

УДК 637.354:579.67

DOI: 10.15587/2312-8372.2019.187717

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ МОЛОКА НА ЯКІСТЬ ТА БЕЗПЕЧНІСТЬ ТВЕРДИХ СИРІВ

Власенко І. Г., Семко Т. В., Мамонов П. Д.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ МОЛОКА НА КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ ТВЕРДЫХ СЫРОВ

Власенко И. Г., Семко Т. В., Мамонов П. Д.

RESEARCH OF HEAT TREATMENT INFLUENCE OF MILK ON QUALITY AND SAFETY OF HARD CHEESES

Vlasenko I., Semko T., Mamonov P.

Об'єктом дослідження є молоко-сировина, що використовується для виробництва твердих сирів молокопереробними підприємствами України. Якість молока-сировини є особливо важливим, ключовим фактором, який визначає ефективність молокопереробної галузі. Без молока, яке відповідає певним вимогам, неможливо організувати виробництво високоякісної продукції. Особливі вимоги висуваються до якості молока-сировини, призначеного для виробництва сирів. Одним з найбільш проблемних місць є підвищення якості і сиропридатності молока-сировини та удосконалення технологічного процесу виробництва натуральних твердих сирів

У ході дослідження при проведенні визначень якісних показників молока-сировини та готової продукції, а також їх мікробної забрудненості застосовувались лабораторні (біохімічні та мікробіологічні) методи досліджень. А для обробки результатів дослідження застосовувались методи математичної статистики.

В роботі показано, що бактеріальне забруднення молока-сировини, яке перевищує нормативно встановлені граничні значення, являє загрозу як для технологічного процесу виготовлення сирів, так і для якості готової продукції. Запропоновано способи запобігання зниженню виходу сиру і погіршення його якості внаслідок тривалого зберігання молока при низьких температурах. Доведено, що найкращі результати отримують при ультрависокотемпературній обробці молока з витримкою 2–4 с. А також, що високотемпературна і, особливо, ультра високотемпературна (УВТ-обробка) є дуже ефективним способом знищення бактеріальної мікрофлори і підвищення якості сирого молока за таким показником, як «бак забруднення». Це дозволяє підвищити сиропридатність молока-сировини. Високі температури теплової обробки молока призводять до змін у сольовому і білковому складі молока. Ці зміни мають як негативні наслідки – погіршення сичужного згортання молока

і синергетичних властивостей згустку, так і позитивний результат, що полягає в збільшенні переходу сухих речовин молока, передусім сироваткових білків, у згусток і сир.

Ключові слова: *молоко-сировина, сиропридатність молока, бактеріальне забруднення, високотемпературна обробка, ультрависокотемпературна обробка.*

Объектом исследования является молоко-сырье, используемое для производства твердых сыров молокоперерабатывающими предприятиями Украины. Качество молока-сырья является особенно важным, ключевым фактором, определяющим эффективность молокоперерабатывающей отрасли. Без молока, которое отвечает определенным требованиям, невозможно организовать производство высококачественной продукции. Особые требования предъявляются к качеству молока-сырья, предназначенного для производства сыров. Одним из самых проблемных мест является повышение качества и сиропригодности молока-сырья и усовершенствование технологического процесса производства натуральных твердых сыров.

В ходе исследования при проведении определений качественных показателей молока-сырья и готовой продукции, а также их микробной загрязненности применялись лабораторные (биохимические и микробиологические) методы исследований. А для обработки результатов исследования применялись методы математической статистики.

В работе показано, что бактериальное загрязнение молока-сырья, которое превышает нормативно установленные предельные значения, представляет угрозу как для технологического процесса изготовления сыров, так и для качества готовой продукции. Предложены способы предотвращения снижения выхода сыра и ухудшения его качества вследствие длительного хранения молока при низких температурах. Доказано, что лучшие результаты получают при ультрависокотемпературной обработке молока с выдержкой 2–4 с. А также, что високотемпературная и, особенно, ультрависокотемпературная (УВТ-обработка) является очень эффективным способом уничтожения бактериальной микрофлоры и повышения качества сырого молока по такому показателю, как «бак загрязнения». Это позволяет повысить сиропригодность молока-сырья. Высокие температуры тепловой обработки молока приводят к изменениям в солевом и белковом составе молока. Эти изменения имеют как негативные последствия – ухудшение сычужного свертывания молока и синергетических свойств сгустка, так и положительный результат, заключающийся в увеличении перехода сухих веществ молока, прежде всего сывороточных белков, в сгусток и сир.

Ключевые слова: *молоко-сырье, сиропригодность молока, бактериальное загрязнение, високотемпературная обработка, ультрависокотемпературная обработка.*

1. Вступ

Забезпечення населення доброякісними продуктами харчування є найважливішою народногосподарською та соціальною проблемою. Провідна роль в її реалізації належить молочній промисловості, в тому числі сироробній галузі.

Загальний об'єм виробництва сирів у світі постійно зростає і, поряд з кисломолочними продуктами стає одним з головних способів переробки молока. Ринкова економіка України потребує збільшення обсягів виробництва натуральних твердих сирів, підвищення їх якості, розширення асортименту. Серед великої кількості різноманітних сирів особливе місце займають натуральні тверді сичужні сири з високотемпературною обробкою молока, попит на які постійно зростає.

Виробництво твердих сичужних сирів являє собою складний багатофункціональний процес, в якому зміна впливу навіть одного з технологічних факторів може змінити динаміку біохімічних, мікробіологічних і фізико-хімічних перетворень сирної маси. Це відбивається не тільки на органолептичних властивостях та біологічній цінності кінцевого продукту, а й на його безпечності.

Якість молока-сировини в умовах ринкової економіки стає особливо важливим, а інколи навіть ключовим фактором, який визначає ефективність молокопереробної галузі. Без молока, яке відповідає певним вимогам, неможливо організувати виробництво високоякісної продукції. Особливі вимоги висуваються до якості молока-сировини, призначеного для виробництва сирів.

Проблемам дослідження ринку молока та сирів присвячені праці багатьох вчених. Так, в роботі [1] досліджено ринок молока в Україні та перспективи для різних категорій господарств. В праці [2] розглянуто проблеми розвитку ефективного виробництва молока та його промислової переробки в Україні. Питанням якості молока та відповідності його європейським вимогам присвячені праці [3–5]. Проблеми, які пов'язані з підвищенням якості і сиропридатності молока-сировини та удосконаленням технологічного процесу виробництва натуральних твердих сирів, відносяться до найважливіших. Вирішення цих проблем дозволить розширити асортимент твердих натуральних сирів і збільшити обсяги їх виробництва.

Тому на сьогоднішній день актуальним питанням є дослідження якості молока-сировини, що використовується в виробництві молочних продуктів. Це вкрай важливо і для виробництва твердих сирів, адже це продукт масового споживання, для виробництва якого необхідне лише високоякісне молоко.

Таким чином, *об'єктом дослідження* є молоко-сировина, що використовується для виробництва твердих сирів молокопереробними підприємствами України. *А мета дослідження* полягає у визначенні показників сиропридатності молока-сировини за бактеріологічними показниками.

2. Методика проведення дослідження

При дослідженні були використані наступні наукові методи:

– метод аналізу та синтезу – при вивченні джерел наукової літератури з тематики дослідження;

– методи лабораторних (біохімічних та мікробіологічних) досліджень – при проведенні визначень якісних показників молока-сировини та готової продукції, їх мікробної забрудненості;

– методи математичної статистики – для обробки результатів дослідження.

3. Результати досліджень та обговорення

Бактеріальне забруднення молока-сировини, яке перевищує нормативно встановлені граничні значення, являє загрозу як для технологічного процесу виготовлення сирів, так і для якості готової продукції.

Автор роботи [6] вважає, що за умов відповідності інших критеріїв вимогам сиропридатності, якісний продукт можливо отримати з молока, бактеріальне забруднення якого становить до 4000 КУО/г. При цьому автор оцінював значення показника загального бактеріального забруднення молока-сировини з точки зору безпеки і якості сиру. Українське сировиробництво дозволяє використовувати сире молоко із загальним бактеріальним забрудненням по КМАФАнМ (кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів) до $4 \cdot 10^6$ КУО/г (колонієутворюючих одиниць). Це є граничною межею кількості бактерій в молоці II класу за редуцтазною пробою. Проте, в США і більшості країн Європи аналогічні показники для молока-сировини не перевищують 10^2 КУО/г.

Характеризуючи стан справ, пов'язаних з якістю молока-сировини, що заготовлюється для молочної промисловості, в більшості випадків не відповідає вимогам ДСТУ 3662-97, особливо за мікробіологічними показниками і показниками безпеки. Головною причиною є те, що виробники, а також приватні господарства, не дотримуються санітарно-гігієнічних вимог при отриманні молока. Внаслідок цього на сировиробничі підприємства надходить значна кількість молока з бактеріальним забрудненням, яке знаходиться не тільки на граничному рівні, але навіть інколи перевищує ці показники.

Бактеріальне забруднення молока-сировини є значною проблемою при виробництві сирів. В Україні регламентована КМАФАнМ складає від $3,0 \cdot 10^5$ до $4,0 \cdot 10^6$ КУО/см³, що відповідає молоку I і II класу. Майже 80 % українського молока відноситься до другого класу [7]. Вимоги Європейського Союзу обмежують вміст КМАФАнМ у сирому молоці кількістю $1,0 \cdot 10^5$, а за рекомендацією Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) – на рівні $1,0 \cdot 10^3$ КУО/см³ [8, 9].

Фахівці вважають, що у сирому молоці межею ризику зміни якості молока і виготовлених з нього продуктів слід вважати: вміст

молочнокислих лактококів – на рівні $1 \cdot 10^7$ в 1 см^3 , психротрофних мікробів – на рівні $1 \cdot 10^6$ в 1 см^3 [10, 11].

Зниженню виходу сиру і погіршенню його якості внаслідок тривалого зберігання молока при низьких температурах можна запобігти, використовуючи наступні запропоновані способи:

- проводити попередню пастеризацію молока перед охолодженням і зберіганням;

- проводити термізацію молока при температурі не вище $65 \text{ }^\circ\text{C}$;

- вносити у молоко перед зберіганням молочнокислі бактерії;

- вносити у молоко перед згортанням хлористий кальцій;

- змішувати молоко тривалого зберігання зі свіжим молоком.

Основним видом теплового оброблення сирого молока у сировиробничій галузі є пастеризація, в результаті проведення якої досягається зниження вмісту у сировині патогенних і технічно-шкідливих мікроорганізмів до безпечного рівня.

Режими пастеризації молока-сировини, які використовуються при виробництві твердих сичужних сирів, знищують не всю мікрофлору. Навіть пастеризація молока при температурі $75 \dots 76 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 20–25 с, що відповідає верхній межі теплової обробки сирого молока при виробництві твердих сичужних сирів, забезпечує ефективність знешкодження термостійких бактерій тільки на 94,6 %. Це пізніше підтверджено результатами досліджень [12].

Прийняті режими короткочасної пастеризації для більшості сичужних сирів на рівні $72 \dots 76 \text{ }^\circ\text{C}$ з витримкою 20–25 с дозволяють досягти залишкової кількості бактеріального забруднення молока при режимі пастеризації $72 \text{ }^\circ\text{C}$ – 3,2 %, при режимі пастеризації $76 \text{ }^\circ\text{C}$ – 0,7 %.

Зазвичай більшість вегетативних клітин патогенних мікроорганізмів знищуються в результаті короткочасної пастеризації молока при $72 \dots 76 \text{ }^\circ\text{C}$, але їх окремі клітини здатні витримувати таке теплове оброблення. Так, встановлено, що в молоці навіть після пастеризації при $74 \dots 75 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 16 с присутні бактерії групи кишкової палички.

У не пастеризованому молоці знайдена термостійка мікрофлора, яка здатна витримати нагрівання до $80 \text{ }^\circ\text{C}$. Дослідами [13] встановлена присутність в молоці небезпечних для якості молочних продуктів термостійких молочнокислих паличок, які здатні витримувати короткочасне нагрівання до температури $85 \dots 95 \text{ }^\circ\text{C}$ і викликати такі вади молока, як тягучість і неприємний смак продукту.

При температурах пастеризації 72, 75, 80 і $85 \text{ }^\circ\text{C}$ з витримкою 21 с в молоці залишається, відповідно, 80, 30, 20 і 8 % термостійких бактерій. Збільшення тривалості витримки молока при цих температурах з 21 до 49 с і навіть 59 с істотного впливу на ступінь забруднення молока бактеріями не дало.

Оцінюючи вплив режимів пастеризації на бактеріальне забруднення молока зроблено висновок [14], що режими пастеризації молока, які застосовуються у сироварінні (температура $72 \dots 76 \text{ }^\circ\text{C}$ з витримкою 15–30 с) не забезпечують гарантованого бактеріального знешкодження мікрофлори молока.

Короткочасне нагрівання молока при виробництві натуральних сирів до

температур, що перевищують 76 °С, вважають високотемпературним (ВТ) обробленням або пастеризацію, а нагрівання вище 100 °С – ультрависокотемпературним (УВТ) обробленням.

Найкращі результати отримують при УВТ обробці молока з витримкою 2–4 с. Можливість використання короткочасних високих температур пояснюється тим, що живі клітині мікроорганізмів швидше реагують на високі температури, ніж складові частини молока. Інакше кажучи, швидкість руйнування мікроорганізмів при короткочасній дії високих температур, вища за швидкість хімічних реакцій і руйнування складових компонентів молока за цей проміжок часу.

Можна зробити висновок, що високотемпературна і, особливо, УВТ-оброблення є дуже ефективним способом знищення бактеріальної мікрофлори і підвищення якості сирого молока за таким показником, як «бак забруднення», що дозволяє підвищити сиропридатність молока-сировини. Проте слід відзначити, що під дією високих температур пастеризації відбуваються зміни у сольовому складі молока-сировини, а також у структурі і властивостях білків [15].

Застосування високих температур пастеризації молока у сироварінні в основному обмежене технологіями м'яких сирів і майже не використовується у виробництві твердих сирів. Це призводить до погіршення сичужного згортання молока і зневоднення сирного зерна.

Будь-яка теплова дія впливає на складові компоненти молока і його фізико-хімічні властивості. Ступінь впливу залежить головним чином від температурного режиму і тривалості дії температури. Білкова система має високу термостійкість за рахунок казеїну, який відноситься до термостійких білків. Він без коагуляції витримує нагрівання при температурі 140 °С впродовж 10–20 хв.

Основними мінеральними компонентами, що беруть участь в сичужному згортанні молока, а також у формуванні структури і консистенції сиру, є кальцій і фосфор. Останні знаходяться в молоці як в істинному розчині, так і в колоїдній формі. У свіжому сирому молоці на долю істинного розчину доводиться близько 33 % кальцію і 53 % фосфору. При термічному обробленні молока значна частина розчинних форм фосфору і, особливо, кальцію переходить в колоїдний стан.

При тепловій обробці змінюється сольовий склад молока і, в першу чергу, склад солей кальцію. Ці зміни пов'язані з переходом частини гідрофосфатів і дегідрофосфатів кальцію з мономолекулярної форми в погано розчинний фосфат кальцію, який агрегується і у вигляді колоїду осаджується на міцелах казеїну. При цьому відбувається незворотна мінералізація казеїнат-кальцій-фосфатного комплексу, що викликає порушення структури міцел і зниження термостійкості молока. Частина фосфату кальцію разом з денатурованими білками сироватки утворюють молочний камінь.

Іонізований кальцій складає біля однієї третини від розчинних форм кальцію. Від вмісту його значною мірою залежать швидкість сичужного

згортання, міцність згустку, структура і консистенція сирного тіста. Нормальною концентрацією іонізованого кальцію вважається 11 мг/100 г. При зниженні кількості іонізованого кальцію до 8 мг/100 г молоко стає «сичужно-в'ялим».

Вплив теплової обробки на вміст іонізованого кальцію в молоці був вивчений литовськими дослідниками у роботі [16]. За їх даними після нагрівання сирого молока до температури 74, 88 і 125 °С масова частка іонізованого кальцію зменшується і складає, відповідно, 84,76; 77, 68 і 73,42 % від початкової кількості кальцію.

У зв'язку з тим, що вміст іонізованого кальцію в молоці після теплової обробки знижується, цю втрату при виробництві сиру компенсують внесенням хлористого кальцію з розрахунку від 10 до 40 г безводної солі на 100 кг пастеризованого молока. Слід відзначити, що проста кореляція складу молока за допомогою внесення в нього хлористого кальцію не завжди здатна придати сичужно-в'ялому молоку необхідні для виробництва сиру властивості. При використанні сичужно-в'ялого молока особливість технологічного процесу пов'язана з наступними явищами:

- більш високі витрати молокозсідаючого ферменту;
- тривалий процес формування згустку;
- занижені реологічні показники згустку;
- слабкий синерезис сироватки;
- тривале оброблення сирного зерна;
- повільне зростання рН по ходу технологічного процесу виробництва;
- низький вихід і низька якість сиру.

Відомо, що погане згортання молока сичужним ферментом обумовлено порушеннями в системі «казеїн-солі молока».

Теплове оброблення молока призводить не лише до переходу частини розчинних форм небілкового кальцію і фосфору у колоїдний стан, але і до структурних змін сироваткових білків. Загальний вміст останніх в коров'ячому молоці в середньому складає 0,6 %.

За стабільністю по відношенню до теплової денатурації, сироваткові білки розташовуються в порядку її зростання в наступній послідовності: імуноглобуліни, альбумін сироватки крові, β -лактоглобулін.

Денатурація сироваткових білків збільшується з підвищенням температури нагрівання. Так, при температурі 165 °С з витримкою 2 с і 72–74 °С з витримкою 20 с величина загальної денатурації білкових компонентів сироватки складає, відповідно, 90,0 % і 8,8 %.

Ступінь денатурації сироваткових білків в залежності від режиму теплової обробки становить:

- при температурі пастеризації 72–74 °С протягом 15–20 с – 9 %;
- при 85 °С протягом 15–20 с – 22–30 %;
- при 140–150 °С протягом 1 с – 40–80 %.

Відзначається також, що сироваткові білки завдяки високим гідрофільним властивостям збільшують вологоутримуючу здатність казеїну і уповільнюють відділення сироватки від казеїнового згустку.

Слід відзначити, що кількість денатурованих білків залежить від

тривалості теплового оброблення молока.

Найбільш важливим сироватковим білком є β -лактоглобулін, оскільки він складає близько половини від усіх сироваткових білків і характеризується високим вмістом незамінних амінокислот. Він відноситься до термолабільних сироваткових білків. Денатурація β -лактоглобуліну закінчується вже при нагріванні молока до 85 °С і витримці при цій температурі протягом 30 хв.

При високих температурах теплового оброблення відбувається комплексоутворення β -лактоглобуліну з α -лактальбуміном і з χ -казеїном міцел казеїну. При нагріванні молока до 125–138 °С з витримкою 2 с середній діаметр казеїнових часточок збільшується з 66,7 до 85 мкм. Слід відзначити, що казеїн є термостійким білком і тільки при тривалій дії високих температур відбувається зміна його складу і структури. Що стосується молочного жиру, то за хімічним складом тригліцериди при пастеризації майже не змінюються.

Дія високих температур на термолабільні компоненти молока призводить до погіршення сичужного згортання молока і синеретичних властивостей згустку. Дослідження сичужного згортання молока, яке пройшло теплову обробку через стінку при 85 °С показало, що тривалість згортання молока збільшується, більше ніж в 3 рази, а після нагрівання через стінку при температурі 125, 135 і 145 °С молоко практично повністю втрачає здатність до згортання.

Використання пароконтактного способу УВТ-оброблення при тих же температурах засвідчило значно менший ступінь впливу на здатність молока до сичужного згортання. При цьому тривалість утворення сичужного згустку зростає майже у 5 разів.

Результати визначення синеретичних властивостей сичужних згустків отриманих з молока, яке пройшло теплове оброблення від 74 до 135 °С, показали, що підвищення температури пастеризації зменшує виділення сироватки. Деякі дослідники трактують явище переходу денатурованих сироваткових білків в казеїновий згусток як прогресивний процес. Перехід сироваткових білків встановлено за вмістом сухих речовин, а саме: при температурі пастеризації молока 74 °С вміст сухих речовин збільшився на 0,05 %, при 88 °С – 0,40 % і при 135 °С – 0,63 %.

Відомо, що головним компонентом молока при виробництві сирів є білки. Від вмісту їх у молоці насамперед залежить вихід сиру. При підвищенні вмісту у молоці казеїну навіть на 0,1 % вихід сиру збільшується на 2,3 %, тоді як збільшення вмісту жиру на 0,1 % підвищує вихід готового продукту тільки на 1 %.

Однією з головних проблем, пов'язаних з економікою у галузі сировиробництва, є більш повне використання складових частин молока. Поліпшенню використання молочних білків при виробленні сиру значною мірою сприяє теплове оброблення молока. Розроблено технологію застосування високотемпературної обробки молока у виробництві м'яких сирів. Температурні режими було розділено на три групи: в першу 74–

76 °С; в другу –80–90 °С; в третю –93–95 °С. Підвищені температури пастеризації показали більш ефективне знищення життєдіяльності мікрофлори сирого молока, що дозволяє досягти ефективності процесу 99,99 %. Але чим вища температура теплової обробки, тим більш глибокі зміни відбуваються з компонентами молока. Найбільш чутливими являються сироваткові білки.

Вихід готової продукції певною мірою залежить від режиму пастеризації, оскільки це впливає на ступінь використання складових компонентів молока. Встановлено, що з підвищенням температури з 72...74 °С до 85...90 °С при виробленні сиру Лорі спостерігається значне збільшення виходу готового продукту, скорочуються витрати сировини на 2,4 % при масовій частці жиру у суміші 3,4 %. Таке скорочення витрат молока відбувається внаслідок зниження витрат білка і жиру з сироваткою. Дослідження хімічного складу підсирної сироватки, отриманої при виготовленні дослідного і контрольного зразків сиру, показала, що вміст загального білка становив, відповідно, 0,59 і 0,70 %, казеїну – 0,25 і 3,0 %, жиру – 0,32 і 0,41 %.

З метою отримання сиру високої якості при переробці молока з бактеріальною забрудненістю вище 10^6 КУО/см³ фахівці вважають доцільним застосовувати підвищені температури пастеризації. Для поліпшення сиропридатності молока пастеризованого при високих температурах автори рекомендують проводити його визрівання із закваскою.

Встановлено, що при виробництві сиру необхідно застосовувати визрівання молока, активізацію бактеріальної закваски та збільшення внесення її кількості до 2–3 %. Якщо не використовувати ці технологічні прийоми, то застосування температур пастеризації вище 75...76 °С призводить до погіршення здатності молока до сичужного згортання.

Значний вплив на хід технологічного процесу виробництва сиру має УВТ оброблення молока.

Фахівцями у [17, 18] запропоновано спосіб підготовки молока до сичужного згортання, який полягає в тепловій обробці молока при температурі 110...120 °С з витримкою 7–12 с і охолодженням до температури 65...72 °С протягом 5–10 с. Однією з основних переваг цього способу є те, що він дозволяє збільшити вихід сиру.

Сири, отримані з молока, яке піддавали УВТ-обробленню, мали надмірно кислий смак і масну консистенцію. Проте, негативний вплив УВТ оброблення на вихід сиру можливо усунути.

Встановлено, що у разі застосування УВТ оброблення, найбільший вплив на кінетику утворення і поліпшення сичужного згустку чинить підвищення кислотності молока. В роботі [16] доведена можливість підвищення виходу і поліпшення якості сиру «Литовський» при його виробництві з молока, яке пройшло УВТ-оброблення і підготовленого шляхом поєднання визрівання з холодною ферментацією. Остання здійснюється шляхом витримки впродовж 10–20 год. охолодженого до 6...12 °С молока з внесеною до нього бактеріальною закваскою у кількості 0,3 % і водним розчином хлористого кальцію – 0,04 %. Цей спосіб дозволяє використовувати для виробництва сиру до 30 % молока, яке пройшло УВТ оброблення, в суміші з молоком, пастеризованим при 74 °С.

Проте, цей спосіб підготовки молока недостатньо раціональний. Одним із недоліків його є те, що він передбачає УВТ-оброблення тільки частини молока, призначеного для виробництва сиру. Окрім того, він значно збільшує тривалість переробки молока і вимагає додаткових ємкостей для проведення визрівання і ферментації молока.

Перспективним шляхом реалізації переваг ВТ і УВТ оброблення молока в сироварінні є розробка нових видів сирів з підвищеним вмістом вологи.

4. Висновки

У ході дослідження встановлено, що швидкість руйнування мікроорганізмів при короткочасній дії високих температур вища за швидкість хімічних реакцій і руйнування складових компонентів молока за цей проміжок часу. Показано, що високотемпературна і, особливо, УВТ-оброблення є дуже ефективним способом знищення бактеріальної мікрофлори і підвищення якості сирого молока за таким показником, як «бак забруднення». Це дозволяє підвищити сиропридатність молока-сировини.

Також встановлено, що дія високих температур на термолабільні компоненти молока призводить до погіршення сичужного згортання молока і синеретичних властивостей згустку. Дослідження сичужного згортання молока, яке пройшло теплову обробку через стінку при 85 °С показало, що тривалість згортання молока збільшується, більше ніж в 3 рази. А після нагрівання через стінку при температурі 125, 135 і 145 °С молоко практично повністю втрачає здатність до згортання. Використання пароконтактного способу УВТ-оброблення при тих же температурах засвідчило значно менший ступінь впливу на здатність молока до сичужного згортання. При цьому тривалість утворення сичужного згустку зростає майже у 5 разів. Результати визначення синеретичних властивостей сичужних згустків, отриманих з молока, яке пройшло теплове оброблення від 74 до 135 °С, показали, що підвищення температури пастеризації зменшує виділення сироватки. Перехід сироваткових білків встановлено за вмістом сухих речовин, а саме: при температурі пастеризації молока 74 °С вміст сухих речовин збільшився на 0,05 %, при 88 °С – 0,40 % і при 135 °С – 0,63 %.

Розроблено технологію застосування високотемпературної обробки молока у виробництві м'яких сирів. Вихід готової продукції певною мірою залежить від режиму пастеризації, оскільки це впливає на ступінь використання складових компонентів молока. Встановлено, що з підвищенням температури з 72...74 °С до 85...90 °С спостерігається значне збільшення виходу готового продукту, скорочуються витрати сировини на 2,4 % при масовій частці жиру у суміші 3,4 %. А також, що при виробництві сиру необхідно застосовувати визрівання молока, активізацію бактеріальної закваски та збільшення внесення її кількості до 2–3 %.

Результати дослідження стануть у нагоді фахівцям-технологам з

також будуть цікаві науковцям, що досліджують якість та безпечність молока та молочних продуктів.

Література

1. Pavlychenko, M. H. (2015). Rynok moloka v Ukraini ta perspektyvy dlia riznykh katehorii gospodarstv. *Molochna promyslovist*, 5, 18–20.
2. Bondarenko, V. M. (2015). Rozvytok efektyvnoho vyrobnytstva moloka ta yoho promyslovoi pererobky v Ukraini. *Ekonomika APK*, 5, 61–64.
3. Tyvonchuk, S. V., Tyvonchuk, O. Ya., Pavlotska, T. P. (2017). Rozvytok rynku vyrobnytstva moloka v Ukraini v konteksti yevrointehratsiinykh protsesiv. *Ekonomika APK*, 4, 25–31.
4. Masliaieva, O. (2016). Konkurentospromozhnist molokopererobnykh pidpriemstv u konteksti yevrointehratsiinykh protsesiv. *Ahrosvit*, 4, 59–64.
5. Fedosieieva, H. S. (2016). Ukraina na svitovomu rynku molochnoi produktsii: problemni pytannia ta perspektyvy. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu*, 6 (3), 110–112.
6. Sviridenko, G. M., Zakharova, M. B. (2005). Obschaia bakterialnaia obsemenennost moloka-syria vazhni kriterii ego bezopasnosti i kachestva. *Molochnaia promyshlennost*, 9, 72–76.
7. Nazarko, M. D. (2004). Mikrobiologicheskie pokazateli kachestva moloka. *Izvestiia VUZov. Pischevaia tekhnologiya*, 2-3, 22–23.
8. Krikun, T. I. (2008). Trebovaniia tekhnicheskogo reglamenta k syromu moloku. *Molochnaia promyshlennost*, 10, 21–23.
9. Burykina, I. M. (2008). Prichiny vzniknoveniia porokov moloka. *Pererabotka moloka*, 10, 36–37.
10. Mlechko, L. A. (2007). Vadi moloka – sirovini. *Molochnoe delo*, 12, 28–29.
11. Molochnikov, V. V., Orlova, T. A. (2008). Problemy kachestva moloka-syria. *Pererabotka moloka*, 9, 16–17.
12. Shulha, N. M. (2009). Bakterialna chystota syrovyny yak faktor yakosti sychuzhnykh syriv. *Molochnoe delo*, 12, 29–32.
13. Rozhkova, T. V. (2006). V pomosch mikrobiologu. *Molochnaia promyshlennost*, 9, 32.
14. Singh, H., Waungana, A. (2001). Influence of heat treatment of milk on cheesemaking properties. *International Dairy Journal*, 11 (4-7), 543–551. doi: [http://doi.org/10.1016/s0958-6946\(01\)00085-1](http://doi.org/10.1016/s0958-6946(01)00085-1)
15. Hashizume, K., Sato, T. (1988). Gel-Forming Characteristics of Milk Proteins. 1. Effect of Heat Treatment. *Journal of Dairy Science*, 71 (6), 1439–1446. doi: [http://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(88\)79706-4](http://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(88)79706-4)
16. Narkivavichius, R., Ivanauskaite, D. (1986). Izmeneniia sodержaniia ionizirovannogo kalciia v moloke v zavisimosti ot ego tekhnologicheskoi obrabotki. *Sbornik nauchnykh trudov Litovskogo filiala VNIIMS*, 99–103.
17. Lau, K. Y., Barbano, D. M., Rasmussen, R. R. (1990). Influence of Pasteurization on Fat and Nitrogen Recoveries and Cheddar Cheese Yield. *Journal of Dairy Science*, 73 (3), 561–570. doi: [http://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(90\)78703-6](http://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(90)78703-6)

18. Yeresko, H. O., Orliuk, Yu. T., Savchenko, O. A. (2003). Pat. No. 57026 UA. *Sposib pidhotovky moloka do zsidannia*. MPK: 7A 23S 19/02. No. 99010311; declared: 20.01.99; published: 16.06.03, Bul. No. 6.

The object of research is raw milk used for the production of hard cheeses by milk processing enterprises of Ukraine. The quality of raw milk is especially important, a key factor determining the effectiveness of the milk processing industry. Without milk, which meets certain requirements, it is impossible to organize the production of high-quality products. Special requirements are placed on the quality of raw milk intended for the cheese production. One of the most problematic places is improving the quality and cheese suitability of raw milk and improving the technological process for the production of natural hard cheeses.

During the study, laboratory (biochemical and microbiological) research methods are used to determine the quality indicators of raw milk and finished products, as well as their microbial contamination. And for processing the results of the study, methods of mathematical statistics are used.

The work shows that bacterial contamination of raw milk, which exceeds the normative limit values, poses a threat to both the technological process of cheese making and the quality of the finished product. Methods are proposed for preventing a decrease in the yield of cheese and deterioration in its quality due to prolonged storage of milk at low temperatures. It is proved that the best results are obtained with ultra-high-temperature processing of milk with an exposure of 2-4 s. And also, that high-temperature and, especially, ultra-high-temperature (UHT treatment) is a very effective way to destroy bacterial microflora and improve the quality of raw milk by such an indicator as a «pollution tank». This allows to increase the cheese ability of raw milk. High temperatures of heat treatment of milk lead to changes in the salt and protein composition of milk. These changes should have both negative consequences – a deterioration in the rennet coagulation of milk and the synergistic properties of the clot, and a positive result consisting in an increase in the transfer of milk solids, primarily whey proteins, to clot and cheese.

Keywords: *raw milk, cheese suitability of the milk, bacterial contamination, high-temperature treatment, ultra-high-temperature processing.*