

УДК 637.354:579.67

DOI: 10.15587/2312-8372.2020.192599

## **ВПЛИВ СКЛАДУ БАКТЕРІАЛЬНИХ ЗАКВАСОК НА ПРОЦЕС ВИЗРІВАННЯ І ЯКІСТЬ ТВЕРДОГО СИЧУЖНОГО СИРУ**

**Власенко І. Г., Семко Т. В., Паламарчук В. І.**

## **ВЛИЯНИЕ СОСТАВА БАКТЕРИАЛЬНЫХ ЗАКВАСОК НА ПРОЦЕСС СОЗРЕВАНИЯ И КАЧЕСТВО ТВЕРДОГО СЫЧУЖНОГО СЫРА**

**Власенко И. Г., Семко Т. В., Паламарчук В. И.**

## **THE INFLUENCE OF THE COMPOSITION OF BACTERIAL STARTER CULTURES ON THE MATURATION PROCESS AND THE QUALITY OF HARD RENNET CHEESE**

**Vlasenko I., Semko T., Palamarchuk V.**

*Об'єктом дослідження є закваски, що використовуються у виробництві твердих сичужних сирів.*

*Одним з найбільш проблемних місць є підбір кількості та складу бактеріальних заквасок для виробництва твердих сирів з низькою температурою другого нагрівання.*

*В ході дослідження використовувалися:*

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

*– методи лабораторних (біохімічних та мікробіологічних) досліджень – при проведенні визначень оптимального складу бактеріальних заквасок;*

*– органолептичні методи – при визначенні якості готової продукції;*

*– методи математичної статистики – для обробки результатів дослідження.*

*У процесі дослідження показано, що для покращення зсідання молока, яке пройшло високотемпературне оброблення, потрібно вносити у молочну суміш подвійну дозу хлористого кальцію і сичужного ферменту та 0,1 % бактеріальної закваски. Окрім того суміш необхідно витримувати 12 годин при 10–12 °С для покращення сиропридатності молока.*

*В результаті проведених досліджень встановлено, що при збільшенні загальної кількості бактеріальної закваски відбувається підвищення кислотності молока перед зсіданням, скорочення тривалості вимішування зерна після другого нагрівання і підвищення кислотності сироватки на всіх стадіях технологічного процесу.*

*Найбільш вдалим слід вважати зразки сирів, виготовлених з закваскою, до складу якої входило 1,5 % комплексу мезофільних лактобактерій і 0,3 % термофільних лактобацил *Lb. acidophilus*, використання яких забезпечує формування значно вищих органолептичних показників сичужних сирів.*

Використання високоефективних бактеріальних заквасок, підвищений вміст вологи в продукті і визрівання продукту при підвищеній температурі дозволяють одержати сир із скороченим терміном визрівання – 25–30 діб.

Таким чином, в результаті досліджень встановлено оптимальні технологічні параметри, які дозволяють отримувати сичужні сири з низькою температурою другого нагрівання високої якості.

**Ключові слова:** тверді сири, бактеріальні закваски, заквашувальні культури, молочнокислі бактерії, молокозгортаючі ферменти.

Объектом исследования являются закваски, используемые в производстве твердых сычужных сыров.

Одним из самых проблемных мест является подбор количества и состава бактериальных заквасок для производства твердых сыров с низкой температурой второго нагревания.

В ходе исследования использовались:

– методы анализа и синтеза – при изучении источников научной литературы по тематике исследования;

– методы лабораторных (биохимических и микробиологических) исследований – при проведении определений оптимального состава бактериальных заквасок;

– органолептические методы – при определении качества готовой продукции;

– методы математической статистики – для обработки результатов исследования.

В процессе исследования показано, что для улучшения свертывания молока, которое прошло высокотемпературная обработка, нужно вносить в молочную смесь двойную дозу хлористого кальция и сычужного фермента и 0,1% бактериальной закваски. Кроме того смесь необходимо выдерживать 12:00 при 10-12 ° С для улучшения сыропригодности молока.

В результате проведенных исследований установлено, что при увеличении общего количества бактериальной закваски происходит повышение кислотности молока перед свертываемостью, сокращение продолжительности вымешивания зерна после второго нагревания и повышение кислотности сыворотки на всех стадиях технологического процесса.

Наиболее удачными следует считать образцы сыров, изготовленных с закваской, в состав которой входило 1,5% комплекса мезофильных лактобактерий и 0,3% термофильных лактобактерий *Lb. acidophilus*, использование которых обеспечивает формирование более высоких органолептических показателей сычужных сыров.

Использование высокоэффективных бактериальных заквасок, повышенное содержание влаги в продукте и вызревания продукта при повышенной температуре позволяют получить сыр с сокращенным сроком созревания - 25-30 суток.

Таким образом, в результате исследований установлены оптимальные технологические параметры, которые позволят получать сычужные сыры с низкой температурой второго нагревания высокого качества.

**Ключевые слова:** твердые сыры, бактериальные закваски, заквасочные культуры, молочнокислые бактерии, молокозвертывающие ферменты.

## 1. Вступ

Якість сичужних сирів в значній мірі залежить від використаної бактеріальної закваски. Встановлено, що сири можна отримати при використанні спеціальних бактеріальних заквасок і регулюванні технологічних параметрів їх виробництва. Однією з найважливіших характеристик молочнокислих бактерій, які використовують при виробництві сирів, є їх протеолітична активність. Дія протеолітичних ферментів мікроорганізмів заквасок вносить суттєвий вклад в процес гідролізу білків молока, сприяє формуванню органолептичних і реологічних властивостей сиру. Визначальну роль при цьому відіграє склад протеїназ і пептидаз мікроорганізмів, їх специфічність і активність. Науковий підхід до складу заквасок, які використовують при виробництві сирів, повинен враховувати активність протеаз, а також їх роль у формуванні показників, що притаманні певному виду сиру. Таким чином, склад використаних заквашувальних культур має вирішальне значення для одержання високоякісного сиру з певними властивостями.

Дослідженням проблем виробництва твердих сирів присвячено ряд праць вітчизняних та зарубіжних вчених. Так, в роботі [1] розглянуто сучасні технології виробництва твердих сирів. В праці [2] розглянуто параметри визрівання при виробництві твердих сичужних сирів функціонального призначення. Автором [3] досліджено перспективи промислового виробництва та сирів з пробіотичними властивостями.

Тому актуальним є розробка складу сумішей заквашувальних бактеріальних культур для виробництва твердих сичужних сирів з низькою температурою другого нагрівання та обґрунтування параметрів їх використання.

Таким чином, *об'єктом дослідження* є склад бактеріальних заквасок для виробництва твердих сичужових сирів. *А мета дослідження* полягає у визначенні оптимального складу бактеріальних заквасок для виробництва твердих сирів.

## 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

Для покращення фізико-хімічних властивостей молока як середовища для розвитку мікрофлори заквасок і молокозгортаючих ферментів проводиться його визрівання. З метою визрівання молока після пастеризації в охолоджене молоко до температури 20–22 °С вносять лактококову закваску у кількості 0,5–0,8 % і витримують при цій температурі не більше 1 години. Потім охолоджують до 10 °С і зберігають 8–12 годин. Такий режим створює умови для розвитку

молочнокислих лактококів, які вносяться з закваскою. Молоко після визрівання потребує додаткової пастеризації, гранична кислотність його в цьому випадку становить 22...23 °С. Враховуючи, що при пастеризації молока порушується рівновага між різними формами солей кальцію, що перешкоджає його згортанню сичужним ферментом, в молоко додають солі кальцію у вигляді 40 %-го розчину хлориду кальцію.

При виробництві сичужних сирів молочний згусток утворюється під дією молокозгортаючих ферментів, але велике значення для формування органолептичних і фізико-хімічних властивостей, притаманних певному виду сиру, має склад використаних заквасок. Молочнокислі бактерії є основною складовою мікрофлори, необхідної для виробництва будь-якого виду натурального сиру. Їх головна дія полягає в продукуванні ферментів, під дією яких відбуваються глибокі біохімічні зміни сирної маси, які призводять до того, що вона набуває специфічного смаку, аромату, формуються консистенція і рисунок. Крім того, молочнокислі бактерії створюють умови, які пригнічують або прискорюють розвиток шкідливої і патогенної мікрофлори. В процесі виробництва сиру вони прискорюють синерезис молочних згустків за рахунок підкислення середовища внаслідок зброджування лактози до молочної кислоти. На склад та вихід м'яких сичужних сирів суттєво впливають показники закваски, що використовуються для біотехнологічної обробки молока, а також режими пастеризації молока. Для виробництва м'якихбіфідовмісних сирів рекомендовано використання сінбіотичних комплексів, що включають:

– змішані культури мезофільних молочнокислих лактококів *L. lactis* + *L. diacetilactis* (або чисті культури *Str. thermophilus*), чисті (*B. animalis*) або змішані (*B. bifidum* + *B. longum* + *B. breve*) культури біфідобактерій;

– фруктозу (концентрація фруктози – 0,1 % від міси заквашуваного молока) як стимулятор росту біфідофлори в молоці.

Розроблені склади трьох симбіотичних комплексів:

1) закваска *FD DVS CH N-19*, що включає змішані культури мезофільних молочнокислих лактококів *L. lactis* + *L. diacetilactis*, + закваска *LD DVS Bb-12*, що включає чисті культури *B. animalis*, + фруктоза;

2) закваска *Liobac MCL-24*, що включає змішані культури мезофільних молочнокислих лактококів *L. lactis* + *L. diacetilactis*, + закваска *Liobac BIFI*, що включає змішані культури *B. bifidum* + *B. longum* + *B. breve*, + фруктоза;

3) закваска *Liobac MO-36*, що включає чисті культури *Str. thermophilus*, + закваска *Liobac BIFI*, що включає змішані культури *B. bifidum* + *B. longum* + *B. breve*, + фруктоза.

Основними представниками необхідної мікрофлори для сирів з низькою температурою другого нагрівання є лактококи (по старій номенклатурі мезофільні молочнокислі стрептококи) і ароматоутворюючі лейконостоки [4, 5]. До їх складу входять лактококикислотоутворюючі (*Str. lactis*, *Str. cremoris*) і ароматоутворюючі (*Str. citrovorus*, *Str. paracitrovorus*, *Str. diacetilactis*, *Str. acetoinicus*). Вони є головними компонентами заквашувальних бактеріальних концентратів.

Окрім лактококів і лейконостоків до складу заквасок можуть бути введені

мезофільнілактобацили для прискорення визрівання сирів або пригнічення шкідливих газоутворюючих бактерій [6–8].

В якості прикладу такого роду бактеріальних композицій можна привести склад бактеріальних концентратів БК-Угліч-7К, БК-Угліч-5А, Біоантибут, що випускаються експериментальною біофабрикою в м. Угліч (Росія).

Лактобацили слабо атакують казеїн. Проте лактококи стимулюють їх розвиток у молоці шляхом утворення низькомолекулярних азотистих сполук при гідролізі казеїну та інших чинників росту, зниження рН і Eh. В дослідженнях [9] відмічено, що при спільному використанні лактококів і культур *Lb. casei* вихід біомаси збільшується на 39 %, протеолітична активність по відношенню до  $\alpha_{s1}$ -казеїну зростає майже у 6 разів.

Лактобацили мають більшу протеолітичну активність у порівнянні з лактококами [10, 11]. Наприклад, при дії на молочні білки ферментів, які виділяються термофільними паличками *Lb. acidophilus* і *Lb. Helveticum*. Вміст такої амінокислоти, як тірозин серед продуктів протеолізу білків було, відповідно, в 1,5 і 1,6 рази більше, ніж при культивуванні *Lactococcus lactis subsp. lactis* [12, 13]. В останнє десятиріччя термофільні молочнокислі палички широко використовують у складі заквасок [14].

Окрім підвищеної, порівняно з лактококами, протеолітичної активності лактобацили мають антагоністичну дію на технологічно шкідливу мікрофлору і патогенні бактерії [15]. У складі заквасок разом з лактококами використовують штами мезофільної палички *Lb. plantarum*, що продукують антибіотик лактолін, який гнітюче діє на бактерії групи кишкових паличок і маслянокислі бактерії.

Антагоністичну дію до ряду представників шкідливої мікрофлори має *Lb. acidophilus*. Внаслідок продукування антибіотиків ацидофіліну і лактоцидину *Lb. acidophilus* пригнічує розвиток сальмонел, шигел, стафілококів та інших патогенних мікроорганізмів.

В 1990 р. в Україні розроблена технологія сиру з низькою температурою другого нагрівання, яка виключає використання нітратів [16]. На заміну хімічного оброблення молока азотнокислим натрієм або калієм, використане біологічне оброблення молока *Lb. acidophilus*, яке забезпечило придушення у молоці і сирі технічно шкідливої мікрофлори, яка викликає такі вади у сирів, як ранне та пізні здуття.

За рахунок своїх пробіотичних характеристик ацидофільна паличка дозволяє виробляти якісний сир з скороченим терміном визрівання – 1,5 доби, при цьому продукт витримує тривалий строк зберігання без виникнення вад смаку та консистенції. Біологічною перевагою *Lb. acidophilus* у порівнянні з іншими молочнокислими паличками є здатність приживатися у середовищі кишечника людини.

*Lb. acidophilus* має високу кислотоутворюючу здатність і використовується у складі заквасок для твердих сирів для глибшого розкислювання сироватки на стадії оброблення сирного зерна.

Найбільш суттєві зміни при виробництві сирів відбуваються під час процесів зсідання білків молока і відділення сироватки із згустку. Тому при виробництві сирів важливу роль відіграють молокозгортаючі препарати, які

поряд з коагуляцією білків молока стимулюють розвиток молочнокислих бактерій закваски, які перетворюють лактозу у молочну кислоту. А їх ферменти здійснюють подальший гідроліз всіх складових частин сирної маси.

Таким чином, молокозгортаючий фермент відноситься до найважливіших компонентів в технології виробництва натуральних сирів, тому що:

- впливає на характер утворення згустку;
- становлення і формування сирного зерна;
- відділення сироватки, втрати білка і жиру з сироваткою;
- направлено регулює протеолітичні процеси у сирі при його визріванні.

Основою цього процесу є первинна протеолітична реакція, яка викликає коагуляцію казеїну під дією молокозгортаючого ферменту. Внаслідок цієї реакції утворюються пептиди, які є субстратами в інших протеолітичних реакціях, що відбуваються при визріванні сиру під дією ферментів молочнокислої мікрофлори бактеріальних заквасок. Отримання сирів високої якості тісно пов'язано з інтенсивністю і спрямованістю цих ферментативних перетворень сирної маси, внаслідок яких готовий продукт набуває характерний для кожного виду сиру смак і аромат.

В якості молокозгортаючого препарату широко використовують сичужний фермент, що містить два активні компоненти – хімозин і пепсин, в складі якого переважає вміст хімозину. Він володіє високою специфічністю по відношенню до білка молока і має мінімальну здатність до протеолізу. Хімозин сичужного ферменту викликає первинний розклад параказеїнат-кальцій-фосфатного комплексу на фрагменти з великою молекулярною масою.

Позаклітинні і внутрішньоклітинні ферменти молочнокислих бактерій діють в основному на продукти розкладу параказеїну. При спільній дії на білки молока сичужного ферменту і бактеріальних ферментів ефективність кожного з них посилюється. Але провідна роль у ферментативному розпаді білків сирної маси належить молочнокислим бактеріям. Тому для прискорення визрівання сирів необхідно використовувати закваски, до складу яких входять культури з високою протеолітичною активністю.

Коагуляція білків молока є одним з найбільш важливих етапів в процесі виробництва сирів. Сичужне зсідання білків молока або сичужна коагуляція казеїну носить незворотній характер і включає дві стадії – ферментативну і коагуляційну. Гідроліз фосфоамідазних зв'язків (-N-P-) у казеїні проходить під дією сичужного ферменту. При цьому збільшується кількість активних гідроксильних груп (-ОН) у залишку фосфорної кислоти, а атом водню приєднується до залишку амінокислоти, з утворенням параказеїну, який легко віддає водень і приєднує кальцій. Враховуючи, що кальцій має дві валентності, він зв'язує дві гідроксильні групи і утворює «кальцієві містки» між молекулами параказеїну. Таким чином, під дією сичужного ферменту відбувається агрегування часточок параказеїну і утворення згустку.

Від швидкості отримання сичужного згустку, його структурно-механічних і синеретичних властивостей, залежить структура, консистенція, рисунок та інші показники сиру. Подальші зміни білка при визріванні сиру відбуваються під дією протеїназ і пептидаз заквасочної мікрофлори [17].

Технологічні параметри зсідання білків молока визначають спрямованість процесу виробництва певного виду сиру з характерними органолептичними властивостями, які закладаються у сироробній ванні і формуються під час визрівання сиру. Процес визрівання тісно пов'язаний з інтенсивністю і спрямованістю ферментативних процесів за участю всіх компонентів сирної маси. До найбільш важливих з них відноситься протеоліз білкових і гідроліз ліпідних компонентів сирної маси. Ферментативні перетворення протікають з утворенням багаточисельних сполук, що формують специфічний смак і аромат твердих сичужних сирів з низькою температурою другого нагрівання.

Таким чином, для прискорення визрівання сичужних сирів та біологічного захисту їх від негативного впливу сторонньої мікрофлори, а також для підвищення безпеки сирів для здоров'я споживачів, доцільно у складі бактеріальних заквасок використовувати молочнокислі палички, які дозволяють створити нові технології і розширити асортимент сирів.

Серед молочнокислих бактерій, які використовують при виробництві сирів, велике значення мають молочнокислі лактококивидів *Lactococcus lactis*ssp. *diacetylactis*, *L. lactis*ssp. *lactis*, *L. lactis*ssp. *cremoris*. Вони входять до складу більшості заквасок і бактеріальних препаратів, що використовуються для виробництва сирів з низькою температурою другого нагрівання.

Для дослідження впливу бактеріальної закваски на процес виготовлення сичужного сиру з низькою температурою другого нагрівання з молока, яке пройшло попереднє високотемпературне (ВТ) і ультра високотемпературне (УВТ) оброблення, і визначення основних технологічних чинників, під впливом яких формується якість готового продукту, використана закваска виготовлена з концентрату мезофільнихлактококів. До складу основної комплексної закваски мезофільнихлактококів входять такі кислото- та ароматоутворюючі культури, як *Lactococcus lactis*ssp. *lactis*, *Lactococcus lactis*ssp. *diacetylactis*, *Leuconostoc lactis*. В якості додаткової закваски використали термофільні молочнокислі палички виду *Lactobacillus acidophilus* (нев'язку расу). Ароматоутворюючі мікроорганізми відрізняються від кислотоутворюючих здатністю зброджувати лимонну кислоту і її солі з утворенням CO<sub>2</sub>. Використання бактеріальних заквасок без ароматоутворюючих мікроорганізмів призводить до отримання сиру без рисунку з підвищеною кислотністю і ламкою консистенцією. При відсутності кислотоутворюючих культур відбувається зниження активності закваски, утворення занадто розвиненого рисунку і посиленій розвиток шкідливої мікрофлори у сирі.

Заквашування молока, що пройшло високотемпературне оброблення, проведено з певними відмінностями порівняно з існуючим технологічним процесом, який широко використовується при виробництві натуральних сичужних сирів з низькою температурою другого нагрівання. Після високотемпературного оброблення за температури (81±1) °С з витримкою 25 с і УВТ оброблення – (120±1) °С з витримкою 5 с, молоко протягом 10 с охолоджували до температури 66 °С. Після чого проводилось подальше охолодження до 10 °С, тобто до температури визрівання молока. Охолоджене

молоко перемішували протягом 5 хв для рівномірно розподілу складових компонентів молока. А також вносили 0,1 % основної бактеріальної закваски, виготовленої з концентрату, до складу якої входить *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis*, *Leuconostoc lactis*, і залишали на 12 годин для визрівання. Через 12 годин молоко підігрівали до температури заквашування 34 °С і вносили різне співвідношення основної і додаткової закваски:

- 0,7 % основної і 0,1 % додаткової;
- 1,5 % основної і 0,3 % додаткової;
- 2,0 % основної і 0,5 % додаткової.

В результаті проведених досліджень встановлено, що при збільшенні загальної кількості бактеріальної закваски відбувається підвищення кислотності молока перед зсіданням, скорочення тривалості вимішування зерна після другого нагрівання і підвищення кислотності сироватки на всіх стадіях технологічного процесу. Отримані результати зміни технологічних факторів в залежності від виду високотемпературного оброблення і складу використаних заквасок після статистичної обробки наведено в табл. 1.

**Таблиця 1**

Характеристика технологічного процесу виробництва сиру з молока після високотемпературного оброблення при різному співвідношенні бактеріальних заквасок ( $n=3, P \geq 0,95$ )

Показники	Співвідношення основної і додаткової закваски, %					
	0,7+0,1		1,5+0,3		2,0+0,5	
	ВТ	УВТ	ВТ	УВТ	ВТ	УВТ
1	2	3	4	5	6	7
Кислотність молока перед зсіданням, °Т	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
Температура молока під час зсідання, °С	33	33	33	33	33	33
Сичужна проба	2,75	3,82	2,70	3,83	2,75	3,80
Кількість внесеного ферменту, г	3,5	5,5	3,5	5,5	3,5	5,5
Кількість внесеного CaCl <sub>2</sub> , г	80	80	80	80	80	80
Тривалість, хв.:						
– зсідання	30	30	30	30	30	30
– визрівання згустку і оброблення сирного зерна до другого нагрівання	25	25	25	25	25	25
Кількість доданої пастеризованої води, для розкислювання, % від кількості переробленого молока	10	10	10	10	15	15



**Продовження таблиці 1**

1	2	3	4	5	6	7
Температура другого нагрівання, °С	42	42	42	42	42	42
Тривалість вимішування зерна після другого нагрівання, хв.	40	60	35	55	30	50
Середні значення титроокислотності сироватки, °Т:						
– перед другим нагріванням	15,0	15,20	15,0	15,31	15,0	15,40
– після внесення пастеризованої води	13,31	13,51	13,22	13,43	13,41	14,0
Масова частка вологи у сирі, %:						
– після пресування	50,72	51,23	50,51	51,29	50,78	51,41
– у 30-добовому віці	46,31	47,09	46,21	46,89	46,31	47,36
Масова частка жиру у сухій речовині сиру 30-добового віку, %	41,2	41,6	41,0	41,3	40,2	40,8
Масова частка кухонної солі, %	1,76	2,32	1,82	2,22	1,89	2,19
pН після пресування, од.	5,43	5,25	5,32	5,22	5,20	5,15
pН у 30-добовому віці, од.	5,24	5,18	5,19	5,14	5,15	5,08

**Примітка:** величини масової частки вологи в сирі після пресування з усіх ванн намагалися одержати близькими одна до одної за рахунок зміни тривалості оброблення сирного зерна після другого нагрівання; вказіть значення ВТ – (120±1) °С з витримкою 5 с; УВТ – (120±1) °С з витримкою 5 с

Сичужні сири з низькою температурою другого нагрівання отримані з молока, яке пройшло ВТ і УВТ, після досягнення 30-добового віку були досліджені за органолептичними показниками за ГОСТ 7616-85. Основну увагу приділяли таким показникам, як консистенція (вища оцінка – 25 балів), смак і запах (вища оцінка – 45 балів). Іншим показникам, таким як колір і рисунок, умовно ставили вищу бальну оцінку.

Результати органолептичного дослідження сичужних сирів, виготовлених з молока, яке пройшло високотемпературну обробку, і з різною кількістю внесеної бактеріальної закваски за основними органолептичними показниками наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Органолептична оцінка сичужних сирів з молока після високотемпературного оброблення при різному співвідношенні бактеріальних заквасок ( $n=3$ ,  $P \geq 0,95$ )

Співвідношення основної і додаткової закваски, %	Смак і запах	Бал	Консистенція	Бал	Загальний бал	Гатунок
Сири вироблені з молока після ВТ оброблення						
0,7+0,1	Добре виражений сирний, кислуватий, слабкий присмак	38,3	Добра	24,0	92,3	Вищий
1,5+0,3	Добре виражений сирний, кислуватий	39,3	Добра	24,0	93,3	Вищий
2,5+0,5	Добре виражений сирний, надмірно кислий, слабка гіркота	37,0	Добра	24,0	91,0	Вищий
Сири вироблені з молока після УВТ оброблення						
0,7+0,1	Кислуватий, слабка гіркота	38,0	Добра	24,0	92,0	Вищий
1,5+0,3	Добре виражений сирний, кислуватий	39,0	Добра	24,0	93,0	Вищий
2,0+0,5	Кислий, гіркуватий	35,3	Задовільна, мастка	23,0	88,3	Перший

Органолептична оцінка показала, що сири виготовлені з використанням основної і додаткової закваски у співвідношенні (0,7+0,1) % і (1,5+0,3) % до об'єму молока мали вищі показники порівняно з сирами виготовленими з закваскою культури у співвідношенні (2,0+0,5) %.

Таким чином, вибрані граничні і середні дози заквасок (основна від 0,7 до 2 %; додаткова 0,1 до 0,5).

Проведено дослідження процесу молочнокислого бродіння молока, яке пройшло ВТ і УВТ оброблення, заквашеного мезофільними лактобактеріями у кількості від 0,7 до 1,5 % та термофільними лактобацилами виду *Lb. acidophilus* у кількості від 0,1 до 0,3 %. Така обробка забезпечує формування сичужного сиру вищого гатунку з органолептичними властивостями, що задовольняють вимоги стандарту до якості сичужних сирів з низькою температурою другого нагрівання.

Найбільш вдалим слід вважати зразки сирів, виготовлених з закваскою, до складу якої входило 1,5 % комплексу мезофільних лактобактерій і 0,3 % термофільних лактобацил *Lb. acidophilus*, використання яких забезпечує формування, за висновками дегустаторів, значно вищих органолептичних показників сичужних сирів.

На процес визрівання сиру, формування його складу і органолептичних

властивостей значно впливають такі технологічні фактори, як температура другого нагрівання сирного зерна та процес соління, який забезпечує масову частку солі у сирі. Встановлено, що вплив даних факторів на якість готового продукту тісно взаємопов'язаний. Прискорення визрівання твердих сирів технологічними методами досить обмежене. З одного боку, збільшення температурних режимів обробки та вмісту вологи у сирі, зниження активної кислотності та концентрації солі інтенсифікує формування органолептичних показників. З іншого боку, ці фактори сприяють створенню умов для розвитку сторонньої мікрофлори, що викликає певні вади та погіршує показники безпечності та якості сирів.

Таким чином, при обґрунтуванні технології виробництва сичужних сирів необхідно враховувати вплив кожного з факторів та встановити оптимальні технологічні параметри, які дозволять отримувати сичужні сири з низькою температурою другого нагрівання високої якості.

#### **4. Висновки**

У процесі дослідження показано, що для покращення зсідання молока, яке пройшло високотемпературне оброблення, потрібно:

- вносити у молочну суміш для виготовлення сирів подвійну дозу хлористого кальцію і сичужного ферменту та 0,1 % бактеріальної закваски;
- витримувати 12 годин при 10–12 °С для покращення сиропридатності молока.

В результаті дослідження впливу складу бактеріальних заквасок на процес визрівання, безпечність та якість сиру встановлено наступне. При збільшенні загальної кількості бактеріальної закваски відбувається підвищення кислотності молока перед зсіданням, скорочення тривалості вимішування зерна після другого нагрівання і підвищення кислотності сироватки.

Використання високоефективних бактеріальних заквасок, підвищений вміст вологи в продукті і визрівання продукту при підвищеній температурі дозволяють одержати сир із скороченим терміном визрівання – 25–30 діб.

#### **Література**

1. Данилюк, А. Ю., Вербельчук, Т. В. (2016). *Сучасні технології виробництва твердих сирів. Стан та перспективи виробництва, переробки і використання продукції тваринництва*. Кам'янець-Подільський: Зволейко Д. Г., 144–146.
2. Дідух, Н. А., Молокопой, Л. О. (2010). Обґрунтування параметрів визрівання при виробництві твердих сичужних сирів функціонального призначення. *Харчова наука і технологія*, 2 (11), 22–26.
3. Ткаченко, Н. А., Ланженко, Л. О. (2015). Тверді сири з пробіотичними властивостями: перспективи промислового виробництва. *Програма та матеріали 75 Наукової конференції Науково-педагогічного складу академії Одеської національної академії харчових технологій*. Одеса: ОНАХТ, 120–121.
4. Жукова, Л. Л., Бобров, А. В., Карпова, Т. И. (2002). Интенсификация процесса созревания твердых сыров. *Сыростроение и маслоделие*, 5, 6–7.
5. Раманаускас, Р. (2004). Вопросы повышения качества сыров. *Сыростроение и маслоделие*, 5, 6–7.

*Переработка молока*, 4, 6–8.

6. Müller, B. (1981). Milchprodukte Hergest Lte Mit Lactobacillus Acidophilus. *Deutsche Molkerei – Zeitung*, 102 (48), 1615–1617.

7. Sienkiewicz, T., Hansen, R. (1988). Luproteolytischen Vorgängenbeider Reifungvon Labkäse (Teil 1). *Milchforschung Milchproxis*, 4, 103–105.

8. Madkor, S. A., Tong, P. S., El Soda, M. (2000). Ripening of Cheddar Cheese with Added Attenuated Adjunct Cultures of Lactobacilli. *Journal of Dairy Science*, 83 (8), 1684–1691. doi: [http://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(00\)75037-5](http://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(00)75037-5)

9. Usinzinger, W., Sebastiani, H. (1993). Proteolytische Aktivitätthermophiler Lactobacillen. *Deutsche Molkeni Ztg*, 114 (3), 49–51.

10. Cachon, R., Jeanson, S., Aldarf, M., Divies, C. (2002). Characterisationoflacticstartersbasedonacidificationandredutionactivities. *Le Lait*, 82 (3), 281–288. doi:<http://doi.org/10.1051/lait:2002010>

11. Смирнов, Е. А., Сорокина, Н. П. (2008). Бактериальные закваски и концентраты в биотехнологии сыроделия. *Сыроделие и маслоделие*, 6, 14–16.

12. Chopard, M.-A., Schmitt, M., Perreard, E., Chamba, J.-F. (2001). Aspect qualitative de l'activitéprotéolytique des lactobacillus thermophiles utilisés en fabrication de fromages à pâtepresséecuite. *Le Lait*, 81 (1-2), 183–194.

13. Бондарчук, З. В., Федин, Ф. А. (2008). Сыр «Зоряний». *Молочноедело*, 4, 47.

14. Niku-Paavola, M.-L., Laitila, A., Mattila-Sandholm, T., Haikara, A. (1999). New types of antimicrobial compounds produced by Lactobacillus plantarum. *Journal of Applied Microbiology*, 86 (1), 29–35. doi: <http://doi.org/10.1046/j.1365-2672.1999.00632.x>

15. Колесникова, С. С. (200). Пат. № 27144UA. *Спосіб виробництва твердого сиру з низькою температурою другого нагрівання*. № 95104480. Заявл. 12.10.1995; опубл. 28.02.2000; Бюл.№ 1, 3.

16. Кригер, А. В., Белов, А. Н. (2010). Влияние ферментных композиций на протеолиз в сырах. *Сыроделие и маслоделие*, 3, 38–40.

*The object of research is the starter culture used in the production of solid rennet cheese.*

*One of the most problematic places is the selection of the number and composition of bacterial starter cultures for the production of hard cheeses with a low temperature of second heating.*

*In the course of the study were used:*

*– during the study, analysis and synthesis methods – when studying the sources of scientific literature on the research topic;*

*– laboratory methods (biochemical and microbiological) studies – when determining the optimal composition of bacterial starter cultures;*

*– organoleptic methods – in determining the quality of the finished product;*

*– methods of mathematical statistics – for processing research results.*

*During the study, it was shown that in order to improve the coagulation of milk, which underwent high-temperature processing, it is necessary to add a double dose of calcium chloride and rennet and 0.1 % bacterial fermentation to the milk mixture.*

*In addition, the mixture must be kept at 12 hours at 10–12 °C to improve the cheese ability of milk.*

*As a research result, it is found that with an increase in the total amount of bacterial starter culture, there is an increase in the acidity of milk before coagulation, a decrease in the duration of mixing of the grain after the second heating, and an increase in the acidity of whey at all stages of the technological process.*

*The most successful should be considered samples of cheeses made from sourdough, which included 1.5% of the complex of mesophilic lactobacilli and 0.3% of thermophilic lactobacilli *Lb. acidophilus*, the use of which ensures the formation of higher organoleptic characteristics of rennet cheese.*

*The use of highly effective bacterial starter cultures, the increased moisture content in the product and the maturation of the product at elevated temperatures make it possible to obtain cheese with a reduced ripening time of 25–30 days.*

*Thus, as a research result, optimal technological parameters are established that will allow to obtain rennet cheeses with a low temperature of the second heating of high quality.*

**Keywords:** *hard cheeses, bacterial starter cultures, starter cultures, lactic acid bacteria, milk-curdling enzymes.*