

Таїсія Рижкова

доктор технічних наук, професор
кафедри технології переробки та
якості продукції тваринництва,
Державний біотехнологічний університет
м. Харків, Україна
ORCID ID 0000-0003-3358-7496
e-mail: rulkova.ua@gmail.com

ОЦІНКА ВПЛИВУ БІОПРЕПАРАТА «СПХ-С» НА ПОКРАЩЕННЯ СИРОПРИДАТНОСТІ МОЛОКА ДЛЯ СИРОВАРІННЯ

Анотація

Відповідно до вимог ДСТУ 3662:2018, молочна сировина має відповідати не нижче першому татунку, однак при його оцінці недостатньо враховують таку технологічну властивість, як сиропридатність. Формування не м'яких пружних, а згустків під дією заквасок і молокозсідальних ферментів призводить до нестабільної якості сичужних сирів щодо вимог викладених в ДСТУ 6003:2008. Встановлено, що дія фільтратів має дозозалежний характер. За низьких концентрацій (0,1–0,4%) формувався якісний, відносно твердий пружний згусток; при 0,5 - 1,5% спостерігалася активація мікробіологічних процесів і варіабельність структури; при 2,0 - 3,0%, - посилення газоутворення та погіршення структури.

Сирно - сироваткові фільтрати забезпечували стабільніший згусток і активніший розвиток заквашувальної мікрофлори, порівняно із сирно - водними.

Підтверджено ефективність біопрепарату «СПХ-С» у покращенні технологічних властивостей молока та якості сичужних сирів.

Ключові слова: *сиропридатність молока, біопрепарат «СПХ-С», структура згустків, якість сиру.*

Вступ. Якість і технологічна придатність молока-сировини є ключовими чинниками ефективності виробництва сичужних сирів. Поряд із показниками, регламентованими ДСТУ 3662:2018 [1], важливого значення набуває сиропридатність молока - здатність формувати щільний і стабільний згусток під дією ферментів і заквасок. Встановлено, що навіть молоко високого ґатунку не завжди забезпечує оптимальні параметри коагуляції, що негативно впливає на вихід і якість сирів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. За даними сучасних досліджень, коагуляційні властивості молока тісно пов'язані з втратами компонентів у сироватку та виходом готового продукту, що підтверджує їх визначальну роль у сироварінні. Порушення взаємодії білкових фракцій, ферментативних і мікробіологічних процесів призводить до формування нестабільного згустку та погіршення якості сирів.

У зв'язку з цим актуальним є застосування біопрепаратів природного походження, зокрема отриманих із вторинної молочної сировини. Перспективним є біопрепарат «СПХ-С», використання якого може сприяти стабілізації процесів зсідання та покращенню сиропридатності молока.

Таким чином, дослідження впливу біопрепарату «СПХ-С» на покращення сиропридатності молока для сироваріння, спрямованого та отримання стабільної якості сичужних сирів є актуальним та своєчасним.

Рагнхильд Аа. Інглінгстад зазначає, що породи корів, що перебувають під загрозою зникнення, мають невелику чисельність і тривалий час майже не піддавалися селекції, але зберігають цінне генетичне різноманіття. У дослідженні (200 тварин, 7 місцевих порід) встановлено, що їхнє молоко частіше містить рідкісні варіанти казеїнів і має кращі сичужні властивості порівняно з норвезькою червоною породою (NRF), тоді як NRF відзначається кращою кислотною коагуляцією. Це свідчить про перспективність місцевих порід для виробництва високоякісних сичужних сирів [6, 1].

Метою дослідження Г. Ларіонова було вивчення сиропридатності молока та вдосконалення технології виробництва м'якого сиру «Академічний». Досліджено фізико-хімічні показники молока (білок, жир, кислотність, лактоза), які визначають його здатність до коагуляції та вихід сиру. На основі отриманих даних розроблено рецептуру і технологію виробництва сиру термокислотним методом. Встановлено, що сиропридатність молока залежить від його фізико-хімічного складу, зокрема від вмісту білка та режимів обробки [7,1].

У дослідженні О. М. Черненко із співавторами вивчено вплив стресостійкості корів на екологічну безпеку молока і його сиропридатність.

Встановлено, що підвищена чутливість до стресу погіршує склад і технологічні властивості молока, зокрема збільшує частку сичужно - в'ялого молока.

Для підвищення якості сирів рекомендовано формувати групи корів за рівнем стресостійкості та вибракувати стресочутливих тварин. Перспективним є подальше вивчення впливу генетичних, породних і фізіологічних факторів на коагуляційні властивості молока [8, 1].

У роботі Власенка І. Г. зі співавторами встановлено, що перевищення бактеріального забруднення молока погіршує технологію виробництва та якість сирів. Найефективнішим способом зниження обсіменіння є

ультрависокотемпературна обробка (2–4 с), яка підвищує сиропридатність. Водночас високі температури змінюють білково-солевий склад: погіршується згортання, але зростає вихід продукту за рахунок переходу сироваткових білків у сир. Підвищення температури до 85–90 °С збільшує вихід і знижує витрати сировини на 2,4 %. Рекомендовано визрівання молока та внесення закваски 2–3 %. Режим пастеризації слід підбирати індивідуально [9, 1,6].

Дослідження І. Буянової та С. Коновалова було визначення хімічного складу, фізико-хімічних і сироварних властивостей молока корів породи Джерсі. Встановлено, що молоко корів породи Джерсі характеризується низькою ліполітичною активністю та може зберігатися до 2 діб при 2–4 °С без погіршення якості. Пастеризація знижує вміст вільних жирних кислот, тоді як гомогенізація посилює ліполіз; підвищений вміст соматичних клітин негативно впливає на якість молока. Загалом таке молоко є безпечним і придатним для виробництва високоякісних сирів [10, 1]. У дослідженні показано, що порода суттєво впливає на коагуляційні властивості та склад молока, визначаючи його сиропридатність.

За допомогою канонічного кореляційного аналізу встановлено як загальні взаємозв'язки між фізико-хімічними показниками і коагуляцією, так і породні відмінності (особливо для Манчегга та Мерино де Грасалема). Результати свідчать про доцільність врахування технологічних властивостей молока, а не лише вмісту жиру та білка, у селекції та виробництві сирів. Показано зв'язок між складом молока та коагуляційними властивостями залежно від породи. Висновок: порода - ключовий фактор сиропридатності [11, с. 1].

Сироваріння є складним багатоступеневим процесом, на який впливають фізико-хімічні властивості молока та технологічні умови.

Останніми роками для його аналізу та оптимізації все частіше застосовують методи машинного навчання, які дозволяють виявляти складні нелінійні закономірності та підвищувати точність прогнозування порівняно з традиційними статистичними підходами.

У роботах, опублікованих у 2014–2025 роках, машинне навчання використовують для дослідження як процесів виробництва сиру (ферментація, коагуляція), так і контролю якості кінцевого продукту, зокрема виявлення фальсифікацій. Загалом проаналізовано 42 наукові публікації, що дозволило узагальнити основні підходи, описати застосовувані алгоритми та визначити перспективи подальшого використання цих методів у сироварінні [12, 1].

Лулуям Мансура Джутх із співавторами, повідомляють про те, що у Бангладеш значні обсяги сирної сироватки утилізуються без використання, тому досліджено її переробку у порошок сироваткового білка (WPP) з різних джерел молока (*Bos taurus*, Jersey, Buffalo). Встановлено, що WPP із молока буйволів має найвищий вміст білка (49,68 %) і кращі фітохімічні та антиоксидантні властивості ($p < 0,05$). Функціональні показники порошоків суттєво відрізнялися залежно від сировини. Загалом доведено перспективність використання сирної

сироватки як цінної сировини для отримання функціональних інгредієнтів [13, 1].

Бухра Суматі зазначає, що кисла сироватка (зокрема від сиру Їбен) є недооціненим ресурсом, який можна ефективно переробляти за допомогою UF, NF та RO у цінні компоненти (білки, лактозу, мінерали). Оптимізація процесу (діафільтрація, регулювання рН) підвищує утримання білка, стабільність і однорідність фракцій та зменшує осадження. Статистично доведено ($p < 0,05$), що ці підходи покращують фізико-хімічні властивості продуктів і розширюють можливості їх використання [14, 1].

Дослідження проведено як мета аналіз (23 статті, 1999–2020 рр.) для оцінки генетичних параметрів властивостей згортання молока (RCT, k₂₀, a₃₀, TA, рН). Встановлено помірну спадковість ознак (0,189–0,303) та значні генетичні кореляції між окремими показниками (зокрема RCT–a₃₀: 0,842; RCT–TA: -0,565). Зв'язок із продуктивними ознаками загалом низький. Отримані результати підтверджують наявність адитивної генетичної варіації та можливість покращення коагуляційних властивостей у селекції без суттєвого впливу на продуктивність. [15, 1].

Алія Занніра Мохсін, Езаті Норса, Аніс Асіла Марзланзазначають, що рослинні коагулянти розглядаються як альтернатива тваринному та мікробному сичугу через їх високу вартість і етичні обмеження. У огляді проаналізовано аспарагінові, цистеїнові та серинові протеази, їх властивості та вплив на якість сирів. Встановлено, що вони забезпечують ефективне зсідання молока й прийнятні органолептичні характеристики, однак можуть спричиняти гіркий смак через високу протеолітичну активність. Загалом рослинні протеази є перспективними коагулянтами за оптимальних умов використання [16, 1].

Метою дослідження В. Бонфатті, Г. Ді Мартіно, А.Чеккіно, Л. Дегано, було оцінити вплив гаплотипів CSN2–CSN3 (β -, κ -казеїн), генотипу BLG та складу білка на коагуляційні властивості молока. Встановлено, що гаплотипи з CSN3B і CSN2B асоціюються зі скороченням часу коагуляції (RCT) і підвищенням твердості згустку (a₃₀), однак після врахування білкового складу ефект CSN3B зникає, що свідчить про його опосередковану дію через вміст κ -казеїну. Натомість CSN2B зберігає прямий позитивний вплив на RCT.

Генотип BLG BB подовжує час коагуляції. Загалом покращення коагуляційних властивостей пов'язане зі збільшенням вмісту κ -казеїну та β -казеїну в молоці [17, 1].

Сімонє Бьо, Едімір Андраде Перейра, Мартіно Кассандро зазначають, що одним з найважливіших етапів у сироварінні є процес коагуляції, і знання параметрів, що беруть участь у процесі згортання, відіграє важливу технологічну роль у молочній промисловості.

Молоко різних видів жуйних тварин відрізняється за своєю здатністю до коагуляції, оскільки на неї впливає склад молока та головним чином генетичні

варіанти молочного білка. Здатність молока до коагуляції можна виміряти за допомогою механічних та/або оптичних приладів, таких як лактодинамічний аналіз та спектроскопія ближнього та середнього інфрачервоного діапазонів. [18].

Массімо Малакарне, Андреа Саммер, Енріко Фосса, Паоло Формаджоні, П'єро Франческі, Мауро Пекорарі, Прімо Маріан виклали результати порівняльного дослідження молока корів італійської бурої та італійської фризської порід за складом, коагуляційними властивостями і виходом сиру Parmigiano-Reggiano.

Встановлено, що молоко італійської бурої породи містить більше казеїну (27,1 проти 23,7 г/кг), має швидше ущільнення згустку (k20: 6,6 проти 10,0 хв), кращі реологічні властивості та менші втрати жиру з сироваткою. У результаті вихід сиру був вищим (+0,99 кг на 100 кг молока) [19, 1].

К.Д.Еверард із співавторами наводить результати дослідження впливу складу молока, перемішування та пресування на вологість і вихід сиру. Зі збільшенням часу перемішування і пресування вологість сиру зменшувалась, а вихід змінювався залежно від вмісту сухих речовин у молоці. Показано, що співвідношення білок:жир і загальні сухі речовини визначають вологість та вихід сиру. Зниження білок:жир (за рахунок зростання сухих речовин) зменшує вологість і підвищує вихід. Тому для стабільної якості сиру необхідна стандартизація молока та контроль процесів коагуляції, синерезису і пресування [20, 1].

Франческі П., зазначає, що вміст лимонної кислоти (181,10 проти 172,13 та 166,47 мг/100 г) і фосфору (95,02 проти 91,14 та 88,78 мг/100 г) у молоці з кращими RCP сприяє підвищенню титрованої кислотності та зниженню рН (6,68 проти 6,70 та 6,72).

Це зумовлено участю лимонної кислоти у буферній системі та зв'язуванні кальцію, а також роллю фосфору у формуванні колоїдного кальційфосфату, що стабілізує казеїнові міцели. Зниження рН підвищує чутливість міцел до хімозину, прискорює коагуляцію та сприяє утворенню щільнішого згустку.

У результаті покращується синерезис, зменшуються втрати білка і жиру, що позитивно впливає на вихід і якість сиру. вміст лимонної кислоти (181,10 проти 172,13 та 166,47 мг/100 г) і фосфору (95,02 проти 91,14 та 88,78 мг/100 г) у молоці з кращими RCP сприяє підвищенню титрованої кислотності та зниженню рН (6,68 проти 6,70 та 6,72) [21, 1].

Метою дослідження було оцінити вплив біопрепарату «СПХ-С» на покращення сиропридатності молока. Біопрепарат отримували у вигляді фільтратів сирно - сироваткових і сирно-водних суспензій.

Виклад основного матеріалу досліджень. Для досягнення поставленої мети було визначено такі завдання:

1. Визначити оптимальні дози використання двох варіантів біопрепарату «Сироватковий парапродукт харчування» («СПХ-С»), виготовленого на

основі твердого сичужного сиру з використанням як рідких фаз, дистильованої води та сироватки, відповідно.

2. Порівняти ефективність впливу обох видів їх сироваткових та водних фільтратів, спрямованих на покращення якості молочних згустків.
3. Обґрунтувати доцільність використання кожного виду із них у сироварінні.

Матеріали досліджень. У роботі використовували: пастеризоване коров'яче молоко; твердий сир (подрібнений); молочну сироватку; дистильовану воду; виробничу закваску молочнокислих мікроорганізмів; молокозсідальний ферментний препарат «Фромаза», що має на увазі таке поняття, - сичужний порошок; стандартні поживні середовища та лабораторний посуд.

Підготовка фільтратів. Для отримання дослідних фільтратів готували сирно-сироваткову та сирно - водну суспензії. Дві наважки подрібненого твердого сиру масою по 10 г вносили у стерильні флакони об'ємом 500 см³. До першої додавали 100 см³ молочної сироватки, до другої - 100 см³ дистильованої води. Суміші ретельно перемішували шляхом струшування та автоклавували при температурі 120 °С протягом 10 хв. Після охолодження суспензії фільтрували крізь фільтрувальний папір.

Отримані фільтрати використовували у подальших дослідженнях. Отримані фільтрати це інакше сирні види біопрепаратів під назвою: «Сироваткові парапродукти харчування», скорочено сирний вид біопрепарату «СПХ-С».

Біопрепарат СПХ-С - це рідка частина термообробленої суспензії молочної сироватки із - під сиру або води та подрібненого твердого сиру. Його приготування не потребує особливих умов і може реалізовуватися безпосередньо у лабораторних умовах підприємства [2].

Постановка дослідю. Пастеризоване молоко розливали у стерильні флакони (250–500 см³) по 90 см³ та вносили по 10 см³ закваски. До кожного зразка додавали відповідний фільтрат у концентрації від 0,1% до 3,0% (об'єм/об'єм), після чого суміші ретельно перемішували.

Визначення процесів зсідання. Для оцінки впливу фільтратів на коагуляційні властивості молока з кожного зразка відбирали проби та проводили: **сичужно - бродильну пробу; пробу на бродіння.**

Дослідження виконували відповідно до вимог. Оцінювали час утворення згустку та його структурні характеристики.

Визначення розвитку мікрофлори. Іншу частину зразків інкубували протягом 20 год при температурі (36±1) °С. Після цього визначали рівень накопичення молочнокислих мікроорганізмів методом серійних розведень у знежиреному молоці згідно з ДСТУ ISO 15214 [3]. Оцінку росту проводили через 72 год інкубації за наявністю згустку.

Контрольні варіанти. Передбачали два контрольні варіанти: молоко без додавання фільтратів; стерильне молоко (для контролю мікробіологічної чистоти).

Обробка результатів. Результати оцінювали за наявністю зсідання, характером згустку (гладкість, губчастість, наявність газоутворення, пластівців, каламутності) та інтенсивністю росту молочнокислої мікрофлори. Досліди проводили у 3-х відповідних повторностях, а отримані дані аналізували з урахуванням дозозалежного впливу фільтратів.

Схема досліду. Готували сирно-сироваткову та сирно-водну суспензії: дві наважки подрібненого твердого сиру по 10 г кожна поміщали у флакони ємністю 500 см³; до однієї наважки додавали 100 см³ молочної сироватки, до другої – 100 см³ дистильованої води. Вміст флаконів ретельно перемішували струшуванням, після чого автоклавували протягом 10 хв за температури 120 °С. Після автоклавування суспензії фільтрували крізь фільтрувальний папір. Фільтрати використовували у подальшій роботі.

Пастеризоване молоко розливали по 90 см³ у стерильні флакони ємністю 250 – 500 см³ і вносили по 10 см³ закваски. Після цього додавали фільтрати сирно-сироваткової чи сирно-водної суспензії у кількості від 0,1 % до 3,0 % (об'єм/об'єм) і вміст флаконів ретельно перемішували.

З кожного флакону відібрали по дві проби для визначення швидкості зсідання молока за бродильною та сичужно - бродильній пробі згідно з викладеними методиками з визначення сиропридатності молока, викладеного в Національному стандарті України [3, с 23-24]. Решту інкубували протягом 20 год за температури (36±1) °С.

У сквашеному молоці дослідили рівень накопичення молочнокислих мікроорганізмів згідно ДСТУ ISO 15214:2007 [4].

Формування згустків нестабільної якості під дією заквашувальної мікрофлори у поєднанні з молокозсідальними ферментними препаратами негативно впливає на якість готових сичужних сирів і часто не відповідає вимогам, встановленим ДСТУ 6003:2008 [5].

Обговорення результатів. 1. Вплив генетичних і породних факторів на сиропридатність молока. Порода, генотип казеїнів і білковий склад є ключовими факторами коагуляції та виходу сиру. До цієї групи входять роботи, що доводять визначальну роль генотипу та породи: Ragnhild Aa. Inglingstad et al. Comprehensive study on milk composition and coagulation properties [6]

- Caballero-Villalobos et al. Exploring Breed-Specific Milk Coagulation [11]
- Navid Ghavi Hossein-Zadeh Milk coagulation properties are moderately heritable [15]
- V. Bonfatti et al. Effects of β -к-casein haplotypes [17]
- Massimo Malacarne et al. Composition and cheese yield Italian breeds [19, 21]

2. Вплив фізико-хімічного складу молока на коагуляцію. Вміст білка, жиру, казеїну, мінералів і рН визначає здатність молока до зсідання та якість згустку. Дослідження, що аналізують склад молока як фактор сиропридатності:

- G. Larionov et al. Determination of cheese suitability of milk [7]
- Irina Buyanova, Sergey Konovalov Jersey milk cheese-making suitability [10]

3. Вплив технологічних факторів і обробки молока. Температурна обробка, перемішування, пресування і співвідношення компонентів суттєво впливають на вихід і якість сиру. Роботи, що досліджують режими обробки:

- Vlasenko et al. Heat treatment of milk and cheese quality [9]
- Everard et al. Effects of milk composition and processing [20]

4. Біологічні та фізіологічні фактори (стрес, стан тварин). Фізіологічний стан тварин (стрес) впливає на склад молока та формування згустку.

- Черненко О.М. Сиропридатність молока залежить від стресостійкості корів [8]

5. Альтернативні коагулянти та біотехнології. Рослинні ферменти є перспективною альтернативою, але потребують оптимізації через ризик гіркоти. Роботи, що досліджують вплив рослинних ферментів на коагуляцію білка:

- Aliah Zannierah Mohsin et al. Plant-based coagulants in cheese production [16]

6. Переробка побічних продуктів сироваріння (сироватка). Сироватка є цінною вторинною сировиною для отримання білків і функціональних інгредієнтів. Роботи, що досліджують переробку побічних продуктів сироваріння:

- Luluyam Mansura Juthi et al. Whey protein powder from cheese by-product [13]
- Bouchra Soumati et al. Valorization of acid whey using membrane technologies [14]

7. Сучасні цифрові технології та машинне навчання. Методи машинного навчання дозволяють: моделювати нелінійні процеси, оптимізувати ферментацію, контролювати якість і автентичність продукції

- Daniel Pardo et al. Machine Learning in Cheese-Making [12]

8. Нормативна база. Визначає вимоги до якості сирів і є базою для оцінки технологічних процесів.

- ДСТУ 6003:2008 Сири тверді. Загальні технічні умови [5]

Аналіз літератури показує, що сиропридатність молока формується під впливом комплексу факторів: генетичних; фізико-хімічних; технологічних та біологічних.

Сучасні дослідження доповнюються застосуванням штучного інтелекту, що відкриває нові можливості для оптимізації процесів сироваріння.

Аналіз літературних джерел свідчить, що сиропридатність молочної сировини як важлива технологічна властивість формується під впливом комплексу факторів, які можуть негативно позначатися на процесі утворення згустку та його придатності до подальшого механічного оброблення під час виробництва сичужних сирів. Це, своєю чергою, зумовлює підвищені втрати

сухих речовин із сироваткою та отримання продукції, що не відповідає нормативним вимогам за фізико-хімічними показниками.

У зв'язку з цим актуальним є застосування біотехнологічних підходів у сироварінні, зокрема використання сирного біопрепарату «СПХ-С», введення якого в технологічний процес спрямоване на стабілізацію якості готової продукції.

З урахуванням проведеного аналізу літературних джерел було виконано власні експериментальні дослідження, результати яких наведено в таблицях 1–3.

Табл. 1

Результати сичужно - бродильної проби

Кількість фільтрату, об'ємні %	Наявність зсідання і характеристика згустку: час після внесення сичужного порошку, години							
	1	2	3	16 ¹	1	2	3	16 ¹
	Сирно-сироватковий фільтрат				Сирно-водний фільтрат			
0,1	–	–	+	ГГ, Б	–	–	+	ГГ, Б
0,2	–	–	+	ГГ, Б	–	–	+	ГГ, Б + П
0,3	–	–	+	ГГ, Б	–	–	+	ГГ, Б + П
0,4	–	–	+	ГГ, Б	–	–	+	ГГ, Б + П
0,5	–	–	+	ГГ, Б	–	–	+	ГГ, Б + П
0,6	–	–	+	ГГ, Б	–	–	+	ГГ, Б + П
0,7	–	–	+	ГГ, Б	–	–	+	ГГ/Р, Б
0,8	–	–	+	ГГ, Б	–	–	+	ГГ, Б + П
0,9	–	–	+	ГГ, ББ	–	–	+	ГГ, Б + К
1,0	–	–	+	Г, Б	–	–	+	ГГ, Б + П
1,5	–	–	+	Г, Б	–	–	+	ГГ, Б + П
2,0	–	–	+	Г, Б	–	–	+	ГГ, Б + П
2,5	–	–	+	ГГ/Р, Б	–	–	+	ГГ, Б + П
3,0	–	–	+	ГГ/Р, Б	–	–	+	ГГ, Б + П

Контроль (молоко без фільтратів)	–	–	+	ГГ/Р, Б	–	–	+	ГГ, Б + П
Примітка. ¹ – Згустки спливли.								

Умовні позначення: Г, ГГ, ГГГ – ступінь губчастості згустку; ББ – наявність бульбашок газу; Р – згусток розірваний, наявні невеличкі шматочки згустку у сироватці; П – наявність пластівців у сироватці; К – сироватка каламутна.

У сирно-сироватковій системі згустки характеризувалися переважно вираженою губчастістю (ГГ) та наявністю бульбашок газу, що свідчить про активні процеси бродіння.

При підвищенні концентрації фільтрату (від 0,9% і вище) відмічалось збільшення газоутворення (ББ) та поява розірваної структури згустку (Р), що може вказувати на зниження його стабільності.

У сирно - водній системі спостерігалася більш нестабільна структура згустку, яка супроводжувалася наявністю пластівців (П) та каламутністю сироватки (К). Це свідчить про менш щільну коагуляційну сітку та підвищену схильність до розпаду згустку порівняно із сирно-сироватковим варіантом.

Контрольні зразки без фільтратів також демонстрували формування згустку з ознаками губчастості та газоутворення, однак у сирно-водній системі додатково відмічалася каламутність сироватки, що може свідчити про наявність дрібнодисперсних часток у рідині. Таким чином, встановлено, що збільшення концентрації фільтратів сприяє посиленню процесів газоутворення та порушенню структурної цілісності згустку, особливо в сирно - водній системі.

Це проявляється у переході від щільного губчастого згустку до розірваної та нестабільної структури з появою пластівців і каламутності сироватки. Результати проби на бродіння наведено в таблиці 2.

Табл. 2

Результати проби на бродіння

Кількість фільтрату, об'ємні %	Наявність зсідання і характеристика згустку: час після внесення закваски, години			
	12	16	12	16
	Сирно-сироватковий фільтрат		Сирно-водний фільтрат	
0,1	+	Гл	+	Гл/Г, Б
0,2	+	Г	+	Г, ББ
0,3	+	Г, Б	+	Г
0,4	+	Гл	+	Г, Б

0,5	+	Гл, БББ	+	Г, ББ
0,6	+	↑ ГГГ	+	Г, ББ
0,7	+	Г	+	Г, ББ
0,8	+	Г, ББ	+	ГГ, Б
0,9	+	Гл/Г	+	ГГ, ББ
1,0	+	Гл/Г	+	ГГ, ББ
1,5	+	Г, ББ	+	ГГ, ББ
2,0	+	ГГГ, БББ	+	Гл/Г
2,5	+	Г, ББ	+	Гл/Г, БББ
3,0	+	Гл/Г	+	Гл/Г, Б
Контроль (молоко без фільтратів)	+	Гл/Г	+	Гл/Г
Примітка. Висота шару сироватки над поверхнею згустку в усіх випадках становила близько 2 мм.				

Умовні позначення: Гл – гладкий згусток; Г, ГГ, ГГГ – ступінь губчастості згустку;

Б, ББ, БББ – наявність бульбашок газу.

Отримані результати свідчать, що внесення різних концентрацій фільтратів істотно впливало на характер зсідання та структурно-морфологічні особливості згустку в обох типах систем (сирно-сироватковій і сирно-водній).

У зразках із низькими концентраціями фільтрату (0,1–0,4%) спостерігалось переважно формування гладкого або слабкогубчастого згустку з незначною або помірною кількістю газових включень. Це вказує на відносно стабільний перебіг процесів бродіння без інтенсивного газоутворення.

Підвищення концентрації до 0,5–1,5% супроводжувалося посиленням губчастості згустку та збільшенням кількості бульбашок газу, що свідчить про активізацію мікробіологічних процесів і посилення ферментативної активності. У цей діапазоні відмічено найбільш варіабельну структуру згустку.

Найбільш виражені зміни зафіксовано при концентраціях 2,0–3,0%, де спостерігалися інтенсивна губчастість (ГГГ) та значне газоутворення (БББ). Це може свідчити про надмірну активність бродильних процесів, що призводить до порушення структурної цілісності згустку.

У контрольних зразках (без фільтратів) відмічено стабільне утворення згустку з мінімальними коливаннями структури, що підтверджує відсутність додаткового стимулюючого впливу.

Таким чином, встановлено дозозалежний ефект фільтратів на процеси бродіння: зі збільшенням їх концентрації зростає інтенсивність газоутворення та змінюється структура згустку від гладкої до виражено губчастої форми, що може бути пов'язано з посиленням мікробіологічної активності. Накопичення молочнокислої мікрофлори закваски у молоці з сирно-сироватковим і сирно-водним фільтратами.

Отримані дані (табл. 3) свідчать, що сирно - сироваткові та сирно - водні фільтрати по-різному впливають на розвиток молочнокислої мікрофлори закваски, що проявляється у зміні меж росту при різних розведеннях та концентраціях фільтрату.

У зразках із сирно - сироватковим фільтратом стабільне утворення згустку спостерігалось в усіх дослідних концентраціях (0,1–3,0%) у розведеннях до 10^{-8} включно, що свідчить про збереження високої життєздатності молочнокислих бактерій.

При вищих розведеннях (10^{-9} – 10^{-10}) ріст був обмеженим або відсутнім, що є типовим для зниження мікробного навантаження.

У сирно - водних фільтратах відмічено більш варіабельну картину росту. Починаючи з концентрацій 0,7 – 0,9%, спостерігалось поступове зниження здатності до утворення згустку у високих розведеннях (10^{-9} – 10^{-10}), а при 0,8–1,0% – часткова інгібіція росту.

Це може свідчити про наявність факторів, що пригнічують розвиток молочнокислої мікрофлори у водному фільтраті.

При концентраціях 1,5–3,0% у сирно - водній системі знову відновлювався ріст у більшості розведень, що може вказувати на адаптацію мікроорганізмів або зменшення інгібуючого ефекту при зміні співвідношення компонентів середовища.

Контрольні зразки з молоком без фільтратів демонстрували стабільний ріст у розведеннях до 10^{-9} , тоді як у стерильному молоці росту не спостерігалось, що підтверджує відсутність сторонньої мікрофлори.

Табл. 3

Накопичення молочнокислої мікрофлори закваски у молоці з сирно-сироватковим і сирно-водним фільтратами

Кількість фільтрату,	Наявність росту через 72 години (утворення згустку)
	Ступінь розведення вихідного матеріалу

об'ємні %	Сирно-сироватковий фільтрат				Сирно-водний фільтрат			
	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}
0,1	+	+	-	-	+	+	+	+
0,2	+	+	-	-	+	+	+	+
0,3	+	+	-	-	+	+	+	+
0,4	+	+	-	-	+	+	+	+
0,5	+	+	-	-	+	+	+	+
0,6	+	+	-	-	+	+	+	+
0,7	+	+	-	-	+	+	+	-
0,8	+	+	-	-	+	+	-	-
0,9	+	+	-	-	+	+	-	-
1,0	+	+	+	-	+	+	-	-
1,5	+	+	+	-	+	+	+	+
2,0	+	+	+	-	+	+	+	+
2,5	+	+	+	-	+	+	+	-
3,0	+	+	+	-	+	+	+	+
Контроль (молоко без фільтратів)	+	+	+	-	+	+	+	-
Контроль (стерильне молоко)	-	-	-	-	-	-	-	-

Умовні позначення: «+» – ріст наявний (утворився згусток); «-» – ріст відсутній (згусток не утворився).

Примітка. При вмісті аскорбінової або лимонної кислоти у кількості 0,06 %, 0,08 % та 0,1 % відмічено ущільнення згустку.

Таким чином, сирно - сироваткові фільтрати забезпечують більш стабільні умови для розвитку молочнокислої мікрофлори, тоді як сирно-водні фільтрати проявляють частковий інгібуючий ефект у середніх концентраціях.

Це свідчить про суттєвий вплив складу фільтратів на життєздатність та активність заквашувальної мікрофлори.

Висновки та перспективи подальших досліджень.

1. Проведені дослідження показали, що сирно-сироваткові та сирно-водні фільтрати істотно впливають на процеси зсідання, бродіння і розвиток молочнокислої мікрофлори, причому їх дія має дозозалежний характер. Із підвищенням концентрації (2,0–3,0%) посилюється газоутворення та порушується структура згустку, що свідчить про активацію мікробіологічних і ферментативних процесів.

2. Сичужно-бродильна проба показала, що зсідання в усіх зразках починається через 3 години, однак якість згустку залежить від типу фільтрату: у сирно-сироваткових системах формується відносно стабільний губчастий згусток, тоді як у сирно-водних - нестабільна, розірвана структура.

3. Встановлено, що сирно-сироваткові фільтрати забезпечують стабільний розвиток молочнокислої мікрофлори, тоді як сирно-водні можуть проявляти інгібуючий ефект у середніх концентраціях із частковим відновленням росту при вищих дозах. У контрольних зразках відзначено нормальне зсідання і розвиток мікрофлори, що підтверджує мікробіологічну природу процесів.

4. Сирно-сироваткові фільтрати мають більш стабілізуючий вплив, тоді як сирно-водні характеризуються більшою варіабельністю дії та можуть погіршувати структурні властивості згустку.

5. Підтверджена ефективність впливу обох варіантів сирного виду біопрепарату «СПХ-С», спрямованих на покращення технологічних властивостей молока та виготовлених на його основі якості сичужних сирів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ 3662:2018. Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови. – Київ: Держстандарт України, 2019. – 15 с.
2. Рижкова Т. М. Розробка наукових основ ефективного використання козиного молока в біотехнологіях ферментованих білкових продуктів: дис. ... д-ра техн. наук: 03.00.20 – біотехнологія. – Київ, 2018. – 453 с.
3. ДСТУ 7357:2013. Молоко та молочні продукти. Методи мікробіологічного контролювання. – Київ: Мінекономрозвитку України, 2014. – 26 с.
4. ДСТУ ISO 15214:2007. Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Метод підрахунку мезофільних молочнокислих мікроорганізмів. – Київ: Держспоживстандарт України, 2008.
5. ДСТУ 6003:2008. Сири тверді. Загальні технічні умови. – Київ: Держстандарт України, 2009. – 18 с.
6. Inglingstad R. A., Devold T. G., Damiano N. et al. Comprehensive study on milk composition and coagulation properties from six endangered native Norwegian cattle breeds // International Dairy Journal. – 2024. – Vol. 153. – Article 105896.
7. Larionov G., Semenov V., Mardaryeva N., Schiptsova N. Determination of cheese suitability of milk and development of production technology of soft cheese “Academicheskii” // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – Vol. 604, No. 1. – 012032. DOI: 10.1088/1755-1315/604/1/012032.
8. Черненко О. М., Черненко О. І., Милостивий Р. В., Бордунова О. Г. Сиропридатність молока залежить від стресостійкості корів // Тваринництво сьогодні. – 2022. – № 1. – С. 66–69.

9. Власенко І. Г., Семко Т. В., Мамонов П. Д. Дослідження впливу теплової обробки молока на якість та безпечність твердих сирів // *Technology Audit and Production Reserves*. – 2019. – Т. 6, № 3 (50). – С. 35–39.
10. Buyanova I., Kononov S. Methodological aspects of cheese-making suitability of Jersey cow milk // *Bulletin of KSAU*. – 2025. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-12-319-327.
11. Caballero-Villalobos J., Garzón A., Angón E. et al. Exploring breed-specific milk coagulation in Spanish dairy sheep: a canonical correlation approach // *Animals*. – 2024. – Vol. 14, No. 6. – Article 900.
12. Pardo D., Castillo M., Mulayim M. O., Cerquides J. Machine learning in cheese-making: methods, applications, and the future // *Food Engineering Reviews*. – 2025. – Vol. 17, No. 3. – P. 505–531.
13. Juthi L. M., Kabir T., Podder N. et al. Separation and characterization of whey protein powder from cheese by-product // *Applied Food Research*. – 2025. – Vol. 5, No. 2. – Article 10139.
14. Soumati B., Lazraq A., Benabderrahmane A., Atmani M. Valorization of whey using membrane technologies // *Ecological Engineering & Environmental Technology*. – 2025. – Vol. 26, No. 5. – P. 276–286. DOI: 10.12912/27197050/203125.
15. Hossein-Zadeh N. G. Milk coagulation properties are moderately heritable in dairy cows: a meta-analysis using the random-effects model // *Journal of Dairy Research*. – 2023.
16. Mohsin A. Z., Norsah E., Marzlan A. A. et al. Exploring the applications of plant-based coagulants in cheese production // *International Dairy Journal*. – 2024. – Vol. 148. – Article 10579.
17. Bonfatti V., Di Martino G., Cecchinato A. et al. Effects of β - κ -casein haplotypes and β -lactoglobulin genotypes on coagulation properties of milk // *Journal of Dairy Science*. – 2010. – Vol. 93, No. 8. – P. 3809–3817.
18. Beux S., Pereira E. A., Cassandro M. Milk coagulation properties and methods of detection // *Ciência Rural*. – 2017. – Vol. 47, No. 10. DOI: 10.1590/0103-8478cr20161042.
19. Malacarne M., Summer A., Fossa E. et al. Composition, coagulation properties and Parmigiano-Reggiano cheese yield of Italian Brown and Italian Friesian herd milks // *Journal of Dairy Research*. – 2006. – Vol. 73, No. 2. – P. 171–177.
20. Everard C. D., O’Callaghan D. J., Mateo M. J. et al. Effects of milk composition, stir-out time, and pressing duration on curd moisture and yield // *Journal of Dairy Science*. – 2011. – Vol. 94, No. 6. – P. 2673–2679.
21. Franceschi P., Barbanti D., Formaggioni P. et al. Relationship between rennet coagulation properties of milk, cheese-making losses, and cheese yield // *Foods*. – 2026. – Vol. 15, No. 3. – P. 428.

UDC: 637.3.602.6.578/579

EVALUATION OF THE IMPACT OF THE BIO-PREPARATION “SPH-S” ON IMPROVING THE SUITABILITY OF MILK FOR CHEESE MAKING

Taisiya Ryzhkova

Doctor of Technical Sciences,
Professor, Department of Processing Technology
and Quality of Livestock Products, Kharkiv
State Biotechnological University, Ukraine
ORCID ID: 0000-0003-3358-7496
e-mail: rulkova.ua@gmail.com

Abstract

According to the requirements of DSTU 3662:2018, dairy raw materials must meet the requirements of at least the first grade, however, when assessing it, such a technological property as curdability is not sufficiently taken into account. The formation of not soft elastic, but clots under the action of starter cultures and milk-coagulating enzymes leads to unstable quality of rennet cheeses in relation to the requirements set out in DSTU 6003:2008.

The aim of the study was to assess the effect of the biopreparation "SPH-S" on improving the curdability of milk. The biopreparation was obtained in the form of filtrates of cheese-whey and cheese-water suspensions.

It was established that the effect of the filtrates is dose-dependent. At low concentrations (0.1–0.4%), a high-quality, relatively hard elastic clot was formed; at 0.5 - 1.5%, activation of microbiological processes and variability of the structure were observed; at 2.0 - 3.0%, - increased gas formation and deterioration of the structure were observed. Cheese - whey filtrates provided a more stable clot and more active development of fermenting microflora, compared to cheese - water.

The effectiveness of the biological preparation "SPH-S" in improving the technological properties of milk and the quality of rennet cheeses was confirmed.

Keywords: milk curdability, biological preparation "SPH-S", clot structure, cheese quality

References

1. DSTU 3662:2018. (2019). *Raw cow milk. Specifications*. Kyiv: State Standard of Ukraine.
2. Ryzhkova, T. M. (2018). *Development of scientific foundations for efficient use of goat milk in biotechnologies of fermented protein products* (Doctoral dissertation). Kyiv, Ukraine.
3. DSTU 7357:2013. (2014). *Milk and dairy products. Methods of microbiological control*. Kyiv: Ministry of Economic Development of Ukraine.
4. DSTU ISO 15214:2007. (2008). *Microbiology of food and animal feeding stuffs. Method for enumeration of mesophilic lactic acid bacteria*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukraine.
5. DSTU 6003:2008. (2009). *Hard cheeses. General specifications*. Kyiv: State Standard of Ukraine.
6. Inglingstad, R. A., Devold, T. G., Damiano, N., Holene, A. C., Svartedal, N. S., Comi, I., Eliassen, T. I., Asledottir, T., Ulleberg, E. K., & Vegarud, G. E. (2024). Comprehensive study on milk composition and coagulation properties from six endangered native Norwegian cattle breeds. *International Dairy Journal*, 153, 105896.
7. Larionov, G., Semenov, V., Mardaryeva, N., & Schiptsova, N. (2020). Determination of cheese suitability of milk and development of production technology of soft cheese "Academicheskij". *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 604(1), 012032. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/604/1/012032>
8. Chernenko, O. M., Chernenko, O. I., Mylostyvyi, R. V., & Bordunova, O. H. (2022). Cheese suitability of milk depending on cow stress resistance. *Tvarynystvo Sohodni*, (1), 66–69.
9. Vlasenko, I. H., Semko, T. V., & Mamonov, P. D. (2019). Influence of heat treatment of milk on quality and safety of hard cheeses. *Technology Audit and Production Reserves*, 6(3), 35–39.
10. Buyanova, I., & Konovalov, S. (2025). Methodological aspects of cheese-making suitability of Jersey cow milk. *Bulletin of KSAU*. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2025-12-319-327>
11. Caballero-Villalobos, J., Garzón, A., Angón, E., Arias, R., Cecchinato, A., Amalfitano, N., & Perea, J. M. (2024). Exploring breed-specific milk coagulation in Spanish dairy sheep: A canonical correlation approach. *Animals*, 14(6), 900.
12. Pardo, D., Castillo, M., Mulayim, M. O., & Cerquides, J. (2025). Machine learning in cheese-making: Methods, applications, and the future. *Food Engineering Reviews*, 17(3), 505–531.

13. Juthi, L. M., Kabir, T., Podder, N., Rahman, M. H., Bhuiyan, N. Y., & Aziz, M. G. (2025). Separation and characterization of whey protein powder from cheese by-product. *Applied Food Research*, 5(2), 10139.
14. Soumati, B., Lazraq, A., Benabderrahmane, A., & Atmani, M. (2025). Valorization of whey using membrane technologies. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 26(5), 276–286. <https://doi.org/10.12912/27197050/203125>
15. Hossein-Zadeh, N. G. (2023). Milk coagulation properties are moderately heritable in dairy cows: A meta-analysis using the random-effects model. *Journal of Dairy Research*.
16. Mohsin, A. Z., Norsah, E., Marzlan, A. A., Abd Rahim, M. H., & Hussin, A. S. M. (2024). Exploring the applications of plant-based coagulants in cheese production. *International Dairy Journal*, 148, 10579.
17. Bonfatti, V., Di Martino, G., Cecchinato, A., Degano, L., & Carnier, P. (2010). Effects of β - κ -casein haplotypes and β -lactoglobulin genotypes on coagulation properties of milk. *Journal of Dairy Science*, 93(8), 3809–3817.
18. Beux, S., Pereira, E. A., & Cassandro, M. (2017). Milk coagulation properties and methods of detection. *Ciência Rural*, 47(10). <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20161042>
19. Malacarne, M., Summer, A., Fossa, E., Formaggioni, P., Franceschi, P., Pecorari, M., & Mariani, P. (2006). Composition, coagulation properties and Parmigiano-Reggiano cheese yield of Italian Brown and Italian Friesian herd milks. *Journal of Dairy Research*, 73(2), 171–177. <https://doi.org/10.1017/S0022029905001688>
20. Everard, C. D., O’Callaghan, D. J., Mateo, M. J., Castillo, M., Payne, F. A., & O’Donnell, C. P. (2011). Effects of milk composition, stir-out time, and pressing duration on curd moisture and yield. *Journal of Dairy Science*, 94(6), 2673–2679. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3575>
21. Franceschi, P., Barbanti, D., Formaggioni, P., et al. (2026). Relationship between rennet coagulation properties of milk, cheese-making losses, and cheese yield in Parmigiano Reggiano production. *Foods*, 15(3), 428.

Стаття надійшла до редакції 16.04.2026

Стаття пройшла рецензування 30.04.2026

Стаття опублікована 29.05.2026