скляною паличкою, що не виступає за край бюкси, поміщають у сушильну шафу та витримують при 102 ± 2 °С протягом 30...40 хв. Після цього бюксу виймають з сушильної шафи, закривають кришкою, охолоджують в ексікаторі 40 хв і зважують з точністю до 0,001 г. У цю ж бюксу піпеткою вносять молоко об'ємом 10 см³, закривають кришкою і негайно зважують.

Молоко з піском добре перемішують скляною паличкою до одержання маси, що розсипається. Потім відкриту бюксу з кришечкою поміщають в сушильну шафу і витримують при температурі 102 ± 2 °С. Через 2 год бюксу виймають з сушильної шафи, закривають кришкою, охолоджують у ексікаторі 40 хв і зважують.

Наступні зважування роблять після висушування протягом 1 години доти, доки різниця між двома послідовними зважуваннями буде дорівнювати або менша за 0,004 г. Якщо при одному із зважувань після висушування буде встановлене збільшення маси, для розрахунків приймають результат попереднього зважування.

Масову частку сухих речовин (*CP*), у %, розраховують за формулою:

$$CP = \frac{(M_3 - M_1) \cdot 100}{M_2 - M_1},$$

де M_1 – маса бюкси з піском і скляною паличкою, г;

M_2 – маса бюкси з піском, скляною паличкою і наважкою продукту, г;

M_3 – маса бюкси з піском, скляною паличкою і продуктом після висушування, г.

Розбіжність між паралельними визначеннями повинна бути не більше 0,1 %. За остаточний результат приймають середнє арифметичне двох паралельних визначень.

Масову частку вологи в продуктах (*W*), %, визначають за формулою:

$$W = 100 - CP,$$

де CP – масова частка сухих речовин, %.

Прискорений метод визначення вмісту сухих речовин у молоці. У металеву бюксу на дно вкладають два кружки марлі, висушують із відкритою кришкою при $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 20...30 хв і, закривши кришкою, охолоджують у ексикаторі протягом 20...30 хв, потім зважують. У підготовлену бюксу піпеткою вносять 3 см^3 продукту, рівномірно розподіляючи його по всій поверхні марлі і, закривши кришкою, зважують. Потім відкриту бюксу і кришку поміщають у сушильну шафу при $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ на 60 хв, після чого бюксу закривають, охолоджують і зважують. Висушування і зважування повторюють до отримання різниці в масі між двома послідовними зважуваннями не більше 0,001 г. Сухий залишок на поверхні марлевого кружечка повинен мати світло-жовтий колір. Різниця між паралельними визначеннями повинна бути не більше 0,2 %. За остаточний результат приймають середнє арифметичне двох паралельних визначень. Масову частку сухих речовин розраховують як і в арбітражному методі.

Визначення сухого знежиреного молочного залишку рефрактометричним методом на аналізаторі АМ-2. На показник заломлення молока впливає вода і розчинені в ній речовини: білки, лактоза, солі та ін. Жир, що знаходиться у вигляді емульсії, на показник заломлення молока не впливає. Показники заломлення молока і дистильованої води відрізняються між собою на величину, пропорційну вмісту сухих знежирених речовин у молоці.

На площину камери з вимірювальною призмою, попередньо промиту і висушену, наносять кілька крапель дистильованої води і знімають показання S_B за шкалою сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ). Протирають насухо камеру і наносять на площину вимірювальної призми кілька крапель молока, що досліджується, закривають камеру і через 0,5...1,0 хв знімають показання молока S_M за шкалою СЗМЗ. Визначення показань приладу за дистильованою водою та молока необхідно проводити послідовно одне за одним без перерви у часі, щоб витримати один і той же температурний режим. Відсотковий вміст сухого знежиреного залишку в молоці визначають за різницею S_M і S_B .

Визначення сухого знежиреного молочного залишку на аналізаторі «Лактан 1-4». Аналізатор якості молока «Лактан 1-4» призначений для визначення відсоткового вмісту жиру, білка, сухого знежиреного молочного залишку, доданої води, густини і

температури проби свіжого, консервованого, пастеризованого, нормалізованого, відновленого, знежиреного молока і молока тривалого зберігання.

Для визначення готують зразок молока об'ємом 25 см³, кислотністю не більше 25 °Т і температурою 5...35 °С. Проба не повинна бути гомогенізованою.

Порядок роботи на приладі наступний. Підключити аналізатор до напруги мережі 220 В. Вимикач «Мережа» встановити в положення «Вкл». Аналізатор включити режим прогріву і на дисплеї з'явиться напис: «Прогрів 4990012». На прогрів аналізатора піде 5 хв і після прогріву на дисплеї з'явиться напис: «Лактан 1-4 Б 4990012». Натиснути кнопку «Пуск», на дисплеї з'явиться напис: «Готовий до роботи. Коров'яче молоко».

Встановити в паз стаканчик з пробєю для аналізу і натиснути кнопку «Пуск». На дисплеї з'явиться повідомлення: «Вимірювання». Через декілька секунд після закачування проби на індикаторі з'явиться температура проби. Після цього аналізатор перейде в режим вимірювання інших параметрів. На дисплеї з'явиться рядок прямокутників, які показують загальний час вимірювання. Вимірювання закінчиться, коли всі прямокутники зміняться на рисочки.

По закінченні вимірювання молоко зливають з вимірювального тракту, і на дисплей виводяться результати масової частки в молоці жиру, СЗМЗ, білка, а також густина і кількість доданої води.

Якщо послідовно вимірюють проби, в яких вміст компонентів дуже відрізняється (більше ніж на 0,5 %), то щоб уникнути помилок вимірювання, обумовлених залишками молока попередньої проби, їх необхідно видалити. Для цього в паз встановлюють порожній стаканчик і натискають кнопку «Пуск». По закінченні роботи двигуна насоса знову натиснути кнопку «Пуск». Крапельки молока попередньої проби зливають в стаканчик.

Якщо перерва між вимірюваннями перевищує годину, то необхідно провести автоматичне промивання аналізатора. Для цього необхідно в стаканчик налити чисту воду, підігріту до 60...70 °С. Встановити на аналізатор стакан із водою і натиснути кнопку «Мийка». Аналізатор почне перекачування і на дисплеї з'явиться напис «Промивання». По закінченні промивання

аналізатор зливає рідину з вимірювального тракту і на дисплеї з'являється повідомлення: «Готовий до роботи. Коров'яче молоко». Промивання продовжують доти, поки вода після промивання не стане прозорою. Для цього воду в стаканчику міняють, стаканчик ставлять в паз аналізатора і натискають кнопку «Мийка». Аналізатор почне перекачування води. Після промивання аналізатор дає некоректні дані, тому необхідно провести пробне визначення.

4.3.1.2 Визначення масової частки жиру у молоці

Кислотний метод Гербера. Стандартним методом визначення вмісту жиру в молоці є кислотний (ГОСТ 5867-90). Оскільки використовується сірчана кислота, то цей метод часто називається сірчаноокислим.

Сутність методу полягає у виділенні молочного жиру у чистому вигляді звільненням жирових кульок від білкових оболонок. У якості розчинника білків використовують міцну сірчану кислоту. У результаті реакції між концентрованою сірчаною кислотою та казеїном утворюється комплексна сполука казеїнової та сірчаної кислот, розчинна у плазмі молока. Реакція супроводжується підвищенням температури суміші до 70...75 °С. Після додавання ізоамілового спирту та його реакції з сірчаною кислотою утворюється ізоамілово-сірчаний ефір, який сприяє зниженню поверхневого натягу на межі розподілу жиру і нежирової частини та злипанню звільнених від білкових оболонок жирових кульок, що обумовлює більш повне та швидке відділення жиру. При центрифугуванні молочний жир як найбільш легкий складовий компонент суміші концентрується у градуйованій частині жироміра.

Чисті жироміри, пронумеровані простим олівцем, за порядком ставлять у штатив. Номер записують на спеціальній ділянці верхньої частини жироміра. Намагаючись не змочувати горлечко жироміра, обережно приладом для відмірювання кислоти наливають у нього 10 см³ сірчаної кислоти густиною 1,810...1,8200 г/см³, потім піпеткою місткістю 10,77 см³ відмірюють добре перемішане молоко та обережно, щоб рідини не змішувались, вводять його у жиромір. Для правильного відмірювання молока піпетку тримають у вертикальному стані, рівень молока у піпетці встановлюють за нижньою точкою меніска.

При виливанні молока кінчик піпетки прикладають до внутрішньої стінки жироміра так, щоб він не торкався шару сірчаної кислоти. Молоко з піпетки повинно стікати повільно, інакше воно може згорнутися та на кінці піпетки утворити згусток, який буде заважати повному стіканню молока. Після спорожнення піпетки, але не раніше, ніж через 3 сек, її виймають із жироміра. Видування молока з піпетки не допускається. У суміш додають 1 см^3 ізоамілового спирту густиною $0,811 \dots 0,813 \text{ кг/см}^3$, намагаючись не змочити горлечко жироміра, тому що це призводить до вискакування пробки. Після цього жиромір щільно закривають сухою пробкою. Оскільки при змішуванні молока з кислотою суміш сильно розігрівається, жиромір огортають рушником та енергійно струшують до повного розчинення білкових речовин, перегортаючи чотири-п'ять разів. При цьому необхідно слідкувати за тим, щоб сірчана кислота, яка накопичується у вузькій частині та у головці жироміра, повністю змішалась з рештою маси. Рівень рідини у жиромірі повинен бути дещо вище 6-ї поділки.

Для повного перемішування вмісту жироміри ставлять пробкою донизу на 5 хв у водяну баню температурою $65 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$. Рівень води у бані повинен бути дещо вищий рівня стовпчика жиру у жиромірі.

Жироміри, діставши з бані, одразу ж вставляють в патрони центрифуги вузькою частиною до центру, розміщуючи їх симетрично один проти одного.

При непарному числі жиромірів для рівноваги вставляють у патрони центрифуги ще один, наповнений водою. Центрифугу закривають кришкою та центрифугують протягом 5 хвилин зі швидкістю не менше 1000 об/хв.

По закінченні центрифугування жироміри виймають, рухом резинової пробки регулюють стовпчик жиру так, щоб він знаходився у трубці зі шкалою, та жиромір ставлять пробкою донизу у штатив водяної бані з температурою $65 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$. Через 5 хв жироміри виймають та за шкалою одразу ж роблять відлік. Жиромір, витягнутий з бані, лівою рукою обтирають рушником, правою – легко рухаючи пробку вгору та вниз, встановлюють нижню межу стовпчика жиру на цілій поділці шкали та від нього відраховують число поділок до нижньої точки меніска стовпчика жиру. У процесі підрахунку жиромір тримають вертикально, межа

жиру повинна знаходитися на рівні очей. При цьому потрібно слідкувати, щоб при відліку верхнього рівня нижній не змінив свого положення. Границя розподілу жиру та кислоти повинна бути різкою, а стовпчик жиру – прозорим, світло-жовтого кольору. Наявність кільця (пробки) буруватого або темно-жовтого кольору, а також присутність різноманітних домішок у жирі вказує на неправильне проведення аналізу.

Показання жироміра відповідає вмісту жиру (%) у молоці. Об'єм 10 малих поділок шкали молочного жироміра відповідає 1 % жиру у молоці. Відлік жиру проводять з точністю до однієї поділки шкали жироміра. Розбіжність між паралельними визначеннями не повинна перевищувати 0,1 % жиру. За кінцевий результат приймають середнє арифметичне двох паралельних визначень.

При аналізі з метою визначення масової частки жиру у молоці слід пам'ятати, що мутний білуватий шар жиру утворюється у результаті використання занадто розбавленої сірчаної кислоти, дуже низької температури кислоти та/або молока або їх неповного змішування. Темний жир утворюється у результаті використання занадто концентрованої кислоти, додавання більшої кількості кислоти, ніж необхідно, занадто швидкого стікання молока у сірчану кислоту, а також через великий проміжок часу між змішуванням та центрифугуванням.

В даний час для визначення жирності молока можуть бути використані різні молочні аналізатори «Клевер», «Лактан» «Lactostar» та інші.

Безцентрифужний метод (за Г. Ініховим). У жироміри для молока вносять 10 см³ лужного розчину, при цьому необхідно слідкувати за тим, щоб не замочити внутрішні стінки горла жироміра.

Для приготування лужного розчину необхідно 30 г NaOH обережно розтерти у ступці і розчинити в 300 см³ води в порцеляновій чашці при помішуванні скляною паличкою або порцеляновим шпателем. У колбі розчинити 40 г безводного вуглекислого натрію в 300 см³ води при нагріванні до температури 65...70 °С. У третій колбі розчинити 75 г хлористого натрію в 200...250 см³. Розчини змішують, переливаючи в мірну колбу або циліндр на 1 дм³, доводять до мітки водою. Суміш фільтрують через лійку з ватним фільтром і зберігають у пляшках з корковими

або гумовими пробками.

Піпеткою на 10,77 см³ відмірюють молоко і вносять у жиромір. До молока доливають 1 см³ суміші спиртів (6,5 об'ємних частин ізоамілового спирту змішують з 10,5 об'ємними частинами 96 %-вого ізоамілового спирту). Жироміри закривають пробками, ретельно змішують вміст, струшуючи до утворення піни, і поміщають у водяну баню пробками вгору.

Температура води в бані повинна бути 70...73 °С. Жироміри в бані енергійно струшують два рази через 5 та 10 хв. Жироміри перевертають пробками вниз і залишають в такому положенні у бані ще на 10...15 хв до зникнення піни. Після цього переносять жироміри в баню з температурою води 65 °С на 5 хвилин і відраховують показання жироміра. При наявності на поверхні жиру піни жироміри злегка струшують і знову ставлять у баню пробкою вниз на 10 хвилин, потім відраховують показання.

Лужний метод Дьякова. Для приготування реактиву Дьякова необхідно 150 г NaOH, 40 г сегнетової солі і 10 г NaCl розчинити в 1 дм³ води і профільтрувати.

11 см³ реактиву Дьякова відмірюють піпеткою і вносять в жиромір, доливають 0,6 см³ ізобутилового спирту і 10 см³ досліджуваного молока, не змочуючи горлечко жироміра. У жироміри вкручують гумову пробку до половини її довжини і енергійно струшують до розчинення білків молока.

Жироміри ставлять у водяну баню, нагріту до 45...50 °С, на 5...10 хв, потім виймають, кілька разів несильно струшують і центрифугують 5 хв при швидкості 800...1000 об/хв. Із центрифуги жироміри виймають за вузьку частину пробками вниз і, не струшуючи, ставлять на 4...5 хв у водяну баню, нагріту до 50 °С. У процесі підрахунку жиромір тримають вертикально, межа жиру повинна знаходитися на рівні очей. Показання жироміра відповідає вмісту жиру (%) у молоці.

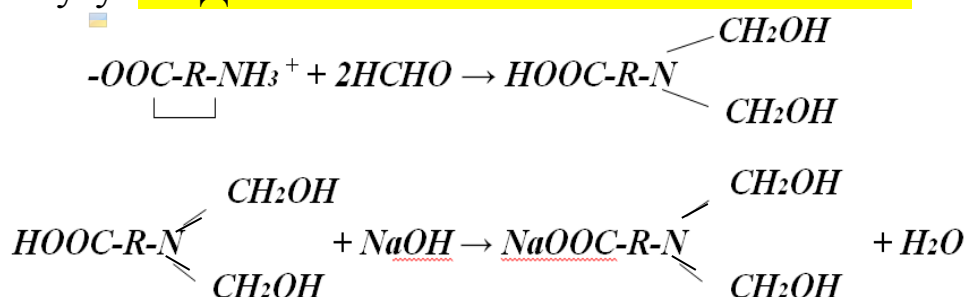
При визначенні жиру цим способом тримати жироміри в бані, нагрітій вище 50 °С, не можна, тому що сильно лужний реактив може омилити частину жиру, що веде до неправильних результатів визначення. Точність методу Дьякова однакова з кислотним методом.

4.3.1.3 Визначення масової частки білка у молоці

Метод формольного титрування. Метод застосовується тільки для сирого молока кислотністю не вище 22 °Т.

Амінокислоти у білках знаходяться у вигляді внутрішньомолекулярних солей, тому без попереднього блокування аміногруп формальдегідом карбоксильні групи амінокислот титрувати лугом неможливо.

Метод формольного титрування ґрунтується на здатності формальдегіду розривати сольові зв'язки і блокувати вільні аміногрупи, які при цьому втрачають свої лужні властивості, а вільні карбоксильні групи, які залишилися, легко відтитровуються розчином лугу. **ПОДВІЙНА ПАЛИЧКА НА РИСУНКУ!!!**



Об'єм лугу, який пішов на титрування кислих карбоксильних груп, перераховують на масову частку білків.

У колбу місткістю 250 см³ наливають піпеткою 20 см³ молока, 0,25 см³ 1%-вого розчину фенолфталеїну і титрують розчином гідроксиду натрію концентрацією 0,1 моль/дм³ до слабо-рожевого забарвлення розчину. У нейтралізований розчин доливають 4 см³ свіжоприготованого 40%-вого нейтралізованого формаліну. При цьому слабо-рожеве забарвлення зникає. Потім знову титрують розчином гідроксиду натрію до рожевого забарвлення розчину. Об'єм розчину гідроксиду натрію, витрачений на друге титрування, множать на 0,94 і отримують загальний вміст білка в молоці у відсотках.

У тому випадку, коли потрібно визначити у молоці масову частку казеїну, користуються такою методикою. Беруть в колбу 10 см³ молока, додають 10...12 крапель фенолфталеїну і титрують розчином гідроксиду натрію концентрацією 0,1 моль/дм³ до слабо-рожевого забарвлення. Потім вносять 2 см³ формаліну і титрують розчином лугу до слабо-рожевого забарвлення, яке аналогічне забарвленню проби після першого титрування. Вміст казеїну (у %) встановлюють, помножуючи кількість лугу, яка пішла на титрування проби після додавання формаліну, на коефіцієнт 0,51.

Рефрактометричний метод визначення білків на аналізаторі АМ-2. Метод заснований на вимірюванні граничного кута заломлення за шкалою «Білок» молока і сироватки.

При визначенні вмісту білка на аналізаторі АМ-2 між призмами поміщають декілька крапель досліджуваного молока і, дивлячись в окуляр, домагаються чіткої межі світлотіні, змінюючи напрямок освітлення. Обертаючи мікрогвинт, поєднують пунктирну лінію із межею світлотіні так, щоб вони стикались, не створюючи зазору. При цьому шкала обертається і за шкалою «Білок» роблять відлік показань для молока – B_M .

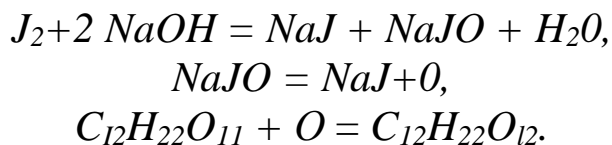
У пеніциліновий флакончик місткістю 10 см^3 піпеткою відмірюють молоко, яке досліджують, об'ємом 5 см^3 , додають піпеткою 5...6 крапель розчину хлористого кальцію масовою концентрацією [$\rho(\text{CaCl}_2) = 40 \text{ г/дм}^3$], закривають флакон гумовою пробкою і злегка струшують. Одночасно готують ще 2...3 паралельні проби в нумерованих флаконах. Флакони з пробками поміщають в спеціальну водяну баню з кришкою і кип'ятять 10 хвилин. Рівень води у водяній бані повинен досягати половини висоти флакона. Охолоджують проточною водою, не відкриваючи кришку. Після цього флакони виймають з бані, струшують так, щоб сироватка, яка виділилася, змішалася з краплями конденсату, які осіли на внутрішні стінці флакона. Відкривають пробку, відбирають сироватку скляною трубкою через ватний тампон. Знявши тампон, наносять кілька крапель сироватки на нижню призму приладу і плавно на неї опускають верхню призму. Повторюють ті ж операції, що й з молоком, і за шкалою «Білок» роблять відлік показника заломлення для сироватки – B_C . Масу білків у молоці у відсотках визначають за різницею B_M і B_C .

Визначення масової частки білка молока можна також проводити на різних молочних аналізаторах «Клевер», «Лактан» «Lactostar» та інші.

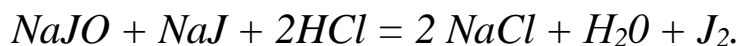
4.3.1.4 Визначення масової частки молочного цукру

Масову частку лактози у молоці визначають фізичними (рефрактометричний, спектрофотометричний, поляриметричний) і хімічними (йодометричний, метод Бертрана й ін.) методами.

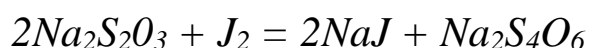
Йодометричний метод визначення лактози. Метод заснований на окисненні лактози в лужному середовищі йодом. Відбуваються такі реакції:



Після додавання соляної кислоти виділяється йод, що не прореагував



Йод, що не прореагував, титрують тіосульфатом натрію



По різниці між об'ємами тіосульфату натрію, який пішов на титрування в робочому і контрольному дослідах, визначають об'єм йоду, який вступив в реакцію окиснення лактози.

Зважують у стаканчику 10 г молока з точністю до 0,01 г, переносять у мірну колбу на 250 см³, змивають стаканчик дистильованою водою, переливаючи в ту ж колбу, доливають до половини колби дистильованою водою і перемішують.

Для осадження білків і жиру доливають сульфат міді об'ємом 10 см³ (69,26 г перекристалізованого CuSO₄ розчиняють у 1 дм³ води), розчин NaOH концентрацією 1 моль/дм³ об'ємом 4 см³, перемішуючи після додавання кожного реактиву. Доливають водою (20 °С) до позначки, знову ретельно перемішують і через 20...30 хв фільтрують через сухий фільтр у суху колбу. Перші 25 см³ фільтрату відкидають. Відбирають піпеткою 25 см³ фільтрату в конічну колбу місткістю 250...300 см³ із притертою або гумовою пробкою, додають 25 см³ розчину йоду концентрацією 0,1 моль/дм³ і поступово при безперервному помішуванні 37,5 см³ розчину гідроксиду натрію концентрацією 0,1 моль/дм³. Закривши колбу пробкою, залишають в темному місті на 20 хв, після чого додають 8 см³ розчину соляної кислоти концентрацією 0,5 моль/дм³. При цьому повинен виділитися надлишок йоду. Якщо йод не виділився, значить не було його надлишку в розчині, дослід треба повторити, зменшивши концентрацію лактози в фільтраті. Йод, що виділився, титрують розчином тіосульфату натрію концентрацією 0,1 моль/дм³. Титрування спочатку ведуть без індикатора до одержання ясно-

жовтого забарвлення, потім додають 1 см³ 1%-вого розчину крохмалю і продовжують титрування до моменту, коли від однієї краплі тіосульфату натрію зникне синє забарвлення розчину.

Паралельно ставлять контрольну пробу, в якій замість 25 см³ досліджуваної проби в колбу наливають 25 см³ води, а решта як в досліді зі зразком.

Масову частку лактози (%) визначають за формулою:

$$X = \frac{(V_1 - V_2) \cdot c \cdot M \cdot 250 \cdot 100 \cdot 0,97}{m \cdot 25 \cdot 1000},$$

де V_1 – об'єм тіосульфату натрію, який пішов на титрування йоду, який виділився в контрольній пробі, см³;

V_2 – об'єм тіосульфату натрію, який пішов на титрування йоду, який виділився в досліджуваному зразку, см³;

c – молярна еквівалентна концентрація розчину тіосульфату натрію;

M – молярна еквівалентна маса лактози, г/моль;

250 – об'єм витяжки, см³;

100 – перерахунок на 100 г продукту;

0,97 – поправка, встановлена емпірично;

m – наважка молока, г;

25 – об'єм витяжки, взятий на окислювання лактози, см³;

1000 – перерахунок дм³ в см³.

При йодометричному визначенні лактози слід дотримуватися наступних умов:

1 – луг із бюретки потрібно доливати повільно, тому що при швидкому додаванні утворюється велика кількість NaJ, а при повільному – NaJO, останній сприяє більш повному окисненню цукру;

2 – повинен бути доданий достатній об'єм соляної кислоти, щоб виділити весь незв'язаний йод, в процесі титрування сильноокислого розчину тіосульфатом натрію відбувається окиснення останнього;

3 – щоб тіосульфат не розкладався під дією кислоти, слід проводити титрування не занадто швидко. При повільному титруванні і гарному перемішуванні цього не відбувається, тому що швидкість окислювання тіосульфату йодом значно швидше швидкості його розпаду.

4 – розчин цукру з йодом необхідно витримувати при 20 ± 5 °С. При більш низьких або високих температурах отримуються неточні результати. Тому при великих відхиленнях температури приміщення від 20 °С витримку протягом 20 хв слід проводити у водяній бані з температурою 20 °С.

Рефрактометричний метод заснований на спроможності сироватки, отриманої із молока осадженням білків, заломлювати промінь світла, що проходить через неї. Кут заломлення залежить від концентрації лактози. Показник заломлення молочної сироватки встановлюють за кутом відхилення променя світла прошарком сироватки, яка знаходиться між призми рефрактометра. Рефрактометричний метод простий і достатньо точний.

Нульову точку рефрактометра перевіряють по дистильованій воді. Для цього камери призми рефрактометра приєднують до ультратермостата і пропускають воду температурою 20 °С протягом 10...15 хв. Наносять на нижню призму 1...2 краплі дистильованої води, закривають верхньою призмою і, спостерігаючи в окуляр, обертанням спеціальної ручки вгору і вниз сполучають межу між темною і світлою частинами поля зору з пунктирною лінією. Якщо межа між темним і світлим полем невиразна (райдужна), обертанням гвинта компенсатора досягають різкості (монохроматичності). При правильній установці приладу межа світлотіні повинна збігатися з нульовим розподілом шкали сухих речовин і з позначкою 1,333 шкали показників заломлення. Якщо збігу немає, то відгвинчують гайку на корпусі і, обертаючи ключем гвинт всередині корпусу, поєднують межу світлотіні з нульовим розподілом шкали сухих речовин, що відповідає показнику заломлення $n=1,333$. Точність установки приладу перевіряють 2...3 рази.

Сироватку готують осадженням білків хлоридом кальцію при нагріванні.

У пеніциліновий флакончик відмірюють 5 см³ досліджуваного молока кислотністю не більше 20 °Т і додають 5 крапель розчину хлориду кальцію концентрацією 40 г/дм³. Закривають міцно гумовою пробкою і кип'ятять на спеціальній водяній бані з кришкою 10 хвилин. Охолоджують проточною водою, не відгвинчуючи кришку, після чого флакони відкривають і вміст фільтрують через вату. Перед роботою на рефрактометрі протягом

10–15 хв через призми пропускають воду з температурою 17,5 °С, тому що таблиця для переведення показника заломлення сироватки на масову частку лактози в молоці розрахована на цю температуру. Потім 2–3 краплі фільтрату наносять на призму рефрактометра і знімають показання приладу. Показник заломлення молочної сироватки відраховують по лівій шкалі (поділки на шкалі повинні співпадати з пунктирною лінією, яка поєднана з кордоном темного і світлого полів) з точністю до 0,0001. Масову частку лактози в молоці у відсотках знаходять, користуючись табл. 4.3.

Таблиця 4.3. – Вміст молочного цукру (%), що відповідає коефіцієнту заломлення

Коефі- цієнт заломлен- ня	Моло- чний цукор, %	Коефі- цієнт заломлен- ня	Моло- чний цукор, %	Коефі- цієнт заломлен- ня	Моло- чний цукор, %	Коефі- цієнт заломлен- ня	Моло- чний цукор, %
1,3400	3,52	1,3410	3,98	1,3420	4,49	1,3430	5,00
1,3401	3,57	1,3411	4,03	1,3421	4,54	1,3431	5,05
1,3402	3,61	1,3412	4,08	1,3422	4,59	1,3432	5,10
1,3403	3,65	1,3413	4,13	1,3423	4,64	1,3433	5,15
1,3404	3,69	1,3414	4,18	1,3424	4,69	1,3434	5,20
1,3405	3,73	1,3415	4,23	1,3425	4,74	1,3435	5,25
1,3406	3,77	1,3416	4,28	1,3426	4,79	1,3436	5,30
1,3407	3,82	1,3417	4,33	1,3427	4,84	1,3437	5,35
1,3408	3,87	1,3418	4,38	1,3428	4,89	1,3438	5,40
1,3409	3,93	1,3419	4,44	1,3429	4,95	1,3439	5,45

Недостатньо точні результати можуть бути викликані наступними причинами:

– неточні показання рефрактометра. Його слід перевірити по дистильованій воді;

– для дослідження взяли молоко кислотністю більше 20 °Т. Підвищення кислотності молока призводить до завищення результатів;

– не повністю осаджені білки молока при отриманні сироватки. Слід повторити їх осадження;

– не виконано правило відліку показника заломлення молочної сироватки при температурі 17,5 °С і чіткого встановлення межі між темним і світлим полями. Слід ретельно контролювати температуру води, що пропускається через призми рефрактометра;

– завищення результатів внаслідок випаровування вологи. Показання рефрактометра необхідно знімати швидко.

Поляриметричний метод. Метод заснований на спроможності асиметричного атома вуглецю обертати площину поляризації. Поляризованим називають промінь, коливання якого знаходиться в одній площині. Кут обертання площини поляризації світла залежить від довжини хвилі світла, концентрації цукру, відрізка шляху, який проходить промінь світла (довжини кювети), а також від температури розчину. Залежність між величиною кута обертання і концентрацією розчину є основою поляриметрії – за кутом обертання визначають концентрацію лактози.

Для визначення лактози використовують сахариметри. Роботу з сахариметром починають з того, що перевіряють його поле, яке повинно мати форму кола, розділеного вертикаллю на дві рівні однаково освітлені частини. Контур поля зору повинен бути максимально чітким, не розмитим, чистим. Після цього перевіряють нуль приладу. Якщо при однаковій освітленості обох половинок поля нуль ноніуса не сполучається з нулем рухливої шкали, їх поєднують за допомогою спеціального ключа. Нульову точку перевіряють декілька разів.

Розчини для поляриметричних досліджень повинні бути прозорими. Для осадження білків та жиру застосовують оцтовокислий цинк і залізоціанистий калій. На об'єм осаду вносять поправку, яку знаходять дослідним шляхом або користуються постійною.

У стакані на 100 см³ зважують 33 г молока (нормальна наважка для визначення лактози) з точністю до 0,01 г. Молоко кількісного переносять у мірну колбу місткістю 100 см³, ополіскують стакан декілька разів водою, доводячи об'єм до половини об'єму колби. Для осадження білків і жиру в колбу доливають по 5 см³ розчинів оцтовокислого цинку і залізоціанистого калію. Вміст колби перед додаванням кожного реактиву обережно перемішують, не струшуючи, щоб уникнути утворення бульбашок повітря. Потім додають в колбу піпеткою 25 см³ розчину бромноватокислого калію концентрацією

0,1 моль/дм³, обережно перемішують. Вміст колби доводять водою до позначки і ретельно перемішують, сильно струшуючи. Через 5...10 хв фільтрують через сухий складчастий фільтр в суху колбу. Фільтрат поляризують в поляриметричній трубці довжиною 200 мм. Відлік проводять 3...5 разів і беруть середньоарифметичне. Масову частку лактози (%) обчислюють за формулою

$$L = P \cdot K,$$

де К – поправка на об'єм осаду, дорівнює 0,983;

Р – показання сахариметра.

Метод Бертрана. Метод ґрунтується на визначенні кількості осаду закису міді, який виділяється при кип'ятінні молочної сироватки з фелінговим розчином.

У мірну колбу на 500 см³ відміряють 25 см³ молока і 300 см³ дистильованої води. Для осадження білків і солей молока додають 10 см³ розчину мідного купоросу (I фелінговий розчин), 4 см³ розчину гідроксиду натрію концентрацією 1,0 моль/дм³, 5 см³ 5 %-вого розчину фтористого натрію. Суміш перемішують, доводять дистильованою водою до мітки і після перемішування залишають на 30 хв у спокої.

Рідину, яка відстоялась, фільтрують через сухий складчастий фільтр в суху колбу. 100 см³ фільтрату переносять піпеткою в конічну колбу ємкістю 250...300 см³, додають по 25 см³ фелінгових розчинів I та II і кип'ятять 6 хв. У результаті в рідині випадає червоний осад закису міді.

Дають осаду осісти, рідину зливають на фільтр (бажано з азбесту) колби Бунзена і відсмоктують водоструменевим насосом.

Осад закису міді в колбі кілька разів промивають гарячою дистильованою водою, пропускаючи рідину через той же фільтр (закис міді при цьому повинен контактувати з повітрям мінімально можливу кількість часу, оскільки він миттєво окиснюється до оксиду міді). Після цього фільтрат і промивні води видаляють і під фільтр підставляють нову чисту колбу (приймальну) для відсмоктування.

В колбу для розчинення осаду закису міді приливають близько 40...50 см³ кислого розчину сірчаноокислого заліза або 40...50 см³ кислого розчину залізоаміачних квасців. Розчин невеликими порціями фільтрують з відсмоктуванням, обережно перемішуючи його склянкою паличкою для розчинення осаду закису міді, який потрапив на фільтр. Після стікання останніх

крапель розчину залізоаміачних квасців в приймальну колбу фільтр і колбу, в якій був осад, промивають невеликими порціями гарячої дистильованої води, даючи можливість стікати промивним водам в приймальну колбу з фільтратом. Потім розчин титрують безпосередньо в приймальній колбі для відсмоктування розчином марганцевокислого калію до ясно-рожевого забарвлення.

За числом кубічних сантиметрів марганцевокислого калію, витраченого на титрування, визначають кількість міліграмів міді, відновленої зі 100 см³ фільтрату (що відповідає 5 г молока) за формулою:

$$M = A \times K,$$

де М – кількість мг міді;

А – кількість см³ розчину перманганату калію, витраченого на титрування;

К – титр перманганату калію в мг міді.

Для перерахунку знайденої кількості міді на лактозу користуються табл. 4.4.

Таблиця 4.4. – Перерахунок кількості міді (в мг) на відповідну кількість лактози (в мг)

Мідь	Лактоза	Мідь	Лактоза	Мідь	Лактоза	Мідь	Лактоза
100	71,6	115	82,7	130	93,8	145	105,1
101	72,4	116	83,5	131	94,6	146	105,8
102	73,1	117	84,2	132	95,3	147	106,6
103	73,8	118	85,0	133	96,1	148	107,8
104	74,6	119	85,7	134	96,9	149	108,1
105	75,3	120	86,4	135	97,6	150	108,8
106	76,1	121	87,2	136	98,3	151	109,6
107	76,8	122	87,9	137	99,1	152	110,4
108	77,6	123	88,8	138	99,8	153	111,1
109	78,3	124	89,4	139	100,5	154	111,9
110	79,0	125	90,1	140	101,3	155	112,6
111	79,8	126	90,9	141	102,1	156	113,4
112	80,5	127	91,6	142	102,8	157	114,1
113	81,3	128	92,4	143	103,6	158	114,9
114	82,0	129	93,1	144	104,3	159	115,6

Мідь	Лактоза	Мідь	Лактоза	Мідь	Лактоза	Мідь	Лактоза
160	116,4	185	135,4	210	154,4	235	173,1
161	117,2	186	136,2	211	155,2	236	173,9
162	117,9	187	136,9	212	155,9	237	174,7
163	118,7	188	137,7	213	156,7	238	175,4
164	119,4	189	138,5	214	157,4	239	176,2
165	120,2	190	139,2	215	158,2	240	176,9
166	120,9	191	140,0	216	158,9	241	177,7
167	121,7	192	140,8	217	159,7	242	178,5
168	122,4	193	141,5	218	160,2	243	179,3
169	123,2	194	142,3	219	160,9	244	180,1
170	123,9	195	143,1	220	161,7	245	180,9
171	124,7	196	143,8	221	162,4	246	181,6
172	125,5	197	144,6	222	163,2	247	182,4
173	126,2	198	145,4	223	163,9	248	183,2
174	127,0	199	146,2	224	164,7	249	184,0
175	127,8	200	146,9	225	165,6	250	184,8
176	128,6	201	147,7	226	166,4	251	185,6
177	129,3	202	148,8	227	167,1	252	186,3
178	130,1	203	149,2	228	167,9	253	187,1
179	130,9	204	149,9	229	168,9	254	187,8
180	131,6	205	150,7	230	169,4	255	188,7
181	132,4	206	151,4	231	170,1	256	189,4
182	133,1	207	152,2	232	170,9	257	190,2
183	133,9	208	152,9	233	171,6	258	191,0
184	134,7	209	153,7	234	172,4	259	191,8
						260	192,6

Масову частку лактози у відсотках у досліджуваному молоці визначають за формулою:

$$C = \frac{C_1 \times 100}{A},$$

де С – масова частка лактози, %;

C_1 – кількість лактози (в г), знайдена за табл. 4.4;

A – наважка продукту, яка відповідає 1/5 частині всієї взятої для аналізу наважки молока.

4.3.1.5 Визначення мінерального складу молока

Метод визначення золи заснований на спалюванні наважки молока у муфельній печі.

Відбирають наважку молока 20 г, відважену з точністю до 0,001 г, в порцелянову чашечку або тигель (прожарений і зважений), випаровують насухо на водяній бані. Потім висушують у сушильній шафі при температурі 102...105 °С і спалюють обережно на слабкому вогні. Обвуглену масу обробляють кілька разів гарячою водою, кожен раз зливаючи розчин через невеликий фільтр у колбу. Фільтр з обвугленими частинками, що на нього потрапили, промивають водою, зливаючи все в ту ж колбу.

Фільтр з осадом переносять в чашку або тигель з обвугленою масою, висушують і прожарюють на сильному вогні або в муфелі до отримання золи світло-сірого кольору без обвуглених частинок. В охолоджену чашку або тигель виливають з колбочки отриманий раніше фільтрат, споліскуючи колбу 2...3 рази невеликою кількістю води та випаровують на водяній бані, висушують в сушильній шафі і обережно прожарюють в муфелі (400...450 °С), не допускаючи сплаву золи. Після охолодження в ексикаторі зважують з точністю до 0,0005 г.

Вміст золи у відсотках розраховують за формулою:

$$Z = M_3 \cdot 100/M,$$

де M – наважка молока, г;

M_3 – маса золи, г.

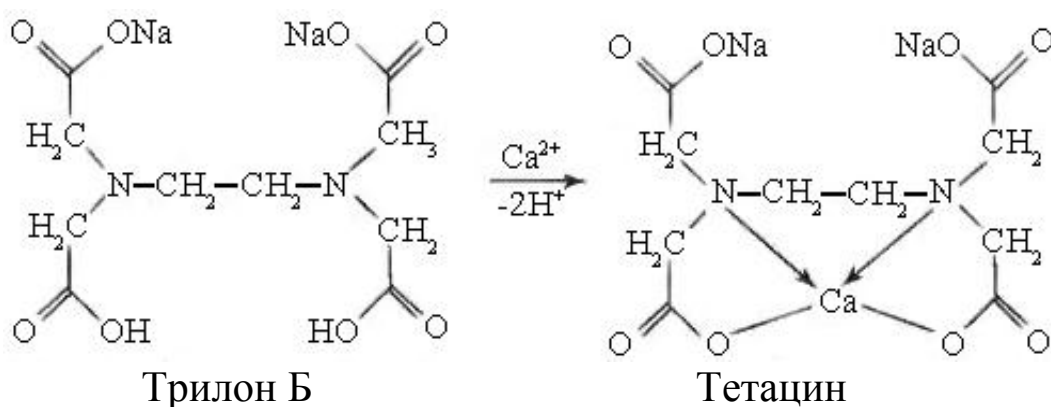
Метод визначення кальцію комплексонометричним титруванням (за Дуденковим). Комплексонометрія заснована на спроможності групи органічних сполук (комплексонів) утворювати з деякими іонами дво- і тривалентних металів недисоційовані, але розчинні незабарвлені комплекси – комплексонати. Комплексонометричне титрування проводять при наявності комплексонометричних індикаторів, які також утворюють комплекси з металами, причому фарбування вільного та комплексонов'язаного індикатора різне. Комплекси металу з індикатором більш лабільні, ніж комплексонати, тому при

титруванні комплексної солі індикатора комплексом іони металу починають зв'язуватися з останнім, і в точці еквівалентності, коли цей процес закінчується, з'являється забарвлення або виявляються інші властивості індикатора. При цьому об'єм витраченого комплексуна прямо пропорційний концентрації металів, оскільки іон комплексуна реагує з металом у точних молярних стехіометричних співвідношеннях.

При визначенні кальцію в ролі комплексуна найчастіше використовують трилон Б (натрій етилендіамінтетраацетат), а в ролі індикатора для визначення точки еквівалентності використовують мурексид (амоній пурпурат) Вільний мурексид при рН понад 11,0 має фіолетовий або бузковий колір, а в комплексі з кальцієм – червоно-жовтогарячий або малиновий.

Трилонометричний метод базується на утворенні іонами кальцію з мурексидом слабодисоційованої стійкої при рН 10...12 сполуки малинового кольору, при титруванні трилоном Б іон кальцію зв'язується в ще менш дисоційований комплекс. Тому, коли всі вільні іони кальцію зв'язані, трилон забирає кальцій із комплексів з мурексидом. Поява при цьому фіолетового або бузкового забарвлення розчину обумовлюється кольором вільного мурексиду.

Схематично реакцію з кальцієм можна представити в наступному вигляді:



Трилонометричний метод забезпечує достатню точність, а присутність іонів магнію або заліза не заважає визначенню.

Для визначення в стакан ємністю 250...300 см³ вносять 5 см³ молока, 90...95 см³ води і 5 см³ розчину гідроксиду натрію концентрацією 2 моль/дм³. Відмірюють із бюретки 3,5 см³ розчину трилону Б концентрацією 0,1 моль/дм³, перемішують скляною паличкою і залишають на 2 хв. Вносять на кінчику ножа поступово

біля 0,04 г сухої суміші індикатора мурексиду з натрій хлоридом (одну частину мурексиду обережно розтирають із 50 частинами хімічно чистого натрій хлориду). Розчин забарвлюється в бузковий колір. Вміст титрують розчином кальцій хлориду концентрацією 0,1 моль/дм³, додаючи його по краплях при безперервному помішуванні до появи стійкого рожевого забарвлення. Потім знову із бюретки додають по краплях розчин трилону Б концентрацією 0,1 моль/дм³ до появи чіткого бузкового кольору (синюватий відтінок). Через 1 хвилину у випадку зміни бузкового забарвлення додатково додають одну краплю розчину трилону Б.

Із загального об'єму розчину трилону Б, витраченого на перше і друге титрування, віднімають об'єм розчину кальцій хлориду, витраченого на зворотне титрування і отримують об'єм трилону Б, пов'язаний із кальцієм у молоці.

Масу кальцію в (мг / 100 г) розраховують за формулою:

$$X = \frac{V \cdot c \cdot K \cdot M \cdot 100}{a \cdot \rho} ,$$

де V – об'єм трилону Б, пов'язаний із кальцієм молока, см³;
 c – молярна еквівалентна концентрація трилону Б, моль/дм³;
 K – поправочний коефіцієнт розчину трилону Б концентрацією 0,1 моль/дм³;
 M – молярна еквівалентна маса кальцію, г/моль;
 100 – перерахунок на 100 г продукту;
 a – об'єм молока, взятий для аналізу, см³;
 ρ – густина молока, г/ см³.

Визначення концентрації іонів кальцію у молоці іонометричним методом. Метод заснований на вимірюванні ЕРС з використанням електродної системи, що складається з іонселективного кальцієвого електрода і хлорсрібного електрода порівняння на приладах рН–121, рН–340, рН–150М, ЕВ–74 і ін.

Перед визначенням іонізованого кальцію в молоці електродну систему градуують за двома стандартними електродами розчином кальцій хлориду з концентрацією 0,004 і 0,04 г/100 см³ із додаванням до них інертних солей до іонної сили 0,07 (KCl і NaCl повинні бути в суміші в співвідношенні 2:1).

Основний стандартний розчин CaCl₂ готують наступним чином. У термостійкий стакан місткістю 250...300 см³ поміщають

наважку 10,01 г CaCO₃, зважену з точністю 0,02 г і висушену при 105...110 °С до постійної маси, обережно вносять 200 см³ розчину соляної кислоти концентрацією 1 моль/дм³, перемішують вміст до повного розчинення (якщо необхідно, то додатково підігрівають розчин). Отриманий розчин кількісно переносять в мірну колбу, доводять його об'єм до 1,0 дм³ дистильованою водою. Даний розчин має концентрацію 0,1 моль/дм³ кальцію або 4 г/дм³. Для градуювальних розчинів стандартний розчин розбавляють, використовуючи послідовне десятикратне розведення дистильованою водою.

Для отримання градуювальних розчинів із необхідною іонною силою в дві мірні колби місткістю 100 см³ поміщають суміш, що складається з 0,135 г NaCl і 0,270 г KCl в кожену. Вміст однієї колби розчиняють в розчині CaCl₂ концентрацією 0,004 г на 100 см³ і цим же розчином доводять об'єм до мітки, а вміст другої колби розчиняють розчином CaCl₂ концентрацією 0,04 г на 100 см³ із наступним доведенням до мітки цим же розчином.

Концентрацію розчинів CaCl₂ перевіряють трилонометричним титруванням із мурексидом.

За допомогою рН-метра або іономіра вимірюють ЕРС градуювальних розчинів, що містять відповідно 40 і 4 мг/100см³ кальцію і за різницею E₄₀ – E₄ визначають крутизну електродної системи, яка повинна складати 25...30 мВ. У протилежному випадку кальційселективний електрод необхідно замінити. Температура молока повинна бути приведена до температури градуювальних розчинів із точністю ± 0,5 °С.

Після градуювання електроди ополіскують дистильованою водою, витирають фільтрувальним папером і занурюють у досліджуване молоко, яке перед визначенням знежирюють. За відповідною шкалою іономіра або за цифровим табло знімають показання ЕРС (E_{мол}) після встановлення показання протягом 2 хв.

Концентрацію іонів кальцію в молоці (мг/100 см³) визначають за формулою:

$$\lg c_{\text{мол}} = \frac{E_{\text{мол}} - E_4}{E_{40} - E_4} + 0,6,$$

де E_{мол} – ЕРС електродної системи в молоці, мВ;

E₄ – ЕРС електродної системи в розчині концентрацією

4 мг/100 см³ кальцію;

E₄₀ – ЕРС електродної системи в розчині концентрацією 40 мг/100 см³ кальцію;

0,6 – десятковий логарифм 4.

4.3.1.6 Визначення вітамінів у молоці

Визначення у молоці вмісту каротину колориметричним методом. Сутність методу полягає у виділенні каротину в чистому вигляді і порівнянні інтенсивності забарвлення його розчину із стандартним розчином каротину (чи азобензолу).

Із досліджуваного молока каротиноїди (каротин, лікопін, ксантофіл) видаляють органічним розчинником – ацетоном, бензином або петролейним ефіром і визначають екстинкцію забарвленої витяжки на фотоелектроколориметрі при довжині хвилі 450 нм. Кількість каротиноїдів розраховують за калібрувальним графіком, побудованим по одному з розчинів – азобензолу або біхромату калію.

Для побудови калібрувального графіка рідко користуються розчином чистого каротину, тому що він швидко окиснюється киснем повітря і знебарвлюється.

Для побудови калібрувального графіка, як стандартний розчин, звичайно використовують розчин 145 мг чистого азобензолу (C₆H₅-N-C₆H₅) у 1 дм³ 96 %-вого етилового спирту. Такий розчин за інтенсивністю забарвлення збігається з розчином 2,35 мг каротину в 1 дм³ або 0,00235 мг в 1 см³ бензину. Як стандартний інколи використовують розчин біхромату калію, для виготовлення якого 360 мг тричі перекристалізованого біхромату калію розчиняють у 1 дм³ води. Інтенсивність забарвлення такого розчину відповідає вмісту каротину 2,08 мг в 1 дм³. Із стандартного розчину готують серію робочих розчинів з різним вмістом азобензолу або біхромату калію.

Для приготування робочих розчинів беруть 9 пробірок, у які з бюретки відмірюють послідовно від 1 до 9 см³ стандартного розчину і доводять об'єм до 10 см³ 96 %-вим етиловим спиртом. Отримані розчини ретельно перемішують і визначають їх екстинкцію на фотоелектроколориметрі при довжині хвилі 450 нм і товщині кювети 5 см. В 1 см³ стандартного розчину міститься 0,145 мг азобензолу або 0,36 мг біхромату калію. Забарвлення таких розчинів відповідає забарвленню розчину

каротину, що вміщує 0,00235 мг чи 2,35 мкг каротину в 1 см³ при використанні азобензолу або 0,00208 мг чи 2,08 мкг в 1 см³ при використанні біхромату калію. Забарвлення 1-го робочого розчину, що містить 1 см³ стандартного розчину азобензолу, відповідає забарвленню з вмістом 0,235 мкг, а при використанні біхромату калію – 0,208 мкг каротину, 2-го робочого розчину, відповідно, 0,470 мкг та 0,416 мкг, 3-го – 0,705 мкг і 0,624 мкг, 4-го – 0,940 мкг і 0,832 мкг, 5-го – 1,645 мкг і 1,456 мкг, 8-го – 1,880 мкг і 1,664 мкг, 9-го – 2,115 мкг і 1,872 мкг каротину.

За отриманими даними будують калібрувальний графік, відкладаючи на осі абсцис концентрацію каротину, на осі ординат – відповідну їй екстинкцію розчинів.

Для визначення каротину в молоці у конічну колбу відміряють 100 см³ молока і 30 см³ розчину їдкою калію концентрацією 300 г/дм³, нагрівають на водяній бані при температурі вище за 80 °С близько 10 хв до повного розчинення білків і омилення жиру, що приводить до забарвлення вмісту колби у жовто-гарячий колір. Після охолодження у колбу доливають 10 см³ етилового спирту і вміст колби переносять в ділильну воронку, куди доливають 30 см³ бензину або петролейного ефіру, ретельно перемішують, дають відстоятися, нижній шар видаляють, а верхній переносять у суху ділильну воронку, тричі промивають водою, ретельно зливаючи воду, переносять у конічну колбу, додають 4 г безводного сірчаноокислого натрію і сушать на нагрітій водяній бані, доки екстракт не стане прозорим. Залишок випареного прозорого екстракту (2...3 см³) переносять в мірну пробірку на 10 см³, доводять розчинником до мітки і колориметрують на фотоелектроколориметрі при довжині хвилі 450 нм.

Масову частку каротину (мг/100 г) у молоці визначають за формулою:

$$X = \frac{V \cdot C}{m \cdot 1000} \cdot 100,$$

де X – масова каротиноїдів у 100 г продукту, мг;

V – загальний об'єм екстракту, см³;

C – масова концентрація каротину, визначена за калібрувальним графіком, мкг/см³;

M – маса наважки, г (для переводу в г використовують густину

молока – 1,03 г/см³);

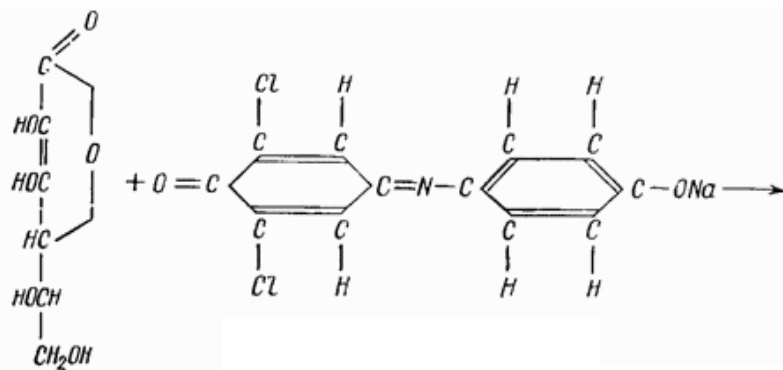
100 – перерахування на 100 г продукту;

1000 – перерахування мікрограмів каротину в міліграми.

Визначення у молоці вмісту вітаміну С. Метод визначення кількості вітаміну С заснований на окислюванні гідроформи аскорбінової кислоти в кислому середовищі 2,6-діхлорфеноліндофенолятом натрію концентрацією 0,001 моль/дм³, 1 см³ якого відповідає 0,088 мг аскорбінової кислоти.

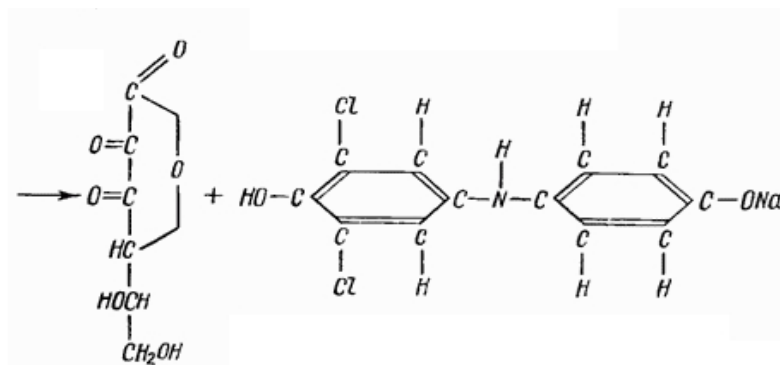
Визначення аскорбінової кислоти ведуть у кислому середовищі, тому що в цих умовах аскорбінова кислота найбільш стійка.

Реакція протікає наступним чином:



Аскорбінова кислота

2,6-діхлорфеноліндофенолят натрію (синє забарвлення)



Дегідроаскорбінова кислота 2,6-дихлорфеноліндофінол (лейкоформа)

У конічну колбу на 50 см³ вносять 10 см³ розчину соляної кислоти концентрацією 5 г/дм³, 5 см³ молока і титрують розчином 2,6-діхлорфеноліндофеноляту натрію (фарбою Тільманса) концентрацією 0,001 моль/дм³ до рожевого забарвлення, що не зникає протягом 30 секунд.

Для визначення коефіцієнта поправки на концентрацію 0,001 моль/дм³ розчину 2,6-діхлорфеноліндофеноляту натрію в

конічну колбу на 50 см³ вносять 10 см³ фарби Тільманса, 5 см³ насиченого розчину щавлевокислого амонію (натрію) і відтитровують з мікробюретки розчином солі Мора концентрацією 0,01 моль/дм³ до солом'яно-жовтого забарвлення.

Коефіцієнт поправки на концентрацію 0,001 моль/дм³ розчину 2,6-діхлорфеноліндофеноляту натрію розраховують за формулою:

$$K_{кр} = \frac{V_c \cdot C_c \cdot K_c}{V_{кр} \cdot C_{кр}},$$

де $K_{кр}$ – коефіцієнт поправки на концентрацію 0,001 моль/дм³ розчину 2,6-діхлорфеноліндофеноляту натрію;

V_c – об'єм солі Мора, витраченого на титрування 10 см³ розчину 2,6-діхлорфеноліндофеноляту натрію, см³;

C_c – концентрація розчину молі Мора, моль/дм³;

$V_{кр}$ – об'єм фарби Тільманса, що беруть для титрування, см³;

$C_{кр}$ – концентрація розчину 2,6-діхлорфеноліндофеноляту натрію, моль/дм³;

K_c – коефіцієнт поправки на концентрацію 0,01 моль/дм³ солі Мора.

Коефіцієнт поправки на концентрацію 0,01 моль/дм³ солі Мора встановлюють титруванням 10 см³ розчину з 3 краплями концентрованої сірчаної кислоти розчином $KMnO_4$ концентрацією 0,01 моль/дм³ до появи стійкого слабо-рожевого забарвлення.

Коефіцієнт поправки на концентрацію 0,01 моль/дм³ розчину солі Мора розраховують за формулою:

$$K_c = \frac{V_1 \cdot C_1 \cdot K_1}{V_c \cdot C_c},$$

де K_c – коефіцієнт поправки на концентрацію 0,01 моль/дм³ солі Мора;

V_1 – об'єм $KMnO_4$, витраченого на титрування 10 см³ розчину солі Мора, см³;

C_1 – концентрація розчину $KMnO_4$, моль/дм³;

V_c – об'єм розчину молі Мора, що беруть для титрування, см³;

C_c – концентрація розчину молі Мора, моль/дм³;

K_1 – коефіцієнт поправки на концентрацію 0,01 моль/дм³ розчину $KMnO_4$.

Для визначення коефіцієнта поправки на концентрацію

0,01 моль/дм³ розчину КМnО₄ у конічну колбу для титрування додають 25 см³ розчину щавлевої кислоти концентрацією 0,01 моль/дм³, 15 см³ концентрованої сірчаної кислоти, нагрівають до 70...80 °С і титрують розчином КМnО₄ концентрацією 0,01 моль/дм³ до слабо-рожевого забарвлення.

Коефіцієнта поправки на концентрацію 0,01 моль/дм³ розчину КМnО₄ розраховують за формулою:

$$K_1 = \frac{V_{щ}}{V_1},$$

де K_1 – коефіцієнт поправки на концентрацію 0,01 моль/дм³ розчину КМnО₄;

V_1 – об'єм КМnО₄, витраченого на титрування, см³;

$V_{щ}$ – об'єм щавлевої кислоти, що беруть для титрування, см³.

Масову частку аскорбінової кислоти (мг/100 г) у молоці визначають за формулою:

$$X = \frac{V_{кр} \cdot C_{кр} \cdot K_{кр} \cdot M_c}{m \cdot \rho \cdot V_1} \cdot 100,$$

де $V_{кр}$ – об'єм розчину 2,6-діхлорфеноліндофеноляту натрію (фарби Тільманса), витраченого на титрування, см³;

$C_{кр}$ – концентрація розчину 2,6-діхлорфеноліндофеноляту натрію (фарби Тільманса), моль/дм³;

$K_{кр}$ – коефіцієнт поправки на концентрацію 0,001 моль/дм³ розчину 2,6-діхлорфеноліндофеноляту натрію (фарби Тільманса);

M_c – еквівалентна молекулярна маса аскорбінової кислоти, г/моль;

m – наважка досліджуваного молока, г;

ρ – густина молока, г/см³;

V_1 – об'єм, взятий на титрування, см³.

4.3.1.7 Методи контролю теплового оброблення молока: визначення наявності фосфатази і пероксидази

Метод визначення пероксидази. Пробу на пероксидазу застосовують для перевірки ефективності пастеризації молока при температурі вище 80 °С. При температурі 85 °С і вище пероксидаза повністю інактивується.

Джерелом пероксидази у молоці є лейкоцити крові корови і корми, що поїдають тварини. Молочнокислі бактерії не виділяють пероксидазу, отже вони не можуть бути джерелом пероксидази у молоці.

Метод заснований на розкладанні пероксиду водню ферментом пероксидазою, що міститься у молоці. Активний кисень, який звільнився при розкладанні пероксиду водню, окиснює йодистий калій, звільняє йод, який з крохмалем утворює сполуку синього кольору.

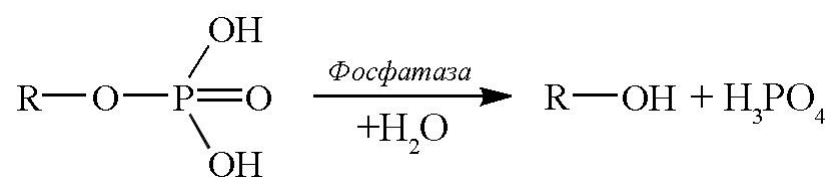
Для підготування йодистокалієвого крохмалю необхідно 3 г крохмалю змішати з 5...10 см³ дистильованої води до одержання однорідної маси. Окремо в колбі доводять до кипіння 100 см³ дистильованої води і при постійному перемішуванні доливають воду до розведеного крохмалю. Одержаний розчин доводять до кипіння. Після охолодження розчину крохмалю додають 3 г йодистого калію, добре перемішують, щоб кристали розчинилися. Розчин повинен зберігатися у темному прохолодному місці не більше двох днів.

У пробірки наливають 5 см³ досліджуваного молока додають 5 крапель 0,5 %-вого розчину пероксиду водню і 5 крапель розчину йодистого калію з крохмалем. Після додавання кожного реактиву вміст пробірок перемішують. При відсутності ферменту пероксидази у молоці колір вмісту пробірки не зміниться. Це означає, що молоко пастеризоване при температурі не нижче 80 °С. Поява темно-синього забарвлення вказує на наявність у молоці пероксидази, отже, молоко сире або пастеризоване при температурі нижче 80 °С. Поява забарвлення більше ніж через 2 хв не є показником наявності пероксидази, тому що це може бути викликане розкладанням реактиву.

Проба на фосфатазу. Фосфатаза нестійка до нагрівання, тому реакцію на фосфатазу проводять у молоці з метою визначити пастеризацію молока. Вона має більшу чутливість до нагрівання молока в порівнянні з пероксидазою. Реакція на фосфатазу встановлює додавання сирого молока до пастеризованого у кількості не менше 2 %. Фосфатаза руйнується повністю при нагріванні до 63 °С не менше 30 хв або при температурі вище 72 °С з витримкою 20 сек.

Під впливом фосфатази доданий до молока фенолфталеїнфосфат натрію в аміачній суміші гідролізується з

появою кольорового ефекту.



У пробірку наливають 2 см³ досліджуваного молока та 1 см³ 0,1 %-вого розчину фенолфталеїнфосфату натрію в аміачному буферному середовищі, закривають пробірку пробкою і після ретельного перемішування вмісту пробірку поміщають на водяну баню з температурою 40...45°C. Результати реакції перевіряють через 10 хв і через 1 год.

У пробірці з пастеризованим молоком (фосфатаза інактивована) ніяких змін у забарвленні не виявляють, якщо молоко не було пастеризоване, то вміст пробірки набуває забарвлення від світло-рожевого до яскраво-рожевого.

Слід врахувати і те, що внаслідок незначного чи часткового нагрівання фосфатаза може залишитися частково активною. Цей фактор може суттєво сповільнити швидкість появи забарвлення, яке виявляють пізніше, ніж через 1 год. У такому випадку додають 3 краплі хлороформу, закривають пробкою, перемішують і залишають на 24 год при кімнатній температурі. Якщо через 24 год рожеве забарвлення не з'явиться, реакцію вважають як «негативну».

4.3.2 Методи дослідження властивостей молока

4.3.2.1 Визначення густини молока

Густина (об'ємна маса) – маса при 20 °С, яка міститься у одиниці об'єму. Її визначають у середній пробі молока від кожної партії.

Густина нормального коров'ячого молока коливається у межах 1027...1032 кг/м³. Густину молока часто виражають не повним числом, а тільки двома останніми цифрами, оскільки дві перші (10) для молока завжди постійні. Наприклад, якщо густина молока 1028 кг/м³, то у градусах густину (за ареометром, °А) виражають як 28 °А.

Густина молока, яка визначається відразу ж після доїння, нижча густини, яка вимірюється через декілька годин, на 0,8...1,5 кг/м³. Це пояснюється леткістю частини газів та

підвищенням густини жиру та білків (за рахунок змінення коефіцієнтів температурного розширення) при поступовому зниженні температури молока. Тому густину молока, що заготовлюється, визначають не раніше, ніж через 2 год після доїння.

Для визначення густини циліндр встановлюють на рівній горизонтальній поверхні та вимірюють температуру проби. Відлік показників температури проводять не раніше ніж через 2...4 хв після опускання термометра у пробу.

Температура молока при визначенні повинна бути в межах від +10 °С до + 20 °С. Для отримання більш точних результатів необхідно підготувати проби молока наступним чином: нагріти до 40 °С, витримати при цій температурі 5 хв, після чого охолодити до 20 °С.

Сухий та чистий ареометр опускають повільно у досліджувану пробу, занурюючи його доти, поки до передбачуваної відмітки ареометричної шкали не залишиться 3...4 мм, потім залишають його у вільно плаваючому стані. Ареометр не повинен торкатися до стінок циліндра.

Відлік показників густини проводять візуально зі шкали ареометра через 3 хв після встановлення його у нерухомий стан. При відліку показників густини око повинно знаходитись на рівні меніску.

Для проведення масових вимірювань густини молока допускається: вимірюючи густину чергової проби молока, торкатися нижнім кінцем ареометра, який виймають з молока, до внутрішньої поверхні циліндра. Та одразу ж після стікання з ареометра основної частини молока його занурюють у інший циліндр з новою пробю молока, не допускаючи висихання молока на поверхні ареометра. Потім вимірювання повторюють.

Якщо температура молока 20 °С, то показники шкали ареометра відповідають фактичній густині молока. В інших випадках вводять поправку на температуру, для чого користуються спеціальною таблицею (табл. 4.5), за даними якої проводять відповідні перерахунки.

Таблиця 4.5. – Приведення густини молока (кг/м³) до 20 °С

Густина, кг/м ³	При температурі, °С										
	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0
1025,0	1023,4	1023,6	1023,7	1023,9	1024,0	1024,2	1024,4	1024,5	1024,7	1024,8	1025,0
1025,5	1023,9	1024,1	1024,2	1024,4	1024,5	1024,7	1024,9	1025,0	1025,2	1025,3	1025,5
1026,0	1024,4	1024,6	1024,7	1024,9	1025,0	1025,2	1025,4	1025,5	1025,7	1025,8	1026,0
1026,5	1024,9	1024,1	1025,2	1025,4	1025,5	1025,7	1025,9	1026,0	1026,2	1026,3	1026,5
1027,0	1025,4	1025,6	1025,7	1025,9	1026,0	1026,2	1026,4	1026,5	1026,7	1026,8	1027,0
1027,5	1025,9	1026,1	1026,2	1026,4	1026,5	1026,7	1026,9	1027,0	1027,2	1027,3	1027,5
1028,0	1026,4	1026,6	1026,7	1026,9	1027,0	1027,2	1027,4	1027,5	1027,7	1027,8	1028,0
1028,5	1026,9	1027,1	1027,2	1027,4	1027,5	1027,7	1027,9	1028,0	1028,2	1028,3	1028,5
1029,0	1027,4	1027,1	1027,7	1027,9	1028,0	1028,2	1028,4	1028,5	1028,7	1028,8	1029,0
1029,5	1027,9	1023,1	1023,2	1028,4	1028,5	1028,7	1028,9	1029,0	1029,2	1029,3	1029,5
1030,0	1028,4	1033,6	1023,7	1028,9	1029,0	1029,2	1029,4	1029,5	1029,7	1029,8	1030,0
1030,5	1028,9	1039,1	1029,2	1029,4	1029,5	1029,7	1029,9	1030,0	1030,2	1030,3	1030,5
1031,0	1029,4	1029,6	1029,7	1029,9	1030,0	1030,2	1030,4	1030,5	1030,7	1030,8	1031,0
1031,5	1029,9	1030,1	1030,2	1030,4	1030,5	1030,7	1030,9	1031,0	1031,2	1031,3	1031,5
1032,0	1030,4	1030,6	1030,7	1030,9	1031,0	1031,2	1031,4	1031,5	1031,7	1031,8	1032,0
1032,5	1030,9	1031,1	1031,2	1031,4	1031,5	1031,7	1031,9	1032,0	1032,2	1032,3	1032,5
1033,0	1031,4	1031,6	1031,7	1031,4	1032,0	1032,2	1032,4	1032,5	1032,7	1032,8	1033,0
1033,5	1031,9	1032,1	1032,2	1032,4	1032,5	1032,7	1032,9	1033,0	1033,2	1033,3	1033,5
1034,0	1032,4	1032,6	1032,7	1032,9	1033,0	1033,2	1033,4	1033,5	1033,7	1033,8	1034,0
1034,5	1032,9	1033,1	1033,2	1033,4	1033,5	1033,7	1033,9	1034,0	1034,2	1034,3	1034,5
1035,0	1033,4	1033,6	1033,7	1033,9	1034,0	1034,2	1034,4	1034,5	1034,7	1034,8	1035,0
1035,5	1033,9	1034,1	1034,2	1034,4	1034,5	1034,7	1034,9	1035,0	1035,2	1035,3	1035,5
1036,0	1034,4	1034,6	1034,7	1034,9	1035,0	1035,2	1035,4	1035,5	1035,7	1035,8	1036,0

Продовження табл. 4.5

Густина, кг/м ³	При температурі, °С									
	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0
1025,0	1025,3	1025,3	1026,5	1025,6	1025,8	1026,0	1026,1	1026,3	1026,4	1026,6
1025,5	1025,7	1025,8	1026,0	1026,1	1026,3	1026,5	1026,6	1026,8	1026,9	1027,1
1026,0	1026,2	1026,3	1026,5	1036,6	1026,8	1027,0	1027,1	1027,3	1027,4	1027,6
1026,5	1026,7	1026,8	1027,0	1027,1	1027,3	1027,5	1027,6	1027,8	1027,9	1028,1
1027,0	1027,2	1027,3	1027,5	1027,6	1027,8	1028,0	1028,1	1023,3	1028,4	1028,6
1027,5	1027,7	1027,8	1023,0	1028,1	1028,3	1028,5	1028,6	1023,8	1028,9	1029,1
1028,0	1028,2	1028,3	1023,5	1028,6	1028,3	1029,0	1029,1	1029,3	1029,4	1029,6
1028,5	1028,7	1028,8	1029,0	1029,1	1029,3	1029,5	1029,6	1029,8	1029,9	1030,1
1029,0	1029,2	1029,3	1029,5	1029,6	1029,3	1030,0	1030,1	1030,3	1030,4	1030,6
1029,5	1029,7	1029,8	1030,0	1030,1	1030,3	1030,5	1030,6	1030,8	1030,9	1031,1
1030,0	1030,2	1030,3	1030,5	1030,6	1030,8	1031,0	1031,1	1031,3	1031,4	1031,6
1030,5	1030,7	1030,8	1031,0	1031,1	1031,3	1031,5	1031,6	1031,8	1031,9	1032,1

Густина, кг/м ³	При температурі, °С									
	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0
1031,0	1031,2	1031,3	1031,5	1031,6	1031,8	1032,0	1032,1	1032,3	1032,4	1032,6
1031,5	1031,7	1031,8	1033,0	1032,1	1032,3	1032,5	1032,6	1032,8	1032,9	1033,1
1032,0	1032,2	1032,3	1033,5	1032,6	1033,8	1033,0	1033,1	1033,3	1033,4	1033,6
1032,5	1032,7	1032,8	1033,0	1033,1	1033,3	1033,5	1033,6	1033,8	1033,9	1034,1
1033,0	1033,2	1033,3	1033,5	1033,6	1033,8	1034,0	1034,1	1034,3	1034,4	1034,6
1033,5	1033,7	1033,8	1034,0	1034,1	1034,3	1034,5	1034,6	1034,8	1034,9	1035,1
1034,0	1034,2	1034,3	1034,5	1034,6	1034,8	1035,0	1035,1	1035,3	1035,4	1035,6
1034,5	1034,7	1034,8	1035,0	1035,1	1035,3	1035,5	1035,6	1035,8	1035,9	1036,1
1035,0	1035,2	1035,3	1035,5	1035,6	1035,8	1036,0	1036,1	1036,3	1036,4	1036,6
1035,5	1035,7	1035,8	1036,0	1036,1	1036,3	1036,5	1036,6	1036,8	1036,9	1037,1
1036,0	1036,2	1036,3	1036,5	1036,6	1036,8	1017,0	1037,1	1037,3	1037,4	1037,6

4.3.2.2 Визначення титрованої й активної кислотності молока

Титрована кислотність. Загальну кислотність молока при прийманні визначають у середньому зразку з середньої проби методом титрування. Сутність методу полягає у титруванні кислих солей, білків, вуглекислого газу та інших компонентів молока розчином лугу у присутності фенолфталеїну.

Кислотність молока виражають в умовних градусах або °Т. Під останніми мають на увазі кількість см³ розчину гідроксиду натрію (калію) концентрацією 0,1 моль/дм³ необхідного для нейтралізації 100 см³ молока, розведеного наполовину водою, при індикаторі фенолфталеїні.

У конічну колбу місткістю 150...200 см³ відмірюють 10 см³ молока, додають 20 см³ дистильованої води та 3 краплі фенолфталеїну. Суміш ретельно перемішують та титрують розчином гідроксиду натрію концентрацією 0,1 моль/дм³ до появи слабо-рожевого забарвлення, яке б відповідало її контрольному еталону та не зникало протягом 1 хв.

Для приготування контрольного еталону забарвлення у таку ж саму колбу місткістю 150...200 см³ відмірюють піпеткою 10 см³ молока, 20 см³ води та 1 см³ 2,5 %-вого розчину сірчаноокислого кобальту. Еталон придатний для роботи протягом 7 год. Для більш тривалого зберігання еталону до нього може бути додана одна крапля формаліну.

Обсяг лугу, що пішов на нейтралізацію 10 см³ молока помножений на 10, показує титровану кислотність в градусах Тернера (°Т). Розбіжність між паралельними визначеннями повинно бути не вище 1 °Т.

У окремих випадках допускається визначення кислотності молока без додавання води. Отриману при цьому кислотність знижують на 2 °Т.

Визначення граничної кислотності. У випадку масових досліджень, коли необхідно швидко визначити кислотність молока, застосовують визначення граничної кислотності, тобто встановлюють, чи має молоко кислотність вищу чи нижчу від бажаної. Даним способом користуються на молокоприймальних пунктах, молочних заводах, у лабораторіях на ринках (це максимально допустима кислотність, при якій молоко приймається від здавача). Цей метод спрощує поділ молока на кондиційне і некондиційне. З цією метою попередньо готують розчин лугу (залежно від встановленого градуса граничної кислотності для кожного конкретного виробництва).

Попередньо в декілька пробірок відмірюють по 10 см³ розчину лугу, приготованого для граничного градуса кислотності. У пробірку доливають 5 см³ досліджуваного молока і зміст перемішують. Спостерігають зміну забарвлення змісту пробірок. Якщо зміст пробірки втратив рожеве забарвлення, кислотність молока вища від встановленого градуса кислотності; якщо забарвлення, хоч і слабе, збереглося, кислотність молока є нижчою або відповідає встановленій.

Визначення рН молока. Водневий показник свіжого молока (активна кислотність), показує концентрацію йонів водню. Коливається рН молока в межах від 6,55 до 6,75 в залежності від складу молока.

Визначають його потенціометричним методом на рН-метрі. Метод заснований на вимірюванні різниці потенціалів між двома електродами (вимірювальним і електродом порівняння), зануреними в аналізовану пробу молока.

Підготовку потенціометричного аналізатора або рН-метра, або іономіра (далі – прилад), чутливих елементів та їх експлуатацію слід проводити відповідно до інструкцій по експлуатації.

Градуювання приладу проводять за буферними розчинами – робочими еталонами з номінальними значеннями 4,00 і 6,87 (7,01; 7,42) од. рН при температурі 20 °С.

Перед проведенням вимірювань слід відкрити отвір, який розташований на поверхні проточного допоміжного електрода

порівняння, закритий пробкою або знімним кільцем.

Після завершення циклу вимірювань отвір проточного допоміжного електрода порівняння слід закрити.

Перед перевіркою і градуванням приладу електродну пару і комбінований рН-електрод ретельно промивають дистильованою водою. Комбінований рН-електрод, що зберігається в ковпачку з гелем-електролітом, спочатку промивають дистильованою водою, потім слабким мильним розчином температурою від 30 °С до 40 °С і знову дистильованою водою. Залишки води з електродів видаляють фільтрувальним папером.

Перевірку правильності градування приладу за робочим еталоном рН слід виконувати щодня перед початком роботи і в процесі роботи через кожні 10...12 вимірювань.

Електродна пара перед вимірюванням і в перервах між вимірюваннями повинна знаходитися в склянці з розчином соляної кислоти молярної концентрації 0,1 моль/дм³, перед зануренням в робочі еталони електроди промивають дистильованою водою, залишки якої повинні бути видалені фільтрувальним папером.

Комбінований рН-електрод між вимірюваннями слід поміщати в розчин соляної кислоти молярної концентрації 0,1 моль/дм³ або розчин хлористого калію молярної концентрації 3 моль/дм³ або гель-електроліт. Перед вимірюванням комбінований рН-електрод, що зберігається в ковпачку з гелем-електролітом, промивають дистильованою водою температурою від 30 °С до 40 °С, слабким мильним розчином, знову дистильованою водою, залишки води видаляють фільтрувальним папером. Комбінований рН-електрод, що зберігається в розчині соляної кислоти або хлористого калію, промивають дистильованою водою, залишки якої видаляють фільтрувальним папером.

У склянку ємністю 50 см³ поміщають 40±5 см³ проби молока температурою 20±2 °С і занурюють в нього електродну пару. Після встановлення показань приладу їх фіксують.

Після закінчення вимірювання електродну пару витягують з продукту, промивають дистильованою водою температурою від 30 °С до 40 °С і видаляють з неї залишки води фільтрувальним папером.

4.3.2.3 Визначення термостійкості молока

Термостійкість молока є одним з найважливіших

технологічних показників, що визначають можливість його термічного оброблення.

Алкогільна проба. Для визначення термостійкості молока найчастіше використовують алкогільну пробу. Метод заснований на впливі етилового спирту на білки молока, які повністю або частково денатурують при змішуванні рівних об'ємів молока зі спиртом. Молоко для визначення термостійкості за алкогільною пробєю досліджують при температурі 20 ± 2 °С.

Термостійкість молока за алкогільною пробєю визначають за допомогою водного розчину етилового спирту з об'ємною концентрацією 68, 70, 72, 75 і 80 %.

У 5 чашок Петрі відмірюють досліджуване молоко об'ємом 2 см^3 і додають по 2 см^3 етилового спирту об'ємної концентрації 68, 70, 72, 75 і 80 %. Круговими рухами суміш старанно перемішують. Через 2 хв спостерігають за зміною консистенції молока. Якщо коагуляція не відбулася, то при стіканні суміші дно чашки залишається чистим – молоко термостійке. Утворення пластівців білка вказує на знижену стійкість до нагрівання.

За термостійкістю молоко поділяють на 5 груп, зазначених в табл. 4.6.

Таблиця 4.6. – Групи молока за термостійкістю

Група	Об'ємна частка етилового спирту, %, яка не викликає осадження білків
I	80
II	75
III	72
IV	70
V	68

Молоко коров'яче, призначене для виробництва молока стерилізованого (концентрованого і згущеного), має відповідати вимогам технічного регламенту на молоко і продукти його перероблення і, додатково, відповідати за показником термостійкості за алкогільною пробєю не нижче II групи.

Кислотно-кип'ятильна проба (за Войткевичем). В ряд пробірок із бюретки додають розчин сірчаної або соляної кислоти концентрацією $0,1 \text{ моль/дм}^3$, починаючи з $0,5$ до $1,2 \text{ см}^3$ поступово збільшуючи кількість розчину на $0,1 \text{ см}^3$. Потім в кожен пробірку доливають по 10 см^3 досліджуваного молока, змішують молоко з

кислотою і ставлять пробірки на 3 хв в баню з окропом. Після цього пробірки виймають з води і відзначають ті, в яких молоко згорнулося. Чим більше доданої кислоти витримує молоко не згорнувшись, тим воно свіжіше. Нормальне свіже молоко не згорнеться при додаванні 0,8...1,0 см³ кислоти.

Проба на кип'ятіння. Із наростанням кислотності молока властивості його також змінюються. Свіже молоко не зсідается при кип'ятінні; молоко з підвищеною кислотністю не витримує кип'ятіння. Часто свіжість молока визначають кип'ятінням невеликої його порції у пробірці. Дана проба називається кип'ятильною. Якщо молоко при кип'ятінні згорнулось – кислотність такого молока вища 25 °Т.

Проба на кип'ятіння служить для встановлення свіжості молока і свідчить про можливість його подальшої пастеризації.

Однак, проба на кип'ятіння допомагає відрізнити дійсно свіже молоко від змішаного, у якому є частина молока з підвищеною кислотністю.

Для визначення у пробірку додають молоко та кип'ятять впродовж 1 хв. Якщо пройшло часткове згортання молока – кислотність його близько 25 °Т, при повному згортанні – кислотність вище 30 °Т.

Оскільки згортання білків молока обумовлюється не тільки кислотністю, то проба на кип'ятіння не може бути способом визначення кислотності, а тільки як попередньою пробою.

4.3.2.4 Визначення ступеню чистоти молока

Дослідження забруднення молока механічними домішками необхідне для виявлення джерел його забруднення та дозволяє намітити заходи щодо їх усунення. Разом із механічними домішками у молоко потрапляють мікроорганізми, бактерії, у т.ч. збудники хвороб. За наявності великої кількості механічних домішок молоко вважається недоброякісним.

Велика кількість механічних домішок у молоці (шерстинки, частинки сіна, пісок, гній та ін.) свідчить про антисанітарні умови його отримання чи транспортування і визначає придатність молока для безпосереднього споживання чи перероблення на певні види молочних продуктів.

Ступінь чистоти (наявність механічних домішок) визначають шляхом фільтрування 250 см³ молока за допомогою приладів. Осад

на фільтрі порівнюють з еталоном і встановлюють групу чистоти молока (табл. 4.7).

Таблиця 4.7. – Зразок порівняння для визначення групи чистоти молока (при фільтруванні проби об'ємом 250 см³)

Група чистоти	Зразок для порівняння	Характеристика
Перша		На фільтрі відсутні частинки механічних домішок. Допускається для сирого молока наявність на фільтрі не більше двох частинок механічних домішок
Друга		На фільтрі є окремі частинки механічних домішок (до 13 частинок)
Третя		На фільтрі помітний осад частинок механічних домішок (волоски, частинки корму, піску)

Дослідження чистоти проводять за допомогою приладів системи «Рекорд».

Молоко нагрівають до 35...40 °С для розчинення грудок вершків, які затримуються на фільтрі, «маскують» наявність механічних домішок. На сіточку приладу розміщують фільтрувальний папір (кружечок). Старанно перемішують 250 см³ молока і швидко, не даючи механічним домішкам осісти, виливають у прилад по стінці, щоб не пошкодити фільтрувальний папір. Після закінчення фільтрування молока фільтр кладуть на аркуш пергаментного паперу і просушують на повітрі, не допускаючи попадання пилу.

Фільтрувальний папір (кружечок) порівнюють з еталоном, встановлюють групу чистоти молока і наклеюють його у відповідний лабораторний журнал.

4.3.2.5 Визначення точки замерзання молока

Температура замерзання – одна з найбільш постійних властивостей молока, обумовлених концентрацією розчинених у

ньому речовин. Точка замерзання свіжого молока від здорових корів складає $(-0,55)$ °C і може коливатись в межах від $(-0,51)$ до $(-0,59)$ °C.

Для визначення температури замерзання використовують ручний кріоскоп з метастатичним термометром. Термометр вставляють в пробку і за допомогою манжети фіксують на відстані 13...15 см від кінця термометра до дна пробірки. Оскільки метастатичний термометр не має нульової точки, її встановлюють, переливаючи ртуть із запасного резервуара в основний і занурюючи основний резервуар у пробірку з бідистильованою водою температурою 0 °C. Нульова точка термометра повинна знаходитися в середній частині шкали, між поділками 2 та 4. Її визначають на початку та після закінчення роботи за точкою замерзання бідистильованої, свіжокип'яченої та охолодженої води.

Термометр рекомендується тримати у вертикальному положенні, зануреним в пробірку з дистильованою водою температурою 0...10 °C. Перед початком роботи термометр необхідно витримати не менше 1 год в льоді, який розтає. Термометр обмивають в пробірці дистильованою водою температурою 0...2 °C. При перенесенні термометра в наступний зразок стовпчик ртуті не повинен підвищуватись вище поділок шкали, а на мішалці не повинно бути кристалів льоду.

Точку замерзання бідистильованої води (нульова точка метастатичного термометра) та молока визначають наступним чином. Бідистильовану воду або досліджуваний зразок молока наливають у пробірку до мітки і охолоджують в ємності первинного охолодження до 1,0...1,5 °C. В охолоджуючу ємність кріоскопа поміщають льодо...соляну суміш з температурою (-4) °C (1,5 кг льоду, 1 дм³ води та близько 100 г кухонної солі). Пробірку зі зразком та термостатичним термометром поміщають в охолоджуючу ємність з температурою (-4) °C, яка постійно підтримується. Протягом всього визначення зразок помішують, при цьому горизонтальна петля мішалки не повинна підніматися вище зразка. Під час падіння стовпчика ртуті термометра на 1,0...1,1 °C нижче передбаченої точки замерзання в пробірку зі зразком через отвір вводять кристалик замороженого зразка, після чого перемішування припиняють на 4...5 сек. Коли стовпчик ртуті починає підніматись, необхідно продовжувати перемішування протягом 30 сек, а потім на 60 сек знову припинити. Після 90 сек

(після введення кристалика стовпчик ртуті зазвичай зупиняється) зразок 3 рази перемішують, потім злегка постукують по термометру біля точки зупинки стовпчика ртуті, після чого за допомогою лупи відраховують показання за шкалою. Після першого визначення усі операції (перемішування, постукування та відрахування) через 20 сек повторюють ще 2 рази. Показання точки замерзання визначають з точністю 0,001 °С. Різниця в показаннях другого та третього визначень не повинна перевищувати 0,003 °С, а між показаннями точки замерзання бідистильованої води (нульова точка) та середнім другого і третього визначень складає точку замерзання зразка. За результатами паралельних проб знаходять середнє значення, при цьому вони не повинні відрізнятись більше, ніж на 0,005 °С.

Перед кожною серією вимірювань визначають точку замерзання градуйованого розчину хлориду натрію до тих пір, поки різниця двох послідовних вимірювань не буде складати 0,002 °С або менше. Якщо середнє арифметичне значення двох результатів вимірювань відрізняється від точки замерзання градуйованого розчину більше ніж на 0,002 °С, кріоскоп градуують повторно. При безперервній роботі кріоскопа перевірку градуювання проводять не рідше одного разу за годину.

4.3.3 Методи досліджень мікробіологічних показників молока

4.3.3.1 Підготовка до мікробіологічних досліджень

Підготовка посуду та розчинів. Увесь новий посуд, призначений для бактеріологічних досліджень, кип'ятять у підкисленій воді (розчин соляної кислоти з масовою часткою 1...2 %) протягом 15 хв і потім ополіскують дистильованою водою.

Вимитий посуд стерилізують у сушильній шафі при 160 ± 5 °С протягом 2 год чи в автоклаві при 121 ± 2 °С протягом 30 хв з подальшим підсушуванням.

Чашки Петрі, піпетки стерилізують загорнутими у папір. У кінець піпетки попередньо вкладають шматочок вати. Гумові пробки стерилізують у автоклаві загорнутими в папір. При відсутності апаратури для стерилізації (для визначення редуктази, бродильної і сичужно-бродильної проб) посуд, піпетки і пробки безпосередньо перед дослідженням кип'ятять у дистильованій воді не менше 30 хв. Стерильний посуд зберігають у щільно закритих шафах і ящиках з кришками.

Приготування розведень молока для посіву. Перед посівом готують десятикратні розведення молока у стерильних розчинах хлористого натрію, пептонно-сольового, пептону, фосфатного буферу.

Для приготування розведень готують усі необхідні стерильні матеріали і посуд, пробірки з 9 см^3 стерильного підготовленого розчину. З проб молока відбирають піпеткою 1 см^3 і вносять у 9 см^3 стерильного розчину. Отримують розведення 1:10. З першого розведення 1:10 готують наступні 1:100 і т.д. Для приготування кожного розведення беруть нову стерильну піпетку.

4.3.3.2 Визначення редуктазної проби

У сирому молоці загальне бактеріальне обсіменіння визначають редуктазною пробою.

Проба на редуктазу базується на властивості бактерій виділяти у середовище анаеробні дегідрози (редуктази), які знижують окисно-відновний потенціал середовища. В результаті цього змінюється колір індикатора чи барвника, доданого до молока. Існує відповідність між загальною кількістю бактерій у молоці та вмістом у ньому редуктаз, що дає можливість використовувати редуктазну пробу як показник бактеріального обсіменіння.

Редуктазна проба з резазурином. Метод визначення редуктази з резазурином заснований на відновленні резазурину окисно-відновними ферментами, які виділяються у молоко мікроорганізмами. За тривалістю зміни забарвлення резазурину оцінюють бактеріальну забрудненість молока. Пробу з резазурином слід брати не раніше ніж через 2 год після доїння.

Для приготування розчину резазурину 100 см^3 резазурину переносять у мірну колбу ємністю 200 см^3 , доводять до 1 дм^3 кип'яченою, охолодженою до $25\text{ }^\circ\text{C}$ дистильованою водою, суміш добре перемішують.

Робочий розчин резазурину готують розбавленням основного розчину кип'яченою і охолодженою до $25\text{ }^\circ\text{C}$ дистильованою водою з відношенням 1,0:2,5. Масова частка резазурину в робочому розчині – 0,014 %. Термін зберігання робочого розчину в холодильнику – не більше 3 діб.

Для проведення визначення у стерильні пробірки наливають по 1 см^3 робочого розчину резазурину і 10 см^3 досліджуваного

молока, закривають гумовими пробками, перегортають обережно 3 рази, не допускаючи струшування. Молоко забарвлюється у синій колір.

Пробірки поміщають на водяну баню або редуктазник при температурі 37 °С. Час занурення пробірок у редуктазник вважають початком аналізу. Показники знімають через 20 хв та через 1 год. Після знімання показників через 20 хв пробірки зі знебарвленим молоком видаляють із редуктазника.

По закінченню 1 год пробірки, які залишились виймають з редуктазника та обережно перевертають.

В залежності від тривалості знебарвлення або зміни забарвлення молоко відносять до одного з чотирьох класів, наведених у табл. 4.8.

Таблиця 4.8. – Визначення класу молока за бактеріальною забрудненістю

Клас молока	Оцінка якості молока	Тривалість зміни кольору	Колір молока	Орієнтована кількість бактерій в 1 см ³ молока
I	добре	1,0 год	сіро-бузкове до бузкового зі слабким сірим відтінком	до 500 тис.
II	задовільне	1,0 год	бузкове з рожевим відтінком або яскраво-рожеве	від 500 тис. до 4 млн.
III	погане	1,0 год	блідо-рожеве або біле	від 4 млн. до 20 млн.
IV	дуже погане	20 хв	біле	від 20 млн. та більше

4.3.3.3 Визначення бродильної проби

Метод базується на здатності деяких мікроорганізмів, які присутні у молоці, згортати його. Залежно від часу коагуляції, характеру згустку, який утворився, оцінюють склад мікрофлори молока і придатність його для виробництва сиру.

У чисто вимиті пробірки, добре просушені та ополіснуті 2...3 рази тим же молоком, з якого беруть пробу, наливають 20 см³ молока. Пробірки закривають ватними пробками і ставлять у термостат при температурі 38...41 °С на 24 год. Через 12 год проводять первинний огляд проб.

Якщо молоко не згорнулося або лише починає згортатися, воно вважається добрим. Якщо згорнулося і згусток здутий – погане.

Повторно проби оглядають ще через 12 год і на основі цього огляду відносять молоко до одного з чотирьох класів (табл. 4.9).

Таблиця 4.9. – Оцінка молока за пробою на зсідання

Клас	Оцінка якості молока	Характеристика згустку
I	Добре	Початок зсідання без виділення сироватки і пухирців повітря; незначна смужка на згустку
II	Задовільне	Згусток зі смужками і пустотами, які заповнені сироваткою; згусток стягується зі слабим виділенням сироватки, структура згустку дрібнозерниста
III	Погане	Згусток з багатим виділенням зеленуватої або білуватої сироватки; згусток грубозернистий; спостерігають пухирці газу в згустку або вершковому шарі
IV	Дуже погане	Згусток розірваний і пронизаний пухирцями газу; здутий, як губка

4.3.3.4 Визначення сичужно-бродильної проби

Метод ґрунтується на властивості деяких мікроорганізмів і сичужного ферменту згортати молоко. За характером утвореного згустку оцінюють якість молока та його придатність для виробництва сиру.

У чисто вимиті широкі пробірки, добре просушені і споліснуті 2...3 рази тим молоком, від якого відбирають пробу, наливають 30 см³ молока, потім вносять у кожну пробірку по 1 см³ розчину сичужного ферменту, добре перемішують і ставлять на 12 год на водяну баню чи в термостат при 37...39 °С, після цього виймають з бані і оглядають.

Через 12 год проби оглядають і відносять молоко до одного з трьох класів, вказаних у табл. 4.10.

4.3.3.5 Визначення кількості мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів

Метод базується на здатності мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів розмножуватись на щільному поживному агарі при 30 °С протягом 72 год.

Таблиця 4.10. – Оцінка молока за сичужно-бродильною пробою

Клас	Оцінка якості молока	Характеристика згустку
I	Добре	Згусток з гладкою поверхнею, пружний на дотик, без вічок на повздовжньому розрізі, плаває в прозорій сироватці, яка не є тягучою і гіркою на смак
II	Задовільне	Згусток м'який на дотик, з поодинокими вічками 1...10, розірваний, але не здутий
III	Погане	Згусток з численними вічками, губчастий, м'який на дотик, здутий, плаває зверху або замість згустку утворилась пластівцева маса

Відібрані проби сирого молока готують для дослідження згідно з ДСТУ IDF 122C:2003, ретельно перемішують 25-разовим обертанням посудини із пробою, уникаючи утворення піни, або дають їй осісти. Інтервал між перемішуванням та перенесенням дослідної проби не має перевищувати 3 хв.

Безпосередньо перед посівом готують десятикратні розведення сирого молока в стерильних розчинах натрій хлориду, пептонно-сольового, пептону, фосфатного буферу. В асептичних умовах стерильною піпеткою відбирають 1 см³ сирого молока (або 10 см³ або 11 см³) і переносять у стерильну пробірку з 9 см³ стерильного натрій хлориду (або у колбу з 90 см³ або 99 см³ того ж розчину), уникаючи контакту піпетки з розчином. Струшують первинне розведення (наприклад, 25 раз протягом 7 сек з амплітудою коливань 300 мм), таким чином отримують розведення 1:10 (10⁻¹). Для приготування подальших десятикратних розведень переносять за допомогою нової стерильної піпетки 1 см³ первинного розведення в іншу пробірку, яка містить 9 см³ стерильного розчинника, уникаючи контакту між піпеткою і розчинником.

Для кожного розведення необхідно використовувати нову піпетку. Якщо потрібні більші об'єми переносять 10 см³ первинного розведення у флакон з 90 см³ стерильного розчинника або 11 см³ первинного розведення в 99 см³ стерильного розчинника.

У разі потреби операції повторюють до отримання розведень, із яких після посіву 1 см³ на чашках виросте не менше 10 і не більше 300 колоній.

Розведення (10+90) см³ або (11+99) см³ струшують вручну 25 раз протягом 7 секунд з амплітудою коливань 300 мм.

Посіви проводять на 2 чашки з IV, V та VI розведеннь (рекомендації для сирого молока). В кожену чашку переносять 1 см³ дослідної проби іншою стерильною піпеткою. Усі чашки заливають 10...15 см³ розплавленого і охолодженого до 40...45 °С поживного середовища. Старанно перемішують і инокулят із середовищем круговими рухами чашок Петрі і залишають їх до застигання суміші на холодній горизонтальній поверхні. Перевертають готові чашки і переносять їх у термостат за температури 30 °С на 72 год. Купка чашок не повинна містити більше 6 штук. Вона повинна бути відокремлена одна від одної та від стінок термостату.

Підраховують число колоній на чашці, використовуючи обладнання для підрахунку. Щоб полегшити підраховування, можна використати лінзи і/або відмітки на чашках. Необхідно підраховувати і найдрібніші колонії, але треба бути впевненим, що вони не є частками нерозчинних речовин. Для цього досліджують сумнівні об'єкти, використовуючи лупу з сильнішим збільшенням.

Колонії, які розпливлися, враховують як одиничні колонії. Якщо менше ¼ чашки вкрито колоніями, що розпливлися, підраховують колонії на решті чашки і обчислюють відповідно число для всієї чашки. Якщо більше ¼ чашки вкрито колоніями, що розпливлися, такі чашки не враховують.

У підрахуваннях використовують чашки, які містять більше 10 і менше 300 колоній. Вираховують число мікроорганізмів (N) в 1 см³ сирого молока за формулою:

$$N = \sum c / [(n_1 + 0,1 n_2) \cdot d] ,$$

де $\sum c$ – сума колоній на всіх підрахованих чашках;

n_1 – число чашок з першим розведенням, яке враховують;

n_2 – число чашок з другим розведенням, яке враховують;

d – розведення, на якому одержано перший підрахунок.

Кількість мікроорганізмів у 1 см³ сирого молока розраховують за формулою:

$$X = n \cdot 10^m ,$$

де n – число колоній на чашці;

m – розведення.

Одержані результати заокруглюють до другої значущої цифри.

Одержані результати кількості мікроорганізмів у 1 г чи 1 см³ продукту виражають кількістю між 1,0 і 9,9, помноженою на 10^x, де x – відповідний ступінь.

Якщо у всіх чашках більше 300 колоній, то підраховують лише чашки, в яких приблизно 300 колоній і множать це число на обернену величину і найбільше розведення. Результат записують як «приблизне число мікроорганізмів в 1 см³ або 1 г».

4.3.3.6 Визначення бактерій групи кишкової палички (БГКП)

Метод ґрунтується на здатності БГКП (грамнегативні, аеробні, факультативно анаеробні палички, в основному, представників роду ешерихій, цитробактер, ентеробактер, клебсієла, серація) зброджувати лактозу у середовищі Кеслер з утворенням кислоти і газу.

Дослідний матеріал засівають по 1 см³ відповідного розведення в пробірки з 5 см³ середовища Кеслер і термостатують за температури 37 °С протягом 18...24 год. Перевіряють посіви на наявність у поплавку газу.

Якщо газоутворення відсутнє, то вважають, що молоко не забруднене БГКП.

Якщо є газ у поплавку, проводять подальшу їх ідентифікацію. Із кожної пробірки, де спостерігається газоутворення, бактеріологічною петлею проводять пересів штрихом на окремий сектор чашки Петрі із середовищем Ендо. Посіви культивують за температури 37 °С протягом 18...24 год. При відсутності на середовищі Ендо типових колоній (червоних, з металевим блиском, рожевих, блідо-рожевих) молоко вважають не забрудненим кишковою паличкою. При наявності таких колоній вивчають їх морфологічні властивості у мікроскопічному препараті.

4.3.3.7 Метод визначення молочнокислих бактерій

Метод ґрунтується на здатності мезофільних молочнокислих бактерій розвиватися у знежиреному молоці за температури 30 °С, а термофільних – при 40 °С і утворювати згусток протягом 72 год.

Вибір розведень для посівів, кількість продукту, який засівають, встановлюють з урахуванням найбільш вірогідного

вмісту цих мікроорганізмів у продукті.

Із кожної проби роблять до 10 послідовних розведень. Із останніх 3...4 розведень вносять по 1 см³ у дві паралельні пробірки зі стерильним знежиреним молоком. Пробірки з посівами поміщають у термостат і витримують при 30 °С для обліку мезофільних молочнокислих бактерій або за температури 40 °С для обліку термофільних молочнокислих бактерій.

Посіви витримують 72 год. За цей час молоко, у якому містились молочнокислі бактерії, згортається. Із згустку готують мікроскопічний препарат.

Для приготування препарату на чисте предметне скло наносять стерильною петлею невелику краплю досліджуваного продукту і розподіляють на площі близько 1 см³. Препарат висушують за кімнатної температури, фіксують у полум'ї пальника і забарвлюють метиленовим блакитним через фільтрувальний папір.

При визначенні кількості молочнокислих лактококів і/або стрептококів і/або паличок, за мікроскопічним препаратом відмічають три останніх розведення, в яких є ці мікроорганізми.

При розрахунку кількості бактерій користуються табл. 4.11.

Таблиця 4.11. – Найбільш вірогідне число мікроорганізмів

Числова характеристика	Найбільш вірогідне число мікробів при засіванні двох паралельних пробірок	Числова характеристика	Найбільш вірогідне число мікробів при засіванні двох паралельних пробірок
120	2,0	210	6,0
121	3,0	211	13,6
122	–	212	20,0
200	2,5	220	25,0
201	5,0	221	70,0
202	–	222	110,0

Спочатку складають числову характеристику. Вона складається із трьох цифр, які показують число пробірок з молоком, що згорнулось у трьох останніх розведеннях. Перша цифра числової характеристики відповідає тому розведенню, при якому у двох пробірках молоко згорнулось. Наступні цифри означають число пробірок з молоком, що згорнулось у двох

останніх розведеннях.

За числовою характеристикою знаходять у табл. 4.11 найбільш вірогідне число мікроорганізмів, яке множать на те розведення, з якого починається перша цифра характеристики. Отримане число відповідає кількості клітин молочнокислих бактерій у 1 г або 1 см³ продукту.

4.3.3.8 Метод визначення дріжджів і пліснявих грибів

Метод ґрунтується на посіві певної кількості продукту або його розведень у селективне агаризоване поживне середовище Сабуро, з подальшим культивуванням посівів при 24 °С протягом 5 діб, підрахунку усіх видимих колоній дріжджів і пліснявих грибів, типових за макро– і мікроскопічною морфологією.

Кількість продукту, який засівають, встановлюють з урахуванням найбільш вірогідного мікробного обсіменіння.

Для визначення кількості дріжджів і пліснявих грибів обирають ті розведення, при посівах яких на чашках виростає від 15 до 150 колоній дріжджів та/або від 5 до 50 колоній пліснявих грибів.

Із кожної проби роблять посів по 1 см³ продукту або його відповідних розведень на 2 чашки Петрі. В кожну чашку додають не пізніше, ніж через 15 хвилин 14...15 см³ поживного середовища, охолодженого до 45 °С, швидко й ретельно перемішують для застигання.

Після застигання середовищ чашки Петрі перевертають вверх дном і термостатують при 24 °С 5 діб. Через 3 доби термостатування проводять попередній облік типових колоній, а через 5 діб – кінцевий, спостерігаючи ріст дріжджів і пліснявих грибів візуально, а при необхідності проглядають у мікроскопічному препараті.

Кількість колоній, які вирости, підраховують на кожній чашці, розташували її вверх дном на темному фоні, користуючись лупою зі збільшенням у 4...10 раз. Кожну колонію на чашці позначають.

Кількість колоній дріжджів і пліснявих грибів підраховують окремо. Кількість мікроорганізмів у 1 см³ або 1 г продукту в одиницях розраховують за формулою:

$$X = n \cdot 10^k ,$$

де n – кількість колоній, підрахованих на чашці Петрі;

k – число десятикратних розведень.

За кінцевий результат аналізу приймають середній арифметичний результат, отриманий за всіма чашками.

4.3.3.9. Визначення кількості маслянокислих бактерій

Кількість спор мезофільних анаеробних бактерій, які зброджують лактозу (маслянокислих), визначають методом граничних розведень. Розведення 0, I, II дослідних зразків прогрівають при 75 °С 30 хв і засівають у лактатно-ацетатне середовище. Кожне розведення засівають у дві пробірки. Після застигання поживного середовища її поверхню заливають шаром водного агару висотою 15...20 мм. Посіви терmostатують при 37 °С протягом 3 діб.

Ріст мезофільних анаеробних бактерій, що зброджують лактозу, визначають за утворенням розриву стовпчика агару та зміною кольору середовища з червоного до солом'яно-жовтого. Утворення у середовищі жовтих плям або точок також свідчить про наявність маслянокислих мікробів.

Вірогідне число спор цих мікробів розраховують за допомогою табл. 4.12.

Таблиця 4.12. – Визначення кількості спор методом граничних розведень

Кількість пробірок з позитивними результатами при посівах			Найбільш вірогідне число спор в 1 см ³	Кількість пробірок з позитивними результатами при посівах			Найбільш вірогідне число спор в 1 см ³
1 см ³	0,1 см ³	0,01 см ³		1 см ³	0,1 см ³	0,01 см ³	
0	0	0	0,0	1	1	2	–
0	0	1	0,5	1	2	0	2,0
0	0	2	–	1	2	1	3,0
0	1	0	0,5	1	2	2	–
0	1	1	0,9	2	0	0	2,5
0	1	2	–	2	0	1	5,0
0	2	0	0,9	2	0	2	–
0	2	1	–	2	1	0	6,0
0	2	2	–	2	1	1	13,0
1	0	0	0,6	2	1	2	20,0
1	0	1	1,2	2	2	0	25,0
1	0	2	–	2	2	1	70,0
1	1	0	1,3	2	2	2	110,0 і >
1	1	1	2,0				

Попередньо складають числову характеристику, тобто записують кількість пробірок з кожного розведення, де виявлені спори маслянокислих бактерій.

Наприклад, числову характеристику 210 отримують у тому випадку, коли в посівах нульового розведення (об'єм 1 см³) маслянокислі виявлені у 2 пробірках (цифра 2), друга цифра числової характеристики відображає наявність маслянокислих бактерій у посівах першого розведення (об'єм 0,1 см³). У наведеному прикладі маслянокислі бактерії виявлені в одній пробірці. Третя цифра «0» означає, що в посівах другого розведення (об'єм 0,01 см³) маслянокислі не виявлені.

Варіант числової характеристики знаходять за табл. 4.12 і визначають кількість спор маслянокислих бактерій. У наведеному прикладі – 6 спор в 1 см³ молока.

Числові характеристики 002, 012, 021, 022, 102, 122, 202 не можуть бути використані для розрахунку, оскільки у 95 % випадків вони викликані недосконалою технікою приготування розведень або присутністю антибактеріальних речовин. У даному випадку дослідження необхідно повторити.

Маслянокислі повинні бути відсутні в 1 см³ молока.

4.3.3.10 Визначення кількості протеолітичних бактерій

Для визначення кількості протеолітичних бактерій проводять посів по 1 см³ кожного з вибраних розведень у чашку Петрі з молочним агаром. Чашки Петрі з посівами витримують у термостаті при температурі 30 °С протягом 2 діб і підраховують число виявлених колоній, навколо яких утворились зони просвітління в результаті розкладання білка під дією протеолітичних ферментів.

Питання для самоконтролю:

1. Назвіть основні інструментальні методи для дослідження складу і якості молока.
2. Особливості відбору молока для технологічних досліджень.
3. Особливості відбору молока для мікробіологічних досліджень.
4. Особливості визначення органолептичних показників

молока-сировини.

5. Наведіть основні методи дослідження технологічних показників молочної сировини.

6. Наведіть основні показники, що характеризують хімічний склад молока.

7. Назвіть основні методи контролю пастеризації молока.

8. Особливості визначення масової частки сухих речовин в молоці арбітражним методом.

9. Назвіть основні вітаміни молока та методи їх визначення.

10. Особливості визначення кальцію в молоці комплексометричним методом.

11. Назвіть основні методи визначення масової частки лактози в молоці.

12. Особливості визначення групи чистоти молока за еталоном.

13. Назвіть методи досліджень, що характеризують фізичні властивості молока.

14. Назвіть методи досліджень, що характеризують якість молока як сировини для молочної промисловості.

15. Назвіть для чого визначають граничну кислотність молока.

16. Наведіть основні методи мікробіологічних досліджень молочної сировини.

РОЗДІЛ 5

ВИЗНАЧЕННЯ ФАЛЬСИФІКАЦІЇ МОЛОКА

Натуральне молоко – продукт нормальної фізіологічної секреції молочних залоз ссавців, одержаний за одне чи кілька доїнь без додавання до нього інших добавок або вилучення певних складників та призначений для подальшого перероблення.

Фальсифікацією молока вважається навмисна зміна його натуральності шляхом додавання води, знежиреного молока, зняття вершків, додавання нейтралізуючих та консервуючих речовин, субстанцій замінників основних складників коров'ячого молока – молочного жиру, білків та непритаманних для молочної сировини білків, полісахаридів, біополімерів тощо.

Під час фальсифікації порушується хімічний склад натурального молока, його фізико-хімічні показники та показники безпеки, а також співвідношення між окремими складовими частинами молока, що призводить до змін технологічних, фізико-хімічних, мікробіологічних та органолептичних властивостей молока.

Під фальсифікацією молока розглядаються умисні дії, які не передбачені умовами зберігання, транспортування та технологією виробництва молочних продуктів і направлені на зміну фізико-хімічних показників та показників безпеки коров'ячого молока з метою отримання неправомірної вигоди та введення в оману фахівців молокопереробних підприємств та споживачів при оцінці його якості.

5.1. Способи фальсифікації молока

Перелік способів фальсифікації молока та перелік речовин, які використовують для цього:

– додавання хімічних речовин: соди; аміаку та амонійних солей; перексиду водню; формаліну (формальдегіду); миючих засобів (мила господарського, миючих і пральних рідин та порошоків); фосфатів; нітратів; саліцилової та борної кислот.

– додавання води, крейди, вапна, гіпсу.

– додавання білкових субстанцій: знежиреного молока; сухого молока (незбираного або знежиреного); сухої сироватки; лужних розчинів казеїну.

– додавання біополімерів рослинного походження: крохмалю; картопляного відвару; борошна.

– термічне оброблення молока: кип'ятіння; нагрівання до температури вище 80–90 °С.

– додавання аномального молока: маститного молока; молозива; стародойного молока.

– додавання рослинних жирів.

– додавання антибіотиків: тетрацикліну; хлорамфеніколу (левоміцитину); пеніциліну; широкого спектру дешевих антибіотиків.

Перелічені способи фальсифікації та хімічні речовини-фальсифікатори, напевно, не є повністю вичерпними, тому автори будуть вдячні фахівцям, які поінформують нас про можливі методи фальсифікації коров'ячого молока, що не були висвітлені в даному навчальному посібнику.

5.2. Визначення натуральності молока

5.2.1 Додавання хімічних речовин

Одним із найбільш популярних методів фальсифікації молока є додавання в нього різного роду хімічних субстанцій.

Мета фальсифікації молока хімічними речовинами:

– нейтралізація підвищеної кислотності молока (сода, аміак, амонійні солі, фосфати);

– подовження терміну зберігання сирого коров'ячого молока (нітрати; формалін, пероксид водню, антибіотики та інші);

– фальсифікація фізико-хімічних показників молока (підвищення густини, масової частки жиру – мило господарське, миючі і пральні рідини та порошки);

– підвищення термостійкості (фосфати).

Вплив на показники молока:

– корегування титрованої кислотності (сода, аміак, амонійні солі, формалін, пероксид водню та інші);

– завищені значення масової частки молочного жиру та густини при додаванні мила господарського, миючих і пральних

рідин та порошоків; термостійкості молока – при додаванні фосфатів.

Методи визначення фальсифікації молока хімічними речовинами:

- якісний аналіз визначення соди з використанням індикаторів;
- якісний аналіз визначення аміаку із застосуванням реактиву Неслера;
- якісний аналіз визначення формаліну за допомогою кислотного методу Гербера;
- рН–потенціометрія.

5.2.1.1 Визначення фальсифікації молока содою

Мета фальсифікації молока содою – нейтралізація підвищеної кислотності молока.

Нейтралізуючи молочну кислоту, що утворюється у процесі життєдіяльності бактерій, сода (карбонат або бікарбонат натрію) попереджує швидке скисання молока, однак не затримує ріст бактерій у ньому. При нейтралізації сода позбавляє молоко бактерицидних властивостей і тим самим викликає його псування.

Методами визначення фальсифікації молока содою є якісний аналіз з використанням індикаторів та рН–потенціометрія.

При зберіганні сирого молока титрована кислотність підвищується по мірі розвитку в ньому мікроорганізмів, які зброджують молочний цукор з утворенням молочної кислоти. Підвищення кислотності викликає небажані зміни властивостей молока, наприклад зниження стійкості білків до нагрівання.

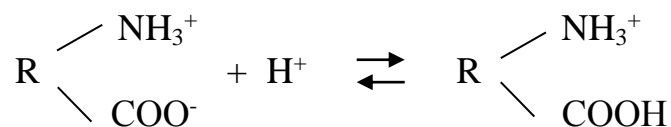
Хоча титрована кислотність є критерієм оцінки свіжості та натуральності сирого молока, слід пам'ятати, що молоко може мати підвищену (до 26 °Т) або понижену (менше 16 °Т) кислотність, але його все ж не можна вважати недоброякісним або фальсифікованим, оскільки воно термостійке та витримує кип'ятіння або дає негативну реакцію на наявність соди, аміаку та домішок інгібуючих речовин. Відхилення природної (нативної) кислотності молока від його фізіологічної норми в цьому випадку пов'язано з порушенням раціонів кормління.

Більш точно кислотність молока можна контролювати, використовуючи потенціометрію.

Водневий показник свіжого молока, який відображає концентрацію іонів водню, коливається (в залежності від складу молока) у досить вузьких межах – від 6,55 до 6,75. При титрованій кислотності сирого молока вище 18 °Т, коли відбувається утворення молочної кислоти, рН знижується незначно. Повільне зниження рН пояснюється наявністю у молоці ряду буферних систем – білкової, фосфатної, цитратної, бікарбонатної тощо.

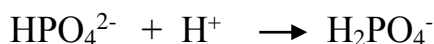
Буферні системи, або буфери, володіють властивістю підтримувати постійне значення рН середовища при додаванні кислот або лугів. Буферні системи складаються зі слабкої кислоти та її солі, утвореної сильною основою, або з суміші двох кислих солей слабкої кислоти. Наприклад, бікарбонатний буфер включає H_2CO_3 та NaHCO_3 , фосфатний – NaH_2PO_4 та Na_2HPO_4 і т.д.

Буферні властивості білків молока пояснюються наявністю амінних та карбоксильних груп. Карбоксильні групи вступають в реакцію з йонами водню молочної кислоти, яка утворилась при бродінні молочного цукру:



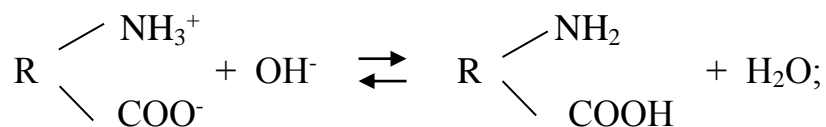
Кислотна дисоціація білків незначна, тому концентрація йонів водню залишається постійною, у той час як титрована кислотність підвищується, оскільки при її визначенні в реакцію з лугом вступають як активні, так і зв'язані іони водню.

Буферна властивість фосфатів полягає у взаємному переході гідрофосфатів в дигідрофосфати і назад. При утворенні кислоти частина гідрофосфатів переходить в дигідрофосфати:

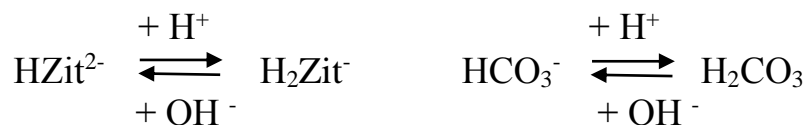


Оскільки аніон H_2PO_4^- слабо дисоціює на іони H^+ та HPO_4^{2-} , рН молока майже не змінюється, а титрована кислотність зростає.

При додаванні до молока лугів білки та фосфати реагують наступним чином:



Цитрати та бікарбонати при додаванні кислот або лугів вступають в реакцію з йонами H^+ та OH^- аналогічно фосфатам:



Зміни рН молока при додаванні до нього кислоти або лугу відбудуться в тому випадку, коли буде перевищена буферна ємність систем молока. Буферна ємність молока – це кількість кислоти або лугу, яку необхідно додати до 100 см^3 молока, щоб змінити величину рН на одиницю.

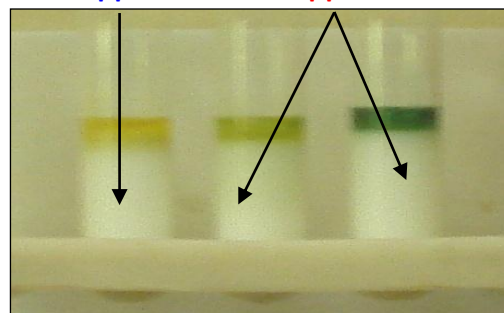
Наявність буферних систем в біологічних рідинах має велике значення – це свого роду захист живого організму від можливої різкої зміни рН, яка може несприятливо або згубно впливати на нього. Буферна властивість складових частин молока відіграє велику роль в життєздатності молочнокислих бактерій при виробництві кисломолочних продуктів та сиру.

Визначення нейтралізації молока содою із застосуванням бромтимолового синього. Метод ґрунтується на зміні забарвлення розчину індикатора при додаванні його в молоко, яке має домішку соди. Чутливість методу складає 0,05 % доданого карбонату або бікарбонату натрію.

Готують розчин бромтимолового синього. Наважку бромтимолового синього масою 0,1 г, зважену з похибкою $\pm 0,001 \text{ г}$, переносять в мірну колбу місткістю 250 см^3 і доливають до мітки 96 %-вим етиловим спиртом. В суху пробірку наливають 5 см^3 досліджуваного молока і обережно по стінці додають 7...8 крапель розчину бромтимолового синього.

Через 10 хв, не допускаючи струшування пробірки, спостерігають за зміною забарвлення кільця індикатора на молоці. Жовте забарвлення кільця індикатора свідчить про відсутність соди у молоці. Поява зеленого забарвлення різних відтінків (від світло-зеленого до синьо-зеленого) свідчить про присутність соди у молоці.

МОЛОКО БЕЗ СОДИ **МОЛОКО З ДОМІШКОЮ СОДИ**



Визначення нейтралізації молока содою із застосуванням розолової кислоти. Метод ґрунтується на зміні забарвлення спиртового розчину розолової кислоти при додаванні його в молоко, яке має домішку соди.

У пробірку наливають 3...5 см³ досліджуваного молока і додають таку ж кількість 0,2 %-вого розчину розолової кислоти (0,2 г у 100 см³ 96 %-вого етилового спирту). Молоко, яке не має домішку соди, забарвлюється в коричнево-жовтий колір, а молоко, яке містить соду – в малиново-червоний.

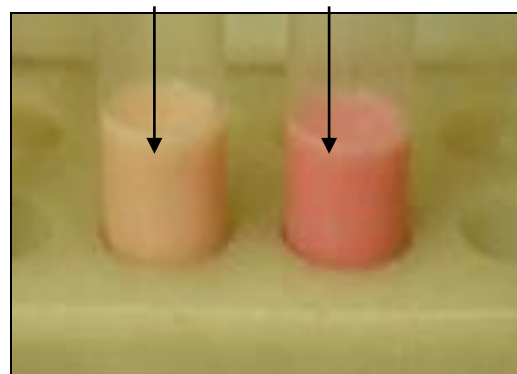
МОЛОКО БЕЗ СОДИ **МОЛОКО З ДОМІШКОЮ СОДИ**



Визначення нейтралізації молока содою із застосуванням фенолроту. Метод ґрунтується на зміні забарвлення індикатора при додаванні його в молоко, яке має домішку соди.

У пробірку наливають 3 см³ досліджуваного молока і додають 3...4 краплі водно-спиртового розчину фенолроту (0,1 мг фенолроту, 20 см³ етилового спирту та 80 см³ дистильованої води). Молоко, яке не містить соди, забарвлюється в помаранчевий колір, а молоко, яке містить соду – в червоний колір.

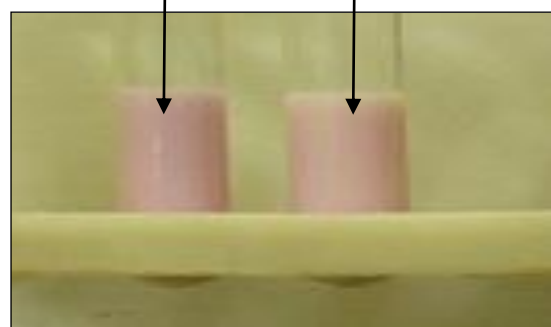
МОЛОКО БЕЗ СОДИ **МОЛОКО З ДОМІШКОЮ СОДИ**



Визначення нейтралізації молока содою із застосуванням нейтральроту. Метод ґрунтується на зміні забарвлення індикатора при додаванні його в молоко, яке має домішку соди.

У пробірку наливають 5 см³ досліджуваного молока і додають 1...2 краплі 1 %-вого водного розчину нейтральроту. Молоко, яке не має домішку соди, забарвлюється в рожевий колір, а молоко, яке містить соду, має забарвлення від жовто-рожевого до жовтого

МОЛОКО БЕЗ СОДИ **МОЛОКО З ДОМІШКОЮ СОДИ**



Узагальнені всі методи визначення нейтралізації молока содою із застосуванням індикаторів наведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1. – Визначення наявності соди в молоці з використанням індикаторів

№ з/п	Індикатор	Кількість		Колір молока з содою	Колір молока без соди
		молока	індикатора		
1	Бромтимоловий синій	5 см ³	7...8 крапель додають по стінці для утворення кільця на молоці	Від світло-зеленого до темно-зеленого	Жовтий
2	Розолова кислота	3 см ³	3 см ³	Малиново-червоний	Коричнево-жовтий
3	Фенолрот	3 см ³	3...4 краплі	Червоний	Помаранчевий
4	Нейтральрот	5 см ³	1...2 краплі	Від жовто-рожевого до жовтого	Рожевий

5.2.1.2 Визначення нейтралізації молока аміаком

Мета фальсифікації – нейтралізація підвищеної кислотності молока.

Нейтралізуючи молочну кислоту, що утворюється у процесі життєдіяльності бактерій, аміак або амонійні солі, попереджують швидке скисання молока, однак, як і карбонат або бікарбонат натрію, не затримують ріст бактерій в ньому.

Методи визначення – якісний аналіз визначення аміаку із застосуванням реактиву Неслера.

Наявність аміаку в сирому молоці визначають якісним методом згідно ГОСТ 24066-80. За допомогою цього методу можна виявити аміак або солі амонію в сирому молоці вище його природного вмісту. В основі методу лежить специфічна реакція, яка дозволяє визначити наявність аміаку або його солей за зміною забарвлення кольору молочної сироватки при її взаємодії з реактивом Неслера. Вміст аміаку в молоці визначають не раніше, ніж через дві години після закінчення доїння.

В стакан відмірюють циліндром 20 ± 2 см³ молока і нагрівають 2...3 хв на водяній бані з терморегулятором до 40...45 °С (при проведенні експрес-аналізу можливе використання імпровізованої водяної бані – емальованої кружки ємкістю 1 дм³, наповненої водою, та побутового кип'ятильника). У підігріте молоко додають 1 см³ 10 %-вого розчину оцтової кислоти для коагуляції молока.

Через 10 хв у пробірку відбирають 2 см³ сироватки, яка виділилась після коагуляції білків, додають 1 см³ реактиву Неслера, перемішують та через 1 хвилину спостерігають за зміною кольору сироватки. Світло-жовте забарвлення свідчить про присутність аміаку в молоці в природній концентрації. Помаранчевий колір різної інтенсивності вказує на наявність аміаку вище його природного вмісту.



5.2.1.3 Визначення наявності пероксиду водню в молоці

Пероксид водню (пергідроль 30 %-вий) додають в молоко як консервуючу речовину. Молоко, в яке додано пероксид водню, непридатне для перероблення та вживання в їжу.

Мета фальсифікації пероксидом водню – подовження терміну зберігання сирого молока шляхом корегування титрованої кислотності. Методом визначення є якісний аналіз з використанням йодистого калію та крохмалю.

Наявність пероксиду водню в сирому коров'ячому молоці встановлюють якісним методом за ГОСТ 24067-80 «Метод визначення пероксиду водню». Метод базується на взаємодії доданого в молоко пероксиду водню з йодистим калієм, виділенні йоду, який дає синє забарвлення з крохмалем. Чутливість методу складає 0,01 % пероксиду водню.

Готують розчин сірчаної кислоти: одну частину концентрованої сірчаної кислоти змішують у склянці з трьома частинами води. Готують крохмальний розчин йодистого калію: наважку крохмалю масою 3 г, зважену з похибкою $\pm 0,05$ г, розчиняють в 20 см³ води та приливають до 80 см³ кип'ячого окропу. Після охолодження до крохмального розчину додають

наважку йодистого калію масою 3 г, зважену з похибкою $\pm 0,01$ г, розчинену у 5...10 см³ дистильованої води. Розчин зберігають в холодильнику та перевіряють періодично з кип'яченим молоком на відсутність синього забарвлення. Зберігати розчин потрібно в темному прохолодному місці не більше 5 діб.

У пробірку вносять до 1 см³ досліджуваного молока, не перемішуючи, додають дві краплі розчину сірчаної кислоти і 0,2 см³ крохмального розчину йодистого калію. За зміною кольору вмісту пробірки, поміщеної в штатив, спостерігають, не допускаючи її струшування. Миттєве посиніння вмісту пробірки або поява окремих плям синього кольору протягом 10 хв свідчить, що масова частка пероксиду водню у молоці перевищує 0,01 %. Якщо через 10 хв синє забарвлення відсутнє – перексид водню у молоці відсутній.



5.2.1.4 Визначення присутності формаліну в молоці

Формалін (40%–вий розчин формальдегіду) додають у молоко в якості консерванта. Молоко, яке містить формалін, не придатне для перероблення та вживання в їжу. Таке молоко утилізують або використовують на кормові цілі.

Мета фальсифікації формаліном – подовження терміну зберігання сирого молока. При додаванні до молока формаліну змінюються показники молока – при визначенні масової частки жиру та сухого знежиреного молочного залишку отримують завищені показники. Методом визначення є якісний аналіз за допомогою кислотного методу Гербера.

У пробірку наливають 2...3 см³ суміші кислот (до 100 см³ сульфатної кислоти густиною 1820 кг/м³ та 1 краплину нітратної кислоти густиною 1300 кг/м³), потім обережно приливають таку ж кількість молока. При додаванні молока пробірку слід тримати у

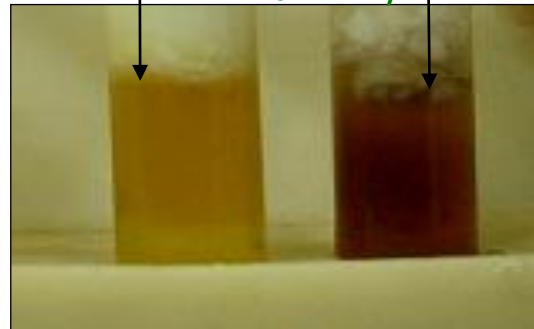


нахиленому положенні так, щоб рідини не змішувались, а нашарувались одна на іншу.

При наявності формаліну відразу або через 1...2 хв після додавання молока на місці контакту двох рідин з'являється кільце фіолетового або темно-синього кольору; при відсутності формаліну – слабке жовтувато-буре кільце.

Після обережного обертання пробірки круговими рухами навколо осі суміш кислот при наявності у молоці формаліну забарвлюється у фіолетовий або темно-синій колір, при відсутності – у жовтувато-бурий колір.

МОЛОКО БЕЗ ФОРМАЛІНУ **МОЛОКО З ДОМІШКОЮ ФОРМАЛІНУ**
(ПІСЛЯ ПЕРЕМІШУВАННЯ)



5.2.1.5 Визначення наявності миючих засобів у молоці

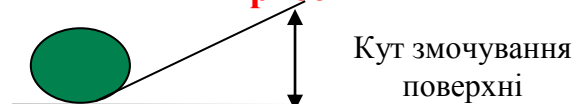
Мета фальсифікації молока миючими засобами – надання неправдивої інформації про вміст жиру в молоці та його густину.

Методи визначення миючих засобів в молоці:

- використання фізико-хімічних властивостей миючих засобів як поверхнево-активних речовин;
- використання хімічної реакції з AgNO_3 , що приводить до зміни кольору молока за рахунок наявності фосфатів як головних складових миючих засобів;
- з використанням індикатора бромтимолового синього;
- з використанням термооброблення та фенолфталеїну.

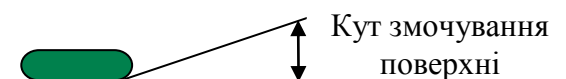
Метод краплі. а) На скляну пластинку наносять краплю високожирних вершків. Крапля високожирних вершків не розтікається на пластині.

Крапля вершків 30–40 %-вої жирності



б) на скляну пластину наносять краплю молока. Крапля зберігає свою форму за рахунок поверхневого натягу.

Крапля молока



в) на скляну пластину наносять краплю молока. Якщо воно містить поверхнево-активні речовини (мило господарське, миючі і пральні рідини та порошки), тоді крапля швидко розтікається по пластині не зберігаючи форму.

**Крапля молока,
яке містить ПАР**



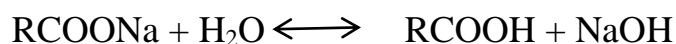
Метод піпетки. а) молоко, що містить багато молочного жиру повільно витікає з піпетки. Швидкість утворення краплі триває від 2 до 8 сек.

б) молоко, що містить миючі засоби (господарське мило, пральні порошки та рідини) швидше сповільнює піпетку. Швидкість утворення краплі триває від 1 до 2 секунд

в) у випадках високої концентрації миючих засобів в молоці воно може витікати з піпетки без утворення крапель.

З використанням бромтимолового синього. Крім наведених способів визначення присутності миючих засобів у молоці можливо визначення їх шляхом порівняння результатів визначення нейтралізації молока содою із застосуванням бромтимолового синього та розолової кислоти. Якщо при визначенні нейтралізації молока содою із застосуванням розолової кислоти результат негативний, а із застосуванням бромтимолового синього – позитивний з утворенням інтенсивного жовтого кольору, можна стверджувати, що молоко містить миючі засоби.

Визначення присутності мила в молоці. Метод заснований на тому, що мило у водному розчині гідролізується:



У цьому випадку додавання мила до молока приводить до нейтралізації молочної кислоти, яка виникла при трансформації лактози мікроорганізмами, що присутні у молоці. За рахунок реакції нейтралізації має місце корегування значень титрованої кислотності молока у бік зниження абсолютних величин, а також зсув показника активної кислотності рН в лужне середовище. Величини змін титрованої кислотності та рН залежать від кількості доданого мила. Таким чином, додавання мила в молоко дозволяє фальсифікувати молоко за титрованою кислотністю та рН, а також впливає на реальні значення вмісту жиру в молоці при визначенні

його кислотним методом Гербера (має місце завищення вмісту жиру).

Для виконання якісного аналізу в пробірку додають 3...5 см³ молока, 2...3 краплі фенолфталеїну, нагрівають до кипіння і витримують 5 хв. У випадку присутності мила, суміш в пробірці забарвлюється у рожевий колір.

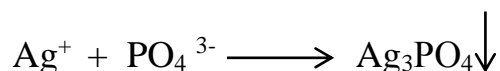
5.2.1.6 Визначення наявності фосфатів у молоці

Мета фальсифікації молока фосфатами – надання неправдивої інформації про термостійкість молока.

Внесення фосфатів натрію (калію) у кількості, яка перевищує 0,4 %, може призвести до погіршення органолептичних показників молока, зокрема, до виникнення гіркуватого присмаку.

Методами визначення фосфатів є використання хімічних реакцій, що приводять до зміни кольору молока, зокрема, взаємодія з нітратом срібла (молібдатом амонію), в результаті чого утворюється осад фосфату срібла жовтого кольору; визначення з використанням індикатора бромтимолового синього.

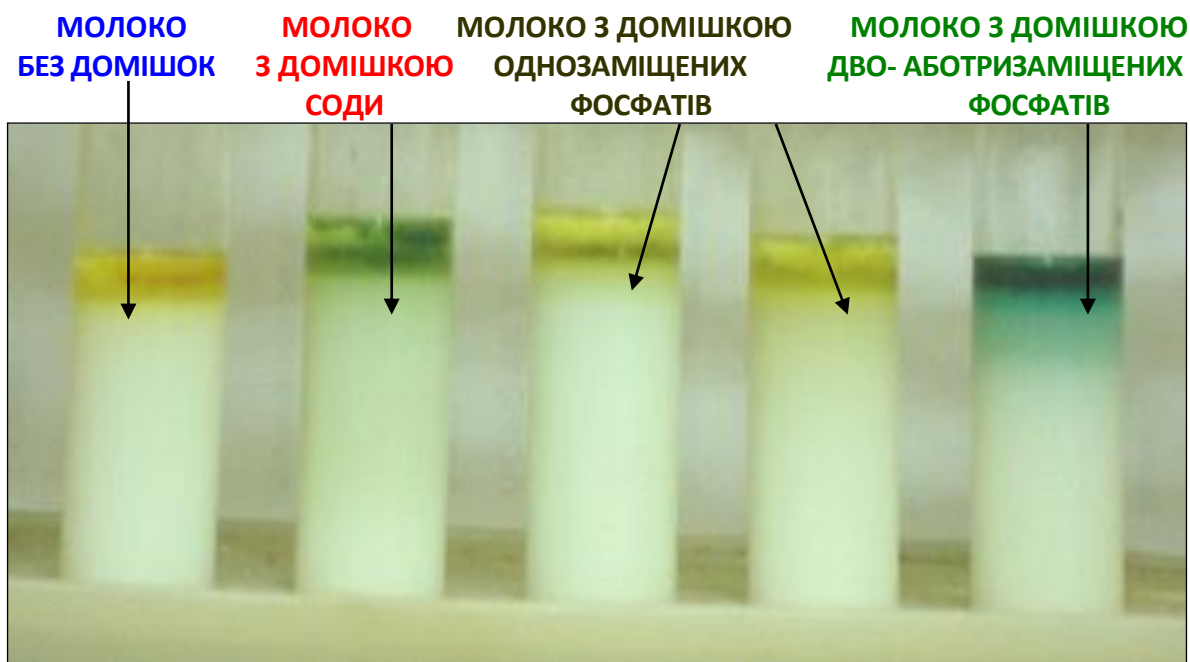
Визначення присутності фосфатів за реакцією з нітратом срібла. При взаємодії фосфатів з іонами срібла утворюється жовтий осад фосфату срібла:



У пробірку наливають 2 см³ досліджуваного молока і додають 2 см³ 0,5 %-вого розчину нітрату срібла (молібдату амонію). У молоці, яке має домішки фосфатів, утворюється жовтий осад.

Експрес – метод визначення присутності фосфатів із використанням бромтимолового синього. Якщо при визначенні нейтралізації молока содою із застосуванням бромтимолового синього утворюється кільце яскраво-зеленого кольору, це свідчить про наявність у молоці фосфатів.

Отже, з використанням бромтимолового синього у молоці можна визначити домішки соди, миючих засобів та фосфатів. При позитивній реакції на цей індикатор слід провести визначення соди з розоловою кислотою. Якщо вона дає негативний результат, слід робити висновок про присутність у молоці миючих засобів або фосфатів.



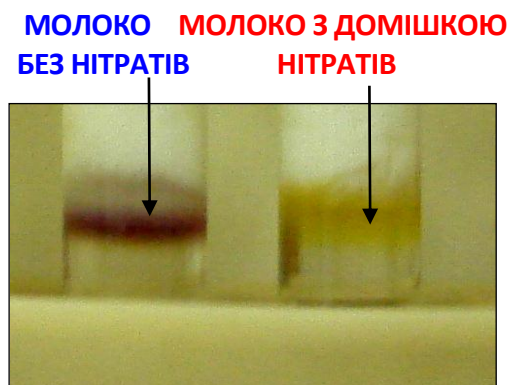
5.2.1.7 Визначення наявності нітратів у молоці

Молоко, як правило, містить незначну кількість нітратів (0,2...0,8 г/кг) та нітритів (2...3 мкг/кг). Нітрати переходять у корми з ґрунту. Нітрати кормів та нітрити, які утворюються з них у рубці корови, майже повністю розкладаються в організмі тварини. При надмірній кількості нітратів в деяких кормах (силосі, гідролізних дріжджах тощо) може спостерігатись більш активний перехід нітратів та нітритів у молоко. Нітрати й нітрити дуже шкідливі для людини, оскільки ініціюють утворення в молочних продуктах та організмі людини N-нітрозамінів, які стимулюють розвиток ракових пухлин в організмі людини. Останнім часом у молоко додають нітрати для подовження терміну його зберігання. Нітрати натрію (калію), які додають у молоко, добре дисоціюють у молоці і сприяють підвищенню в ньому осмотичного тиску, що пригнічує розвиток деяких груп мікроорганізмів і сприяє подовженню тривалості зберігання.

Мета фальсифікації молока нітратами – подовження терміну зберігання сирого молока за рахунок гальмування росту мікроорганізмів, при цьому гальмується наростання титрованої кислотності в молоці.

Метод визначення за реакцією з формаліном. У пробірці змішують 5 см³ молока з 2 краплями 10 %-вого розчину формаліну. В іншу пробірку беруть близько 3 см³ хімічно чистої сірчаної кислоти густиною 1,815 г/см³ і на неї обережно наливають приготувану суміш молока з формаліном. Можна для цієї реакції використовувати розбавлену сірчану кислоту (350 см³ концентрованої кислоти та 150 см³ води) і розбавлений формалін (250 см³ води та 10 крапель формаліну).

Молоко без домішки нітратів після змішування з формаліном і сірчаною кислотою дає фіолетове забарвлення, молоко з домішкою нітратів – жовте.



5.2.2 Визначення фальсифікації молока водою

Мета фальсифікації молока водою – збільшення кількості сирого молока для продажу заготівельникам та молокопереробним підприємствам.

Вплив додавання води на показники молока:

- зменшується значення густини (< 1027 кг/м³);
- зменшується масова частка жиру, білка, сухих речовин.

Методи визначення води в молоці:

- ареометричний метод (визначення густини);
- кріоскопічний метод (визначення точки замерзання);
- рефрактометричний та розрахунковий методи (визначення вмісту сухих речовин та жиру);
- сучасні прилади для контролю молока (Лактан, Екомілк, Foss тощо);
- експрес-метод.

Експрес – метод визначення фальсифікації молока водою.

Цей метод дає можливість встановити лише факт фальсифікації молока водою, але не дає можливості встановити масову частку доданої до молока води.

У пробірку наливають 2 см³ досліджуваного молока, додають 2 краплі 10 %-вого розчину хромовоокислого калію і 2 см³ 0,5 %-вого розчину азотнокислого срібла. Кондиційне молоко забарвлюється в лимонно-жовтий колір, молоко, розбавлене водою – в цегляно-червоний колір різної інтенсивності.

Після перемішування вмісту пробірки з досліджуваним молоком, розбавленим водою, і внесеними реактивами, інтенсивність цегляно-червоного кольору суттєво знижується, але отриманий колір все ж суттєво відрізняється від контрольного зразка.



Визначення фальсифікації молока водою ареометричним методом. Фальсифікацію молока водою можна визначити непрямим методом – за зміною густини, враховуючи, що вона знижується приблизно на 3 °А при додаванні 10 % води. Слід пам'ятати, що густину молока визначають не раніше, ніж через 2 год після доїння за температури молока 20 °С. Якщо температура молока при визначенні густини відхиляється від зазначеного значення, отримане значення густини молока корегують з використанням спеціальних таблиць.

Визначення фальсифікації молока водою кріоскопічним методом. Фальсифікацію молока водою доцільно визначити кріоскопічним методом (за температурою замерзання).

Точка замерзання свіжого молока від здорових корів складає (–0,55) °С і може коливатись в межах від (–0,51) до (–0,59) °С. При додаванні в молоко води зі зниженням в ньому концентрації розчинених молочного цукру та солей температура замерзання підвищується.

Сутність методу базується на зміні температури замерзання молока в залежності від його розведення водою.

Для визначення температури замерзання використовують ручний кріоскоп з метастатичним термометром.

Кількість доданої в молоко води визначають за формулою:

$$X = 100 \times (T - T_1) / T,$$

де X – масова частка доданої в молоко води, %;

T – температура замерзання натурального молока, °С,

$T = (-0,55)$ °С;

T_1 – температура замерзання досліджуваного зразка молока, °С.

Визначення фальсифікації молока водою рефрактометричним та розрахунковим методами.

Фальсифікацію молока водою можна встановити за зміною масової частки в ньому сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ). При додаванні в молоко води знижується вміст сухих речовин, жиру, СЗМЗ, а також кислотність та густина. Ступінь фальсифікації молока водою розраховують за формулою:

$$B = \frac{СЗМЗ - СЗМЗ_1}{СЗМЗ} \times 100,$$

де B – масова частка доданої в молоко води, %;

$СЗМЗ$ – масова частка СЗМЗ стойлової проби, %;

$СЗМЗ_1$ – масова частка СЗМЗ досліджуваної проби молока, %.

Масову частку СЗМЗ у досліджуваному молоці та молоці стойлової проби визначають рефрактометричним методом з використанням спеціального молочного рефрактометра.

Масову частку СЗМЗ у досліджуваному молоці та молоці стойлової проби також можна визначати розрахунковим методом. Для визначення СЗМЗ розроблено формули, за якими його вміст знаходять як функцію густини, масової частки жиру та температури. Формули складено на основі теоретичних розрахунків, в яких є деякі умовності – кожна складена для молока певного складу.

Сьогодні для визначення масової частки СЗМЗ використовують розрахункову формулу:

$$СЗМЗ = \frac{D + 2}{4} + 0,225 \times Ж_M,$$

де D – густина молока в градусах ареометра при 20 °С;

J_m – масова частка жиру в молоці, %.

Масову частку СЗМЗ можна розрахувати також за формулою:

$$СЗМЗ = C - J_m,$$

де C – масова частка сухих речовин в молоці, %.

Сьогодні для розрахунку сухих речовин в молоці використовують змінену формулу Фаррінстона (стандартну):

$$C = \frac{4,9 \times J_m + D}{4} + 0,5,$$

де 4,9 – постійний коефіцієнт;

0,5 – поправка на густину.

Розрахунковий метод визначення масової частки сухих речовин у молоці є найбільш швидким. Однак, слід пам'ятати, що правильність визначення масової частки сухих речовин молока розрахунковим методом залежить від правильності визначення масової частки жиру та густини молока. Похибка у визначенні густини на 0,001 кг/м³ дає похибку у визначенні розрахунком масової частки сухих речовин молока більше 0,2 відсотка. Похибка при визначенні масової частки жиру 0,1 % викликає похибку при розрахунку масової частки сухих речовин більше, ніж на 0,1 %.

Визначення розведення молока водою. Змішати молоко і спирт у співвідношенні (1:2) і вилити на блюдечко. Якщо протягом 5...7 сек з'являться згустки білка, то досліджуване молоко не розбавлене водою. У випадку, якщо згустки білка з'являться пізніше, то це свідчить, що молоко розведене водою.

Натуральне молоко капнути у склянку з водою. Якщо крапля молока повільно опускається на дно склянки, максимально зберігаючи свою форму, то воду в молоко не додавали. Якщо ж крапля молока повільно розпливається у воді, то це є ознакою розбавленого молока.

Крапля натурального молока на нігті має випуклу форму. Знежирене або розведене водою молоко розтікається на нігті миттєво.

Краплю молока обережно капнути на фільтрувальний папір. Останній поступово поглинає воду, а навколо краплі з'являється

вологе кільце. За часом висихання кільця та його площею можна судити про рівень розбавлення молока водою. Чим більше кільце і чим швидше воно висихає, тим більше води додано в молоко. Так, якщо кільце висихає через год, то в молоко додано близько 10 % води, якщо через 0,5 год, то ступінь розведення складає 30 %, а якщо кільце висихає через 15...20 хв, то це свідчить, що молоко розведене на 50 %.

5.2.3 Визначення фальсифікації молока білковими субстанціями

Визначення фальсифікації молока знежиреним молоком. Мета фальсифікації – збільшення кількості сирого молока для продажу заготівельникам та молокопереробним підприємствам.

Вплив на показники молока: збільшується значення густини ($> 1027 \text{ кг/м}^3$); зменшується масова частка жиру та сухих речовин, СЗМЗ практично не змінюється або незначно підвищується.

Методи визначення:

- ареометричний метод (визначення густини);
- розрахунковий метод (визначення вмісту сухих речовин та жиру).

Визначення фальсифікації молока знежиреним молоком ареометричним методом. Фальсифікацію молока знежиреним молоком можна визначити непрямим методом – за зміною густини, враховуючи, що вона підвищується при додаванні до молока знежиреного молока.

Визначення фальсифікації молока знежиреним молоком розрахунковим методом. Фальсифікацію молока знежиреним молоком можна встановити за зміною масової частки в ньому масової частки жиру та сухих речовин. Ступінь фальсифікації молока знежиреним молоком розраховують за формулою:

$$O = \frac{Ж - Ж_1}{Ж} \times 100,$$

де O – масова частка доданого в молоко знежиреного молока, %;

$Ж$ – масова частка жиру в стойловій пробі, %;

$Ж_1$ – масова частка жиру в досліджуваній пробі молока, %.

Для більшої достовірності при встановленні характеру фальсифікації у випадку додавання знежиреного молока розрахунок проводять за формулою:

$$Ж_{cp} = \frac{Ж_1}{C_1} \times 100,$$

де $Ж_{cp}$ – масова частка жиру в сухих речовинах молока, %;

C_1 – масова частка сухих речовин у досліджуваній пробі молока, %.

Наявність в сухих речовинах молока жиру менше 25 % вказує на те, що до нього додано знежирене молоко або з нього підзняті вершки.

Визначення подвійної фальсифікації знежиреним молоком та водою. При одночасному додаванні до молока води та знежиреного молока масова частка жиру, сухих речовин та СЗМЗ знижується, а густина не змінюється або відхиляється незначно в залежності від співвідношення доданих компонентів.

Ступінь фальсифікації молока визначають за формулами :

а) загальна масова частка доданих води та знежиреного молока, %:

$$Д = 100 - \left(\frac{Ж_1}{Ж} \times 100 \right),$$

б) масова частка води, доданої до молока, %:

$$В = 100 - \left(\frac{СЗМЗ_1}{СЗМЗ} \times 100 \right),$$

в) масова частка знежиреного молока, доданого до молока, %:

$$О = Д - В$$

Визначення наявності у молоці сухого молока (незбираного або знежиреного), сухої сироватки або лужних розчинів казеїну. Мета фальсифікації – підвищення масової частки сухих речовин (при додаванні сухого незбираного молока), сухого знежиреного молочного залишку (при додаванні сухого знежиреного молока або сухої сироватки) або масової частки білка (при додаванні лужних розчинів казеїну).

Вплив на показники молока:

– підвищується густина молока ($> 1027 \text{ кг/м}^3$);

– підвищується вміст у молоці сухих речовин (сухого знежиреного молочного залишку або білка);

– погіршується здатність молока до сичужного зсідання.

Метод визначення – реакція з йодкалієвим крохмалем.

У пробірку вносять 2 см³ досліджуваного молока і додають 5 крапель йодокалієвого крохмалю, перемішують.

Додають 1 краплю 2 %-вого пероксиду водню та збовтують.

Сире молоко швидко забарвлюється в темно-блакитне забарвлення, а відновлене молоко – забарвлення не змінює.



Визначення наявності у молоці сухої сироватки. Для визначення у сирому збірному молоці наявності відновленої сухої сироватки у ньому визначають масову частку білка та лактози. При додаванні до молока відновленої сухої сироватки масова частка білка в ньому знижується, а масова частка лактози – підвищується.

Визначають масову частку білка та лактози в молоці і порівнюють зі значеннями, вказаними в табл. 5.2 і роблять висновок про наявність у молоці відновленої сироватки.

Таблиця 5.2. – Залежність масової частки білка та лактози у молоці від кількості доданої відновленої сироватки

Кількість доданої до молока відновленої сироватки, %	Масова частка білка, %	Масова частка лактози, %
0	не менше 2,80	4,50
10	2,62...2,79	4,67
20	2,44...2,61	4,84
30	2,26...2,43	5,01
40	2,08...2,25	5,18
50	1,90...2,07	5,35
60	1,72...1,89	5,53
70	1,54...1,71	5,70
80	1,36...1,53	5,87
90	1,18...1,35	6,04

5.2.4. Визначення фальсифікації молока біополімерами рослинного походження (крохмаль, картопляний відвар, борошно)

Мета фальсифікації молока біополімерами – надання неправдивої інформації про вміст жиру в молоці та густину молока.

При застосуванні для визначення масової частки жиру в молоці стандартного методу (кислотного методу Гербера) та ареометричного методу для визначення густини показники набувають підвищених значень.

Методи визначення:

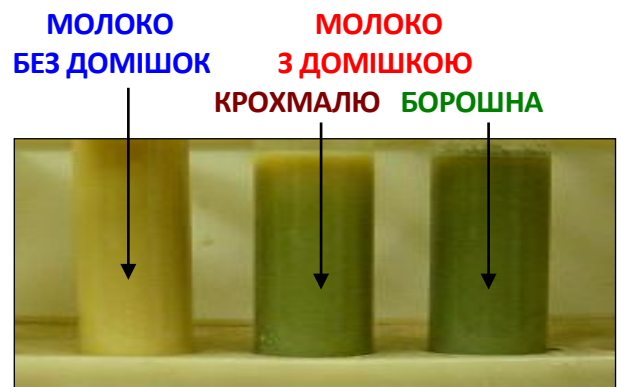
- за реакцією крохмалю з йодом;
- методом седиментації;
- шляхом термічного оброблення.

Визначення наявності крохмалю в молоці за реакцією з йодом. Сутність методу полягає в тому, що молоко, в якому є домішки крохмалю, картопляного відвару або борошна, в результаті реакції йоду з крохмалем забарвлюється в синій колір. Готують 0,5 %-вий розчин йоду (0,5 г йоду розчиняють у 96 %-вому етиловому спирті в мірній колбі на 100 см³ і доливають до мітки дистильованою водою).

В пробірку вносять 5 см³ досліджуваного молока та 3 см³ 0,5%-вого водно-спиртового розчину йоду, добре перемішують. Поява синього забарвлення свідчить про присутність крохмалю або картопляного відвару, швидке осаджування на дно синього осаду – про наявність у молоці борошна.

Визначення наявності крохмалю або борошна в молоці методом седиментації. В прозорий скляний циліндр для ареометра місткістю 150–250 см³ наливають молоко і залишають в спокої протягом 1–2 год. Після цього візуально оглядають відстояне молоко і в випадку присутності осаду, або видимого розподілення молока на 2 шари судять про присутність чужорідних високомолекулярних субстанцій (найвірогідніше крохмалю або борошна).

У випадку відсутності чіткого розділення молока на шари на початку за допомогою ареометра визначають густину молока в



верхньому шарі скляного циліндру. Після цього 50–100 см³ верхнього шару молока зливають і проводять визначення густини молока в нижньому шарі циліндра за допомогою ареометра. Різниця в значеннях густини молока в верхньому і нижньому шарах більше ніж в 2 одиниці свідчить про фальсифікацію молока біополімерами.

Визначення присутності біополімерів (крохмалю, борошна та інших) в молоці шляхом термічного оброблення. Склянку або інший посуд з молоком нагрівають до температури кипіння. В випадку присутності в молоці крохмалю, борошна та інших схожих за своєю хімічною природою біополімерів в посуді з термічнообробленим молоком утворюється звичайний клейстер.

5.2.5. Визначення фальсифікації молока крейдою, вапном, гіпсом

Мета фальсифікації – надання неправдивої інформації про частину молока та корегування значень титрованої кислотності.

При додаванні крейди, вапна або гіпсу показники густини молока при використанні ареометра набувають підвищених значень, та має місце частковий процес нейтралізації титрованої кислотності молока.

Методи визначення:

1) щоб виявити присутність цих домішок у молоці, необхідно процідити 50–100 см³ молока через фільтрувальний папір і в профільтроване молоко додати кілька крапель лимонної або оцтової кислоти. Фальсифіковане молоко на відміну від натурального молока почне пускати бульбашки від виділення вуглекислоти.

2) після центрифугування пробірки з молоком або при витримуванні їх у стані спокою 0,5–1,5 год на дні посуду має місце осад. Також осад крейди, вапна або гіпсу утворюється на фільтрувальному папері, через який пропускають молоко.

5.2.6 Визначення фальсифікації молока саліциловою або борною кислотами

Мета фальсифікації – подовження термінів зберігання заготівельного молока.

При фальсифікації молока відзначають:

– підвищення значення титрованої кислотності на 0,5–1,5 °Т;

- погіршення термостійкості молока;
- гальмування розвитку мікрофлори під час зберігання.

Метод визначення при фальсифікації молока саліциловою або борною кислотами - застосування синього та червоного лакмусових папірців.

В 2 пробірки вносять по 5 см³ досліджуваного молока. Після цього опускають в одну пробірку синій лакмусовий папірець, а в другу пробірку опускають червоний лакмусовий папірець.

У випадку присутності в молоці борної або саліцилової кислот, синій лакмусовий папірець змінює свій колір на червоний, а червоний лакмусовий папірець не змінює свого кольору.

5.2.7. Визначення термічного оброблення молока

Сире молоко може бути піддано термічному обробленню (кип'ятінню або нагріванню до температури вище 80 – 90 °С.

Мета фальсифікації – подовження терміну зберігання молока, яке заготовлюється, та підвищення його сортності.

Вплив на показники молока:

- зменшується бактеріальне забруднення та підвищується сортність молока;
- знижується значення титрованої кислотності молока (на 0,5 – 1,5°Т);
- погіршується здатність молока до сичужного зсідання (молоко після кип'ятіння молокозсідальними ферментами не зсідається);
- у молоці знижується вміст сироваткових білків, які випадають у вигляді молочного каменю на поверхнях теплообмінних апаратів;
- внаслідок порушення сольової рівноваги молоко, яке піддавалося термічному обробленню, при стерилізації згортається.

Методи визначення – проба на пероксидазу (реакція з йодокалієвим крохмалем).

У пробірку вносять 5 см³ досліджуваного молока, додають 5 крапель йодокалієвого крохмалю, 5 крапель 0,5 %-вого розчину перексиду водню і вміст пробірки перемішують. Сире молоко швидко забарвлюється в темно – блакитне забарвлення; молоко, нагріте вище 85 °С або витримане при 75 °С не менше 10 хв. забарвлення не змінює.



5.2.8 Визначення присутності анормального молока у збірному коров'ячому молоці

Анормальним вважається молоко з домішками молозива, а також отримане протягом останніх 7 діб лактації (стародійне), від корів з субклінічною формою маститу та іншими порушеннями стану організму, при яких збільшується кількість соматичних клітин в молоці.

Збірне коров'яче молоко, отримане від здорових корів, містить у 1 см³ до 500 тис. соматичних клітин, анормальне – більше 500 тис. Молоко з високим вмістом соматичних клітин має високу бактеріальну забрудненість і, як правило, може містити недопустимо велику кількість патогенних стафілококів, які мають підвищену біологічну активність і продукують токсини, шкідливі для здоров'я людини.

Мета фальсифікації – завищення сортності молока, що заготовлюється за рахунок зміни результатів редуктазної проби внаслідок гальмування процесу відновлення метиленового голубого (резазуріну).

Вплив на показники молока:

- збільшується кількість соматичних клітин, які можуть продукувати токсини;

- змінюється хімічний склад збірного молока, що викликає порушення біохімічних та мікробіологічних процесів при його переробленні. Таке молоко нетерmostійке, погано зсідається молокозсідальним ферментом, тому не може бути використано для виробництва сиру. В ньому повільно розвивається значна кількість промислово–цінних штамів молочнокислих бактерій. Структурно–механічні властивості отриманих з такого молока кислотних та кислото–сичужних згустків відрізняються від згустків, отриманих з нормального молока. Так, вони мають підвищену в'язкість, меншу щільність та гірше відокремлюють сироватку;

- якість молочних продуктів, вироблених із молока з домішками анормального, нижча від якості продуктів, отриманих з нормального молока. Такі продукти можуть містити токсини, що виділяють мікроорганізми, які можуть викликати отруєння людей при вживанні цих продуктів.

Методи визначення:

- з використанням препарату «Мастоприм»;
- бромтимолова проба.

Визначення аномального молока з використанням препарату «Мастоприм». Метод визначення домішки аномального (маститного) молока у збірному коров'ячому молоці (ГОСТ 23453–79) базується на взаємодії препарату «Мастоприм» з соматичними клітинами, в результаті чого змінюється консистенція молока.

Для приготування розчину препарату «Мастоприм» 2,5 г препарату вносять у мірну колбу місткістю 100 см³ і доливають до мітки дистильованою водою, нагрітою до температури 30-35 °С. Розчин перед використанням перемішують до рівномірного розподілу осаду. При температурі навколишнього середовища нижче 16 °С в розчині випадає значний осад. Перед проведенням аналізу такий розчин необхідно підігріти в термостаті або водяній бані до температури 30–35 °С. Тривалість придатності розчину – 3 міс. зберігання при температурі 16–22 °С.

Для проведення дослідження в лунку пластинки ПМК–1 вносять 1 см³ ретельно перемішаного молока і додають 1 см³ 2,5 %-вого водного розчину препарату «Мастоприм». Молоко з розчином препарату інтенсивно перемішують пластмасовою або дерев'яною паличкою протягом 10 секунд. Отриману суміш із пластинки неодноразово піднімають паличкою вгору на 5–7 см, після чого протягом не більше 60 секунд оцінюють результати. Домішку аномального молока у збірному коров'ячому молоці визначають за зміною консистенції молока із врахуванням кількості соматичних клітин у відповідності з табл. 5.3.

Таблиця 5.3. – Залежність кількості соматичних клітин в молоці від консистенції згустку

№ з/п	Характеристика консистенції молока	Кількість соматичних клітин в 1 см ³ молока
1	Однорідна рідина або слабкий згусток, який злегка тягнеться за паличкою у вигляді нитки	до 500 тис.
2	Виражений згусток, при перемішуванні якого гарно видно виямку на дні лунки пластинки. Згусток не викидається з лунки	від 500 тис. до 1 млн.
3	Щільний згусток, який викидається паличкою з лунки пластинки	більше 1 млн.

Визначення анормального молока з використанням бромтимолової проби. Бромтимолова проба базується на визначенні величини рН збірного коров'ячого молока. Величина рН нормального молока зазвичай не перевищує 6,8. При захворюванні вимені (маститі) значення рН підвищується і кілька крапель розчину бромтимолу, доданого до маститного молока, надають йому зеленуватого забарвлення.

Для визначення готують 0,2 %-вий розчин бромтимолблау в 60 %-вому етиловому спирті. В заглиблення на фарфоровій пластинці наносять по 2 краплі молока і 1 краплю 0,2 %-вого розчину бромтимолблау в 60 %-вому етиловому спирті. Змішують обережно і спостерігають за забарвленням. Нормальне молоко дає оливково-жовте забарвлення. Молоко, отримане від корів зі слабкою формою маститу, дає синьо-зелене або інтенсивно-зелене забарвлення, обумовлене зниженою концентрацією водневих йонів. При сильній формі маститу молоко інколи набуває жовтого забарвлення, що характеризує підвищення концентрації йонів водню.

При визначенні анормального молока з використанням бромтимолової проби експрес-методом замість фарфорової пластинки використовують фільтрувальний папір, на який наносять по 1 краплі розчину бромтимолблау. Після висихання розчину на папері залишаються жовті круги бромтимолблау. Краплю досліджуваного молока капають на кружок індикатора і спостерігають зміну забарвлення.

5.2.9. Визначення присутності рослинних жирів у збірному коров'ячому молоці

Мета фальсифікації – завищення масової частки жиру у збірному коров'ячому молоці.

5.2.9.1. Хімічні методи

До хімічних методів відносять визначення за реакцією Цюга (видозміна Оржеховського) – експрес-метод, за числом Рейхерта–Мейссля, за йодним числом та за співвідношенням йодного числа до числа Рейхерта–Мейссля.

Для визначення домішок рослинного жиру в збірному молоці необхідно виділити жир у чистому вигляді, тобто вивільнити його від білкових оболонок. Як розчинники білків використовують

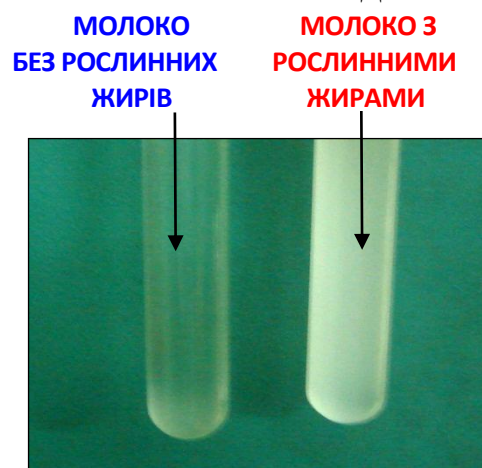
сильні розчини кислот або лугів. Стандартний метод виділення жиру з молока називають кислотним, оскільки використовують сірчану кислоту. Даний метод ґрунтується на виділенні жиру з молока під дією концентрованої сірчаної кислоти та ізоамілового спирту з подальшим центрифугуванням.

Для виділення жиру з молока змішують у пробірці з діаметром 16 мм рівні об'єми сірчаної кислоти густиною $1,81\text{--}1,82\text{ г/см}^3$ та збірного молока (по 20 см^3) і додають 2 см^3 ізоамілового спирту. Пробірку щільно закривають резиною пробкою, перемішують 5 хвилин і центрифугують 5 хвилин при 1000 об/хв. Після центрифугування пробірку витримують у водяній бані з температурою $(65\pm 2)^\circ\text{C}$ протягом 5 хвилин. Відцентрифугований жир відбирають і визначають наявність в ньому домішок рослинних жирів.

Експрес – метод визначення домішок рослинного жиру в молоці за реакцією Цьога. У пробірку наливають 20 см^3 льодяної оцтової кислоти або суміші, що складається з 3-х частин етилового спирту, 6 частин ефіру та 1 частини гідроксиду натрію концентрацією $0,1\text{ моль/дм}^3$, потім додають 1 г розтопленого досліджуваного жиру. Отриману суміш підігрівають до температури $50\text{--}60^\circ\text{C}$ і дуже обережно перемішують.

Натуральний молочний жир в цій суміші добре розчиняється і розчин утворюється прозорим. При наявності у молочному жирі домішок рослинних жирів розчин буде мутним.

Визначення домішок рослинного жиру у молоці за числом Рейхерта–Мейссля. Число Рейхерта–Мейссля характеризує вміст у 5 г жиру низькомолекулярних жирних кислот (масляної та капронової), які здатні розчинитись у воді і випаровуватись при нагріванні. Кількісно число Рейхерта–Мейссля виражається об'ємом гідроксиду натрію концентрацією $0,1\text{ моль/дм}^3$, який витрачається на нейтралізацію розчинних у воді насичених жирних кислот, що відганяються з водяною парою з 5 г жиру після його омилення. Число Рейхерта–Мейссля молочного жиру підвищується до середини періоду лактації і знижується у жовтні–листопаді. Жир



молока, на відміну від інших жирів, має високе число Рейхерта–Мейссля (табл. 5.4.), тому при підозрі на фальсифікацію за його величиною можна визначити натуральність молочного жиру. Однак, слід зазначити, що незначна кількість рослинного жиру в молочному жирі (менше 15 %) незначно знижує число Рейхерта–Мейссля, особливо в середині лактаційного періоду, коли воно має максимальні значення.

Таблиця 5.4. – Значення числа Рейхерта–Мейссля для різних видів жирів

Жир	Число Рейхерта–Мейссля
Молочний жир	20,0 – 32,0
Яловичий жир	0,25 – 0,50
Баранячий жир	0,1 – 1,2
Свинячий жир	0,3 – 0,9
Соняшникова олія	до 0,6
Хлопкова олія	0,2 – 1,0
Кукурудзяна олія	0 – 2,5
Соева олія	0,5 – 0,8
Кокосове масло	4,0 – 8,0
Замінник молочного жиру «Гелікон»	0,6 – 0,8
Замінник молочного жиру «Олмікс»	1,0 – 1,1
Замінник молочного жиру «Пальміра»	1,0 – 1,2
Ріпакова олія	до 0,8
Пальмове масло	0,1 – 1,5
Пальмоядрове масло	4,0 – 7,0
Арахісова олія	0,3 – 1,8
Оливкова олія	0,2 – 1,0

Для омилення жиру у колбу місткістю 300 см³ відважують 5,0 г розплавленого і профільтрованого жиру, центрифужною пробіркою додають 2 см³ 50 %-вого розчину гідроксиду натрію і циліндром 23 см³ гліцерину. Колбу поміщають на електроплитку і нагрівають до кипіння. По мірі нагрівання вміст колби перемішують, намагаючись захоплювати краплі жиру зі стінок. Якщо утворюється піна, колбу на деякий час знімають з електроплитки.

Нагрівання продовжують до тих пір, поки суміш не стане прозорою (приблизно протягом 10–15 хв). Потім колбу знімають з плитки і залишають при кімнатній температурі для охолодження

вмісту до 80–90 °С, після чого в неї циліндром приливають 130 см³ свіжопрокип'яченої дистильованої води з температурою 80–90 °С.

Для відгонки насичених жирних кислот (НЖК) збирають прилад для відгонки НЖК.

Для цього спочатку під холодильник поміщають мірну колбу місткістю 110 см³, а на колбу – воронку з гладким паперовим фільтром для вловлювання НЖК, нерозчинних у воді.

Потім в колбу з омиленим жиром, яка є перегонною, вносять кілька шматочків пемзи і з бюретки – 50 см³ розчину сірчаної кислоти. Колбу закривають пробкою з крапельвловлювачем, сполученим з холодильником. В холодильник подають воду, використовуючи принцип протитоку.

Перегонну колбу починають повільно підігрівати до тих пір, поки не розплавляться нерозчинні жирні кислоти, потім нагрівання підсилюють. Для попередження термічного розкладу вищих жирних кислот температура електроплитки не повинна перевищувати 270°С. Відгонку проводять до отримання 110 см³ дистилату. Після цього вимикають електроплитку, видаляють мірну колбу з дистилатом та воронкою. Під холодильник поміщають конічну колбу місткістю 250 см³ для приймання залишків рідини, яка стікає з холодильника. Зібрану рідину в подальшому (при необхідності) використовують для визначення числа Поленське.

Воронку з фільтром промивають 30–40 см³ дистильованої води кімнатної температури. Промивні води відкидають. Воронку з фільтром поміщають на конічну колбу, яка стоїть під холодильником.

Вміст мірної колби охолоджують під потоком води до 20 °С. Піпеткою відбирають 100 см³ дистилату і поміщають його в суху конічну колбу місткістю 250 см³. В колбу додають 2–3 краплі 1 %-вого розчину фенолфталеїну і титрують розчином гідроксиду натрію концентрацією 0,1 моль/дм³ до слаборожевого забарвлення, яке не зникає протягом 30 с.

Число Рейхерта–Мейссля (в од.) розраховують за формулою:

$$K = V \cdot 1,1,$$

де K – число Рейхерта–Мейссля, од. (1 одиниця відповідає 1 см³ розчину гідроксиду натрію з еквівалентною молярною концентрацією 0,1 моль/дм³, витраченого на нейтралізацію НЖК, відігнаних з водяною парою з 5 г жиру);

V – об'єм розчину гідроксиду натрію, витраченого на титрування 100 см³ дистилляту, см³;

1,1 – коефіцієнт перерахунку на 110 см³ дистилляту.

Якщо число Рейхерта–Мейссля у дослідженому жирі менше 20 од., можна стверджувати, що молочний жир містить домішки рослинного жиру.

Визначення натуральності молочного жиру за йодним числом. Йодне число – це показник, який характеризує вміст ненасичених жирних кислот в жирі і відображається в грамах йоду, що приєднався в місцях руйнування подвійних зв'язків в молекулах жирних кислот. Для порівняння йодні числа молочного жиру та рослинних жирів приведені в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5. – Значення йодного числа для різних видів жирів

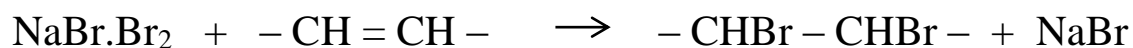
Жир	Йодне число, г йоду/100 г жиру
Молочний жир	25 – 46
Соняшникова олія	119 – 136
Соева олія	120 – 140
Ріпакова олія	95 – 106
Кокосова олія	8 – 12
Пальмова олія	48 – 58
Пальмоядрова олія	12 – 20

У випадку виробництва вершкового масла із молока, натуральність жирової фракції якого викликає сумніви, за допомогою йодного числа можна визначити, чи містила молочна сировина рослинні жири.

Йодне число жиру може бути визначено методом Кауфмана, методом Гюбля, методом Вийса, методом Гануеа або методом Вобурна. Найбільш часто для визначення йодного числа використовують метод Кауфмана.

Принцип методу Кауфмана полягає в тому, що для насичення подвійних зв'язків використовують сполуку, яка утворюється при розчиненні в метанолі бромиду натрію (NaBr).

В присутності ненасичених жирних кислот Br із сполуки NaBr.Br₂ від'єднується та приєднується до подвійних зв'язків жирних кислот за реакцією:



Розчини Br в метанолі мають різкий характерний запах бромиду та властивий йому колір. В розчинах, що містять NaBr, колір змінюється від жовтого до злегка помаранчевого, при цьому запах бромиду відсутній. Бром в таких розчинах не випаровується та не подразнює слизисті оболонки.

У витяжній шафі готують розчин Кауфмана. В 1 дм³ метанолу, що перегнали над оксидом кальцію розчиняють 140 г бромиду натрію, який був завчасно підсушений при 130 °С. Розчин гарно збовтують та залишають у спокої на 24 год, після цього фільтрують через паперовий фільтр. В профільтрований розчин додають 5,1 см³ бромиду, перемішують шляхом струшування. Через 10–15 хв розчин Кауфмана готовий до використання.

На лабораторних вагах в колбі зважують необхідну кількість молочного жиру в залежності від очікуваної величини йодного числа (табл. 5.6.), додають 10–15 см³ хлороформу та обережно збовтують до повного розчинення.

Потім додають 20 см³ розчину Кауфмана, перемішують, закривають колбу притертим корком, який був змочий йодидом калію (Kj) та залишають в темному місці при температурі 20 °С на 1,0–1,5 год.

Таблиця 5.6. – Залежність маси проби жиру від очікуваного йодного числа

Величина йодного числа, % йоду	Маса проби жиру, г
5 – 20	1,0
20 – 50	0,6
50 – 100	0,3
100 – 150	0,2
150 – 200	0,15
Понад 200	0,1

Одночасно в аналогічних умовах готують контрольну пробу без наважки жиру. Перед титруванням в колби наливають по 20 см³ 10 %-ого розчину йодиду калію та 50–60 см³ дистильованої води, збовтують йод, що виділився, титрують з одночасним перемішуванням розчину тіосульфату натрію (NaHSO₃) концентрацією 0,1 моль/дм³ до світло-жовтого кольору. Потім додають 1–2 см³ розчину крохмалю і продовжують титрування до повної втрати синього забарвлення.

Йодне число визначають за формулою:

$$Y = \frac{(a - b) \times 0,01269 \times K}{m} \times 100,$$

де а, б – об'єми розчину тіосульфату натрію, що були відтитровані в контрольному та досліджуваному зразках відповідно, см³;

К – поправка до титру розчину тіосульфату натрію концентрацією 0,1 моль/дм³;

0,01269 – титр розчину тіосульфату натрію концентрацією 0,1 моль/дм³ за йодом, г/см³;

m – маса досліджуваного зразка жиру, г;

100 – коефіцієнт перерахунку на 100 г жиру.

За кінцевий результат приймають середнє арифметичне 2-х паралельних визначень, які не відрізняються більше, ніж на 1 %.

Визначення присутності рослинних жирів за співвідношенням йодного числа та числа Рейхерта–Мейссля. Ефективність використання йодного числа може бути підвищена у випадку застосування пальмового масла для заміни молочного жиру, значення йодних чисел, яких є досить близькими.

В такому випадку для визначення присутності у молочному жирі рослинних жирів слід використовувати співвідношення йодного числа до числа Рейхерта–Мейссля, що дає суттєву різницю у величинах між молочним жиром та рослинними жирами (табл. 5.7.).

Таблиця 5.7. – Співвідношення йодного числа до числа Рейхерта–Мейссля для різних видів жирів

Жир	Співвідношення йодного числа до числа Рейхерта–Мейссля (моль йоду/моль низькомолекулярних жирних кислот)
Молочний	1,25 – 1,43
Соняшникова олія	198,33 – 226,67
Соева олія	175,00 – 240,00
Кукурудзяна олія	46,80 – 49,20
Ріпакова олія	118,75 – 132,50
Кокосове масло	1,50 – 2,00
Пальмове масло	38,66 – 480,00
Пальмоядрове масло	2,85 – 3,00

5.2.9.2 Можливість визначення домішок рослинних жирів фізичними методами

Зміна хімічного складу жирової фази молока викликає за собою також зміну його фізичних властивостей, таких як температура плавлення та застигання, оптична густина, в'язкість, показник заломлювання світла та інші. Тому фізичні властивості жирів можуть бути використані при розробці методів з визначення фальсифікації жирової фази молока та молочних продуктів. Як правило, методики визначення фальсифікації жирової фази молока є значно простішими і тому можуть бути базовими для опрацювання експрес-методів.

У випадку наявності в лабораторіях таких оптичних приладів як фотометр, спектрофотометр, флуориметр, люміноскоп можна досить швидко опрацювати власні методики, що дозволять визначати домішки рослинних жирів в молоці та молочних продуктах за оптичними характеристиками. Так, за допомогою фотоколориметра можна відзначити різницю величин оптичної густини фільтратів жирової фракції різних об'єктів молочного жиру та рослинних жирів.

Наступний фізичний метод, що може бути з успіхом застосований для визначення фальсифікації жирової фази молока – це флуорисцентне випромінювання. Воно базується на фундаментальній властивості люмінесценції в ультрафіолетових променях багатьох органічних сполук. Так, молочний жир в ультрафіолетових проміннях флуоресцує різними відтінками жовтого кольору, а рослинні жири – фіолетово-блакитним.

5.3. Визначення антибіотиків у молоці

Широке впровадження антибіотиків у лікувальну практику, як одного із найбільш ефективно діючих інструментів інактивації патогенних та умовно-патогенних (шкідливих) бактерій для людського організму та тварин окрім позитиву принесло і цілий ряд негативних аспектів. Суть їх полягає в можливості набуття резистентності до конкретного антибіотика як мікрофлори людського мікроорганізму та організму тварин, так і безпосередньо самих хвороботворчих бактерій. В зв'язку з цим Міжнародна Організація Охорони Здоров'я (FAO/WHO), а також відповідні інституції країн Європейського Союзу, Північної Америки та інших держав опрацювали цілий ряд законодавчих документів

щодо обмеженого вмісту залишків антибіотиків в коров'ячому молоці та іншій сировині, що використовується для виробництва продуктів харчування.

5.3.1. Антибіотики в молоці та їх види

Антибіотики – це речовини–метаболіти, що виробляються певними групами мікроорганізмів та мають здатність знищувати або пригнічувати ріст мікрофлори.

Присутність антибіотиків в молоці створює проблеми для розвитку молочнокислих бактерій, і відповідно негативно впливає на процес виробництва кисломолочної продукції (кефіру, простокваші, ряжанки, сметани, йогурту, кисломолочного сиру й інших) та сирів. Крім того, наявність антибіотиків в молоці в кількостях, що перевищують мінімальні рівні, які представлені в законодавчих документах показників безпеки харчових продуктів Європейського Союзу, а також в національних стандартах інших країн дозволяє визнати такі вироби непридатними для вживання.

Перелік основних груп антибіотиків, які зустрічаються в заготівельному молоці, спектр та види дії представлені в табл. 5.8.

Таблиця 5.8. – Характеристика основних антибіотиків, які зустрічаються у молоці

Група	Походження	Спектр дії	Вид дії
β–лактами	Продукуються мікроорганізмами роду <i>Penicillium</i> та пліснявами <i>Cephalosporium</i> . Виробляються натуральним способом або синтезуються.	1) <u>Натуральні</u> <i>Penicillina</i> та <i>Cephalosporium</i> мають вузький спектр дії (Gram+ бактерії) 2) <u>Напівсинтетичні</u> <i>Penicillius</i> мають широкий спектр дії (Gram+ та Gram– бактерії)	Бактерицидний за рахунок інгібування синтезу стінок клітин (пептидоглікан)
Тетрацикліни	Натуральні продукти роду <i>Streptomyces</i>	Мають широкий спектр дії (Gram+ та Gram– бактерії)	Бактеріостатичний за рахунок інгібування синтезу білків
Сульфаноміди		Мають вузький спектр дії (<i>Str. Pneumoniue</i> , <i>E.coli</i> , β–гемолітичні, стрептококи)	Бактеріостатичний за рахунок вибіркового інгібування шляхом

Група	Походження	Спектр дії	Вид дії
			конкурентної дії сульфанілової кислоти препарату
Аміноглікоциди	Натуральні продукти <i>Streptomycetes</i>	Мають широкий спектр дії (Gram+ та Gram–бактерії)	Бактерицидний за рахунок інгібування синтезу білків
Макроліди		Мають вузький спектр дії (Gram +, <i>Neisseria</i> , <i>Legionella</i> бактерії)	Бактеріостатичний за рахунок інгібування синтезу білків
Квінолони	Синтетичне	Мають вузький спектр дії (Gram бактерії)	Бактерицидний за рахунок руйнування ДНК
Рифаміцини	Натуральні продукти <i>Streptomycetes</i>	Мають вузький спектр дії (Gram+ та деякі Gram–бактерії)	Бактерицидний за рахунок інгібування ДНК
Хлорамфенікол (левоміцитин)	Група амфеніколів	Має широкий спектр дії (<i>Salmonella</i> , <i>E.coli</i> , <i>Proteus</i> , <i>Brucella spp.</i> , <i>Corynebacterium diphtheriae</i> , <i>Leptospore</i> та інші)	Бактеріостатичний за рахунок порушення синтезу білків

5.3.2. Законодавчі аспекти щодо наявності антибіотиків у коров'ячому молоці

Єдиного Всесвітнього Законодавчого документу про гранично допустимі рівні антибіотиків в молоці та молочних продуктах на сьогоднішній день не існує в зв'язку з тим, що ці величини визначаються самостійно національними державними інституціями.

Так, в Україні такими інституціями є Міністерство Охорони Здоров'я та Державна служба з питань безпеки харчових продуктів та захисту прав споживачів.

Для країн Північної Америки законодавчим органом є Адміністрація з харчових продуктів та лікарських засобів – Food and Drug Administration. (FDA). В країнах Європейського Союзу

організацією, що встановлює допустимі норми вмісту антибіотиків в молочній промисловості є інституція European Safety Food Authority (ESFA), головний офіс якої розташований в м. Парма (Італія).

Згідно діючих в Україні Медико-біологічних та Санітарних норм якості продовольчої сировини та харчових продуктів та ДСТУ 3662 коров'яче молоко щодо вмісту антибіотиків повинно відповідати наступним вимогам (табл. 5.9.)

В ДСТУ 3662 передбачено, що коров'яче молоко при постачанні на молокопереробні підприємства контролюється на вміст антибіотиків згідно з вимогами методичних вказівок «Порядок і періодичність контролю продовольчої сировини і харчових продуктів за показниками безпеки» від 27.07.95 МВ 5.08.07/1232.

Таблиця 5.9. – Гранично допустимий рівень антибіотиків у молоці

Назва показника безпеки, одиниця вимірювання	Гранично допустимий рівень
Антибіотики, од./г, не більше ніж:	
антибіотики тетрациклінової групи	0,01
пеніцилін	0,01
стрептоміцин	0,0005

Передбачається, що антибіотики в молоці для дитячого харчування визначаються один раз на квартал, а в молоці загального використання – один раз на півроку. Контроль за вмістом залишкових кількостей антибіотиків здійснюється лабораторіями, що мають дозвіл на роботу із забрудниками третьої–четвертої групи ризику. При визначенні антибіотиків в молоці слід користуватися «Методическими рекомендациями по определению остаточных количеств антибиотиков в продуктах животноводства» №3049. За цими рекомендаціями вміст антибіотиків в молоці визначають мікробіологічним методом дифузії в агар за величиною гальмування росту наступних тест-культур, які вносять в поживне середовище:

– для тетрациклінових антибіотиків – *Bac. cereus* ATCC 11778 (чутливість – 0,01 од./г/см³);

– для стрептоміцину – *Bac. mycoidis* 537 (чутливість 0,5 од./г/см³);

– для пеніциліну – *S. lutea* ATCC 9341 (чутливість – 0,01 од./г/см³).

Молоко рекомендується даним методом досліджувати на присутність антибіотиків в тому випадку, коли в ньому були визначені інгібуючі речовини та виключена присутність хімічних інгібуючих субстанцій.

Присутність інших антибіотиків в коров'ячому молоці згідно діючих законодавчих документів не дозволяється. Основними джерелами антибіотиків в молоці є залишки антибіотичних препаратів в молоці під час та після лікування корів та додавання антибіотиків в молоко заготівельниками з метою запобігання його прокисання та подовження термінів зберігання.

5.3.3. Сучасні методи визначення антибіотиків у молоці

Молоко, що містить антибіотики є по своїй суті фальсифікованим продуктом, оскільки негативно впливає на технологічні властивості молочної сировини та несе небезпеку для споживачів.

За останні два десятиліття відбувся значний прогрес в опрацюванні нових експрес–методів визначення присутності антибіотиків в молоці. За принципом дії ці методи можна розподілити на наступні:

- ферментативні експрес–тести для визначення антибіотиків β –лактамної групи;
- хроматографічні тести та методи;
- мікробіологічні тести та методи.

5.3.3.1 Ферментативні експрес–тести для визначення антибіотиків β –лактамної групи Penzym–тести

До цієї групи тестів відноситься Penzym–тест (Пензим Тест), що випускається в 2–х модифікаціях: Penzym 100 та Penzym S 100. Різниця між цими тестами полягає в тому, що Penzym S 100 є більш чутливим до виявлення мінімальних значень антибіотиків в молоці в порівнянні з Penzym–тестом. Мінімальні рівні чутливості Penzym–тестів та значення максимально допустимих рівнів беталактамів в молоці, що надані в Директиві ЄС 2377/90 від 03.2000 р., представлені в табл. 5.10.

В основі Penzym–тестів лежить колOMETричний аналіз для швидкого виявлення β –лактамної групи антибіотиків протягом 5–8

хвилин. Для цього в Penzym-тестах застосовується принцип каскадної реакції ферментів, починаючи з ферменту DD карбоксипептидази, яка легко блокується беталактами, створюючи стійкий комплекс (рис. 5.1).

Якщо в молоці β -лактами відсутні, то DD карбоксипептидаза буде гідролізувати субстрат R-D-Ala-Ala і таким чином звільняти таку кількість D-Ala, яка залежить від кількості ферменту, що залишився та не увійшов до складу стійкого комплексу.

Таблиця 5.10. – Чутливість Penzym-тестів до антибіотиків β -лактамної групи

Антибактеріальні препарати (беталактами)	Penzym 100	Penzym S 100	Директива ЄС 2377/90
	Рівень чутливості (мг/дм ³)	Рівень чутливості (мг/дм ³)	Максимально допустимий рівень (мг/кг)
Пеніцилін G-натрієва сіль	4 – 6	2 – 4	4
Ампіцилін	4 – 7	3 – 4	4
Клоскацилін	60 – 100	60 – 100	30
Амоксицилін	4 – 6	3 – 4	4
Оксацилін	30 – 50	20 – 30	30
Цефтіофур	40 – 70	20 – 40	100
Цефапірін	5 – 7	3 – 5	10

Звільнений субстрат D-Ala після цього окислюється амінокислотою оксидазою, утворюючи при цьому піруватну кислоту та пероксид водню (H₂O₂). Під дією пероксиду водню органічний безбарвний індикатор за рахунок реакції окиснення – відновлення буде змінювати колір від безбарвного до рожевого в залежності від концентрації антибіотика в молоці (рис. 5.2).

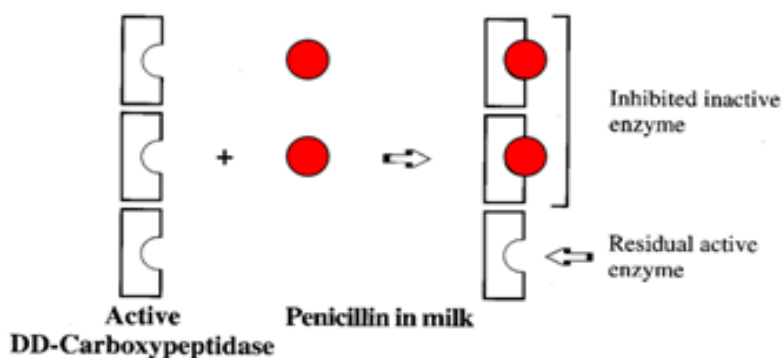


Рис. 5.1. – Блокування DD карбоксипептидази бета лактамами

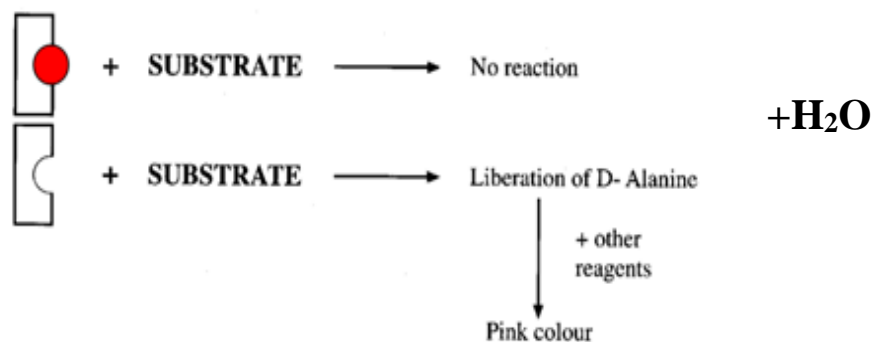


Рис. 5.2. – Зміна кольору індикатора (до рожевого)

Про присутність антибіотиків β-лактамного ряду роблять висновки шляхом порівняння кольору пробірки з таблицею кольорів, що входить до комплекту Penzym–тестів.

Комплект тест–набору Penzym 100 містить:

- 1 пляшечку з ліофілізованим ферментом в буфері, вміст якої є достатнім для проведення 100 тестів;
- 1 пляшечку із 100 таблетками, що містять інші реактиви;
- пінцет та таблицю кольорів.



Для проведення тесту необхідно дістати набір із холодильника. Взяти пляшечку № 1 з ліофілізованою DD карбокси-пептидазою та обережно зняти герметичне пакування та гумовий корок.

Налити у пляшечку 1 см³ дистильованої води, закрити гумовим короком та ретельно перемішати до повного розчинення. Відновлена DD карбоксипептидаза може зберігатися протягом місяця в темному місці при температурі 2–8 °С.

Додати 0,01 см³ у конічну колбу Епендорфа, додати 0,05 см³ молока, ретельно перемішати (бажано використовувати струшувач) з подальшим термостатуванням протягом 5 хв при температурі 47 °С.



В термостатовану рідину за допомогою пінцета додати одну таблетку із пляшечки №2, легенько струснути колбу, щоб таблетка осіла на дно. Термостатувати протягом 8 хв при 47 °С. після цього витягнути досліджувані зразки та порівняти їх з таблицею кольорів, що постачається разом із тест-набором. Тривалість зняття результатів не повинна перевищувати 15 сек.



Якщо перший результат є сумнівним, то слід провести повторне термостатування при 47 °С протягом 7 хв. Після цього порівняти зразок з кольорами у таблиці. Результат може бути визначений як негативний у випадку рожево-помаранчевого кольору зразку.

Зазвичай, якщо перше оцінювання свідчить про негативний результат, то й повторні проби його підтвердять. Якщо зразок має персиковий колір, то результат є близьким до рівня чутливості. Жовтий або жовто-помаранчевий кольори свідчать про наявність антибіотиків в молоці.

5.3.3.2 Хроматографічні експрес–тести для визначення антибіотиків. Тести BetaStar

Представниками цієї групи експрес–тестів є тести БетаСтар, які випускаються в наступних модифікаціях: BetaStar 25, BetaStar 100, BetaStar Combo, BetaStar 4D. З початку появи тестів BetaStar 25 та BetaStar 100, враховуючи актуальні проблеми наявності антибіотиків в молоці не тільки в країнах Європейського Союзу, а також в Східній Європі та країнах Євро – Азійського Союзу (Росія, Білорусь, Казахстан, Киргизстан, Вірменія) були запропоновані спеціальні нові модифіковані тести з більш високою чутливістю до ряду антибіотиків, а також з новим більш широким переліком антибіотиків, що застосовуються в вищезгаданих країнах. Мінімальні рівні чутливості та перелік антибіотиків, що можуть бути визначені за допомогою тестів BetaStar наведені в табл. 5.11.

Комплект експрес – тестів BetaStar – оснований на рецепторному аналізі для швидкого визначення антибіотиків групи

β – лактамів (пеніцилін, ампіцилін та інші) в молоці. Такими тестами є BetaStar 25, BetaStar 100, нова модифікація BetaStar Combo, що додатково є чутливою до тетрациклінової групи антибіотиків, а також BetaStar 4D, що спроможний визначати стрептоміцини та хлорамфенікол (левоміцитин). Суть методів BetaStar полягає в наявності специфічних рецепторів β – лактамів, тетрациклінів, хлорамфеніколу, аміноглікоцидів (R), які пов’язані з частинками золота.

Таблиця 5.11. – Чутливість BetaStar–тестів до антибіотиків

Назва антибіотику	Рівень чутливості, мг/л				Максимально допустимий рівень (мг/кг)
	BetaStar 25	BetaStar 100	BetaStar Combo	BetaStar 4D	Директива ЄС 2377/90
Пеніцилін G	2 – 4	2 – 4	2 – 4	3	4
Ампіцилін	2 – 5	2 – 5	2 – 3	3	4
Амоксицилін	2 – 4	2 – 4	2 – 3	2	4
Клоксацилін	5 – 10	5 – 10	5 – 10	3	30
Диклоксацилін	5 – 10	5 – 10	5 – 10	3	30
Оксацилін	5 – 10	5 – 10	5 – 10	10	30
Нафцилін	8 – 20	8 – 20	8 – 20	10	30
Цефтіофур	75 – 150	75 – 150	75 – 150	15	100
Цефквіном	<20	<20	<20	6	20
Цефалірін	8 – 16	8 – 16	5 – 10	4	10
Цефоперазон	не визнач.	не визнач.	не визнач.	4	50
Цефазолін	40 – 60	40 – 60	40 – 60	20	50
Цефалоніум	7 – 15	7 – 15	7 – 15	3	20
Тетрациклін	не визнач.	не визнач.	50	10	100
Окситетрациклін	не визнач.	не визнач.	25 – 50	10	100
Хлортетрациклін	не визнач.	не визнач.	25 – 50	6	100
Докситетрациклін	не визнач.	не визнач.	25 – 50	-	-
Стрептоміцин	не визнач.	не визнач.	не визнач.	200	200
Хлорамфенікол	не визнач.	не визнач.	не визнач.	0,3	0
Доксициклін	не визнач.	не визнач.	не визнач.	2	100

Протягом термостатування досліджуваних зразків молока з відповідною відомою кількістю рецептора, у випадку присутності антибіотиків β -лактамів, останні будуть взаємодіяти з рецепторами (рис. 5.3). Наступне термостатування зразків молока з хроматографічним папером, що містить смужку біомолекул, що розпізнають рецептори, дозволяє в випадку відсутності антибіотиків (рецептор не вступає в контакт з β – лактамами та іншими) вказаним вище біомолекулам захопити всі молекули рецептора. В результаті цієї дії з'явиться видима червона смужка (полоска), яка свідчить про негативний результат. Позитивний результат (присутність антибіотиків в молоці) має місце у випадку, коли червона смужка (полоска) не з'явилася в зв'язку з тим, що рецептор був блокований антибіотиком в кількостях, що вказані в таблиці чутливості (табл. 5.11.). Друга червона смужка (полоска) призначена для порівняння (рис. 5.4.).

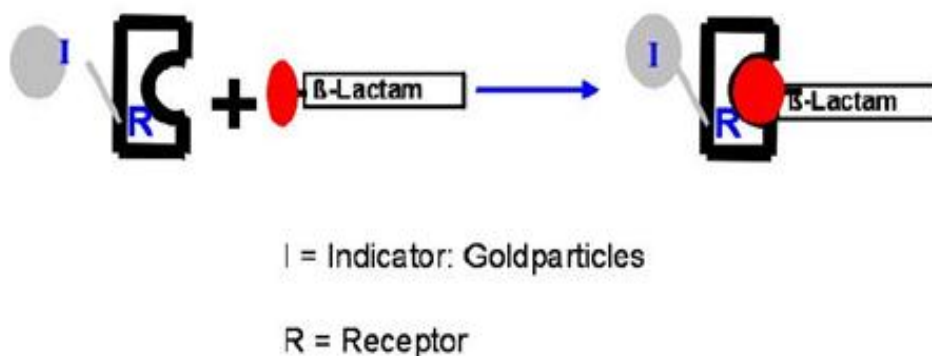


Рис. 5.3. Взаємодія антибіотиків β – лактамів з рецепторами

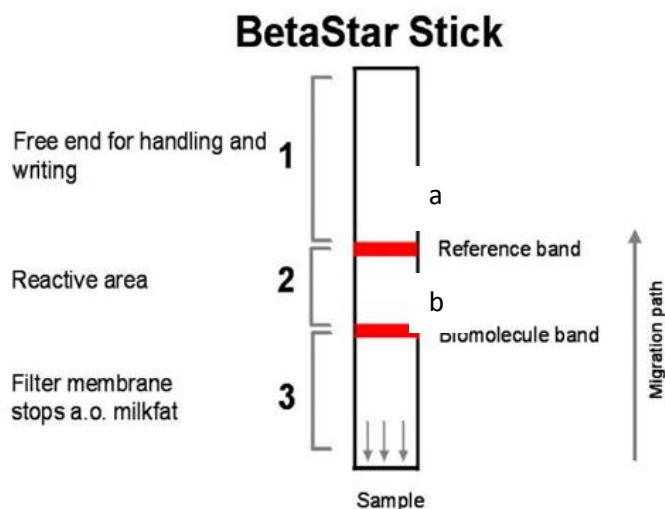


Рис. 5.4. Зображення смужок на тестовому папірці Betastar:

а) контрольна лінія (смужка) для порівняння; б) тестова лінія (смужка), яка свідчить про результат аналізу (наявність лінії “b” – “-” аналіз; відсутність лінії “b” – “+” аналіз).

Betastar® – це експрес метод для визначення антибіотиків: бета – лактамів/цефалоспоринів (пеніцилін, ампіцилін, цефалоніум тощо) у коров'ячому молоці.

Betastar® може бути використаний як для перевірки молока від однієї тварини, так і для суміші молока від різних тварин. Особливості проведення визначення:

– зразок молока повинен бути відібраний від усього отриманого від корови молока та добре перемішаний;

– тестування треба проводити після закінчення карантинного періоду (можливий помилково – негативний результат протягом карантинного періоду не приймається як неспрацьовування тесту).



Для проведення аналізу ввімкнути інкубатор і зачекати досягнення рівня температури 47,5 °С. (інтервал робочої температури становить 47,5 °С±1,0 °С).

Перевірити, щоб інкубатор був налаштований на 3 та 2 хв інкубування.

Дістати набір Betastar® із холодильника як мінімум за 10 хв до початку проведення аналізу.



Дістати флакон із упаковки і обережно постукати по твердій поверхні для того, щоб весь вміст флакона опустився на його дно.

Обережно зняти пломбу та корок з флакона.



За допомогою одноразової піпетки відібрати зразок молока (0,2 см³) та перенести його у флакон з ліофілізованим рецептором (рожевим реактивом на дні). Закрити флакон гумовою пробкою. Перемішати для розчинення рожевого реактиву (декілька секунд).



Помістити флакон у лунку інкубатора, нагрітого до 47,5 °С.

Натиснути на інкубаторі зелену кнопку ▼ для початку першого кроку інкубації (3 хв). Після закінчення першого інкубування (таймер подасть звуковий сигнал) вимкнути таймер натиснувши на зелену кнопку ▼.

Чистими сухими руками дістати необхідну кількість смужок для тих зразків в інкубаторі, в яких закінчився перший крок інкубування (3 хв).



Не зберігати тестові смужки поза контейнером.

Контейнер тримати закритим. Відкрити флакон зі зразком молока і вставити туди тестову смужку (стілочками до дна флакону).

Включити другий таймер 2 хв – нижньою правою зеленою кнопкою ▼. При цьому у лівому нижньому куті дисплея інкубатора з'явиться світлова лінія.

Після закінчення другого інкубування (2 хв) таймер подасть звуковий сигнал. Вимкнути таймер, натиснувши на зелену кнопку ▼.

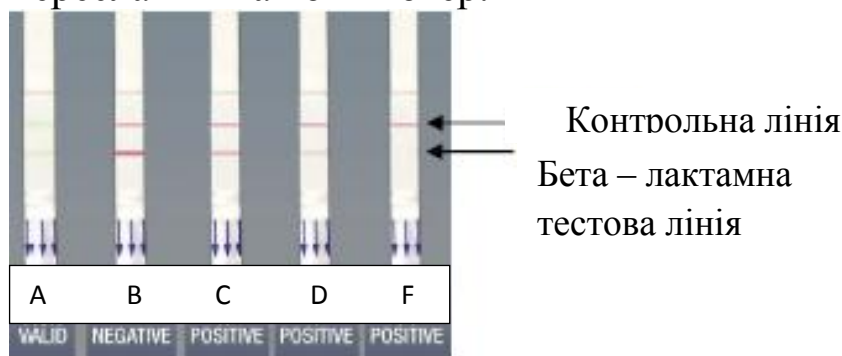
Відразу після закінчення інкубації дістати тестову смужку із флакона.

Візуально здійснити зчитування результату відразу після закінчення 5 хв інкубації.



Зчитування результату аналізу можна здійснити і за допомогою сканера – рідера Accuscan Pro, Accuscan GOLD.

Результат автоматично записується, зберігається і може бути пересланий на комп'ютер.



A. Якщо контрольна лінія відсутня – тест вважається недійсним.

B. У молоці за відсутності антибіотиків груп бета – лактамів, нижня лінія на тестовій смужці буде більш широка, сильніше забарвлена ніж верхня контрольна лінія – результат тесту «негативний».

C, D, F. Якщо тестова лінія відсутня або її забарвлення менш інтенсивне порівняно із контрольною (верхньою) лінією – це означає, що рецептор був повністю або частково блокований присутніми антибіотиками, результат тесту «позитивний».

Після проведення аналізу індикаторні смужки можна підписати (вказати інформацію про зразок молока), підсушити (на столі, на аркуші паперу без спеціального підігріву) та підклеїти в журнал аналізів.

5.3.3.3 Визначення ломефлораксацину, ципрофлоксацину і офлораксацину у молоці

Методика заснована на використанні методу тонкошарової хроматографії із застосуванням в якості розчинів, які проявляють, розчини хлоридів тербію (Tb (III)) і європію (Eu (III)).

Для проведення визначення необхідно вилучити білкові компоненти або попереднім осадженням, або екстрактивним виділенням, для усунення їх можливого впливу на вимірювання.

Відповідно до першого способу, до мірної колби ємністю 100 см³ вносять проби молока об'ємом 10 см³, додають 1,0 см³ розчину оцтової кислоти концентрацією 1,7 моль/дм³ і 1,0 см³ розчину ацетату натрію концентрацією 1,0 моль/дм³, додають 60 см³ дистильованої води і нагрівають на водяній бані при температурі 40 °C протягом 5 хв при постійному перемішуванні.

Потім охолоджують до кімнатної температури і доводять до мітки дистильованою водою, фільтрують через подвійний паперовий фільтр, попередньо оброблений гарячою водою і проводять визначення антибіотика у фільтраті.

Відповідно до другого способу, до проби молока об'ємом 10 см^3 додають 30 см^3 дистильованої води, до якої попередньо вносять 20 мг щавлевої кислоти і ретельно перемішують. Залишають зразок при температурі $5\text{ }^\circ\text{C}$ протягом 4 год.

Після чого центрифугують, супернатант зливають і проводять екстракцію хлороформом (2 рази по 50 см^3). Екстракти випаровують при зниженому тиску повітря, потім доводять етанолом об'єм до 10 см^3 . У отриманому розчині визначають вміст антибіотиків.

Пробу, що аналізується, у кількості $0,002\text{ см}^3$ наносять на лінію старту пластинки розміром $20\times 80\text{ мм}$. Паралельно на пластинку наносять стандартний розчин антибіотика. У якості стандартних розчинів використовують водно-етанольні розчини (2:1) антибіотика з концентрацією 1×10^{-5} моль/дм³. Пластинку підсушують і поміщають до хроматографічної камери у рухому фазу (суміш етанол – метанол – дигідрофосфат натрію – оцтова кислота – аміак у співвідношенні 30:10:5:4:5) при визначенні ципрофлоксацину і метанол – 25 % розчин аміаку – етилацетат – ацетонітрил (1:1:2:1). Коли фронт розчинника досягає висоти 70 мм, пластинку дістають з камери і відмічають положення фронту розчинника.

Отриману хроматограму висушують і рівномірно обробляють проявником – розчином тербій хлориду (1×10^{-5} моль/дм³), ТТДС (1×10^{-3} моль/дм³) і ТОФО (5×10^{-4} моль/дм³) при визначенні ципрофлоксацину, розчином хлориду Tb (III) і ТТДС при визначенні офлоксацину і розчином хлориду Eu (III) і ТТДС при визначенні ломефлоксацина. Після цього пластинку знову висушують.

Ідентифікацію ципрофлоксацину і офлоксацину на пластинці проводять за появою зеленої люмінесценції Tb (III), ломефлоксацина – червоної люмінесценції Eu (III) при освітленні пластинки ртутно-кварцовою лампою зі світлофільтром УФС-2 ($\lambda = 365\text{ нм}$). $I_{\text{люм}}$ проби візуально порівнюють зі стандартними зразками.

Кількісне визначення антибіотиків проводять за градуйованими графіками. Побудову графіку проводять наступним чином: на пластинку наносять різні кількості стандартних розчинів антибіотиків і далі проводять хроматографування і прояв хроматограм, аналогічно, як у дослідних зразках. Потім з пластинки вирізають плями з антибіотиками, поміщають до кювети для твердих зразків і вимірюють інтенсивність люмінесценції при $\lambda = 545$ нм (для офлоксацину, ципрофлоксацину) і $\lambda = 612$ нм (для ломефлоксацину). За отриманими даними будують градуйовані графіки, за якими визначають вміст антибіотика в дослідному молоці.

Питання для самоконтролю:

1. Назвіть способи виявлення можливих фальсифікацій молочної сировини.
2. Способи виявлення молока з домішками маститного.
3. Способи виявлення нейтралізації молока содою.
4. Способи виявлення нейтралізації молока аміаком.
5. Способи виявлення наявності перекису водню в молоці.
6. Способи виявлення присутності формаліну в молоці.
7. Способи виявлення наявності миючих засобів в молоці.
8. Способи виявлення наявності фосфатів у молоці.
9. Способи виявлення наявності нітратів у молоці.
10. Назвіть основні методи визначення фальсифікації молока водою.
11. Назвіть основні методи визначення фальсифікації молока білковими субстанціями.
12. Назвіть основні методи визначення фальсифікації молока крохмалем або борошном.
13. Наведіть способи визначення фальсифікації молока крейдою або вапном.
14. Наведіть способи визначення фальсифікації молока борною або саліциловою кислотами.
15. Наведіть способи визначення термічного оброблення молока.
16. Назвіть експрес – метод визначення домішок рослинного жиру в молоці хімічним методом.
17. Назвіть сучасні методи визначення антибіотиків в молоці.

НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

1. ДК 016:2010 Державний класифікатор продукції та послуг
2. ДСТУ 2212:2003 Молочна промисловість. Виробництво молока та кисломолочних продуктів. Терміни та визначення понять
3. ДСТУ 5073:2008 Молоко та вершки. Методи визначення термостійкості за алкогольною пробою
4. ДСТУ 6066:2008 Молоко та молочні продукти. Методики визначання температури і маси нетто
5. ДСТУ 6082:2009 Молоко та молочні продукти. Методи визначання густини
6. ДСТУ 6083:2009 Молоко. Метод визначання чистоти
7. ДСТУ 7356:2013 Молоко. Метод визначення пероксиду водню
8. ДСТУ 7357:2013 Молоко та молочні продукти. Методи мікробіологічного контролювання
9. ДСТУ 7359:2013 Молоко. Метод визначення аміаку
10. ДСТУ ГОСТ 30562–2003 (ИСО 5764–87) Молоко. Визначення точки замерзання. Термісторний кріоскопічний метод (ГОСТ 30562–97 (ИСО 5764–87, IDT))
11. ДСТУ 3662:2017 (чинний від 01.07.18) Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови
12. ДСТУ EN 1528-1–2002 Продукти харчові жирові. Визначення пестицидів і поліхлорованих біфенілів (ПХБ). Частина 1. Загальні положення (EN 1528-1:1996, IDT)
13. ДСТУ EN 12393-1:2003 Продукти харчові нежирові. Визначення вмісту залишків пестицидів газохроматографічним методом. Частина 1. Загальні положення (EN 12393-1:1998, IDT)
14. ДСТУ EN 12393-2:2003 Продукти харчові нежирові. Визначення вмісту залишків пестицидів газохроматографічним методом. Частина 2. Методи екстрагування та очищення (EN 12393-2:1998, IDT)
15. ДСТУ EN 12393-3:2003 Продукти харчові нежирові. Визначення вмісту залишків пестицидів газохроматографічним методом. Частина 3. Визначення та підтверджу вальні випробування (EN 12393-3:1998, IDT)
16. ДСТУ IDF 93A:2003 Молоко і молочні продукти. Визначання *Salmonella* (IDF 93A:1985, IDT)

17. ДСТУ IDF 100B:2003 Молоко і молочні продукти. Визначення кількості мікроорганізмів. Метод підрахунку колоній за температури 30 °C (IDF 100B:1991, IDT)
18. ДСТУ IDF 122C:2003 Молоко і молочні продукти. Готування проб і розведень для мікробіологічного досліджування (IDF 122C:1996, IDT)
19. ДСТУ ISO 707:2002 Молоко та молочні продукти. Настанови з відбирання проб
20. ДСТУ ISO 1211:2002 Молоко. Гравіметричний метод визначення вмісту жиру (контрольний метод) (ISO 1211:1999, IDT)
21. ДСТУ ISO 6731:2007 Молоко, вершки та згущене молоко. Визначення загального вмісту сухих речовин (контрольний метод) (ISO 6731:1989, IDT)
22. ДСТУ ISO 8968-1:2005 (IDF 20-1:2001) Молоко. Визначення вмісту азоту. Частина 1. Метод К'ельдаля (ISO 8968-1:2001; IDF 20-1:2001, IDT)
23. ДСТУ ISO 8968-2:2005 (IDF 20-2:2001) Молоко. Визначення вмісту азоту. Частина 2. Метод з використанням блоку для спалювання (макрометод) (ISO 8968-2:2001; IDF 20-2:2001, IDT)
24. ДСТУ ISO 8968-3:2005 (IDF 20-3:2001) Молоко. Визначення вмісту азоту. Частина 3. Метод з використанням блоку для спалювання (прискорений напівмікрометод) (ISO 8968-3:2004; IDF 20-3:2004, IDT)
25. ДСТУ ISO 14675:2005 (IDF 186:2003) Молоко та молочні продукти. Настанови щодо стандартизованого описування конкурентноспроможного імуноферментного випробування. Визначення вмісту афлатоксину M₁ (ISO 14675:2003; IDF 186:2003, IDT)
26. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (ССБП. Пожежна безпека. Загальні вимоги)
27. ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (ССБП. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони)
28. ГОСТ 12.1.010–76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования (ССБП. Вибухобезпека. Загальні вимоги)
29. ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности (ССБП. Устаткування виробниче. Загальні вимоги щодо безпеки)

30. ГОСТ 12.2.007.0–75 ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности (ССБП. Вироби електротехнічні. Загальні вимоги щодо безпеки)

31. ГОСТ 12.2.042–91 ССБТ. Машины и технологическое оборудование для животноводства и кормопроизводства. Общие требования безопасности (ССБП. Машины та технологічне устаткування для тваринництва і кормовиробництва. Загальні вимоги щодо безпеки)

32. ГОСТ 12.3.002–75 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности (ССБП. Процеси виробничі. Загальні вимоги щодо безпеки)

33. ГОСТ 17.2.3.02–78 Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями (Охорона природи. Атмосфера. Правила встановлення допустимих викидів шкідливих речовин промисловими підприємствами)

34. ГОСТ 3624–92 Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности (Молоко та молочні продукти. Титриметричні методи визначання кислотності)

35. ГОСТ 3626–73 Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги и сухого вещества (Молоко та молочні продукти. Методи визначення вологи та сухої речовини)

36. ГОСТ 5867–90 Молоко и молочные продукты. Методы определения жира (Молоко та молочні продукти. Методи визначання жиру)

37. ГОСТ 9218–86 Цистерны для пищевых жидкостей, устанавливаемые на автотранспортные средства. Общие технические условия (Цистерни для харчових рідин, що їх встановлюють на автотранспортні засоби. Загальні технічні умови)

38. ГОСТ 13928–84 Молоко и сливки заготавливаемые. Правила приемки, методы отбора проб и подготовка их к анализу (Молоко та вершки, що їх заготовляють. Правила приймання, методи відбирання проб і готування їх до аналізування)

39. ГОСТ 23327–78 Молоко. Методы определения общего белка (Молоко. Методи визначання загального білка)

40. ГОСТ 23453–90 Молоко. Методы определения количества соматических клеток (Молоко. Методи визначання кількості соматичних клітин)

41. ГОСТ 23454–79 Молоко. Методы определения ингибирующих веществ (Молоко. Методи визначання інгібіторів)
42. ГОСТ 24065–80 Молоко. Методы определения соды (Молоко. Методи визначання соди)
43. ГОСТ 25101-2015 Молоко. Метод определения точки замерзания (Молоко. Метод визначання точки замерзання)
44. ГОСТ 25102–90 Молоко и молочные продукты. Методы определения содержания спор мезофильных анаэробных бактерий (Молоко та молочні продукти. Методи визначання вмісту спор мезофільних анаеробних бактерій)
45. ГОСТ 25179–90 Молоко. Методы определения белка (Молоко. Методи визначання білка)
46. ГОСТ 26927–86 Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути (Сировина та продукти харчові. Методи визначання ртуті)
47. ГОСТ 26929–94 Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов (Сировина та продукты харчові. Готування проб. Мінералізація для визначення вмісту токсичних елементів)
48. ГОСТ 26930–86 Сырье и продукты пищевые. Метод определения мышьяка (Сировина та продукты харчові. Метод визначання миш'яку)
49. ГОСТ 30178–96 Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов (Сировина та продукты харчові. Атомно-абсорбційний метод визначання токсичних елементів)
50. ГОСТ 30347–97 Молоко и молочные продукты. Методы определения *Staphylococcus aureus* (Молоко та молочні продукти. Методи визначання *Staphylococcus aureus*)
51. ГН 6.6.1.1-130-2006 Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді. Державні гігієнічні нормативи
52. ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000-2001 Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ, ґрунті
53. ДСП 201–97 Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами)

54. Державні санітарні норми та правила утримування територій населених місць

55. СанПиН 4630–88 Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения (Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення)

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Безпека харчування: сучасні проблеми [Текст] / А.В. Бабюк, О.В. Макарова, М.С. Рогозинський, Л.В. Романів, О.Є. Федорова. – Чернівці: Книги – ХХІ, 2005. – 456 с.
2. Боєчко, Ф.Ф. Біологічна хімія [Текст]: Навч. посібник. – 2-ге вид., перероб. і допов. – К.: Вища школа, 1995. – 536 с. – ISBN 5-11-004374-4.
3. Брык, М.Т. Мембранная технология в пищевой промышленности [Текст] / М.Т. Брык, В.Н. Голубев, Чагаровский А.П. – К.; Урожай, 1991. – 212 с. – ISBN 5-337-00542-1.
4. Ветеринарні імунобіологічні засоби [Текст] / За заг. ред. А. М. Головка та В. О. Ушкалова. – Х.: НТМТ, 2012. – 684 с.
5. Ветеринарно-санітарна експертиза з основами технології і стандартизації продуктів тваринництва [Текст]: підруч. для студ. вищ. навч. закл. / О.М. Якубчак, В.І. Хоменко, С.Д. Мельничук та ін.; за ред. О.М. Якубчак, В.І. Хоменка. – 2-ге вид. – К.: ТОВ «Біопром». – 2005. – 799 с.
6. Гігієна молока і молочних продуктів. Частина 1. Гігієна молока [Текст]: підручник / І.В. Яценко, Н.М. Богатко, Н.В. Букалова, Т.І. Фотіна, І.А. Бібен, О.М. Бергілевич, В.Я. Бінкевич, Ю.Р. Гачак, С.А. Ткачук, В.В. Кам'янський, М.М. Бондаревський, Н.М. Зажарська, І.Л. Цивірко, О.І. Касяненко. – Харків «Діса плюс», 2016. – 416 с.
7. Головка, А.М. Ветеринарна санітарна мікробіологія [Текст]: навч. посібник / А.М. Головка, І.О. Рубленко. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 284 с.
8. Горбатова, К.К. Химия и физика молока [Текст]: учебник для вузов. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 288 с.: ил. – ISBN 5-901065-48-4.
9. Горбатова, К.К. Физико-химические и биохимические основы производства молочных продуктов [Текст] – СПб.: ГИОРД, 2004. – 352 с.: ил. – ISBN 5-901065-54-9.
10. Дмитриченко, М.И. Экспертиза качества и обнаружение фальсификации продовольственных товаров [Текст] / М.И. Дмитриченко. – СПб.: Питер, 2003. – 160 с.
11. Залашко, М.В. Биотехнология переработки молочной сыворотки [Текст] / М.В. Залашко. – М.: Агропромиздат, 1990. – 192 с.: ил.

12. Козак, М.В. Ветеринарно-санітарний та технологічний контроль молока та молочних продуктів / М.В. Козак, Ю.Р. Гачак, Ю.І. Остап'юк. – Львів, 2012. – 345 с.

13. Костржицький, А.І. Фізична та колоїдна хімія [Текст]: навч. пос. / А.І. Костржицький, О.Ю. Калінков, В.М. Тіщенко, О.М. Берегова. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 496 с. – ISBN 978-966-364-572-8.

14. Машкін, М.І. Технологія виробництва молока і молочних продуктів [Текст]: підруч. / М.І. Машкін, Н.М. Париш. – К.: Вища школа, 2006. – 351 с.: іл. ISBN 966-808-53-6.

15. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із застосуванням рішень компанії “CHR. HANSEN” в молочній промисловості [Текст]: Навчальне видання / О. П. Чагаровський, В. М. Поліщук, В. В. Вашека та ін. – К.: НУХТ, 2015. – 44 с.

16. Мікробіологія молока і молочних продуктів з основами ветеринарно-санітарної експертизи [Текст]: навчальний посібник / О.М. Бергілевич, В.В. Касянчук, В.З. Салата, та ін.; за ред. В.В. Касянчук. – Суми: Університетська книга, 2010. – 320 с.

17. Назаренко, Л.О. Ідентифікація та фальсифікація продовольчих товарів [Текст]: Слайд–курс. Навчальний посібник / Л.О. Назаренко – К.: «Центр учбової літератури», 2014. – 248 с.

18. НАССР. Аналіз небезпечних чинників та критичні точки контролю [Текст]: підручник. – К.: Всесвітня лабораторія, 2002. – 275 с.

19. Науково-методичні основи моніторингу якості сирого молока [Текст] / Є.В. Руденко. С.О. Шаповалов, Л.М. Россо, Н.П. Русько, Т.О. Бредіхіна, В.В. Цюпко, О.Т. Гріцина. – Харків: Інститут тваринництва НААН України. – 2010. – 122 с.

20. Оксамитний, Н.К. Технологія одержання високоякісного молока [Текст] / Н.К. Оксамитний, І.П. Даниленко. – К.: Урожай, 1976. – 86 с.

21. Підпала, Т.В. Скотарство і технологія виробництва молока та яловичини [Текст]: навчальний посібник. – Миколаїв: Видавничий відділ МДАУ, 2007. – 369 с. ISBN 978-966-8205-40-8.

22. Рубан Ю.Д. Скотарство і технологія виробництва молока та яловичини [Текст]: підручник для студентів вищих навчальних закладів. – Харків: Еспада, 2005. – 572 с. ISBN 966-7870-24-3.

23. Степаненко, П.П. Микробиология молока и молочных продуктов [Текст]: учебник для ВУЗов. – Сергиев Посад: ООО «Все для Вас-Подмосковье», 1999. – 415 с. ISBN 5-901091-08-6.

24. Состав и свойства молока как сырья для молочной промышленности [Текст]: справочник / Н.Ю. Алексеева, В.П. Аристова, А.П. Патратий и др.; под ред. канд. техн. наук Я.И. Костина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 239 с.; ил.

25. Твердохлеб, Г.В. Технология молока и молочных продуктов [Текст] / Г.В.Твердохлеб, Г.Ю.Сажин, Р.И. Романаускас – М.: ДеЛи принт, 2006. – 616 с. ISBN 5-94343-104-7.

26. Тепел, А. Химия и физика молока [Текст] / А. Тепел; пер. с нем.; под ред. Н.А. Гроностаической, А.П. Патратий. – М.: Пищевая пром., 1979. – 622 с.

27. Храмцов, А.Г. Справочник технолога молочного производства. Технология, рецептуры [Текст]: справочное издание. Т.5. Продукты из обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки / А. Г. Храмцов, С. В. Василисин. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 576 с.: ил. – ISBN 5-901065-67-0.

28. Хімія жирів [Текст]: підручник / Б. Н. Тютюнников [та ін.]; ред. Ф. Ф. Гладкий; Нац. техн. ун-т «ХПІ». - Харків: НТУ «ХПІ», 2002. – 452 с.: табл. – ISBN 966-593-289-6.

29. Цісарик, О. Й. Жирнокислотний склад молочного жиру корів [Текст] / О. Й. Цісарик, Г. В. Дроник // Біологія тварин. – 2008. – Т.10 (1–2). – С. 84–102.

30. Чагаровський, О.П. Хімія молочної сировини [Текст]: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / О.П. Чагаровський, Н.А. Ткаченко, Т.А. Лисогор. – Одеса: «Сімекс-прінт», 2013. – 268 с. ISBN 978-966-2601-44-2.

31. Чагаровський, О.П. Фальсифікація молока. Методи визначення. Практичні рекомендації [Текст]: навч. посіб. / О.П. Чагаровський, Н.А. Ткаченко, Т.А. Лисогор. – К.: НУХТ, 2017. – 119 с. ISBN 978-966-612-189-2.

32. Шидловская, В.П. Органолептические свойства молока и молочных продуктов [Текст]: Справочник. – М.: Колос, 2000. – 280 с.

33. Шидловская, В.П. Ферменты молока [Текст]. – М.: Агропромиздат, 1985. – 152 с.

34. Simov, J. Physicochimie du lait [Text]: Учебник за студенти / J. Simov, M.-H. Famelart, G. Brule. – Plovdiv: Ed. acad. de l'ISIA, 2002. – 223 p. – ISBN 954-24-0025-X.

35. Farrell, H.M. Nomenclature of the Proteins of Gows'Milk [Text]. – Sixth Revision / H.M. Farrell, R. Eimenez-Flores, G.T. Bleck et. – Journal of Dairy Scince, 2004. – Vol.87, № 6. – P. 1641 – 1674.