

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет ТВПТСБ**

**Кафедра біотехнології та біоінженерії
Спеціальність 162 – «Біотехнології та біоінженерія»**

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

«Допустити до захисту»

Декан _____ Михайло ГИЛЬ
“ _____ ” _____ 20__ р.

«Рекомендувати до захисту»

Зав. кафедри _____ Сергій ЛУГОВИЙ
“ _____ ” _____ 20__ р.

**БІОТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОТРИМАННЯ
КИСЛОМОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ НА ОСНОВІ КОРОВ'ЯЧОГО ТА
КОЗИНОГО МОЛОКА**

04.02. – КР. 48-О. 230309.008

Виконавець:

здобувач вищої

освіти IV курсу _____ Роман РОМАНЬКО

Науковий керівник:

доцент _____ Олена ЮЛЕВИЧ

Рецензент:

доцент _____ Євген БАРКАРЬ

Миколаїв 2023

Зміст

РЕФЕРАТ.....	3
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	7
1.1. Характеристика козиного та коров'ячого молока	7
1.2. Види заквасок та їх особливості.....	14
1.3. Особливості перебігу процесу сквашування молока	15
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ, УМОВИ І МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ.	18
2.1. Місце та об'єкт дослідження	18
2.2. Методика виконання роботи.....	19
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	26
3.1. Фізико-хімічна оцінка коров'ячого та козиного молока	26
3.2. Вплив виду та концентрації закваски на протікання процесу сквашування молока	27
3.3. Вплив температури на протікання процесу сквашування молока.....	31
3.4. Оцінка уявної в'язкості простокваші з різних видів молока	33
3.5. Фізико-хімічні та органолептичні показники отриманих простокваш .	36
3.6. Технологічна схема отримання простокваші з коров'ячого та козиного молока	40
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	42
ВИСНОВКИ	45
ПРОПОЗИЦІЇ	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	47

РЕФЕРАТ

Тема кваліфікаційної роботи: «Біотехнологічні особливості отримання кисломолочних продуктів на основі коров'ячого та козиного молока». Робота виконувалась на базі підприємства ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв».

Кваліфікаційна робота виконана на 51 сторінках друкованого тексту. Вона включає чотири основні розділи: літературний огляд, матеріали і методи проведення експериментів, розрахункову частину, розділ «Охорона праці». Робота містить 5 таблиць і 10 рисунків. Для написання кваліфікаційної роботи було застосовано 33 бібліографічних джерела.

Об'єктом дослідження є визначення особливостей біотехнології отримання кисломолочних продуктів з коров'ячого та козиного молока. Предметом роботи є аналіз динаміки кислотоутворення при заквашуванні коров'ячого та козиного молока за використання різної концентрації закваски бактерій *Lactobacillus acidophilus* та *Lactococcus lactis* при різних температурах, оцінка фізико-хімічних та органолептичних показників молока та простокваші, виготовленої з нього.

Метою кваліфікаційної роботи було визначення впливу виду закваски та умов проведення сквашування на якісні показники простокваш, отриманих з коров'ячого та козиного молока.

Для виконання мети були поставлені наступні завдання:

- оцінити вплив виду та концентрації закваски на протікання процесу сквашування коров'ячого та козиного молока;
- визначити вплив температури на протікання процесу сквашування коров'ячого та козиного молока;
- дослідити фізико-хімічні та органолептичні показники простокваш, отриманих з коров'ячого та козиного молока;
- проаналізувати технологічні схеми отримання простокваші з коров'ячого та козиного молока.

В роботі використано методи фізико-хімічних, мікробіологічних та органолептичних досліджень.

У результаті проведених досліджень визначено закваски які найкраще впливали на якісні показники молочнокислого продукту з коров'ячого та козиного молока. Проаналізовано вплив концентрації заквасочних культур та температурних режимів на динаміку кислотоутворення при приготуванні простокваші, вплив на умовну в'язкість та інші органолептичні показники готових продуктів.

Розроблені технологічні схеми приготування простокваші з коров'ячого молока за допомогою *Lactococcus lactis* та простокваші з козиного молока за участі *Lactobacillus acidophilus*.

ВСТУП

Сьогодні кисломолочні продукти виробляються у багатьох країнах. Їх біотехнологія залишається складним процесом, який комбінує мистецтво стародавнього ремесла та сучасні наукові досягнення в галузі мікробіології та технології, хімії та біохімії. В даний час кисломолочні продукти розглядаються як основа здорового харчування людини, сприяючи збереженню здоров'я, попередженню ряду захворювань та збільшення тривалості життя. Головне завдання кисломолочних продуктів у тому, що це живі продукти. Вони містять молочнокислі бактерії, які пригнічують ріст і розвиток хвороботворних та гнильних мікроорганізмів. Поряд зі сприятливим впливом на нормальну мікрофлору кишківника, кисломолочні продукти виконують функції забезпечення організму необхідними поживними речовинами та корисними біологічно активними продуктами.

Останніми роками збільшується інтерес до молочнокислих продуктів як до важливої складової функціонального харчування. У свою чергу, виробники молочної продукції, реагуючи на зростання ринку, прагнуть розширювати асортимент, випускаючи все нові види кисломолочних напоїв. Основною тенденцією при розширенні асортименту є виробництво продуктів, що надають сприятливий вплив на організм людини [22].

Одним із таких продуктів, безумовно, є козине молоко. У світовій практиці простежується тенденція заміни коров'ячого молока на козине, особливо при виробництві сирів та кисломолочних продуктів. Козине молоко більш сумісне з фізіологічними потребами людського організму, ніж коров'яче. Привертають увагу його гіпоалергенні властивості та біологічні особливості. Медицина відводить важливу роль козиного молока як продукту харчування ослаблених та страждаючих на харчову алергію дітей. Алергіки зазвичай чутливі до протеїну коров'ячого молока, а козине молоко містить більше за інші фракції протеїну, які легше перетравлюються [23].

Особливості складу та властивостей козиного молока роблять продукти його переробки в ряді випадків ефективною альтернативою продуктам із коров'ячого молока. Тому важливою соціальною проблемою є забезпечення населення продуктами на основі козиного молока, і в першу чергу, вагітних та жінок, які годують дітей раннього, дошкільного та шкільного віку [23].

Використовуючи керовані біотехнологічні способи виробництва, можна отримати кисломолочні напої не лише з прийнятними органолептичними параметрами, але й із заданими функціональними властивостями.

Таким чином, інтерес до традиційних кисломолочних продуктів є величезним, оскільки різноманітність їх мікрофлори, специфічні смакові характеристики, підтвержені віковим досвідом лікувально-профілактичних властивостей, дають можливість не тільки повторювати технології традиційних продуктів, а й моделювати нові [22].

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Характеристика козиного та коров'ячого молока

У загальному розумінні молоко – це певна рідина, що утворюється після родів і продукується протягом тривалого часу молочними залозами ссавців жіночої статі. Молоко є багатоконпонентною речовиною, яка головним чином складається з води, жиру, білкових речовин, молочного цукру та мінеральних солей. З фізичної точки зору молоко це непрозора біла рідина, що являє собою водну емульсію жиру, в котрій інші складові частини знаходяться в колоїдній або кристалоподібній формі. Окрім основних складових, молоко містить лимонну кислоту, азотовмісні екстрактивні речовини, лейкоцити, глобуліни, лецитин, холестерин, леткі сполуки, що виділяються внаслідок діяльності мікроорганізмів, а також ферменти і вітаміни.

Склад молока може варіюватися в залежності від багатьох факторів (породи тварин, терміну лактації, умов утримання, годівлі, віку тварин і так ін.) [12].

Найважливішим компонентом молока є білки. За своєю природою вони є повноцінними, тобто мають у своєму складі всі необхідні амінокислоти і характеризуються легкою засвоюваністю організмом людини. Білки молока, переважно, представлені такими чотирма фракціями: казеїнова, лактоальбумінова, лактоглобулінова та протеозо-пептонна [31].

Казеїнова фракція білків є переважаючою у порівнянні з іншими. Її вміст у коров'ячому молоці сягає 2,9% (у козиному – 2,42%), тобто його частка від загальної кількості білків в молоці сягає близько 80% [9]. Казеїн відноситься до складних білкових сполук – фосфопротеїдів. У молоці казеїн існує у вигляді сполук з кальцієм, які в свою чергу поділяються на три форми: α -, β - і γ -казеїн, які відрізняються один від одного за кількістю

фосфору та кальцію, а також реакцією по відношенню до сичужного ферменту. α - і β -казеїн здатні під впливом сичужних ферментів коагулювати, а γ -казеїн, навпаки, не утворює згустку. Причому казеїни здатні до коагуляції під впливом кислот, відщеплюючи кальцій від казеїну, а сам білок є малорозчинним у воді, тому й випадає в осад. Саме казеїн, отриманий під впливом кислот, являє більший інтерес у порівнянні з сичужним казеїном, адже містить менше кальцію. На властивості казеїну утворювати згусток під впливом кислот лежить основа виробництва всіх кисломолочних продуктів: сметани, кисломолочного сиру, простокваші та ін. [16, 19 26].

Лактоальбуміни та лактоглобуліни, кількість яких є не досить суттєвою (0,6% та від 0,2 до 0,4% відповідно), відносяться до простих білкових сполук і не піддаються кислотній та сичужній коагуляції, проте можуть утворювати осад під час нагрівання при температурі, яка перевищує 75°C [16]. Альбуміни мають високий рівень засвоєння, насамперед, через особливості амінокислотного складу, що зумовлює утворення більш ніжного згустку під час перетравлення молока у шлунку. Особливість альбуміну полягає в тому, що в його складі було визначено високу кількість, у порівнянні з іншими молочними білками, таких дефіцитних амінокислот як триптофан та цистин. Саме наявність альбуміну дозволяє використовувати молоко як радіопротективний засіб і як засіб, що дозволяє боротися з низкою неорганічних токсинів [16, 29, 30].

Лактоглобуліни, не дивлячись на їх мізерну кількість у молоці, виконують дуже важливу роль носія імунних властивостей молока, тим самим надаючи йому бактерицидні властивості. Хоча β -лактоглобулін вважається основним алергеном для людей, було показано, що захисний вплив споживання сирого молока залежить від вмісту білка у сироватковій фракції. Ця двоякість, яка є, з одного боку, спричинює алергію, а з іншого – виконує захисну функцію, пов'язана із здатністю білка переносити поживні мікроелементи. Коли β -лактоглобулін переносить мікроелемент, він діє як

захисний механізм від розвитку алергії. Але, коли навантаження було відсутнє, він перетворювався на алерген [19, 30, 31, 33].

Протеозо-пептонна фракція представлена полімерами амінокислот, які мають меншу молекулярну масу, ніж білки, складають близько 24% усіх білкових речовин сироватки молока, за хімічною природою виступають фосфопротеїдами. Вони часто утворюються в результаті часткової гідролітичної деградації білків. Природа білків у цій фракції чітко не встановлена. Питання ускладнюється тим, що фракція може складатися частково з нативних білків і частково з продуктів розпаду, що утворюються в результаті термічної обробки. Їх виділяють із сироватки молока лише за дії 12% трихлороцтової кислоти [16, 25].

Молочний жир здійснює суттєвий вплив на органолептичні характеристики молока. Він надає молочним продуктам більш повноцінний м'який смак, зумовлює гомогенну консистенцію та створює позитивний вплив на якість молочних виробів. Молочний жир являє собою комплекс гліцеридів (складні етери, жирні кислоти та гліцерин) [16, 25].

Ліпіди молока представлені у вигляді жирових кульок. Їх діаметр у коров'ячому молоці сягає від 2 до 3 мкм, у свою чергу жирові кульки козиного молока в десять разів менше, що значно полегшує засвоєння їх в організмі [10]. Кожна жирова кулька володіє білково-лецитиновою оболонкою, яка виступає стабілізуючим компонентом, що не дозволяє змішуватися жирам з іншими сполуками молока [18].

Коров'яче молоко складається в основному з жирних кислот з довгим ланцюгом, тоді як у козиного молока на багато більше жирних кислот із середнім і навіть коротким ланцюгом. Жирні кислоти з довгим ланцюгом важче перетравлюються організмом, після чого для їх розщеплення потрібні жовчні кислоти з печінки, а також ферменти підшлункової залози, перш ніж вони зможуть поглинутися кишечником. Потім вони упаковуються у вигляді ліпопротеїнів і доставляються в тканини різних органів, зрештою, потрапивши в печінку, де перетворюються на енергію. Середньоланцюгові

жирні кислоти не потребують ферментів підшлункової залози. Вони також всмоктуються безпосередньо в кров і не повинні бути частиною транспортних комплексів як ліпопротеїни. Вони надходять безпосередньо в печінку де використовуються для отримання енергії, а не відкладаються у вигляді жиру. Середньоланцюгові жирні кислоти не тільки не відкладаються у вигляді жиру, але й можуть знижувати рівень холестерину [32].

У складі молока лактоза є найбільш розповсюдженим і найбільш значущим вуглеводом. У порівнянні коров'яче та козине молоко за вмістом лактози відрізняються не так суттєво (різниця приблизно в 1%). Коливання масової частки лактози в молоці залежить від багатьох факторів: від виду та породи тварин, від умов утримання, годування і т. і. [17]

Молочний цукор, з хімічної точки зору, є дисахаридом, який при гідролізі розпадається на глюкозу й галактозу під дією ферменту лактази. Лактоза є дуже цінним компонентом молока, тому що вона володіє високим енергетичним потенціалом, позитивно впливає на нормалізацію мікрофлори кишківника, є попередником для синтезу глікогену та глікозидів мозку. Також не можна забувати, що лактоза є чудовим субстратом для процесу бродіння, на основі якого побудовані технології отримання кисломолочних продуктів [25].

Вода (волога) та сухий залишок – це взаємопов'язані поняття при характеристиці молока. Кількість води в молоці має суттєве значення, адже більша кількість мікробіологічних, хімічних та фізичних процесів залежить від її наявності. Вода грає роль універсального розчинника як для органічних так і для неорганічних речовин. Без води не відбувається жодних біохімічних реакцій як у свіжому молоці так і при виготовленні кисломолочних продуктів. У молоці виявлено три види води, в залежності від функцій, які вона виконує: вільна вода (виступає середовищем для розчинних і нерозчинних сполук), гідратна вода (вона забезпечує утворення водних оболонок білків різної розмірності та іонів солей) та іммобілізована вода

(заповню простір між мембранними та іншими структурними елементами клітин молока) [25].

Кількість води прямопропорційно залежить від кількості сухого залишку, який в свою чергу залежить від багатьох факторів (годівлі, породи, утримання, мікроклімату і т. і.). Так як козине молоко за сухим залишком переважає коров'яче, то й води в ньому буде менше [16, 19, 24].

Сухий залишок молока – це ті речовини, які залишаються після видалення води з молока шляхом нагрівання до 102-105°C. Кількість сухої речовини в молоці визначає його поживність як для людей і тварин, так і для мікроорганізмів при виробленні кисломолочних продуктів. Як було зазначено вище, кількість сухого залишку в коров'ячому та козиному молоці є різною. В козиному молоці кількість сухого залишку більше за рахунок більшої кількості жирів та білків [25, 31].

Молоко багате на різноманіття мінеральних сполук. До нього входить 80 елементів, 50 з яких є металами. Всі елементи, що входять до складу молока, поділяють на макро- та мікроелементи. До макроелементів належать кальцій, магній, натрій, калій, фосфор, сірка та хлор, а до мікроелементів – залізо, алюміній, хром, мідь, кобальт, срібло та інші [16].

Більша кількість макроелементів знаходиться у вигляді солей, іонів і комплексних сполук, у той час як мікроелементи входять до складу БАР. Переважні кількість мінеральних сполук молока становлять солі кальцію та фосфору, вміст яких регулюється годівлею тварин, порою року та іншими технологічними чинниками [16]. Більшість кальцію в молоці існує в іммобілізованому стані з білками молока, та у вигляді фосфорних солей. Концентрація кальцію визначає ступінь гідратації міцел, підтримки їх стабільної форми під впливом теплових і ферментативних обробок. Кількість фосфору є досить мінливою протягом лактаційного періоду. Фосфор входить до складу як мінеральних речовин так і органічних (нуклеїнових кислот, АТФ, етерів та ін.). Калій переважно входить у склад мінеральних речовин та впливає на розмір міцел казеїну, також чинить вплив на осмотичний тиск і

входить до компонентів буферних розчинів молока. Натрій є одним із найважливіших елементів молока. Він зумовлює лужну реакцію молока та стабілізує кислотну-лужну рівновагу молока в цілому. Натрій підтримує концентрацію іонів кальцію у молоці [25].

Щодо кількісного співвідношення макро- та мікроелементів козиного та коров'ячого молока, з проаналізованих джерел видно, що обидва види молока не суттєво відрізняються один від одного [16, 25].

Ферментний склад молока є досить чутливим до подразливих чинників навколишнього середовища. У природному стані ферменти потрапляють в молоко як продукти синтезу молочної залози. Окрім звичайних ферментів молока, також можуть бути наявні ензими, що виробляються під час хвороб тварин або бактеріального забруднення під час доїння [25]. Концентрація тих чи інших ферментів може значно вплинути на якість молока.

Ліпаза, головна функція якої є розщеплення жиру на гліцерин і жирні кислоти, може викликати псування смаку і запаху молока і молочної продукції. Ліпаза може активізуватися при суттєвому механічному впливі. Окрім активації ліпази молока, можливе надходження цього ферменту від контамінантів, що є причиною гіркого присмаку молока.

Фосфатаза – ензим, що викликає гідроліз етерів фосфорної кислоти. Фосфатаза в молоці буває двох видів: лужна і кисла. Ці види фосфатази руйнуються при нагріванні до 73°C.

Лактаза є найбільш поширеним ферментом в молоці. Її функція полягає в розщепленні лактози на глюкозу і галактозу. Лактаза надходить в молоко або з організму продуцента, або синтезується бактеріями, дріжджами, пліснявою. Особливість лактази полягає ще в тому, що у деяких людей вона втрачає свою активність, внаслідок чого виникає алергічна реакція на лактозу.

Каталаза розщеплює перекис водню на молекулярний кисень і водень. Вона може потрапляти в молоко як з організму продуцента так і від бактеріальних клітин.

Редуктаза і пероксидаза відносяться до окисно-відновних ферментів. Пероксидаза виконує роль каталізатора при окисно-відновних реакціях за участі перекису водню. Внаслідок цієї реакції пероксидаза, руйнуючи перекис водню, виділяє атомарний кисень. Роль редуктази більше полягає в аналітичних дослідженнях молока, завдяки своїй здібності відновлювати барвник метиленовий синій. Редуктаза надходить в молоко або з мікроорганізмів, або з лейкоцитів, що здатні її синтезувати [9, 25].

Вітаміни, попри свої незначні кількості, здатні суттєво вплинути на обмін речовин будь-якого організму. Джерела вітамінів різноманітні. Вітамінний склад молока в першу чергу залежить від раціону тварин. Окрім кормових джерел, вітаміни здатні утворюватися в організмі з попередників разом з білками за допомогою ферментів. Зазвичай вітаміни синтезуються в рослинних організмах і, деякі, здатні утворюватися мікрофлорою кішківника жуйних. Вітаміни за своїми властивостями поділяються на жиророзчинні і водорозчинні. До жиророзчинних вітамінів відносяться: вітаміни А, D, Е, К та F. До водорозчинної групи відносяться вітаміни групи В, вітаміни РР, Н, С фолієва кислота та холін [25].

Вітамінний склад коров'ячого та козиного молока різниться. Проведені дослідження свідчать, що козине молоко переважає коров'яче за вмістом багатьох вітамінів, а саме: вітаміну А, С, D та вітамінів групи В [9, 16, 25].

За хімічним складом і властивостями козине молоко подібне коров'ячому і відрізняється лише більшою кількістю білка, жиру та кальцію; містить чимало каротину, тому має блідо-жовте забарвлення. У жирі козиного молока міститься більше капринової та лінолевої кислот, кульки жиру дрібніші, що сприяє кращому його засвоєнню організмом людини. Амінокислотний склад його білків близький до амінокислотного складу білків жіночого молока, але міцелі казеїну більші, ніж міцелі казеїну жіночого та коров'ячого молока. Казеїн козиного молока містить мало α -фракцій (10-15%), тому при сичужному згортанні утворюється нещільний згусток. Козине молоко багате на вітамін А і ніацин, містить трохи більше

заліза і магнію, ніж коров'яче молоко. Козине молоко менш терmostійке, тому що містить більше іонізованого кальцію [9, 16, 23, 24, 31,].

1.2. Види заквасок та їх особливості

У молочній промисловості за кількістю штамів заквашувальних культур розрізняють:

- a) одноштамові заквашувальні культури;
- b) багатоштамові одновидові закваски;
- c) багатоштамові різновидові закваски.

Щодо останніх, то до цієї групи можуть відноситися заквашувальні культури невизначеного складу.

Закваски поділяють в залежності від їх фізичного стану на рідкі, сухі та заморожені.

За складом мікрофлори закваски можуть бути бактеріальні, грибкові і змішаного типу.

Залежно від цільового призначення закваски можуть бути маточними або проміжними

Окрім вищезазначеного закваски спеціалізуються в залежності від типу мікроорганізму:

- закваски, що складаються з мезофільних молочнокислих бактерій;
- закваски, що містять термофільні молочнокислі бактерії;
- закваски, що складаються і з мезофільних, і термофільних молочнокислих бактерій [14].

У свою чергу, закваски, що складаються з мезофільних молочнокислих бактерій поділяються на п'ять груп: нульові, L, D, LD та ароматичні.

Нульові закваски відомі тим, що мають у своєму складі *Lac. lactis* і *Lac. cremoris* або один із цих штамів. Штами цих заквасок спрямовані на кислотоутворення та мінімізацію газоутворення. Ці закваски

використовуються для отримання кисломолочного сиру, сметани й твердих сирів, в яких не повинні утворюватися вічки. Ці лактококи не здатні зброджувати молочну кислоту та її похідні [21].

L закваски мають у своєму складі нульові закваски та деякі штами *Leuconostoc*: *L. mesenteroides subsp. cremoris*, *L. mesenteroides subsp. lactis* та ін. L закваски спрямовані на виготовлення твердих сирів з нечітко вираженими вічками [21].

Закваски D крім нульової закваски, мають *Lac. diacetylactis*. Їх, використовують для надання аромату молочним продуктам.

Закваски LD складаються з молочнокислих стрептококів, що входять до складу нульових заквасок, а також *Leu. cremoris* і *Lac. diacetylactis*. У цих заквасках спостерігається тенденція до домінування *Lactococcus diacetylactis* над іншими мікроорганізмами: він слабкий кислотоутворювач, проте здатний продукувати велику кількість діацетилу й інтенсивно утворювати CO₂, що так необхідно при формуванні аромату сиру й вічок великих розмірів [25].

Ароматичні закваски складаються зі штамів *Leu. dextranicum*, *Leu. cremoris* і *Lac. diacetylactis*, які застосовуються для стимулювання ароматоутворення в певних видах молочнокислих продуктів. Закваски, які у своєму складі містять термофільні молочнокислі бактерії, використовують за температури 30-45°C. Прикладом термофільної одновидової закваски є *L. helveticus* або *L. acidophilus* (ацидофільне молоко), а прикладом термофільної багатовидової закваски – *Streptococcus thermophilus* і *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* дя виробництва йогуртів [14, 21].

1.3. Особливості перебігу процесу сквашування молока

Кисломолочні продукти являють собою результат сквашування пастеризованого молока або іншої основи певними культурами

молочнокислих бактерій з додаванням, якщо це потребує рецептура, дріжджових або оцтовокислих мікроорганізмів.

За належністю до біохімічних реакцій, які відбуваються під час сквашування молока, кисломолочні продукти поділяються на такі групи:

а) молочнокислі продукти, які отримані виключно за рахунок кисломолочного бродіння з метою накопичення молочної кислоти (йогурти, ацидофілін, простокваші і т. і.);

б) молочнокислі продукти, для отримання яких поєднують молочнокисле і спиртове бродіння, внаслідок чого відбувається інтенсивне накопичення молочної кислоти, вуглекислого газу та етилового спирту (кефір, кумис, ацидофільно-дріжджове молоко та ін.) [27].

Простокваша відноситься до першої групи, де використовується виключно кисломолочне бродіння.

Для вдалого сквашування молока необхідно дотримуватися певних технологічних параметрів, які визначаються вихідним продуктом та типом заквашуваних культур. До таких параметрів відносяться: склад поживного середовища, аерація, температура, тиск, час культивування та ін.

Температурні режими суттєво відрізняються залежно від виду мікроорганізмів, які беруть участь у сквашуванні молока. Для росту і розвитку бактеріальних заквасок необхідний певний температурний режим, який є оптимальним для даної культури.

В залежності від температурних умов росту і розвитку мікроорганізми поділяються на такі групи:

1) психрофіли – мікроорганізми, які ростуть і розвиваються при відносно низьких температурах (оптимум – 10-15°C, максимум – до 30°C, мінімум – від 10 до 0°C);

2) мезофіли – мікроорганізми, для яких оптимальними температурами є 25-40°C. це найбільш розповсюдженіші мікроорганізми;

3) термофіли – є також дуже розповсюдженими в природі. Їх температурний оптимум для розвитку сягає 50-60°C.

Мікроорганізми, які використовувалися в даному дослідженні, *Lactococcus lactis* і *Lactobacillus acidophilus*, належать до мезофільних мікроорганізмів.

Можна додати те, що коливання температури у відносно невеликих діапазонах може призвести не тільки до зміни інтенсивності росту і розвитку цільової культури, а й вплинути на кінцеві фізико-хімічні й органолептичні показники продукту [13].

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ, УМОВИ І МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1. Місце та об'єкт дослідження

Дослідження відбувалось на ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв», яке знаходиться за адресою: вулиця Виноградна, 2, м. Миколаїв, Миколаївська область.

Дане підприємство є лідером з виробництва кисломолочної продукції в Україні. Основний вид діяльності – переробка молока та виробництво кисломолочної продукції, масла та сиру.

ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» належить французькій компанії Lactalis Groupe, одному з найбільших виробників молочної продукції у світі. Його виробнича структура має цехову будову і складається з основного виробництва, яке включає основні та допоміжні цехи та виробничі цехи. Підприємство очолює директор, якому підпорядковуються головний бухгалтер, завідувач лабораторії, головний інженер, заступник директора з транспорту та заступник директора із закупівель. На кожній із зазначених посад підпорядковані спеціалісти відповідних функціональних підрозділів.

Сьогодні Lactalis виробляє в Україні близько 200 видів товарів під відомими торговими марками President, Dolce, Lactonia, Lactel, Fanny та ЛокоМоко. Товари представлені в таких категоріях як сир, молоко, молочнокислі продукти, йогурти і десерти, трав'яні напої [28].

Об'єктом даного дослідження є визначення особливостей біотехнології отримання кисломолочних продуктів з коров'ячого та козиного молока.

Предметом даної роботи є аналіз динаміки кислотоутворення при заквашуванні коров'ячого та козиного молока *Lactobacillus acidophilus* та *Lactococcus lactis*, за різної температури заквашування, фізико-хімічні та органолептичні показники молочнокислих продуктів, отриманих з коров'ячого та козиного молока.

2.2. Методика виконання роботи

Для проведення дослідження щодо визначення впливу біотехнологічних показників на динаміку кислотоутворення при приготуванні простокваші використовувалися зразки коров'ячого і козиного молока та заквашувальні культури: ацидофільна паличка (*Lactobacillus acidophilus*) та молочні лактококи (*Lactococcus lactis*).

Коров'яче молоко для дослідження було відібране на фермі СТОВ «Промінь», Миколаївської області, а козине молоко – у приватному господарстві. Закваски для дослідження були одержані в лабораторії ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв».

Отриману простоквашу та молоко досліджували загальноприйнятими методами. В роботі використовувалися мікробіологічні, фізико-хімічні та органолептичні методи, що дозволяють охарактеризувати хімічний склад, харчову та енергетичну цінність продукту:

- Молоко і молочні продукти. Визначення масової частки жиру. Загальні рекомендації щодо використання методів із застосуванням жиромірів ДСТУ ISO 11870:2007
- Молоко. Визначення вмісту жиру. ДСТУ ISO 2446:2019;
- Молоко та молочні продукти. Відбирання проб. Контроль за якісними ознаками. ДСТУ ISO 5538:2004;
- Молоко та молочні продукти. Методи визначання густини. ДСТУ 6082:2009;
- Молоко та молочні продукти. Вимірювання рН потенціометричним методом. ДСТУ 8550:2015;
- Молоко та молочні продукти. Методи визначання вологи та сухої речовини. ДСТУ 8552:2015;
- Молоко. Визначення вмісту азоту. Частина 1. Метод К'ельдаля. ДСТУ ISO 8968-1:2005 (IDF 20-1:2001).

Також досліджувалися органолептичні показники кисломолочних напоїв, такі як: зовнішній вигляд і консистенція, смак і запах, колір (ДСТУ ISO 5538:2004).

Визначення масової частки жиру в коров'ячому та козиному молоці здійснювалося кислотним методом згідно з ДСТУ ISO 2446:2019. Цей метод заснований на виділенні жирів з молока завдяки використанню сульфатної кислоти та ізоамілового спирту з наступним розділенням у центрифугі та визначенням кількості жирових сполук за допомогою жироміра.

Підрахунок жиру проводять швидко, виймаючи жиромір із водяної бані пробкою догори в добре освітленому місці. За допомогою пробки встановлюють точку відліку на нулі або цілій шкалі поділу жироміра. Від точки відліку встановлюють число поділок до нижньої точки меніска стовпчика жиру з точністю до найменшої поділки шкали жироміру. При підрахунку поділок шкали жироміру, межа розподілу між жиром і кислотою повинна бути чітко вираженою, а шар жиру прозорим. При невідповідності вимірювання проводять повторно.

Різниця в показниках обох жиромірів не повинна перевищувати 0,1%. Якщо обидві проби відрізняються на 0,1%, то беруть середнє значення від обох результатів [6].

Визначення густини молока проводять при температурі $20 \pm 5^\circ\text{C}$. Пробу об'ємом в 250 см^3 обережно перемішують, переливають молоко в інший сухий циліндр. Після переливання, сухий ареометр опускають в пробу молока і залишають в ній таким чином, щоб він не торкався стінок циліндра.

Реєстрацію показників ареометра проводять через дві хвилини після того як ареометр набув стан спокою. Показання густини визначають по верхньому меніску з точністю до половини поділу, а температурні показники – до $0,5^\circ\text{C}$. Після проведення замірів з отриманих даних знаходять середньоарифметичну температуру та густину. Різниця між повторними визначеннями густини в одній і тій же пробі не повинно перебільшувати $0,0005 \text{ г/см}^3$ якщо наявне відхилення температури від 20°C , то вносять

корегування: на кожен градус вище або нижче 20 додають або віднімають 0,0002 одиниці густини [3].

Активна кислотність являє собою концентрацію вільних іонів водню в молоці. Вимірювання рН потенціометричним методом полягає у вимірюванні різниці потенціалів між двома електродами (вимірювальним і еталонним), зануреними в аналізовану пробу.

У циліндр об'ємом 100 см³ наливають 40±5 см³ досліджуваного молока за температури 20±2°C і занурюють електроди рН-метра таким чином, щоб вони не торкалися стінок і дна циліндра. Показання рН-метра знімають через 10-15 с після початку вимірювання.

Під час досліду потрібно проводити два паралельних вимірювання, таким чином приймаючи за остаточний результат середньоарифметичне значення двох паралельних вимірювань. Розбіжність обох вимірювань не повинна перевищувати 0,03 одиниці [4].

Титрована кислотність молока обумовлена наявністю у молоці кислих солей, білків. Одиниця виміру титрованої кислотності – градус Тернера (°Т). 1 градус Тернера дорівнює числу мілілітрів 0,1 н розчину гідроксиду натрію або калію, яке витрачається на нейтралізацію (титрування) кислих сполук у 100 мл молока, розведеного вдвічі дистильованою водою.

У колбу об'ємом 100 мл додають 10 мл досліджуваного молока і 20 мл бідистильованої води та 3 краплі 1%-го спиртового розчину фенолфталеїну.

Помітивши рівень лугу в бюретці, по краплям додають в колбу з досліджуваним молоком при постійному помішуванні 0,1н розчин їдкого натрію або калію до появи слабо-рожевого забарвлення, яке не зникає протягом однієї хвилини. Після цього підраховують кількість лугу, яке пішло на титрування. Отримані дані про кількість лугу, витраченого на титрування 10 мл досліджуваного молока, потрібно помножити на 10 для перерахунку на 100 мл молока за для відповідності ДСТУ 3662:2018. Різниця між паралельним вимірюванням не повинно бути більше 1°Т [2].

Для визначення масової частки вологи в металеву бюксу на дно укладали два кружечка марлі, висушували з відкритою кришкою при 105°C 20-30 хв, потім зважували. У підготовлену бюксу піпеткою вносили 3 см³ досліджуваного продукту, рівномірно розподіляючи його по всій поверхні марлі і закривши кришкою, зважували. Потім відкриту бюксу і кришку поміщали в сушильну шафу при 105°C на 60 хв, після чого бюксу закривали, охолоджували і зважували.

Висушування і зважування продовжували через 20-30 хв до отримання різниці в масі між двома послідовними зважуваннями не більше 0,001 г.

Сухий залишок на поверхні марлевого кружечка повинен мати рівномірний світло-жовтий колір. Масову частку сухої речовини (С,%), обчислювали за формулою:

$$C = \frac{(m_1 - m_0)}{m - m_0} \times 100, \quad (1)$$

де m_0 – маса бюкси з марлею, г;

m – маса бюкси з марлею і наважкою досліджуваного продукту до висушування, г

m_1 – маса бюкси з марлею і наважкою досліджуваного продукту після висушування, г.

Масову частку вологи (W, %) обчислювали за формулою:

$$W = 100 - C, \quad (2)$$

де C – масова частка сухої речовини,%;

Масову частку сухої знежиреної речовини C_0 (%) обчислювали за формулою:

$$C_0 = C - a, \quad (3)$$

де C – масова частка сухої речовини,%;

a – масова частка жиру,% [5].

Для визначення вмісту лактози наважку молока або кисломолочного продукту відмірювали піпеткою 25 мл і визначали масу перемножуючи об'єм взятого продукту на його густину. Продукт переносили в мірну колбу

місткістю 500 см³, додавали дистильовану воду до половини об'єму і із бюретки відмірювали 10 см³ розчину Фелінга I і 4 см³ 1н розчину гідроксиду калію. Розчин перемішували і доводили вміст до мітки дистильованою водою, знову перемішували і залишали у спокої на 30 хв. Відстояну рідину фільтрували в суху колбу через складчастий паперовий фільтр. 50 см³ фільтрату переносили піпеткою в конічну колбу місткістю 250 мл, з бюретки додавали 25 см³ 0,1 н розчину йоду і за постійного перемішування додавали 37,5 см³ 0,1 н розчину гідроксиду натрію. Закривали колбу пробкою і залишали її в темному місці на 20 хв за температури 20°C, потім вносили циліндром 8 см³ 0,5 н розчину соляної кислоти і відтитровували йод, що виділився, 0,1 н розчином тіосульфату натрію. Індикатор – 1% розчин крохмалю, вносили під кінець титрування, коли забарвлення в реакційній колбі набуло солом'яного кольору. Титрування продовжували до моменту зникнення синього забарвлення. Паралельно проводили контрольний дослід в тій же послідовності і з тими ж реактивами, що і в основному досліді, але в колбу замість фільтрату вносили 50 см³ дистильованої води.

Масову частку лактози L (%) розраховували за формулою:

$$L = \frac{0,01801 \times (V_1 - V) \times 100 \times 0,97}{m}, \quad (4)$$

де 0,01801 – кількість лактози, що відповідає 1 см³ 0,1 н розчину йоду, г;

V_1 – кількість 0,1 н розчину тіосульфату натрію, яку витратили на титрування йоду в контрольному досліді, см³;

V – кількість 0,1 н розчину тіосульфату натрію, яку витратили на титрування надлишку йоду у фільтраті, см³;

0,97 – поправка, встановлена емпірично;

m – маса молока в 50 см³ фільтрату, г [8].

Для визначення вмісту білку у колбу К'ельдаля додають 10 см³ досліджуваного молока, 10 см³ сірчаної кислоти та 0,5 г перманганату калію. Потім колбу встановлюють на електроплитку в алюмінієвому блоку і

встановлюють регулятор електроплитки спочатку на середню положення, а потім, після виникнення бурхливого піноутворення, – на максимальне. Нагрівання проводять до тих пір, поки вміст колби не стане безбарвним або злегка блакитним. Колбу з мінералізатом охолоджують до кімнатної температури.

У колбу К'єльдаля з мінералізатом додають 20 см³ дистильованої води і перемішують до розчинення осаду. Отриманий розчин переливають в колбу на 100 см³, продовжуючи вимивати осади дистильованою водою до 100 см³.

Після встановлення перегінного апарату у конічну колбу об'ємом 250 см³ додають 50 см³ 0,1н сірчаної кислоти. За допомогою мірного циліндра у ділильну воронку спочатку додають 10 см³ 40% розчину гідроксиду натрію, а потім 10 см³ отриманого мінералізату. Перегонка відбувається до досягнення кількості конденсату у 90-120 см³. У конденсат з кислотою додають декілька крапель розчину Таширо і титрують 0,1 н розчином гідроксиду натрію до появи світло-зеленого кольору.

Масову частку загального азоту X, % визначають за формулою:

$$X = \frac{((50-V)*0,0014*10*100)}{(m*\rho)}, \quad (5)$$

де V – об'єм лугу, затраченого на титрування, см³;

m – маса наважки продукту, г;

ρ – густина продукту, г/см³.

масову частку білку, Y %, розраховується за формулою:

$$Y = K * X, \quad (6)$$

де K – маса молочного білку, еквівалентна одиниця маси загального азоту;

K – 6,38 для молока та молочних продуктів.

За остаточний результат при аналізі за приймають середнє арифметичне двох паралельних визначень, розбіжність між якими немає перевищувати 0,03% [7].

Уявну в'язкість отриманих молочнокислих продуктів визначали після ретельного перемішування за тривалістю витікання згустку із піпетки ємністю 100 см^3 з вихідним отвором 5 мм [20].

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Фізико-хімічна оцінка коров'ячого та козиного молока

Характеристика кінцевого продукту значно залежить від складу і властивості сировини, з якої він виготовляється та його умов приготування. Тому, насамперед, є доречним проведення фізико-хімічного аналізу коров'ячого та козиного молока (табл. 1).

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники коров'ячого та козиного молока

Показник	Молоко	
	Коров'яче	Козяче
Титрована кислотність, °Т	18,5 ± 0,1	19,3 ± 0,1
Активна кислотність, рН	6,7 ± 0,02	6,7 ± 0,03
Густина, г/см ³	1028,4 ± 0,30	1028,7 ± 0,27
Суша речовина, %	12,76 ± 0,34	13,14 ± 0,28
Жир, %	3,82 ± 0,06	4,22 ± 0,03
Білок, %	3,35 ± 0,05	3,87 ± 0,15
Лактоза, %	4,72 ± 0,23	4,46 ± 0,18

З таблиці 1 видно, що коров'яче та козине молоко за основними показниками мають високу подібність, окрім вмісту жиру і білків, яких у козиному молоці міститься більш на 0,4% та 0,5% відповідно. Оскільки ці компоненти грають значну роль в процесах ліполізу і протеолізу під впливом ферментів молочнокислих бактерій під час сквашування молока, це в подальшому буде впливати на поживність та фізико-хімічні властивості отриманих кисломолочних продуктів. Крім того, відомо, що існує різниця білкових фракцій коров'ячого та козиного молока, що є основним фактором, який впливає на тривалість коагуляції та реологічні властивості утвореного згустку, при виробництві кисломолочних напоїв [18, 24].

3.2. Вплив виду та концентрації закваски на протікання процесу сквашування молока

Згідно з метою роботи було проведено дослідження динаміки кислотоутворення молока при внесенні варіативної кількості закваски *Lactobacillus acidophilus* та *Lactococcus lactis*.

Концентрація заквасок сягала 1%, 2% і 5% від загального об'єму молока. Закваску вносили у пастеризоване молоко та сквашували у відповідних температурних оптимумах, в залежності від виду бактерій.

У результаті дослідження були отримані дані про кислотоутворення, які ілюструють тенденцію протікання сквашування коров'ячого та козиного молока під впливом *Lactobacillus acidophilus* (рис. 1, 2).

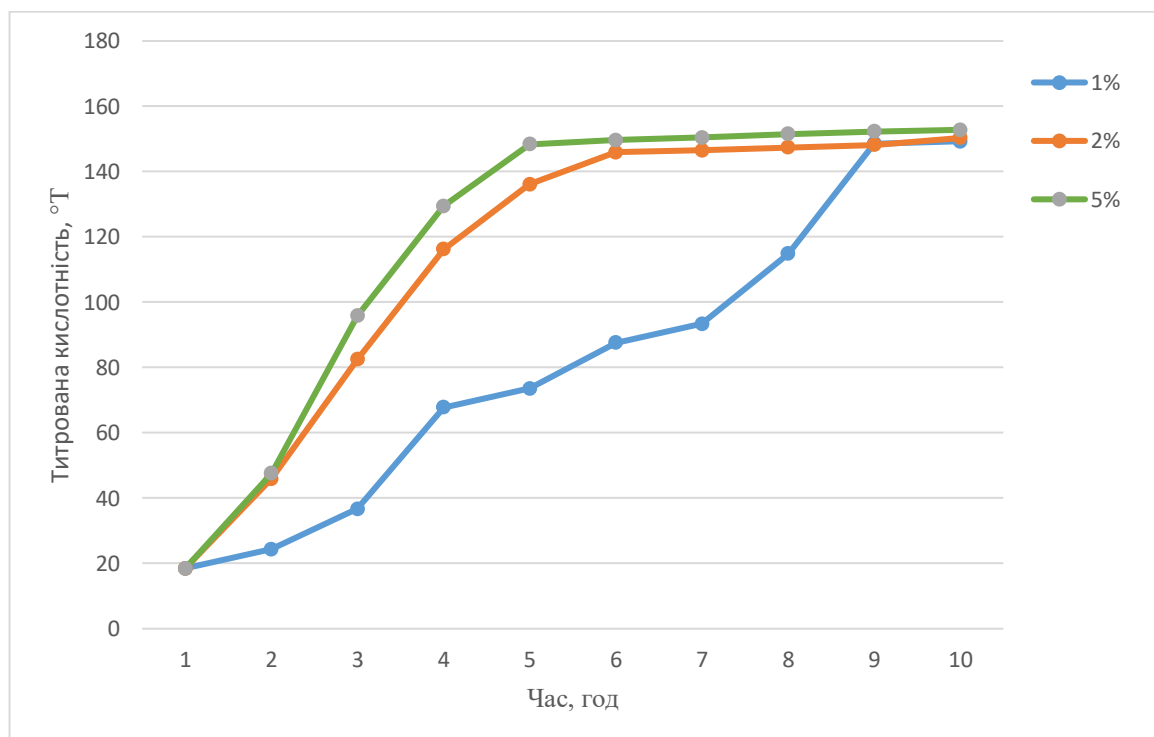


Рис. 1. Динаміка кислотоутворення при заквашуванні коров'ячого молока *Lactobacillus acidophilus*

Отримані дані свідчать, що максимальне значення титрованої кислотності (148,4°Т) за найменший відрізок часу (5 годин) належить зразку, в який було внесено 5% закваски від загальної маси молока. Тенденція наростання титрованої кислотності при використанні закваски об'ємом 2% аналогічна кислотоутворенню в присутності 5% закваски, однак, відбувається повільніше і досягає максимуму за шість годин, тобто майже на годину більш, ніж у зразках з 5% концентрацією закваски. При застосуванні 1% закваски процес кислотоутворення суттєво відрізняється. Наростання кислотності відбувається повільно, а максимальне значення спостерігається лише через дев'ять годин.

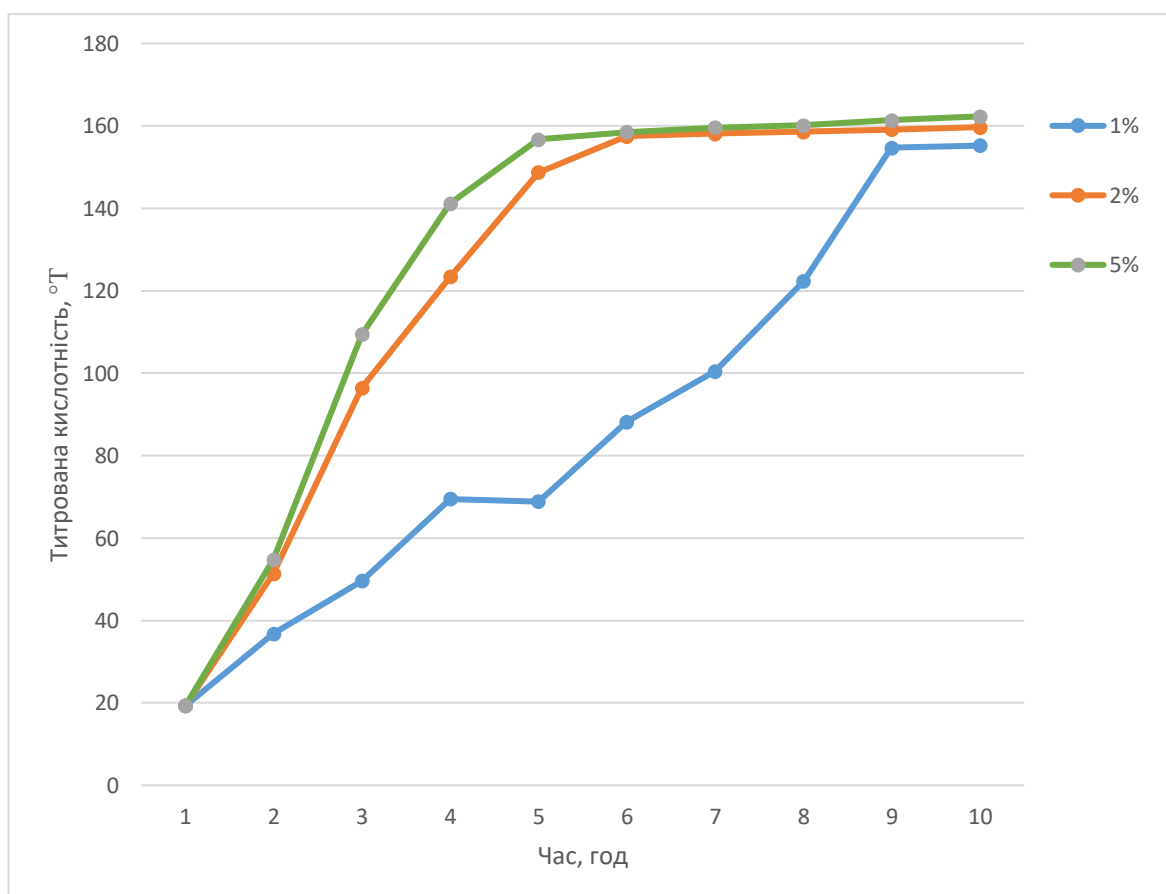


Рис. 2. Динаміка кислотоутворення при заквашуванні козиного молока *Lactobacillus acidophilus*

Динаміка кислотоутворення ацидофільної простокваші на основі козиного молока подібна з динамікою отримання простокваші за допомогою ацидофільної палички з коров'ячого молока. Однак, простокваша з козиного молока характеризується більш високими показниками титрованої кислотності, незважаючи на те, що вміст лактози в ньому дещо менший ніж у коров'ячому, це може бути пов'язано з тим, що козине молоко переважає коров'яче за кількістю білків та жирів (див. табл. 1), у процесі ліполізу і протеолізу яких, під дією ферментів закваски збільшується вміст кислих сполук. Зразки з 2% та 5% вмістом закваски показують однакову тенденцію набору кислоти, але відрізняються за часом досягнення максимальних значень титрованої кислотності. Застосування 1% концентрації закваски також призводить до збільшення часу заквашування молока. Необхідно відмітити, що сквашування всіх зразків препаратом *Lactobacillus acidophilus* відбувалося за оптимальною температурою 37°C для даної культури.

Результати дослідження щодо процесу кислотоутворення коров'ячого та козиного молока під впливом *Lactococcus lactis* наведено на рис. 3 та 4.

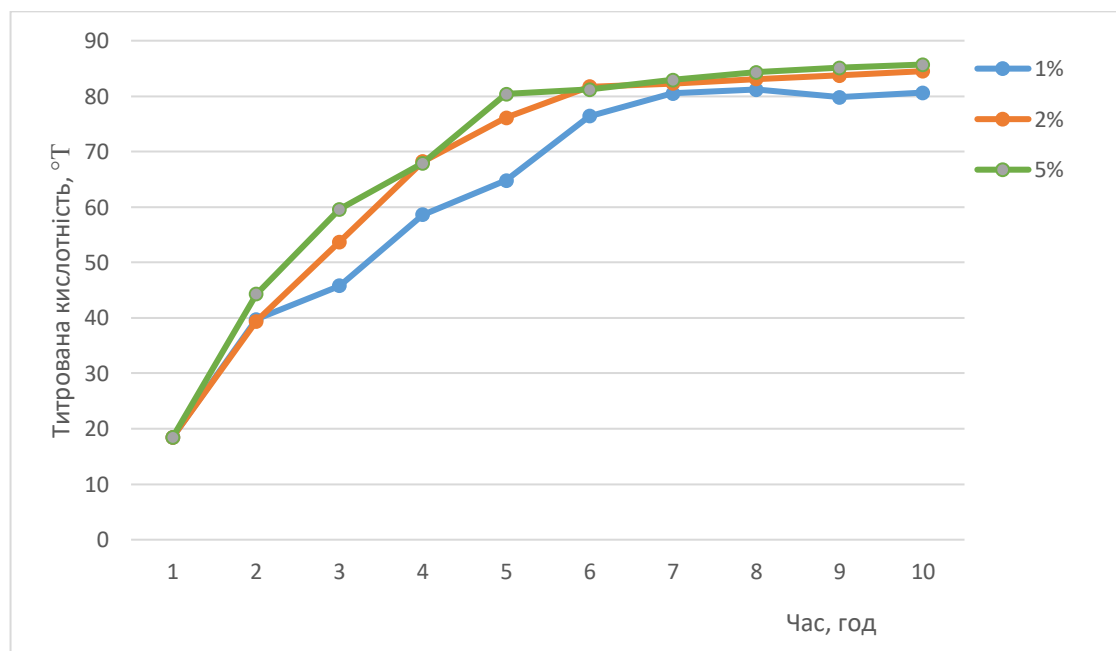


Рис. 3. Динаміка кислотоутворення при заквашуванні коров'ячого молока *Lactococcus lactis*

Наведені дані свідчать, що простокваша з коров'ячого молока, отримана за допомогою молочних лактококів, характеризується меншою кислотністю порівняно з зразками простокваші, які були виготовлені при використанні ацидофільної палички. Швидкість наростання кислотності залежно від концентрації культури мікроорганізмів *Lactococcus lactis* аналогічна до тієї, що й для продуценту *Lactobacillus acidophilus*. Тривалість досягнення максимального значення кислотності при використанні концентрації закваски 2% і 5% також подібна, хоча при застосуванні 1% концентрації культури час отримання максимального значення кислотоутворення дещо менший. На підставі отриманих даних можна зробити висновок, що *L. lactis* мають менший кислотоутворюючий потенціал порівняно з *L. acidophilus*.

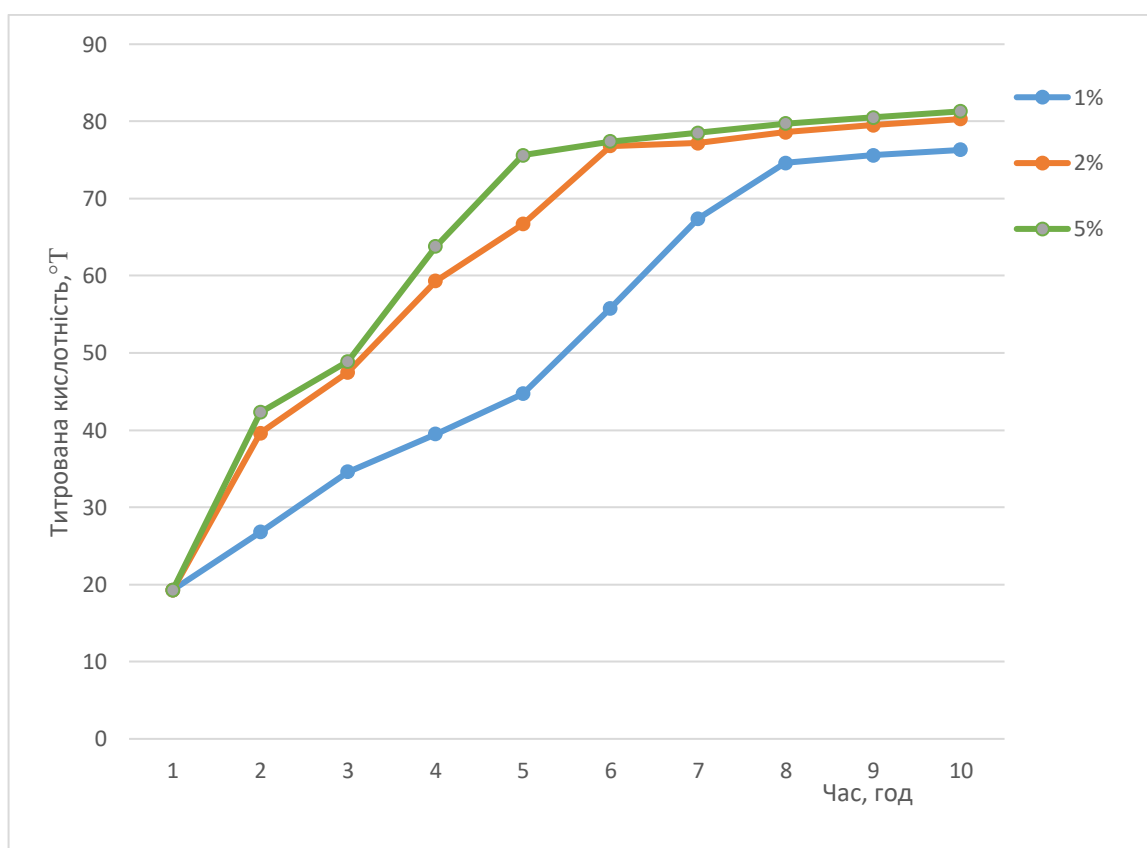


Рис. 4. Динаміка кислотоутворення при заквашуванні козиного молока *Lactococcus lactis*

Результати визначення титрованої кислотності козиного молока при використанні закваски *Lactococcus lactis* свідчать, що на відміну від простокваші, отриманої за допомогою культури *Lactobacillus acidophilus*, воно має нижчу кислотність. Можливо, ферментативна система мікроорганізмів *Lactococcus lactis* в меншому ступені здатна здійснювати розщеплення жирів та білків козиного молока, які відрізняються за складом від жирів і білків коров'ячого молока, а вміст лактози в козиному молоці менший, відповідно й кількість молочної кислоти, що створюється, нижча.

3.3. Вплив температури на протікання процесу сквашування молока

Значний вплив на сквашування молока має не тільки культура, за допомогою якої воно відбувається, але й дотримання оптимальних температурних умов процесу. Визначення впливу температури на динаміку кислотоутворення проводилося заквашуванням коров'ячого молока культурами *Lactococcus lactis* та *Lactobacillus acidophilus*. Для обох видів закваски була застосована 2% концентрація від загального об'єму молока, оскільки вона виявилася оптимальною для процесу сквашування молока. Заквашування проводилося при 30, 35 та 40°C з погодинною реєстрацією показників титрованої кислотності (рис. 5, 6).

При застосуванні молочнокислих бактерій роду *Lactococcus lactis*, найбільша швидкість кислотоутворення в процесі сквашування молока спостерігалася при температурі 30°C. Отримані результати свідчать, що збільшення температури сквашування молока до 40°C призводить до пригнічення розвитку культури і утворення кислоти. Початок процесу відбувається дуже повільно, а через вісім годин взагалі припиняється. Температура 35°C також не є сприятливою для процесу кислотоутворення. Показник титрованої кислотності для температури 35°C менший порівняно з температурою 30°C майже на 30%.

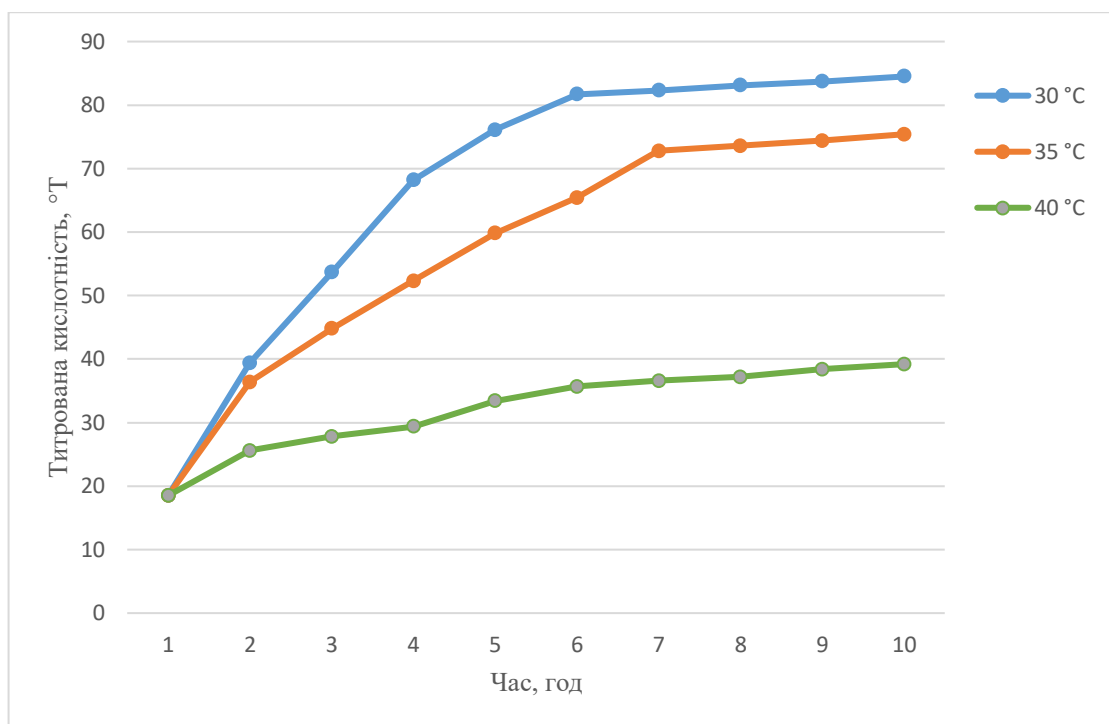


Рис. 5. Динаміка процесу кислотоутворення коров'ячого молока, заквашеного *Lactococcus lactis* за різних температур

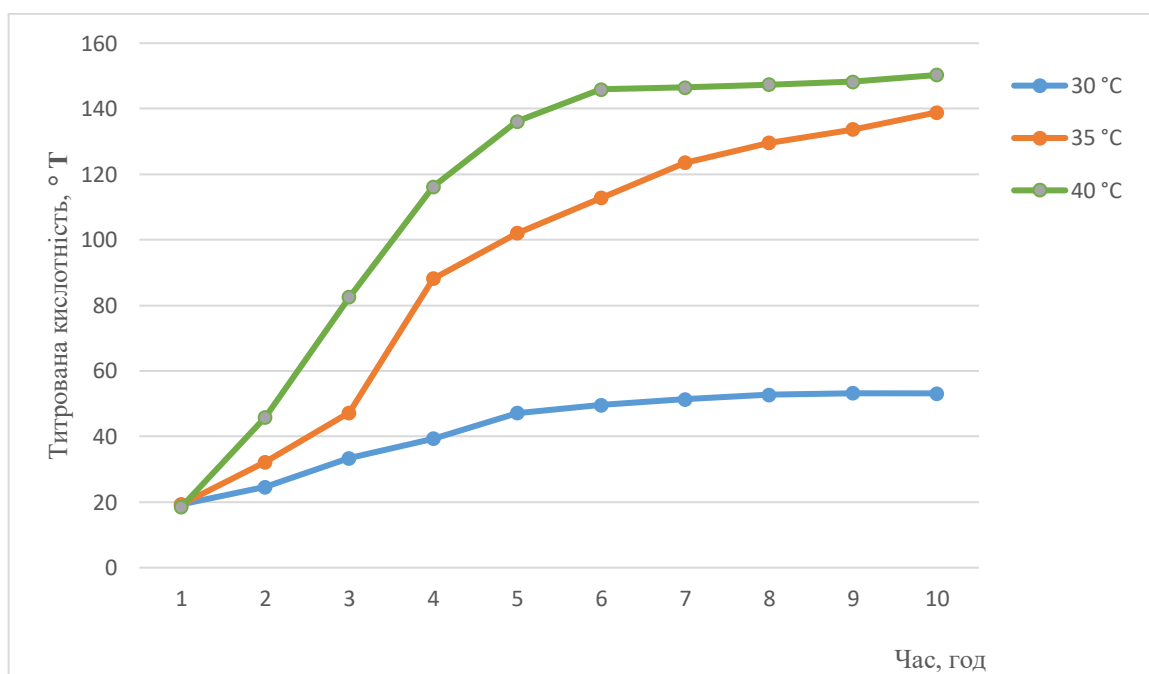


Рис. 6. Динаміка процесу кислотоутворення коров'ячого молока, заквашеного *Lactobacillus acidophilus* за різних температур

Результати зміни титрованої кислотності коров'ячого молока, заквашеного *Lactobacillus acidophilus*, свідчать, що температурний режим процесу сквашування молока під впливом цієї культури, суттєво відрізняється від умов кислотоутворення за дією молочнокислих мікроорганізмів роду *Lactococcus lactis*. Кращі показники були отримані, коли процес сквашування молока здійснювався при температурі 40°C, що збігається з літературними даними, які вказують, що температурний оптимум для розвитку культури бактерій *Lactobacillus acidophilus* знаходиться в межах 37-41°C. Наростання кислотності при температурі 35°C відбувається дещо повільніше і досягає значення 140°Т лише через 10 годин. Температура 30°C зовсім не придатна для росту культури, тому показник титрованої кислотності залишається низьким.

3.4. Оцінка уявної в'язкості простокваші з різних видів молока

Первинна структура молочнокислого продукту, її збереження і відновлення під час виробництва та протягом гарантійного терміну залежить від процесів формування згустку та кислотної коагуляції казеїну. Формування згустку полягає у перетворенні колоїдної системи молока з вільнодисперсного стану (золь) у зв'язанодисперсний (гель).

Структурно-механічні (реологічні) властивості, вологоутримуюча здатність і синеретичні властивості кисломолочних продуктів залежать від складу молока, режимів теплової та механічної обробки і багато в чому – від дози та виду біологічних агентів, які забезпечують ферментацію молока. Коагуляція казеїну та утворення гелю мають суттєве значення у виникненні та розвитку тривимірної структури молочно-білкового згустку продукту. Характер утвореної просторової структури білкових ланцюгів і екзополісахаридів, утворених молочнокислими мікроорганізмами, визначає його в'язкість, однорідність і вологоутримуючу здатність. Консистенція простокваші залежить від кислотної коагуляції казеїну. Вона проходить під

дією молочної кислоти, що утворюється в процесі молочнокислого бродіння лактози. Суть її полягає в агрегації гідрофобних частинок і подальшому структуроутворенні просторової сітки простокваші, в яку захоплюються дисперсійне середовище з кульками жиру та інші компоненти молока. Цей процес зумовлений поступовою нейтралізацією негативно заряджених карбоксильних груп казеїну, гідроксид-іонів фосфорної кислоти та видаленням колоїдного фосфату кальцію з казеїнових міцел [11].

Ознакою, що характеризує кисломолочні продукти, є консистенція, яку можна оцінити за показниками уявної в'язкості (рис. 7, 8).

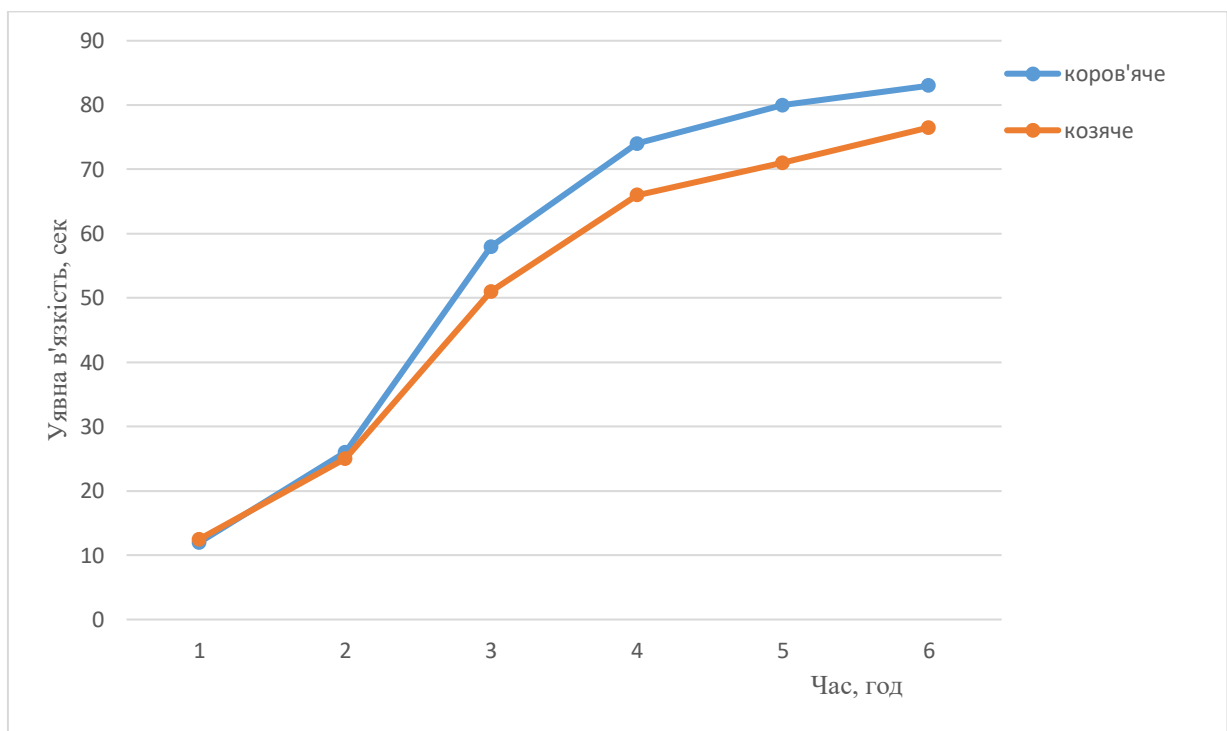


Рис. 7. Уявна в'язкість простокваші з коров'ячого та козиного молока з використанням 2% закваски *L. lactis*

Спостерігаються певні відмінності як у динаміці зростання в'язкості, так і її значенням. Так, у процесі сквашування молока під впливом закваски з *Lactococcus lactis*, в'язкість зразків продукту збільшувалася відносно рівномірно з коливаннями у 8,5-10,0 с для різних видів молока, починаючи з четвертої години дослідження. Найвища в'язкість спостерігалася для простокваші

з коров'ячого молока. Продукт отриманий з козиного молока після перемішування став рідким, а консистенція простокваші з коров'ячого молока залишалася густою.

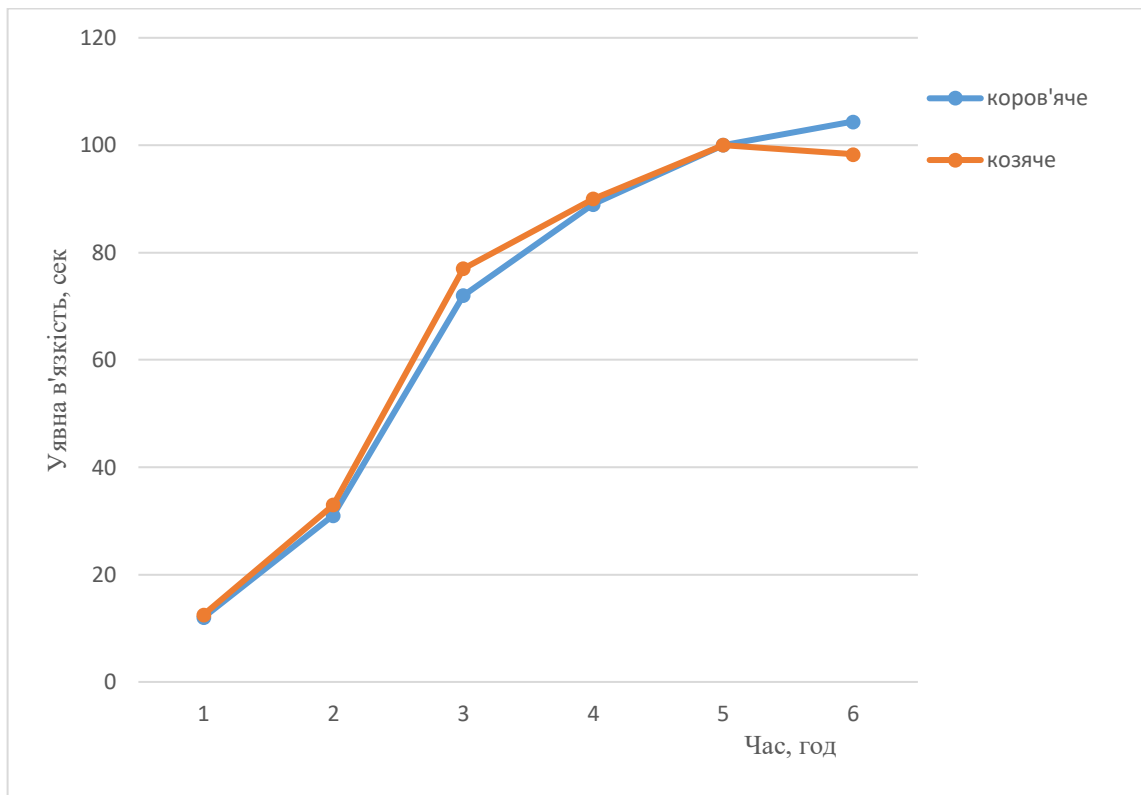


Рис. 8. Уявна в'язкість простокваші з коров'ячого та козиного молока з використанням 2% закваски *L. acidophilus*

В'язкість простокваш, що отримані при використанні закваски з *Lactobacillus acidophilus*, була вищою як для коров'ячого так й для козиного молока. Динаміка зростання в'язкості продуктів з коров'ячого і козиного молока виявилася майже однаковою, за виключенням незначної розбіжності на третьої годині досліду. Відмінність спостерігалася наприкінці досліду, коли показник уявної в'язкості простокваші з козиного молока певною мірою зменшився відносно кисломолочного продукту з коров'ячого молока і став нижчим, ніж попередній результат, отриманий на п'яту годину процесу. Незважаючи на це, простокваші з усіх видів молока, що заквашені *Lactobacillus acidophilus*, після ретельного перемішування зберегли густу консистенцію.

3.5. Фізико-хімічні та органолептичні показники отриманих простокваш

Фізико-хімічні показники кисломолочних продуктів мають суттєве значення не тільки для оцінки якості продукту, але також впливають на строки їх збереження, покращення корисних властивостей, вміст біологічно активних речовин. Було проведено дослідження фізико-хімічних показників простокваш, отриманих з використання заквасок *Lactococcus lactis* та *Lactobacillus acidophilus* у 2% концентрації (табл. 2)

Таблиця 2

Фізико-хімічні показники простокваші з коров'ячого та козиного молока

Показник	Молоко			
	коров'яче		козине	
	Простокваша			
	<i>L. lactis</i>	<i>L. acidophilus</i>	<i>L. lactis</i>	<i>L. acidophilus</i>
Титрована кислотність, °Т	84,5±1,74	150,3±2,13	80,3±1,22	159,7±2,06
Активна кислотність, рН	4,21±0,05	3,61±0,14	4,63±0,15	3,44±0,17
Уявна в'язкість, сек	81,88±1,21	104,39±1,41	78,51±1,37	99,07±1,77
Суха речовина, %	11,07±0,17	11,54±0,02	12,42±0,19	12,83±0,09
Жир, %	2,92±0,1	3,10±0,1	3,05±0,1	3,20±0,1
Білок, %	3,09±0,02	3,04±0,04	3,42±0,05	3,38±0,03
Лактоза, %	3,14±0,12	3,09±0,21	3,48±0,19	3,31±0,16

Отримані дані свідчать, що склад простокваш, отриманих з коров'ячого та козиного молока відрізняється від початкового складу молока. У продукті

спостерігається зменшення кількості сухої речовини та основних компонентів, що містилися в молоці. Насамперед це пов'язано з процесами часткового розщеплення білків та жиру і утворення низькомолекулярних продуктів. Лактоза під впливом молочнокислих бактерій перетворилася на молочну кислоту, однак, її кількість залишилася для коров'ячого молока в межах 64-66%, для козиного – 76-78%. Більш повне використання лактози відбувається за подовженням тривалості процесу сквашування молока. У досліді аналіз здійснювався після 4 годин процесу. Уявна в'язкість простокваш прямо пропорційна титрованої кислотності, збільшення кислотності призводить до підвищення в'язкості продукту.

Була проведена органолептична оцінка кисломолочних продуктів отриманих з коров'ячого молока під впливом заквасочних культур *Lactococcus lactis* та *Lactobacillus acidophilus* (табл. 3).

Таблиця 3

Органолептичні показники простокваші з коров'ячого молока

Органолептичний показник	Закваска	
	<i>Lactococcus lactis</i>	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
Колір	Молочно-білий, рівномірний по всій масі	Молочно-білий, рівномірний по всій масі
Зовнішній вигляд та консистенція	Консистенція однорідна, з непорушеною структурою згустку	Консистенція однорідна, в міру в'язка з непорушеною структурою згустку
Смак та запах	Чистий, кисломолочний, без сторонніх присмаків та запахів	Чистий, кисломолочний, без сторонніх присмаків та запахів

Проаналізувавши таблицю 3, видно, що зразки простокваші, які були виготовлені за допомогою молочнокислих бактерій *L. lactis* і *L. acidophilus*, подібні за показниками органолептики, відрізняються за в'язкістю –

простокваша отримана при використанні ацидофільної палички густіша і має більш виражений молочнокислий смак.

Зовнішній вигляд та консистенція зразків має певні відмінності. Простокваша з коров'ячого молока, що була заквашена *L. lactis*, має більш щільну консистенцію у порівнянні з простоквашою з *L. acidophilus*, яка є більш в'язкою. Загалом такі типи консистенції, які наведені в таблиці, пов'язані з тим, що простокваша була отримана термостатним способом, який забезпечує більш щільну консистенцію.

Щодо таких показників, як смак та аромат, то простокваша з коров'ячого молока має чистий, кисломолочний, без сторонніх присмаків смак та аромат, як у випадку з *L. lactis* так і з *L. acidophilus*.

Простокваша з козиного молока за використанням таких самих заквасок, що і при приготуванні простокваші з коров'ячого молока, відрізняється за низкою органолептичних показників (табл. 4).

Таблиця 4

Характеристика згустку простокваші з козячого молока

Органолептичний показник	Закваска	
	<i>Lactococcus lactis</i>	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
Колір	Молочно-білий, рівномірний по всій масі	Молочно-білий, рівномірний по всій масі
Зовнішній вигляд та консистенція	Консистенція однорідна, після перемішування стає рідкою	Консистенція однорідна, з непорушеною структурою згустку
Смак та запах	Чистий, недостатньо помітний аромат з ледве помітним специфічним запахом. Смак солодкуватий	Чистий, недостатньо помітний аромат з ледве помітним специфічним запахом. Смак злегка солодкувато-кислий

За смаковими якостями простокваша з козиного молока при використанні *L. lactis* має більш солодкуватий присмак ніж у простокваші з *L. acidophilus*, яка має солодкувато-кислий смак. За ароматом обидва зразка ідентичні.

За кольором зразки продукту не відрізняються, проте у випадку порівняння консистенції, простокваша, отримана з застосуванням молочних лактококів має більш ніжну структуру згустку, при перемішуванні стає рідкою, а при використанні ацидофільної палички спостерігається більш однорідна та щільна консистенція.

Органолептичну оцінку отриманих продуктів проводили за десяти бальною шкалою. Поверхня простокваші повинна бути гладкою, без ознак неоднорідності. Колір простокваші визначали оглядом поверхні продукту, та після перемішування (табл. 5).

Таблиця 5

Результати бальної оцінки простокваші з козиного та коров'ячого молока

Простокваша	Вид закваски	Зовнішній вигляд та консистенція	Смак та аромат	Колір	Сума балів
з коров'ячого молока	<i>L. lactis</i>	2,7	4,5	2	9,4
	<i>L. acidophilus</i>	2,5	4,7	2	9,2
з козиного молока	<i>L. lactis</i>	2,4	4,6	2	9,0
	<i>L. acidophilus</i>	2,9	4,8	2	9,7

За результатами бальної оцінки найкращі результати були у козиної простокваші, заквашеної *L. acidophilus* у порівнянні з іншими зразками: зовнішній вигляд та консистенція – 2,9; смак та аромат – 4,8; колір – 2 бали. Також при вивченні споживчої симпатії, перевагу було віддано простокваші з козиного молока.

3.6. Технологічна схема отримання простокваші з коров'ячого та козиного молока

Технологічна схема виготовлення простокваші з коров'ячого молока передбачає застосуванні 2% концентрації закваски з молочнокислих бактерій *L. acidophilus*. З урахуванням отриманих результатів тривалість сквашування молока можливо зменшити до восьми годин порівняно зі звичайною, яка складає десять годин (рис. 9).

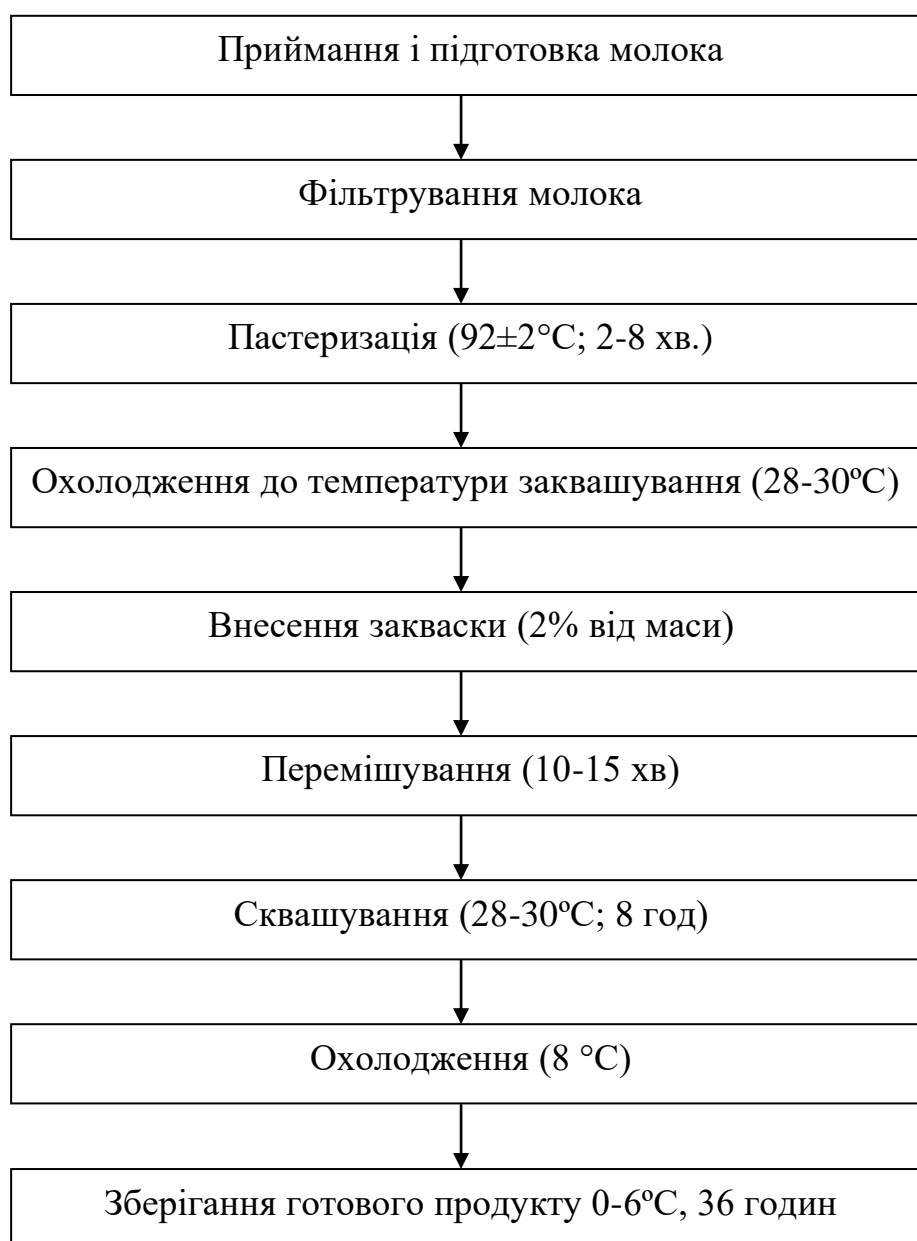


Рис. 9. Технологічна схема отримання простокваші з коров'ячого молока з використанням заквашувальної культури *L. lactis*

Отримання простокваші з козиного молока доцільно здійснювати з використанням закваски *L. acidophilus*. З урахуванням оптимальної температури розвитку молочнокислих бактерій *Lactobacillus acidophilus*, сквашування молока відбувається при температурі 38-41°C, на відміну від процесу сквашування при застосуванні закваски з *Lactococcus lactis*, для якої оптимальною є температура 28-30°C. Тривалість процесу також можна скоротити до 8 годин (рис. 10).

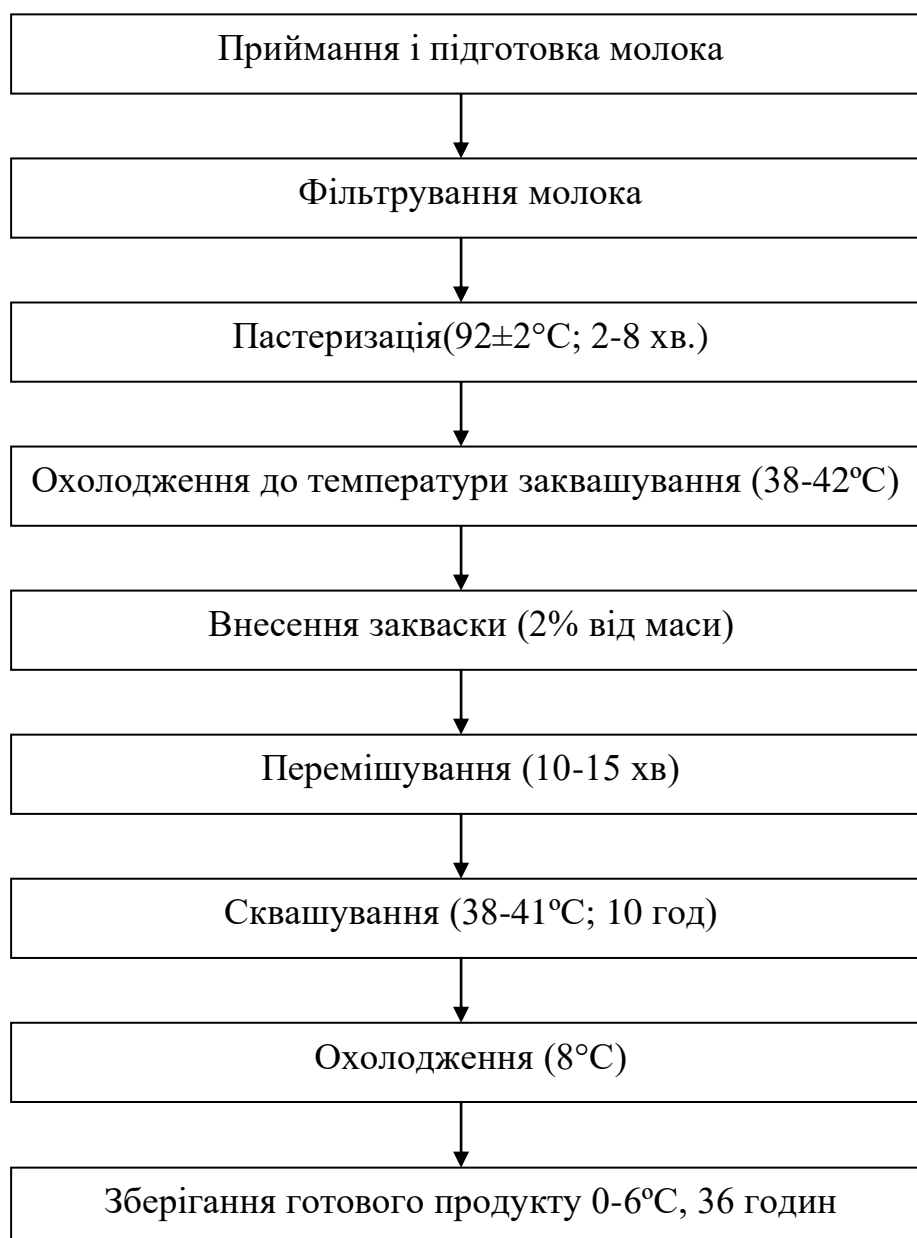


Рис. 10. Технологічна схема отримання простокваші з козиного молока з використанням заквашувальної культури *L. acidophilus*

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

Закон «Про охорону праці» в Україні був прийнятий 14 жовтня 1992 р. Верховною Радою. Окрім вищезазначеного закону, охорону праці в Україні регулює: Конституція України, Кодекс законів про працю, а також Закони: «Про охорону здоров'я», «Про пожежну безпеку», «Про використання ядерної енергії та радіаційний захист», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення». Додатково питання по охороні праці регулюються в Цивільному, Кримінальному та Адміністративному кодексах України, в указах Верховної Ради, постановах Кабміну та Президента [15].

Охорона праці на ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» була створена на основі такої юридичної документації як колективний договір, розпоряджень голови правління, інструкцій з виконання роботи.

Головною відповідальною особою на підприємстві з питань охорони праці є голова правління, а на структурних підрозділах – начальники цехів. Відповідальною структурою на підприємстві, яка забезпечує і контролює проведення відповідних інструктажів є служба охорони праці.

Відповідальні особи, що проводять інструктажі з охорони праці надають матеріали, згідно з якими працівники повинні:

- ознайомитися з вимогами та правилами експлуатації відповідного технічного устаткування;
- знати правила поведінки у стандартних або аварійних виробничих ситуаціях, надзвичайних ситуаціях ;
- засвоїти етапи технологічних процесів та вимог до безаварійного керування устаткуванням згідно з правилами охорони праці.

На підприємстві повинен бути план заходів щодо дотримання і забезпечення безпечних умов праці, оформленням якого займаються інженер з охорони праці, голова правління, головний інженер та начальники цехів з інженерно-технічними працівниками.

На підприємстві ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» реалізована трьох ступенева система контролю за дотриманням правил з охорони праці. Тобто в реалізації цієї системи залучені не тільки начальники структурних підрозділів, профспілок і спеціалістів, а й голова правління підприємства.

За дотримання правил з охорони праці працівники мають можливість отримати додаткові преміальні виплати. А у разі порушень спеціальна комісія з охорони праці на чолі з головним інженером мають право догану або, навіть, звільнити працівника [1].

Окрім нагляду за дотриманням вимог охорони праці робітниками також обов'язково проводять аналіз умов робочих місць та робочих приміщень в цілому. В першу чергу при інспекції умов праці велику увагу приділяють мікроклімату. Цей показник визначається тепловим випромінюванням робочого устаткування, потоками повітря в приміщенні, вологістю повітря та його температурою. За для забезпечення нормальних показників, що відповідають вимогам охорони праці на ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» використовуються система витяжної вентиляції з фільтрами для очищення повітря та датчиками регуляції мікроклімату. Наявність фільтрів у системі вентиляції забезпечує не тільки чистоту готового продукту, але й дозволяє очистити повітря від пилу та інших часточок, роблячи його безпечнішим для працівників [15].

Під час роботи у цеху слід враховувати таке явище як шум. Шум, з точки зору охорони праці – це сукупність звуків, які спричиняють негативний вплив на організм людини, заважаючи роботі та відпочинку. Наявність шуму виникає внаслідок роботи технічного устаткування і може бути як механічного походження так і аеродинамічного. Норми шумового забруднення на підприємстві регулюються ГОСТ 12.1.003-83, ССБТ «Шум. Загальні вимоги безпеки» та ДСН 3.3.6.037-99 «Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку». Щодо вібрацій, то основними нормативними документами нормування виступають ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ «Вібраційна хвороба. Загальні вимоги» і ДСН 3.3.6-039-99.

Не менш важливим є освітлення приміщень. Це одним із ключових умов праці. Якісне освітлення зумовлює не тільки підвищення продуктивності праці, а й зменшує ризик виникнення виробничого травматизму і виникнення зорових хвороб. На ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» використовується штучне освітлення з силою світла 200 Пк.

Одним із ключових елементів охорони праці на підприємстві є пожежна безпека. Основним нормативним документом є Закон «Про пожежну безпеку» від 29 січня 1994 р. Цей закон регулює загальні правові, економічні та соціальні основи забезпечення пожежної безпеки на території країни та регулює відносини державних органів, юридичних і фізичних осіб у цій сфері незалежно від виду діяльності та форми власності [15].

Для запобігання пожежам на підприємстві вживають такі заходи: герметизація робочого обладнання; заміна займистих речовин, які необхідні при певних технологічних процесах на незаймисті; обмеження обсягів речовин, що застосовуються і зберігаються; контроль концентрації речовин у повітрі в приміщенні і в технологічному обладнанні; застосування робочої та аварійної вентиляції; вибір безпечних швидкісних режимів руху середовища та ін.

У разі виникнення пожежі в кожному виробничому приміщенні передбачені схеми евакуації. У місцях з підвищеною пожежною небезпекою біля виходу з приміщення обов'язково встановленні засоби пожежогасіння. На підприємстві у разі виникнення пожежі передбачена система сигналізації та недоторканий запас води [1].

ВИСНОВКИ

1. Аналіз фізико-хімічних показників коров'ячого та козиного молока свідчить, що козине молоко має у своєму складі більше білків та жирів, що впливає на поживні та органолептичні показники кисломолочних продуктів.

2. Збільшення концентрації закваски призводить до скорочення часу досягнення показників титрованої кислотності готового продукту. Різниці між 2% та 5% вмістом закваски складає одну годину, а між 1% та 2% – три години.

3. Температурний режим заквашування є індивідуальним для кожного виду молочнокислих бактерій *Lactococcus lactis* та *Lactobacillus acidophilus*. Оптимальна температура сквашування молока при отриманні молочнокислих продуктів для молочних лактококів становить 30°C, а для ацидофільних лактобацил – 40°C.

4. Збільшення концентрації заквасочної культури *Lactococcus lactis* негативно впливає на якість простокваші з козиного молока. При перемішуванні утворений згусток руйнується.

5. Фізико-хімічні показники простокваш з коров'ячого та козиного молока свідчать, що кисломолочний продукт з коров'ячого молока поступається продукту з козиного за вмістом білків і жирів на 0,33% та 0,13% відповідно. Простокваша з козиного молока має більш повноцінний та збалансований склад.

6. Результати органолептичної оцінки показали, що при використанні коров'ячого молока, найбільшу кількість балів набрала простокваша, що була заквашена *Lactococcus lactis* (9,4 балів), з козиного, простокваша отримана за допомогою *Lactobacillus acidophilus* (9,7 балів).

ПРОПОЗИЦІЇ

За результатами проведених досліджень можна зробити такі пропозиції:

1. Рекомендувати застосування козиного молока в якості сировини для виготовлення кисломолочних продуктів, у зв'язку з більшою його поживністю порівняно з коров'ячим молоком, можливістю отримання з козиного молока продукту з пробіотичними властивостями, який може використовуватися для профілактики багатьох захворювань

2. В процесі виробництва простокваші з коров'ячого молока пропонуємо застосовувати технологічну схему приготування продукту при використанні закваски *Lactococcus lactis* концентрацією 2% і тривалістю сквашування вісім годин.

3. В процесі виробництва простокваші з козиного молока пропонуємо застосовувати технологічну схему приготування продукту при використанні закваски *Lactobacillus acidophilus* концентрацією 2% і тривалістю сквашування вісім годин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про охорону праці: Закон України від 14.10.1992 р. № 2694-ХІІ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>.
2. ДСТУ 3662:2018. Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови. На заміну ДСТУ 3662:2015 ; чинний від 2019-01-01. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=77350.
3. ДСТУ 6082:2009. Молоко та молочні продукти. Методи визначання густини. На заміну ГОСТ 3625-84 ; чинний від 2009-07-01. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=84650.
4. ДСТУ 8550:2015. Молоко и молочные продукты. Измерение рН потенциометрическим методом. Чинний від 2017-01-01. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2015. 12 с. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=71694.
5. ДСТУ 8552:2015. Молоко та молочні продукти. Методи визначання вологи та сухої речовини. На заміну ГОСТ 3626-73 ; чинний від 2017- 01- 01. Вид. офіц. Київ Держспоживстандарт України. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=71700.
6. ДСТУ ISO 2446:2019 (ISO 2446:2008, IDT). Молоко. Визначення вмісту жиру. На заміну ГОСТ 5867-90 ; чинний від 2019-12-01. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України. URL: https://budstandart.ua/normative-document.html?id_doc=86307.
7. 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). Чинний від 2007-07-01. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=85057.

8. ДСТУ ISO 9622:2013. Молоко незбиране. Визначення вмісту молочного жиру, білка та лактози. Настанова з експлуатації вимірювальних приладів для роботи в середній частині інфрачервоного спектра випромінення (ISO 9622:1999, IDT). Чинний від 2014-01-01. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=85082.

9. Біологічна хімія : навч. посіб. : у 2-х ч. / К. В. Александрова та ін. Запоріжжя : ЗДМУ, 2021. Ч. 1. 157 с.

10. Бусол Л. В., Цивірко І. Л., Павліченко О. В. Гейда І. М. Особливості і вимоги до показників якості та безпечності козиного молока. Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини. 2015. № 30. С. 274-276.

11. Ломова Н. М., Сніжко О. О., Наріжний С. А. Вплив продуктів бджільництва на консистенцію та кислотність йогурту. Зоотехнія. 2014. Т. 6. № 3-4. С. 127-133.

12. Машкін М. І., Париш Н. М. Технологія молока і молочних продуктів : навч. вид. Київ : Вища освіта, 2006. 351 с.

13. Мельничук М. Д., Кляченко О. Л., Бородай В. В., Коломієць Ю. В. Загальна (промислова) біотехнологія : навч. посіб. Київ : ФОП Корзун Д. Ю., 2014. 252 с.

14. Мікробіологія молока і молочних продуктів з основами ветеринарно-санітарної експертизи : навч. посіб. / О. М. Бергілевич та ін. ; за ред. В. В. Касянчука. Сумми : Університетська книга, 2010. 320 с.

15. Москальова В. М. Основи охорони праці : підруч. Київ : ВД "Професіонал", 2005. 672с.

16. Назаренко Ю. В., Трейтяк Ю. А, Іващенко А. С. Використання козиного молока у харчуванні сучасної людини. Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Сер. : Технічні науки. 2018. Т. 29(68). № 6(2). С. 116-123. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/sntuts_2018_29%2868%29_6%282%29_24.

17. Рижкова Т. М., Дюкарева Г. І., Гейда І. М., Гончарова І. І. Порівняльна характеристика фізико-хімічних показників козиного і

коров'ячого молока промислового призначення. Ветеринарія, технології тваринництва та природокористування. 2019. № 3. С. 213-224. URL: <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/5517>.

18. Рижкова Т. М., Бондаренко Т. А. Порівняльна характеристика розміру міцел казеїну козиного та коров'ячого молока. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2011. Вип. 1. С. 378-383. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pt_2011_1_62.

19. Рижкова Т. М., Коломитова В. О., Бондаренко Т. А. Оцінка біологічної цінності вершкового масла із козиного молока. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2011. Вип. 2. С. 376-381. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pt_2011_2_59.

20. Рода М. О., Романько Р. О., Юлевич О. І. Властивості кисломолочних продуктів з молока різних видів тварин. Specialized and multidisciplinary scientific researches. 2020. Vol. 3. pp. 66-70. URL: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/logos/article/view/7155/7138>.

21. Старовойтова А. А., Зубрицька В. М. Мікробіологія молока і молочних продуктів : навч. посіб. Біла Церква, 2015. 153 с. URL: <https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/3677/1/elekronnyi%20posibnyk%20z%20navchalnoi.pdf>.

22. Соломон А. М. Сучасні напрямки досліджень традиційних кисломолочних продуктів. Продовольчі ресурси. 2021. Т. 9. № 17. С.145-156. URL: <https://drive.google.com/file/d/1ISnuV2YUXjVmOzvKEAndv-Yq1DIJbgvf/view?pli=1>.

23. Таран В. Т., Скорик К. О. Якість молока кіз різних порід. Наукові доповіді НУБІП України. 2011. №7 (29). URL: http://nd.nubip.edu.ua/2011_7/11ttv.pdf.

24. Харченко С. В., Сажан А. І., Шупик Т. Г. Склад та поживність молока кіз. Сучасні технології у тваринництві та рибористві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми : матеріали 75-

тої наук.-практ. конф. вчених, аспірантів і студентів, м. Київ, 25-26 берез. 2021р. Київ : НУБіП, 2021.

URL: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u104/programa_75_konferenciyi_2021.pdf.

25. Цехмістренко С. І., Кононський О. І. Біохімія молока та молокопродуктів : навч. посіб. Біла Церква, 2014. 168 с.

26. Чагаровський О. П., Ткаченко Н. А., Лисогор Т. А. Хімія молочної сировини : навч. посіб. Одеса : Сімекспрінт, 2013. 268 с.

27. Біотехнологія кисломолочних продуктів. ЗВО «Подільський державний університет». URL: <https://www.pdatu.edu.ua/novyny/navchalno-naukovyi-instytut-kharchovykh-tekhnologii/biotekhnolohiia-kyslomolochnykh-produktiv.html>.

28. Молочна продукція Лакталіс в Україні. URL: <https://lactalis.com.ua/>.

29. Bio-Molecular Characteristics of Whey Proteins with Relation to Inflammation / A. Ali and other. New Advances in the Dairy Industry. 2022. pp. URL: https://www.researchgate.net/publication/353390717_Bio-Molecular_Characteristics_of_Whey_Proteins_with_Relation_to_Inflammation.

30. Cow's milk protein β -lactoglobulin confers resilience against allergy by targeting complexed iron into immune cells / F. Roth-Walter and other. Allergy Clin Immunol. 2021 Is.1. pp. 321-334.

URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32485264/>.

31. Crowther J. M., Jameson G.B., Hodgkinson A.J., Dobson R.C.J. Structure, Oligomerisation and Interactions of β -Lactoglobulin. Milk Proteins - From Structure to Biological Properties and Health Aspects. 2016. 296 p. URL: <http://surl.li/huxvu>.

32. Metzger M. Goat milk versus cow milk: A comparison. URL: <https://www.canr.msu.edu/news/goat-milk-versus-cow-milk-a-comparison>.

33. Retinoic acid prevents immunogenicity of milk lipocalinBos d 5 through binding to its immunodominant T-cell epitope / K. Hufnagl. *Sci Rep.* 2018. Is. 1. pp. 1-12. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29371615/>.