

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

СКРИПНІЧЕНКО ДМИТРО МИХАЙЛОВИЧ



УДК 637.35 : [579.864 + 579.873.1] – 021.632

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ М'ЯКОГО СИРУ
З ПРОБІОТИЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ**

Спеціальність 05.18.04 – технологія м'ясних, молочних продуктів
і продуктів з гідробіонтів

**Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук**

ОДЕСА – 2016

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Одеській національній академії харчових технологій
Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник — доктор технічних наук, професор,
Ткаченко Наталія Андріївна,
Одеська національна академія харчових
технологій, кафедра технології молока, жирів і
парфумерно-косметичних засобів,
завідувач кафедри.

Офіційні опоненти: — доктор сільськогосподарських наук, професор
Цісарик Оріся Йосипівна,
Львівський національний університет
ветеринарної медицини та біотехнологій
ім. С.З. Гжицького, кафедра технології молока і
молочних продуктів,
завідувач кафедри.

— кандидат технічних наук, старший науковий
співробітник
Боднарчук Оксана Василівна,
Інститут продовольчих ресурсів НААН України,
головний науковий співробітник відділу мас-
лоробства та сироробства

Захист відбудеться *30 листопада 2016 року о 13³⁰ годині* на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 41.088.02 Одеської національної академії харчових технологій (65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112) в ауд. А – 234.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Одеської національної академії харчових технологій за адресою: 65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112.

Автореферат розісланий *28 жовтня 2016 року*.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
д.т.н., професор



Г.В. Крусір

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, стан здоров'я населення має стійку тенденцію до погіршення. З огляду на це, в розвинених країнах впровадження здорового способу життя, яке передбачає, зокрема, молочне харчування, зведено до рангу державної політики. В сучасному уявленні про здорове харчування особлива роль належить продуктам пробіотичного призначення. Це продукти, які отримані з природних інгредієнтів, містять велику кількість біологічно активних речовин, можуть і повинні входити до щоденного раціону харчування людини, при вживанні повинні регулювати певні процеси в організмі – стимулювати імунні реакції, попереджувати розвиток захворювань, передчасне старіння, інакше кажучи, призначені покращити здоров'я споживача та зменшити ризик захворювань.

На ринку України представлений досить широкий асортимент кисломолочних напоїв пробіотичного призначення. Однак, білкові молочні продукти, у тому числі біфідовмісні сири, які окрім високого вмісту одного з найцінніших компонентів молока – білка, містять в оптимальному для засвоєння організмом людини співвідношенні мінеральні речовини, а саме кальцій і фосфор, та високу концентрацію життєздатних клітин біфідо- й лактобактерій, практично відсутні на споживчому ринку країни.

Біфідо- та лактобактерії, які використовують в технологіях молочних продуктів, володіють широким спектром біологічних і біотехнологічних властивостей, що здійснюють пробіотичний вплив на організм споживача і забезпечують певні органолептичні й технологічні параметри готових продуктів. Правильний вибір культур для виробництва того чи іншого молочного продукту забезпечує отримання цільового продукту певного типу з характерними й нормованими показниками якості, а також з прогнозованими функціональними властивостями.

Серед сирів особливе місце займають м'які сири. В результаті біохімічних процесів, які відбуваються під час визрівання сирів, в них утворюється велика кількість пептидів і амінокислот за більш короткі терміни в порівнянні з напівтвердими та твердими сирами. Це дозволяє відносити м'які сири до дієтичних продуктів. Широкий смаковий діапазон м'яких сирів дозволяє повністю задовольнити потреби споживачів з будь-якими вподобаннями.

Перевагами виробництва м'яких сирів є: ефективне використання сировини; можливість реалізації сиру без визрівання або з коротким терміном визрівання (не більше 14 діб); високі органолептичні показники; високі харчова та біологічна цінність; швидка оборотність капіталовкладень. Аналіз економічних і технологічних особливостей виробництва сирів різних груп – твердих, напівтвердих і м'яких – свідчить про актуальність та перспективність виробництва м'яких сирів в Україні. За даними Euromonitor International, частка м'яких сирів на ринку 26 країн, які виробляють 80 % від світового виробництва сирів, складає 38 %. На споживчому ринку нашої країни цей сегмент, в основному, представлений сирами, які екпортують з країн Західної Європи. М'які сири з пробіотичними властивостями на ринку України та країн СНД не представлені. Тому розробка вітчизняних інноваційних технологій м'яких сирів з пробіотичними властивостями та впровадження їх у

виробництво є актуальним завданням сьогодення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Наукові дослідження виконувалися згідно з тематикою держбюджетних досліджень кафедри технології молока, жирів і парфумерно-косметичних засобів Одеської національної академії харчових технологій 3/12 – ТМ та СХП «Розробка технології білкових продуктів пробіотичного та спеціального призначення» (№ держреєстрації 0112U002566).

Мета та завдання роботи. Метою дисертаційної роботи стала розробка технології м'яких сирів з пробіотичними властивостями з використанням заквашувальних композицій із бакконцентратів лакто- і біфідобактерій безпосереднього внесення з високими пробіотичними й протеолітичними властивостями.

Для досягнення поставленої мети вирішували наступні **завдання**:

1. Обґрунтувати вибір заквасок біфідо- та лактобактерій безпосереднього внесення і склад заквашувальних композицій з підвищеними пробіотичними і протеолітичними властивостями для виробництва м'яких сирів.

2. Визначити раціональні масові частки молокозсідальних інгредієнтів – кальцій хлориду й молокозсідального ферменту – в технології цільових продуктів.

3. Обґрунтувати параметри теплового оброблення нормалізованого молока у виробництві м'яких сирів з пробіотичними властивостями.

4. Обґрунтувати доцільність застосування ультрафільтрації молока в інноваційній технології м'яких сирів з пробіотичними властивостями і підвищеною біологічною цінністю.

5. Експериментально визначити і науково обґрунтувати параметри технологічного процесу виробництва м'яких пробіотичних сирів.

6. Розрахувати рецептури, розробити технологію та нормативну документацію на виробництво м'яких сирів з пробіотичними властивостями.

7. Провести промислову апробацію розробленої технології м'яких пробіотичних сирів і визначити економічну ефективність їх виробництва.

8. Провести медико-біологічні дослідження розроблених м'яких сирів з пробіотичними властивостями.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виробництва м'яких сирів з пробіотичними властивостями.

Предмет дослідження – закваски безпосереднього внесення лакто- і біфідобактерій, заквашувальні композиції зі змішаних культур/монокультур лактобактерій та монокультур біфідобактерій для виробництва м'якого пробіотичного сиру; нормалізовані пастеризовані молочні суміші; ретентат; пермеат; білкова маса після ферментації; сирна сироватка; м'який сир з пробіотичними властивостями.

Методи дослідження – загальноприйняті та спеціальні фізичні, хімічні, біохімічні, фізико-хімічні, мікробіологічні, технологічні, органолептичні, медико-біологічні, експериментально-статистичні, аналітичні з використанням сучасних приладів та обладнання.

Наукова новизна отриманих результатів. Вперше:

– визначено та науково обґрунтовано склад заквашувальних композицій із монокультур біфідобактерій та/або монокультур/змішаних культур лактобактерій для виробництва м'яких сирів пробіотичного призначення;

– встановлено і науково обґрунтовано інтенсифікацію процесу протеолізу білків у м'яких сирах з пробіотичними властивостями при використанні заквашувальних композицій із лакто- й біфідобактерій з підвищеними протеолітичними властивостями.

Поглиблено теоретичні знання та розвинуто методологію впливу складу заквашувальних композицій, біфідогенних факторів, режимів теплового оброблення молочної сировини на параметри технологічного процесу при виробництві м'яких сирів, пробіотичні властивості, біологічну цінність та засвоюваність цільових продуктів.

Отримали подальший розвиток теоретичні узагальнення щодо спільного впливу культур біфідо- та/або лактобактерій на накопичення вільних амінокислот і низькомолекулярних пептидів у м'яких сирах при визріванні.

Комплексними медико-біологічними дослідженнями показано, що м'які сири, вироблені за розробленою інноваційною технологією, доброякісні, нормалізують кишкову мікрофлору, володіють пробіотичною дією, підвищеними засвоюваністю та біологічною цінністю, що дає підстави віднести їх до категорії продуктів з пробіотичними властивостями.

Практичне значення отриманих результатів. На основі теоретичних і експериментальних досліджень розроблені та науково обґрунтовані рецептури і технологія м'яких сирів з пробіотичними властивостями; визначені основні технологічні параметри (режими теплового оброблення, ферментації молочної основи, визрівання та зберігання м'яких сирів), які забезпечують отримання високоякісної готової продукції з високою харчовою, біологічною цінністю та пробіотичними властивостями.

На основі отриманих даних розроблена нормативна документація на виробництво м'якого сиру з пробіотичними властивостями (ТУ У – 10.5-02071062-001:2015 та ТП). Розроблену технологію м'якого пробіотичного сиру апробовано на ТОВ «Білоцерківський молочний комбінат» с. Томилівка Київської області.

Результати роботи запропоновані до впровадження на даному підприємстві та впроваджені у навчальний процес на кафедрі ТМЖ і ПКЗ ОНАХТ при викладанні дисциплін «Інноваційні технології молочних продуктів» та «Мікробіологія галузі».

Особистий внесок здобувача. Експериментальні дослідження за темою дисертаційної роботи, добір та аналіз літературних даних, статистичне оброблення, теоретичне обґрунтування отриманих результатів, їх описання та інтерпретація, підготовка матеріалів досліджень до публікації, розроблення рекомендацій для промисловості та нормативної документації, промислова апробація розробленої інноваційної технології м'якого сиру з пробіотичними властивостями здійснені здобувачем особисто за методичної та наукової підтримки доктора технічних наук, професора Ткаченко Н. А. Особистий вклад здобувача підтверджується представленими документами та науковими публікаціями.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи доповідались, обговорювались і отримали схвалення на: IX-й і X-й Міжнародних наукових конференціях студентів і аспірантів «Техника и технология пищевых производств» (м. Могильов, 2014, 2016 рр.); I-й Всеросійській науково-

практичній конференції з міжнародною участю «Университетская наука – региону» (м. П'ятигорськ, 2013 р.); Міжнародній науковій конференції «Пищевые инновации и биотехнологии» (м. Кемерово, 2014 р.); 80-й міжнародній науковій конференції молодих учених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті” (м. Київ, 2014 р.); VI-й, VII-й і VIII-й Всеукраїнських науково-практичних конференціях молодих учених та студентів з міжнародною участю «Проблеми формування здорового способу життя у молоді» (м. Одеса, 2013, 2014, 2015 рр.); 75-й і 76-й наукових конференціях науково-педагогічного складу академії (м. Одеса, 2015, 2016 рр.).

Публікації. Матеріали дисертаційної роботи опубліковані у 16 наукових працях, зокрема – 5 публікацій у фахових виданнях України, 4 з яких – у виданнях України, що включені до міжнародних наукометричних баз, 1 стаття у провідному іноземному науковому журналі (Польща), у тезах 10 доповідей наукових та науково-практичних конференцій.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається із вступу, 5-ти розділів, висновків, переліку використаних літературних джерел і 5 додатків. Дисертаційна робота викладена на 136 сторінках основного тексту, містить 17 рисунків (11 сторінок), 20 таблиць (15 сторінок), 5 додатків (23 сторінки). Список використаних літературних джерел включає 230 найменувань (21 сторінка).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі дисертації обґрунтовано актуальність роботи, зв'язок роботи з науковими програмами, темами, планами, сформульовано мету і завдання досліджень, показано наукову новизну і практичне значення одержаних результатів, їх апробацію, особистий внесок у проведення досліджень та публікації здобувача за темою дисертаційної роботи.

У першому розділі «Перспективи розробки технологій м'яких сирів з пробіотичними властивостями» наведено класифікацію сирів в Україні та світі; огляд ринку сирів в Україні та світі; описано використання пробіотиків, пребіотиків та синбіотиків у виробництві молочних продуктів. На основі аналізу літературних і патентних джерел проаналізовано перспективи використання пробіотиків у виробництві пробіотичних сирів, розроблених в Україні й за кордоном.

У другому розділі «Програма, методологія та методи проведення досліджень» викладено методологічні основи та етапи розробки технології м'якого сиру з пробіотичними властивостями. Програма досліджень наведена на рис. 1.

Основна частина досліджень виконана в лабораторіях кафедри технології молока, жирів і парфумерно-косметичних засобів Одеської національної академії харчових технологій та у виробничих умовах ТОВ «Білоцерківський молочний комбінат» (с. Томилівка, Київської області), медико-біологічні дослідження – в Одеському інституті очних хвороб і тканинної терапії АМН України ім. В.П. Філатова.

Наведено характеристики сировини; методики, які дозволили визначити фізико-хімічні, мікробіологічні та біохімічні показники якості основної сировини, напівфабрикатів та готових продуктів, встановити зміни, які мають місце в ході технологічних процесів виробництва м'якого сиру (МС) з пробіотичними власти-

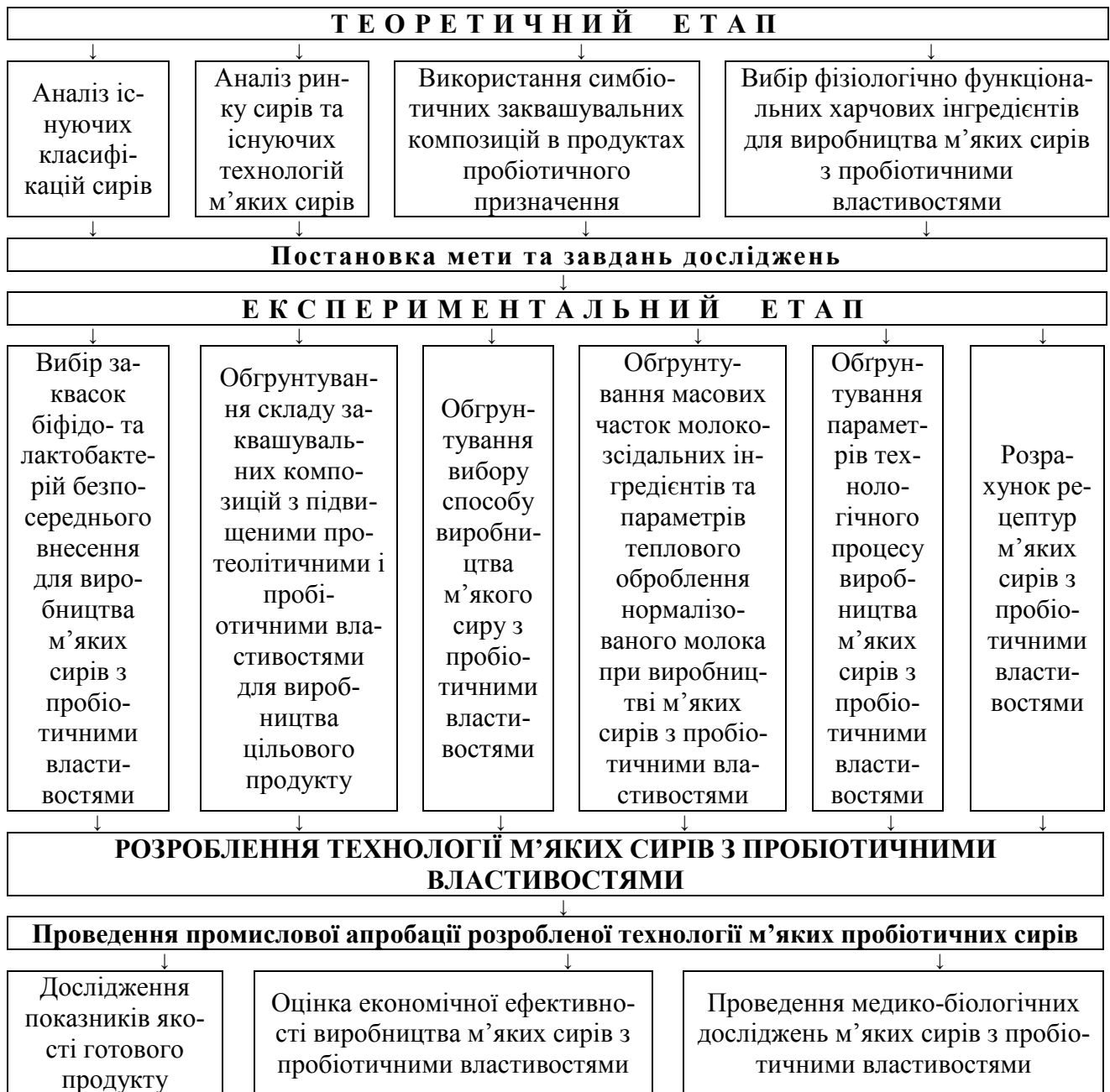


Рис. 1. Програма досліджень.

востями. Наведено мікробіологічні, фізичні, хімічні, біохімічні, технологічні та медико-біологічні методи досліджень.

У третьому розділі «Обґрунтування параметрів теплового оброблення нормалізованого молока та масових часток молокозсідальних інгредієнтів для виробництва м'яких сирів з пробіотичними властивостями» визначено склад заквашувальних композицій (ЗК) для виробництва МС з пробіотичними властивостями, встановлено раціональні масові частки кальцій хлориду й молокозсідального ферменту (МФ) у молоці нормалізованому, обґрунтовано доцільність застосування високотемпературної пастеризації у технології м'яких пробіотичних сирів з підвищеною біологічною цінністю.

Для виробництва м'яких сирів з пробіотичними властивостями на основі скринінгу ринку заквашувальних культур в Україні було обрано 8 заквасок ЛБ безпосереднього внесення та 1 закваска монокультур біфідобактерій (МК ББ),

адаптованих до молока. Визнаними пробіотиками серед обраних для досліджень культур є МК *Lactobacillus acidophilus* La-5 у складі бакконцентрату *FD DVS La-5* та МК *Bifidobacterium animalis* Bb-12 у складі бакконцентрату *FD DVS Bb-12*.

На основі визначення протеолітичної активності заквасок ЛБ і МК ББ (рис. 2)

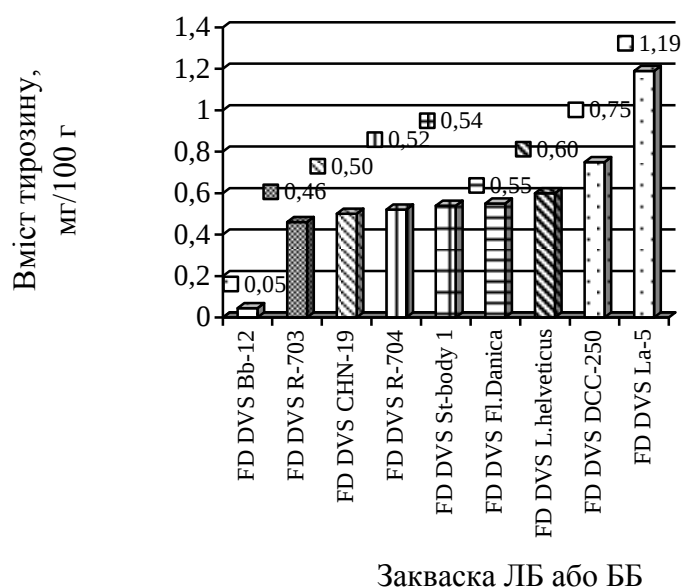


Рис. 2. Вміст тирозину (мг/100 г) у згустках, отриманих ферментацією молока заквасками ЛБ і ББ безпосереднього внесення.

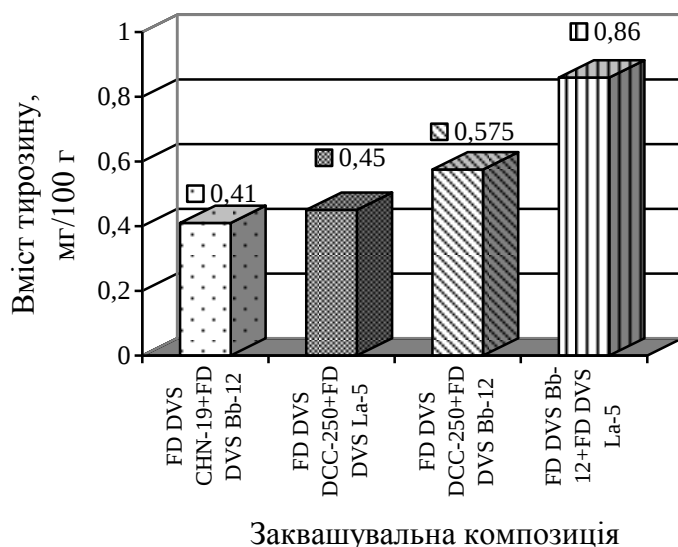


Рис. 3. Вміст тирозину (мг/100 г) у згустках, отриманих ферментацією молока ЗК зі змішаних культур лакто- та біфідобактерій.

що забезпечуватиме пробіотичний вплив продуктів, вироблених на основі цих згустків, на організм людини. Тому саме ці ЗК були обрані для розробки технології м'якого сиру з пробіотичними властивостями. Найвищими пробіотичними й протеолітичними властивостями володіє ЗК 1, до складу якої входять обидві використані пробіотичні культури.

Для обґрунтування параметрів теплового оброблення нормалізованої суміші було обрано 1 контрольний та 3 дослідні режими:

для досліджень було обрано 4 закваски ЛБ – *FD DVS La-5*, *FD DVS DCC-250*, *FD DVS CHN-19* (або *FD DVS Floradamica*) і *FD DVS Lactobacillus helveticus*, а також МК *B. animalis* Bb-12.

При виробництві м'яких сирів пробіотичного призначення доцільно використовувати ЗК, до складу яких входить хоча б одна з обраних пробіотичних культур, тому було складено 8 ЗК, у яких визначали протеолітичну активність (рис. 3, 4). Максимальними протеолітичними властивостями володіють три ЗК:

- ЗК 1: *FD DVS La-5*+*FD DVS Bb-12* при вихідному співвідношенні культур 1:10;
- ЗК 2: *FD DVS CHN-19*+*FD DVS L. helveticus*+*FD DVS Bb-12* при вихідному співвідношенні культур 1:1:1;
- ЗК 3: *FD DVS CHN-19*+*FD DVS L. helveticus*+*FD DVS La-5* при вихідному співвідношенні культур 10:10:1.

Концентрація життєздатних клітин пробіотичних культур у згустках, отриманих із використанням зазначених ЗК, складає $(1,0 \dots 8,5) \cdot 10^8$ КУО/см³,

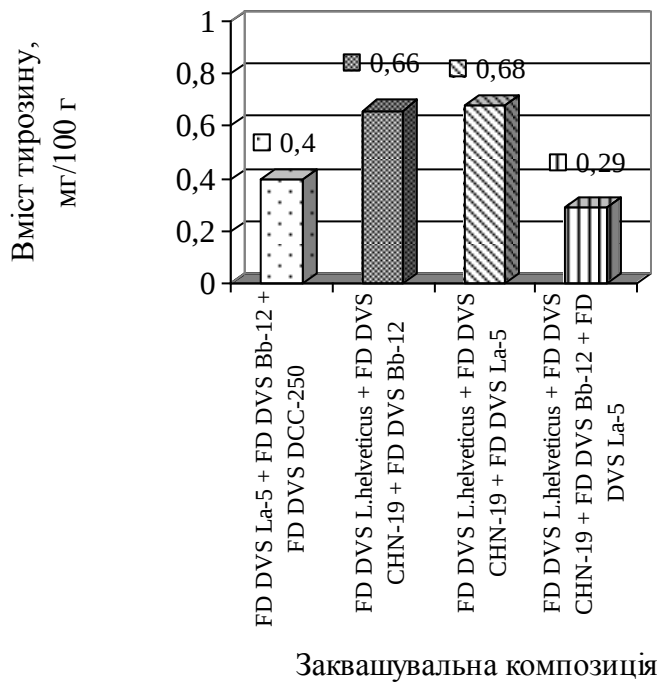


Рис. 4. Вміст тирозину (мг/100 г) у згустках, отриманих ферментацією молока ЗК зі змішаних культур лакто- та біфідобактерій.

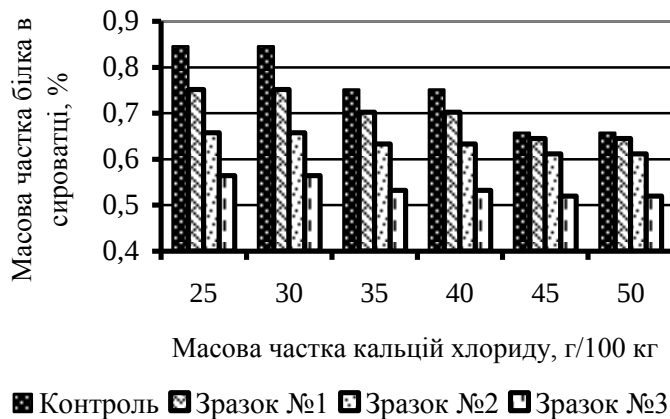


Рис. 5. Залежність масової частки білка в сироватці від режиму пастеризації молока і масової частки кальцій хлориду.

робництва м'якого сиру з пробіотичними властивостями використовувати режим пастеризації нормалізованого молока (85 ± 1) °C з витримкою 2...3 хв., який забезпечує високу ефективність (понад 99,98 %), підвищення біологічної цінності цільового продукту за рахунок залучення до його складу сироваткових білків (скор за лімітованими сірковмісними амінокислотами у експериментальному зразку сиру збільшується на $12,1 \pm 0,2$ % у порівнянні з контролем), а для відновлення сиропридатності молока після пастеризації вносити в нього підвищену кількість кальцій хлориду (45 г на 100 кг) у вигляді 40 %-вого водного розчину і молокозсідального ферменту *CHY-MAX Extra 600 IMCU* у кількості 2,2 см³ на 100 кг молока.

- контрольний – температура (80 ± 1) °C, витримка 20...25 с;
- 1 дослідний – температура (80 ± 1) °C, витримка 2...3 хв;
- 2 дослідний – температура (85 ± 1) °C, витримка 2...3 хв;
- 3 дослідний – температура (90 ± 1) °C, витримка 2...3 хв.

Для обґрунтування раціональних масових часток молокозсідальних інгредієнтів – кальцій хлориду та МФ *CHY-MAX Extra 600 IMCU* у технології м'яких пробіотичних сирів їх вміст у молоці перед зсіданням варіювали у межах 25...50 г та 2,0...2,2 см³/100 кг молока відповідно.

В результаті визначення синеретичних властивостей отриманих сичужних згустків, тривалості зсідання молока, масової частки сухих речовин та білка (рис. 5 та 6) у сирній сироватці рекомендовано для ви-

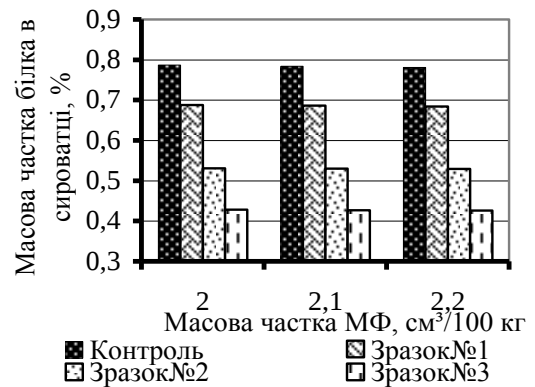


Рис. 6. Залежність масової частки білка в сироватці від режиму пастеризації і масової частки МФ *CHY-MAX Extra 600 IMCU*.

Четвертий розділ «Обґрунтування параметрів технологічного процесу і розробка технології виробництва м'яких сирів з пробіотичними властивостями» містить інноваційну стратегію розробки технології м'якого пробіотичного сиру з підвищеною біологічною цінністю та подовженим терміном зберігання із використанням ультрафільтрації; результати експериментальних досліджень щодо обґрунтування параметрів ферментації молочної основи, визрівання білкової маси та зберігання м'яких сирів з пробіотичними властивостями; дослідження білкової складової продукту до та після визрівання, а також розроблену інноваційну технологію виробництва м'якого сиру з пробіотичними властивостями.

При розробці новітніх технологій молочних продуктів, зокрема м'якого сиру з пробіотичними властивостями, необхідним етапом є обґрунтування інноваційної стратегії їх створення, яка включає маркетингову, технологічну, технічну та організаційну складові. Основною частиною технологічної складової є використання у процесі виробництва м'яких сирів ультрафільтрації, яка має такі переваги: збільшення виходу готового продукту, оскільки використовується практично весь білок молока, за виключенням небілкового азоту (кількість білка, який переходить у сир, складає 94...95 %, тому додатковий вихід сиру – 16...20 %), що обумовлює отримання м'якого сиру з підвищеною біологічною цінністю; контроль над масою сиру – є можливість формувати сир з точністю до 5 г; зменшення у 5 разів кількості МФ і ЗК, оскільки їх вносять до ретентату після відділення сироватки (пермеату); економія кальцій хлориду, який не додають до ретентату; підвищена якість сироватки (пермеату), оскільки він не містить білків, має на 80 % нижчий загальний вміст мікроорганізмів в порівнянні зі звичайною сироваткою, кислотність пермеату ідентична кислотності молока і складає 6,5...6,7 од. рН. Визначені склад молока, пермеату та ретентату (табл. 1), які доводять, що останній аналогічний такому у м'яких сирах.

Таблиця 1

Склад молока, ретентату та пермеату при виробництві м'яких сирів з пробіотичними властивостями

(n=3, p≤0,05)

Найменування показника	Значення показника для		
	молока	ретентату	пермеату
Масова частка сухих речовин, %	12,0±0,1	33,0±0,2	5,45±0,05
Масова частка жиру, %	3,45±0,05	14,84±0,05	відс.
Масова частка лактози, %	4,7±0,05	4,65±0,10	4,7±0,05
Масова частка білка, %	3,3±0,10	13,07±0,05	0,05±0,01
Масова частка мінеральних речовин, %	0,7±0,10	0,65±0,10	0,7±0,10
Масова частка вологи, %	88,0±0,1	67,0±0,2	94,55±0,1

Для обґрунтування параметрів ферментації ретентату у виробництві трьох експериментальних зразків м'яких пробіотичних сирів (номери зразків відповідають номерам розроблених заквашувальних композицій) зразки 1 і 2 додатково збагачували фруктозою (масова частка 0,1 %) як біфідогенним фактором до гомогенізації й пастеризації. В усі зразки пастеризованого гомогенізованого ретентату вносили МФ *СНУ-MAX Extra 600 IMCU* в кількості 2,2 см³ на 100 кг та відповідну ЗК (розчин кальцій хлориду не вносили, оскільки в процесі ультрафільтрації відбува-

ється концентрування жиру й білків, в т.ч. ККФК).

Заквашені експериментальні зразки 1...3 перемішували (5...10) хв і фасували в тару. Розфасовані зразки подавали в тунель, де відбувалася сичужна коагуляція ретентату протягом (25...30) хв за температури $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$. На отримані сичужні згустки накладали мембрану, солили попередньо прокаленою за температури $(120 \pm 2)^\circ\text{C}$ кухонною сіллю, пакували, маркували і сквашували при зазначеній температурі до досягнення ізоелектричного стану ($\text{pH}=5,2$). За контрольний зразок використовували м'який сир, виготовлений на ТОВ «Білоцерківський молочний комбінат» за тими ж технологічними режимами (за виключенням температури ферментації, яка складала $(28...30)^\circ\text{C}$) з використанням змішаних культур *L. lactis ssp. lactis*+*L. lactis ssp. cremoris* у складі бакконцентрату *FD DVS R-703* та МК *Streptococcus thermophilus* у складі бакконцентрату *FD DVS St-Body 1*.

Тривалість ферментації контрольного зразка складає $(18,50 \pm 0,25)$ годин, експериментального зразка 1 – $(19,75 \pm 0,25)$ годин, експериментальних зразків 2 і 3 – $(7,75 \pm 0,25)$ годин (рис. 7).

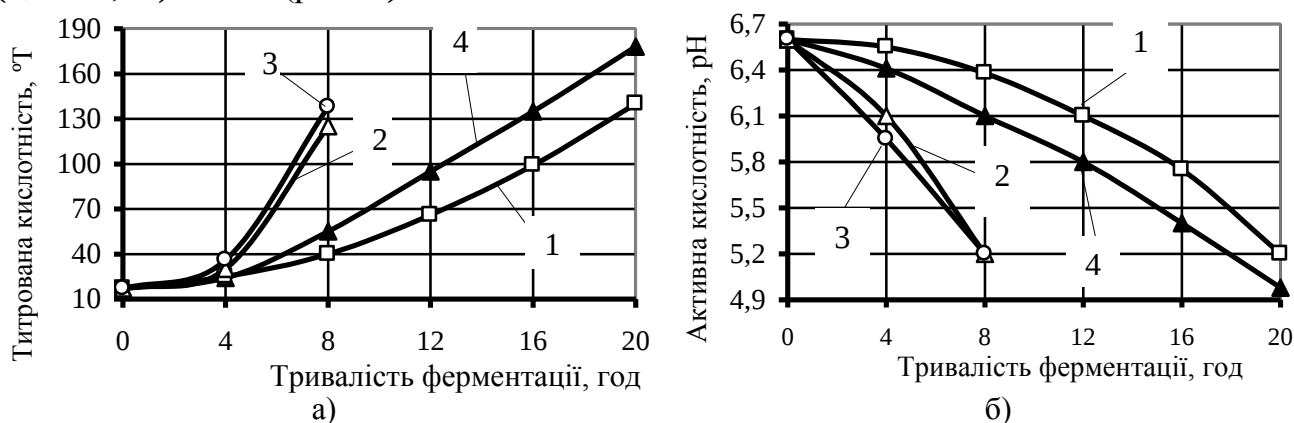


Рис. 7. Зміна титрованої (а) й активної (б) кислотності експериментальних та контрольного зразків м'яких сирів у процесі ферментації ретентату: 1 – експериментальний зразок 1, 2 – експериментальний зразок 2, 3 – експериментальний зразок 3, 4 – контрольний зразок.

Контрольний зразок містить мінімальну кількість життєздатних клітин лактобактерій – $(7,0 \pm 0,1) \cdot 10^8$ КУО/г (рис. 8, а), тоді як всі експериментальні зразки – на $(4,7...4,9)$ % вищу, що доводить симбіотичний вплив лакто- й біфідобактерій у складі розроблених ЗК. Концентрація життєздатних клітин пробіотиків складає $(0,9...7,2) \cdot 10^9$ КУО/г ферментованого ретентату.

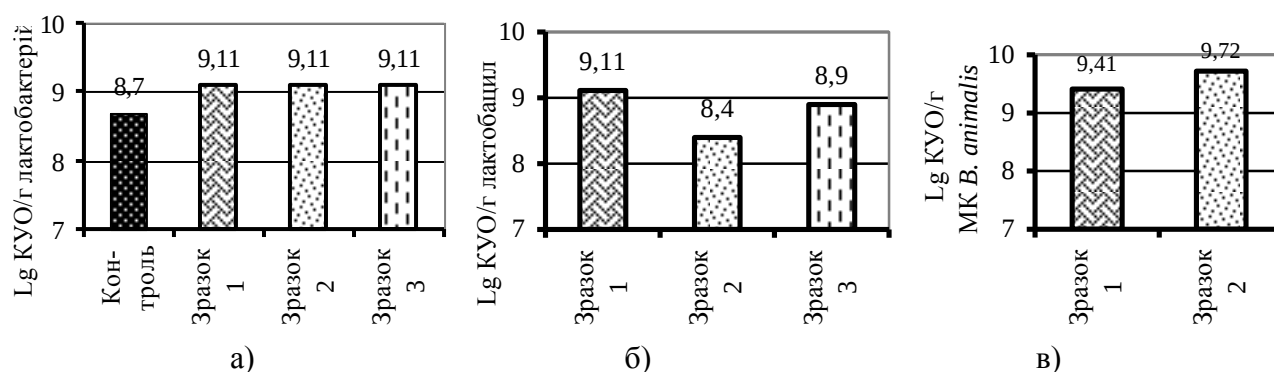


Рис. 8. Кількість лактобактерій (а), в т.ч. лактобацил (б), МК *B. animalis* Bb-12 (в) у 1 г ферментованих експериментальних та контрольного зразків ретентату.

Для дослідження параметрів визрівання білкової маси експериментальні зразки 1...3 ферментованого ретентату поміщали в камеру для визрівання за температури (11...13) °С і відносної вологості (80...85) % на 20 діб. У процесі визрівання активна кислотність експериментальних зразків знижувалась на (0,1...0,2) од. рН, контрольного зразка – на (0,51...0,53) од. рН, при цьому титрована кислотність експериментальних зразків у кінці визрівання складала (149...206) °Т, контрольного зразка – (238...240) °Т, що обумовило більш виражений кисломолочний смак у останньому.

Після 20 діб визрівання зразок 1 містить $(3,0 \pm 0,1) \cdot 10^9$ КУО/г життєздатних клітин *B. animalis* Bb-12 (рис. 9, в) і $(9,0 \pm 0,1) \cdot 10^8$ КУО/г життєздатних клітин МК *L. acidophilus* La-5 (рис. 9, б), що обумовлює в ньому найвищі пробіотичні властивості. У зразку 2 при визріванні клітини біфідобактерій відмирають активніше, однак їх концентрація у готовому продукті також висока – $(3,0 \pm 0,1) \cdot 10^9$ КУО/г (рис. 9, в). У зразку 3 вміст життєздатних клітин лактобактерій в кінці визрівання складає $(7,0 \pm 0,1) \cdot 10^8$ КУО/г (рис. 9, а), в т.ч. – лактобацил-пробіотиків – $(7,0 \pm 0,1) \cdot 10^8$ КУО/г (рис. 9, б). Кількість життєздатних клітин лактобактерій у контрольному зразку після визрівання складає $(1,1 \pm 0,1) \cdot 10^9$ КУО/г (рис. 9, а), але пробіотичних культур цей зразок не містить.

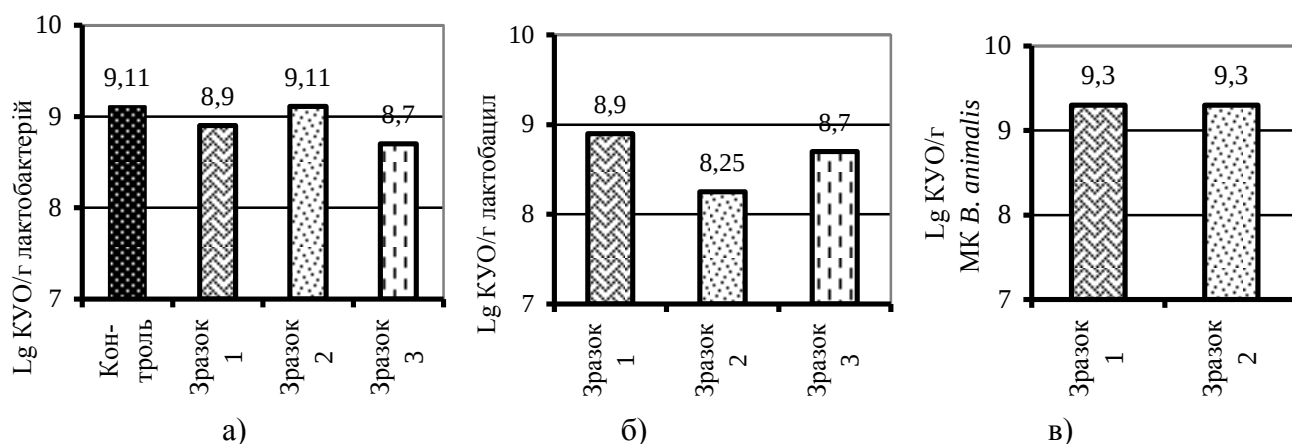


Рис. 9. Кількість лактобактерій (а), в т.ч. лактобацил (б), МК *B. animalis* Bb-12 (в) у 1 г експериментальних і контрольного зразків білкової маси при визріванні.

Кількість вільних амінокислот і низькомолекулярних пептидів у зразках м'яких пробіотичних сирів 1 і 3 у процесі визрівання збільшується в $1,91 \pm 0,03$ та у $1,68 \pm 0,05$ разів відповідно, у зразку 2 – у $1,86 \pm 0,03$ та у $1,73 \pm 0,01$ рази відповідно (табл. 2). Це доводить, що розроблені ЗК дійсно мають високі протеолітичні властивості (найвищі протеолітичні властивості має ЗК 1).

У контрольному зразку м'якого сиру при визріванні вміст вільних амінокислот зменшується в 1,42 рази (табл. 2). Це свідчить про те, що мікроорганізми ЗК, зокрема МК *S. thermophilus*, у процесі росту й розвитку при визріванні споживають вільні амінокислоти. Вміст низькомолекулярних пептидів у контролі після визрівання у 2,37...2,81 раз нижчий, ніж у експериментальних зразках м'яких пробіотичних сирів (табл. 2). Це обумовлює менш виражений сирний смак у контрольному зразку продукту після визрівання.

При розробці технологій м'яких сирів з пробіотичними властивостями важливим етапом є обґрунтування параметрів зберігання, які забезпечують збережен-

ня нормованих фізико-хімічних та мікробіологічних показників якості, високих органолептичних та пробіотичних характеристик. Зразки м'яких сирів зберігали за температури (2...6) °C протягом 90 діб.

Таблиця 2

Кількість вільних амінокислот та фракційний склад білків у зразках м'яких пробіотичних сирів до і після визрівання в порівнянні з контрольним зразком

(n = 3, p ≤ 0,05)

Амінокислота / Білки (пептиди)	Вміст амінокислоти, мг/100 г білка / Вміст білків (пептидів), % у білках зразка							
	контрольного		експериментального №1		експериментального №2		експериментального №3	
	до визрівання	після визрівання	до визрівання	після визрівання	до визрівання	після визрівання	до визрівання	після визрівання
Кількість незамінних амінокислот	23,20 ±0,05	24,73 ±0,10	32,97 ±0,03	65,88 ±0,02	9,04 ±0,04	17,37 ±0,03	19,47 ±0,03	41,41 ±0,01
Кількість замінних амінокислот	51,17 ±0,03	27,47 ±0,02	33,46 ±0,04	58,44 ±0,01	19,86 ±0,06	36,55 ±0,03	30,35 ±0,05	55,39 ±0,01
Загальна кількість амінокислот	74,37 ±0,08	52,20 ±0,12	66,43 ±0,07	124,32 ±0,03	28,90 ±0,10	53,92 ±0,06	49,82 ±0,08	96,80 ±0,02
Високомолекулярні білки	5,21 ±0,03	3,71 ±0,04	4,41 ±0,02	3,47 ±0,03	4,44 ±0,03	4,40 ±0,01	4,42 ±0,02	3,95 ±0,01
α-Казеїни	34,06 ±0,03	35,44 ±0,02	32,96 ±0,04	31,42 ±0,03	33,37 ±0,05	31,02 ±0,02	33,09 ±0,02	31,28 ±0,03
β-Казеїни	58,73 ±0,06	58,17 ±0,10	58,01 ±0,07	57,58 ±0,04	58,63 ±0,08	58,21 ±0,05	58,42 ±0,09	57,72 ±0,04
Низькомолекулярні пептиди	2,01 ±0,02	2,68 ±0,03	4,62 ±0,04	7,53 ±0,05	3,58 ±0,03	6,37 ±0,02	4,07 ±0,01	7,05 ±0,02

Аналіз результатів експериментальних досліджень фізико-хімічних (рис. 10) та мікробіологічних (рис. 11) показників дозволяє рекомендувати граничний термін

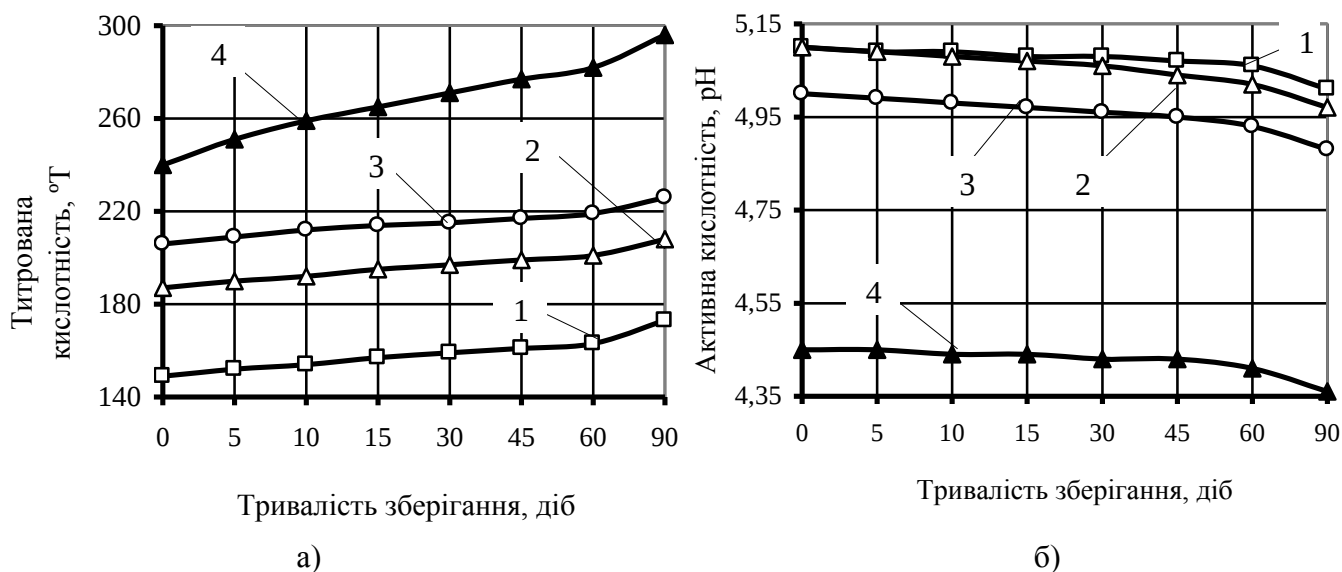
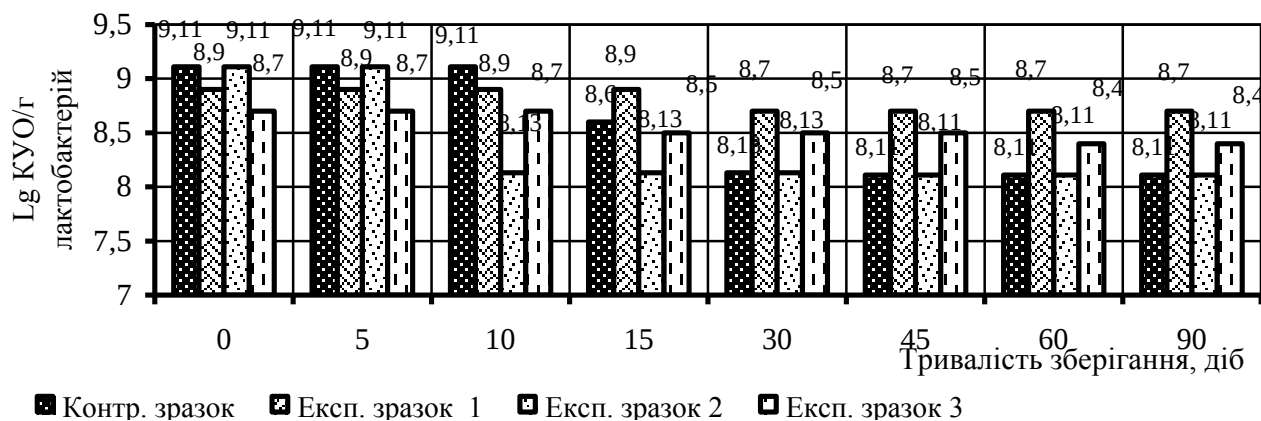


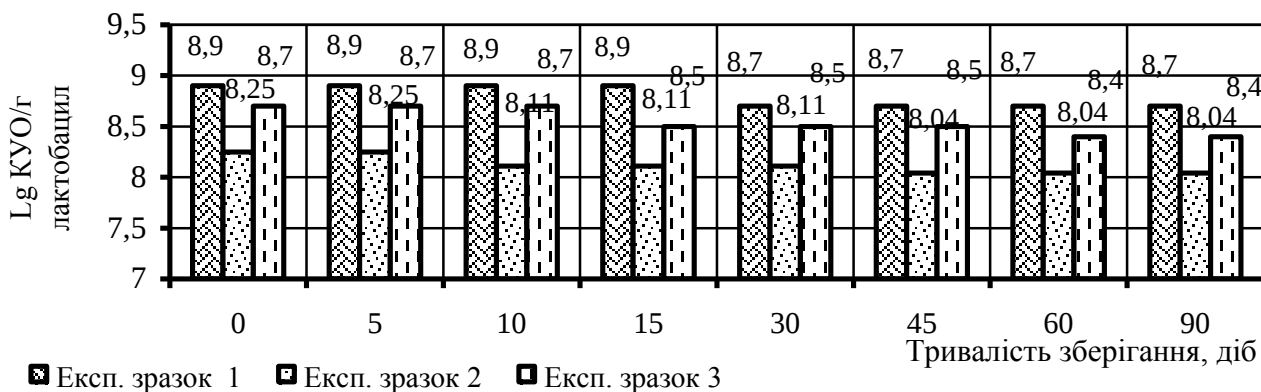
Рис. 10. Зміна титрованої (а) й активної (б) кислотності у експериментальних та контрольному зразках м'яких сирів при зберіганні: 1 – експериментальний зразок 1, 2 – експериментальний зразок 2, 3 – експериментальний зразок 3, 4 – контрольний зразок.

зберігання розроблених м'яких сирів за температури (2...6) °С встановити не більше 60 діб (з врахуванням коефіцієнта запасу, який згідно «МУ 4.2. 727-99» для молочних продуктів з пробіотичними властивостями, які швидко псуються, складає 1,5).

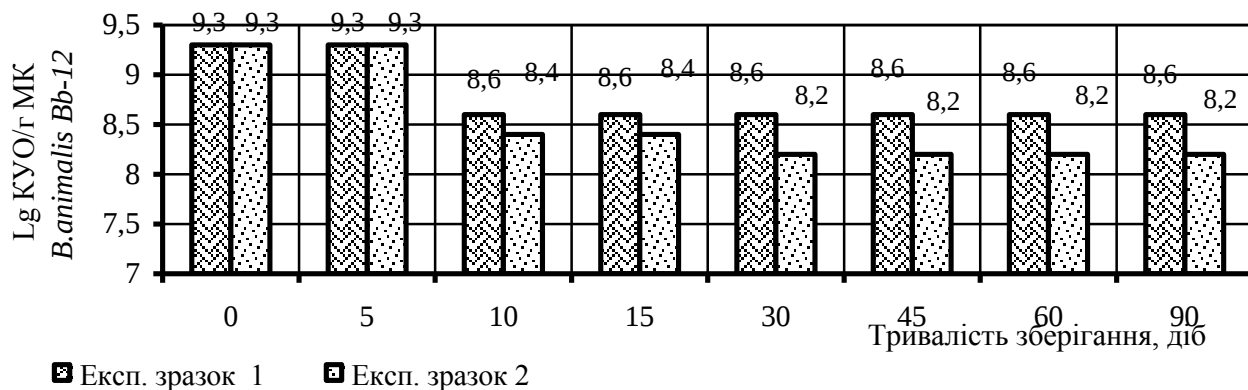
Для контрольного зразка продукту рекомендований граничний термін зберігання не повинен перевищувати 46 діб (з врахуванням коефіцієнта запасу, який згідно «МУ 4.2. 727-99» для молочних продуктів, які швидко псуються, складає 1,3).



а)



б)



в)

Рис. 11. Зміна кількості лактобактерій (а), в т.ч. лактобацил (б) та МК *B. animalis* Bb-12 (в) у експериментальних та контрольному зразках м'якого сиру при зберіганні (КУО/г).

На основі проведених досліджень розроблена інноваційна технологія м'яких сирів з пробіотичними властивостями і тривалим терміном зберігання (рис. 12).

У п'ятому розділі «Розрахунок рецептур та оцінка якості м'яких сирів з пробіотичними властивостями» наведено рецептури на їх виробництво, оцінку якості отриманих у промислових умовах ТОВ «Білоцерківський молочний комбінат» МС, визначення біологічної цінності цільових продуктів, оцінку економічної ефективності виробництва МС з пробіотичними властивостями та медико-біологічні дослідження продуктів.

Розроблена інноваційна технологія була апробована у виробничих умовах ТОВ «Білоцерківський молочний комбінат». Були вироблені три дослідні партії МС з пробіотичними властивостями і одна контрольна партія. В отриманих зразках продуктів були визначені показники якості після 60-ти діб зберігання (табл. 3).

Таблиця 3

Фізико-хімічні та мікробіологічні показники контрольного та експериментальних зразків м'яких сирів, вироблених у промислових умовах, після 60 діб зберігання

(n = 3, p ≤ 0,05)

Найменування показника	Значення показника для			
	контроль-ного зразка	експерим-го зразка 1	експерим-го зразка 2	експерим-го зразка 3
Масова частка жиру у сухій речовині, %	44,9±0,1	45,1±0,1	45,2±0,2	45,1±0,1
Масова частка жиру, %	15,49±0,05	14,84±0,05	14,81±0,10	14,84±0,05
Масова частка вологи, %	61,1±0,1	67,0±0,2	67,05±0,1	67,0±0,2
Масова частка білка, %	13,62±0,1	13,07±0,05	13,06±0,06	13,07±0,05
Масова частка солі, %	2,3±0,2	2,1±0,1	2,1±0,1	2,1±0,1
Активна кислотність, од. рН	4,41±0,01	5,06±0,01	5,02±0,01	4,93±0,01
Кількість життєздатних клітин, КУО/г:				
біфідобактерій	—	(6,0±0,5)·10 ⁸	(2,0±0,4)·10 ⁸	—
лактобактерій	(1,1±0,1)·10 ⁸	(7,0±0,1)·10 ⁸	(1,2±0,1)·10 ⁸	(4,5±0,5)·10 ⁸
в т.ч. лактобацил	—	(7,0±0,1)·10 ⁸	(1,04±0,02)·10 ⁸	(4,5±0,5)·10 ⁸
БГКП у 0,01 г	відсутні	відсутні	відсутні	відсутні
<i>Salmonella</i> у 25 г продукту	відсутня	відсутня	відсутня	відсутня
<i>St. aureus</i> у 1 г продукту	відсутній	відсутній	відсутній	відсутній

Отримані результати (табл. 3) доводять, що розроблені зразки МС можуть бути віднесені до категорії продуктів з пробіотичними властивостями, оскільки кількість життєздатних клітин пробіотиків (МК *B. animalis* Bb-12 і МК *L. acidophilus* La-5) на останню добу рекомендованого терміну зберігання перевищує вимоги НД (не менше 1·10⁶ і 1·10⁷ КУО/г для біфідобактерій і лактобацил відповідно).

Біологічна цінність розроблених білкових продуктів вища від такої у м'якому свіжому сирі «Нарочь», оскільки амінокислотний скор за сірковмісними амінокислотами у цільових продуктах складає (94,0±0,1) %, у сирі «Нарочь» – (82,7±0,2) %.

Медико-біологічні дослідження експериментального зразка МС з пробіотичними властивостями 1, який вживали щури експериментальної групи 1 (ЕГ 1), в порівнянні з такими для контрольного зразка МС, який вживали щури контрольної групи 2 (КГ 2) на фоні контрольної групи шурів 1 (КГ 1), раціон яких містив тільки зернові культури, доводять, що розроблений м'який сир володіє підвищеною засвоюваністю, нормалізує кишкову мікрофлору (табл. 4) і проявляє пробіотичні властивості.

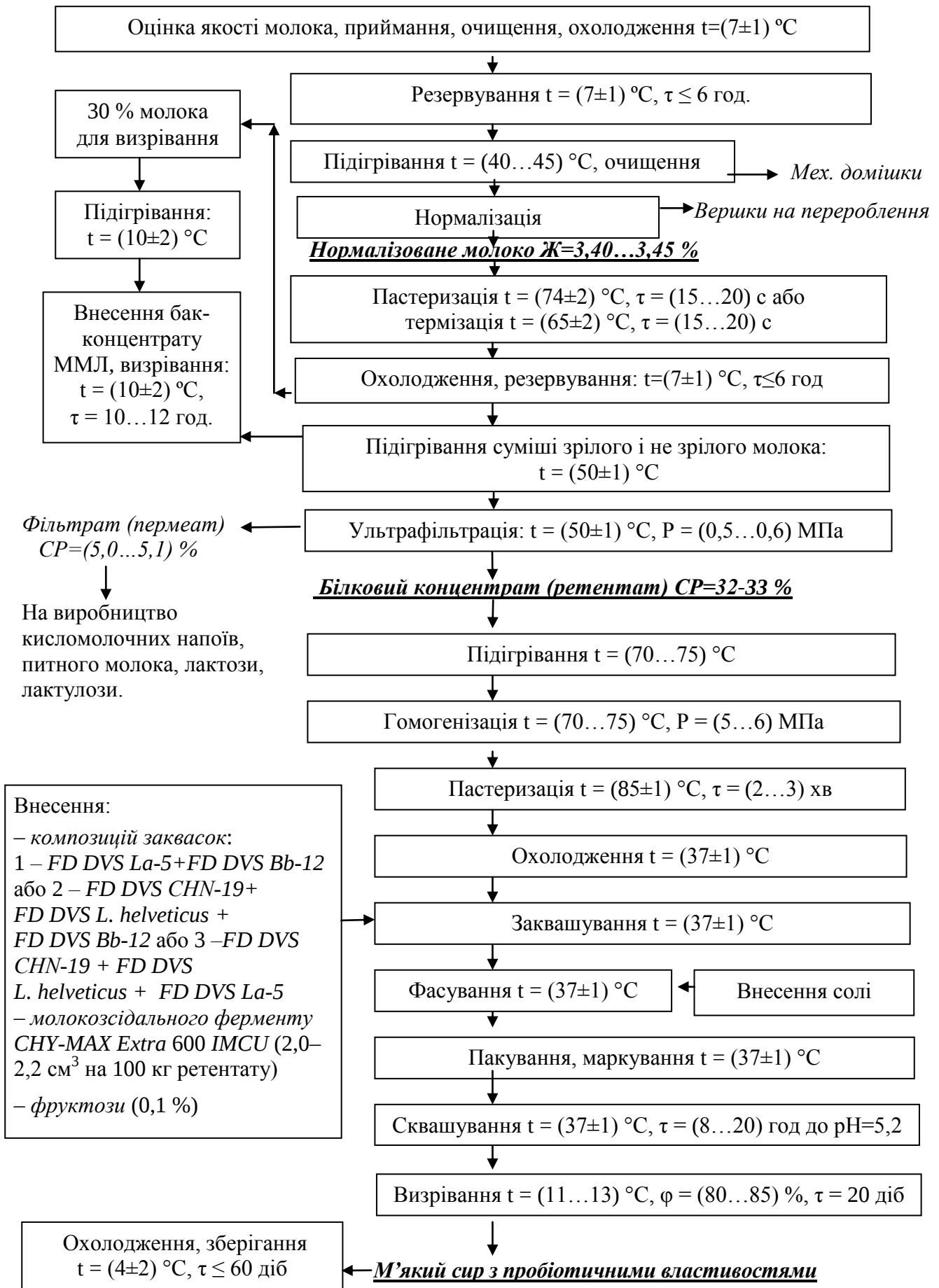


Рис. 12. Технологічна схема виробництва м'якого сиру з пробіотичними властивостями.

Таблиця 4

**Динаміка зміни індигенної мікрофлори кишківника
щурів протягом експерименту**

(n = 5, p ≤ 0,05)

Гру- па	Стати- стичні показ- ники	Значення показника протягом експерименту					
		вихідні дані			через 21 добу		
		Кількість біфідобактерій (КУО/г)					
		⁷ < 10	⁷ 10	⁸ 10	⁷ < 10	⁷ 10	⁸ 10
КГ 1	п / %	2/40	3/60	—/—	2/40	3/60	—/—
КГ 2	п / %	2/40	2/40	1/20	2/40	2/40	1/20
ЕГ 1	п / %	2/40	2/40	1/20	1/20	2/40	2/40
		Кількість лактобацил (КУО/г)					
		⁵ < 10	⁵ 10	⁶ 10	⁵ < 10	⁵ 10	⁶ 10
КГ 1	п / %	1/20	3/60	1/20	1/20	3/60	1/20
КГ 2	п / %	2/40	3/60	—/—	2/40	3/60	—/—
ЕГ 1	п / %	2/40	2/40	1/20	1/20	1/20	3/60
		Кількість лактобактерій (КУО/г)					
		<10 ⁵	10 ⁵	10 ⁶	<10 ⁵	10 ⁵	10 ⁶
КГ 1	п / %	1/20	3/60	1/20	1/20	3/60	1/20
КГ 2	п / %	2/40	3/60	—/—	1/20	3/60	1/20
ЕГ 1	п / %	2/40	2/40	1/20	1/20	1/20	3/60

Економічна ефективність виробництва м'яких сирів з пробіотичними властивостями складає 307,29 грн. на 1 тону.

Розроблена інноваційна технологія м'яких сирів з пробіотичними властивостями може бути впроваджена на ТОВ «Білоцерківський молочний комбінат» (с. Томилівка Київської області) без модернізації та реконструкції.

ВИСНОВКИ

На основі аналізу літературних та патентних джерел і результатів власних експериментальних досліджень розроблено інноваційну технологію виробництва м'якого сиру з пробіотичними властивостями і підвищеною біологічною цінністю.

1. Науково обґрунтовано вибір заквасок біфідо- та лактобактерій безпосереднього внесення, склад заквашувальних композицій з високими пробіотичними і протеолітичними властивостями для виробництва м'яких пробіотичних сирів з використанням змішаних культур (монокультур) лактобактерій та монокультур адаптованих до молока біфідобактерій, а саме: ЗК 1 – *FD DVS La-5+FD DVS Bb-12*; ЗК 2 – *FD DVS CHN-19+FD DVS L.helveticus+FD DVS Bb-12*; ЗК 3 – *FD DVS CHN-19+FD DVS L.helveticus+FD DVS La-5*.

2. Визначено раціональні масові частки молокозсідальних інгредієнтів – кальцій хлориду – 45 г на 100 кг у вигляді 40 %-вого водного розчину і молокозсідального ферменту *CHY-MAX Extra 600 IMCU* – 2,2 см³ на 100 кг молока для відновлення сиропридатності молока після пастеризації.

3. Доведено доцільність використання високотемпературного оброблення нормалізованого молока – (85 ± 1) °C з витримкою (2...3) хв для підвищення виходу МС і отримання безпечних цільових продуктів з високою біологічною цінністю.

4. Обґрунтовано доцільність застосування ультрафільтрації при реалізації розробленої інноваційної технології м'яких пробіотичних сирів з метою забезпечення підвищеного виходу продукту, підвищеної біологічної цінності і подовження терміну зберігання.

5. Експериментально встановлено та теоретично обґрунтовано параметри ферментації ретентату у технології м'яких пробіотичних сирів – при використанні заква-

шувальної композиції 1: температура – (37...38) °С, тривалість – (19,75±0,25) годин; при використанні заквашувальних композицій 2 та 3: температура – (37...38) °С, тривалість – (7,75±0,25) годин; параметри визрівання м'яких пробіотичних сирів: температура – (11...13) °С, відносна вологість (80...85) %, тривалість – 20 діб, та режим зберігання готового продукту: температура – (2...6) °С, тривалість – не більше 60 діб.

6. Розраховані рецептури і розроблена інноваційна технологія м'яких сирів з пробіотичними властивостями і тривалим терміном зберігання.

7. Розроблена технологія апробована у виробничих умовах ТОВ «Білоцерківський молочний комбінат» (с. Томилівка Київської області). Вона може бути впроваджена на зазначеному підприємстві без здійснення модернізації та реконструкції виробництва. На продукт розроблено НД (ТУ У – 10.5-02071062-001:2015 та ТІ). Економічний ефект від впровадження у виробництво розробленої технології м'яких сирів з пробіотичними властивостями складає 307,29 грн/т.

8. Медико-біологічними дослідженнями цільового продукту доведено, що вироблений за розробленою інноваційною технологією м'який сир доброякісний, володіє підвищеною засвоюваністю, сприяє нормалізації мікрофлори шлунково-кишкового тракту та може бути рекомендований до вживання всім категоріям населення в якості пробіотичного продукту.

Список опублікованих праць за темою дисертації:

1. Скрипніченко, Д. М. Обґрунтування раціонального вмісту молокозсідального ферменту СНУ-МАХ у виробництві м'яких пробіотичних сирів [Текст] / Д. М. Скрипніченко, Н. А. Ткаченко // Харчова наука і технологія. – 2014. – № 2(27). – С. 24-29.

2. Скрипніченко, Д.М. Визначення протеолітичної активності заквашувальних композицій для виробництва м'яких пробіотичних сирів [Текст] / Д.М. Скрипніченко // Харчова наука і технологія. – 2015. – № 2. – С. 34–38.

3. Ткаченко, Н.А. Обґрунтування параметрів ферментації молочної основи для виробництва м'яких пробіотичних сирів [Текст] / Н.А. Ткаченко, Д.М. Скрипніченко // Науковий вісник ЛНУВМтаБ ім. С.З. Гжицького. – 2015. – № 1(61). – С. 107–116.

4. Ткаченко, Н.А. Параметри визрівання білкової маси у технології м'яких пробіотичних сирів [Текст] / Н.А. Ткаченко, Д.М. Скрипніченко // Продовольча індустрія АПК. – 2015. – № 6. – С. 10–15.

5. Скрипніченко, Д.М. Обґрунтування параметрів зберігання м'яких сирів з пробіотичними властивостями [Текст] / Д.М. Скрипніченко, Н.А. Ткаченко // Технологічний аудит і резерви виробництва. – 2016. – № 1/1(27). – С. 76–81.

6. Ткаченко, Н.А. Інноваційна технологія виробництва м'яких сирів з пробіотичними властивостями [Текст] / Н.А. Ткаченко, Д.М. Скрипніченко // Восточно-Европейский Научный Журнал. – Польша. – 2016. – № 2. – С. 99–107.

7. Дидух, Н.А. Обоснование рациональной концентрации кальция хлорида в технологии мягких сыров с пробиотическими свойствами [Текст] / Н.А. Дидух, Д.М. Скрипніченко // Университетская наука – региону: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, секция: инновационные направления в пищевых технологиях, 9-10 апреля 2013 г. – Пятигорск, 2013 – С. 96-103.

8. Скрипніченко, Д.М. Функціональні продукти – основа здорового харчування [Текст] / Д.М. Скрипніченко // VI Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених та студентів з міжнародною участю “Проблеми формування здорового способу життя у молоді», 5-6 листопада 2013 р. – Одеса. – ОНАХТ. – 2013. – С. 48.

9. Ткаченко, Н.А. Взаимодействие бифидо- и лактобактерий при производстве мягких пробиотических сыров [Текст] / Н. А. Ткаченко, Д. М. Скрипниченко // Международная научная конференция «Пищевые инновации и биотехнологии», 29 апреля 2014 г. – Кемерово, 2014 – С. 190-192.

10. Скрипниченко, Д.М. Обоснование режима тепловой обработки молока при производстве мягких пробиотических сыров [Текст] / Д.М. Скрипниченко, Н.И. Кутас, В.А. Попов // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. IX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов, Могилев, 24-25 апр. 2014 г.: в 2 ч. Ч.1 / УО МГУП. – Могилев, 2014. – С. 226 ISBN 985-476-293-9.

11. Скрипніченко, Д.М. М'який сичужний сир з пробіотичними властивостями [Текст] / Д.М. Скрипніченко // VII Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів з міжнародною участю “Проблеми формування здорового способу життя у молоді», 4-5 листопада 2014 р. – Одеса. – ОНАХТ. – 2014. – С. 155-156.

12. Ткаченко, Н.А. Дослідження впливу натурального молокозсідального ферменту на тривалість зсідання молока й синергетичні властивості сичужних згустків у виробництві м'яких пробіотичних сирів [Текст] / Н.А. Ткаченко, Д.М. Скрипніченко // 80 міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів – «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті», 10-11 квітня, 2014 р. – Київ: НУХТ. – С. 513-514.

13. Скрипніченко, Д.М. Визначення параметрів визрівання білкової маси у технології м'яких сирів з пробіотичними властивостями [Текст] / Д.М. Скрипніченко // VIII Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів з міжнародною участю “Проблеми формування здорового способу життя у молоді», 10-11 листопада 2015 р. – Одеса. – ОНАХТ. – 2015. – С. 231-232.

14. Скрипніченко, Д.М. Підбір заквашувальних композицій для виробництва м'якого пробіотичного сиру [Текст] / Д.М. Скрипніченко // Збірник тез доповідей 75 Наукової конференції викладачів академії», 20-24 квітня 2015 р. – О.: ОНАХТ, 2015. – С. 117-119.

15. Скрипніченко, Д.М. Технологічні основи виробництва м'яких сирів з пробіотичними властивостями [Текст] / Д.М. Скрипніченко, Н.А. Ткаченко // Збірник тез доповідей 76 Наукової конференції викладачів академії», 18-22 квітня 2016 р. – О.: ОНАХТ, 2016. – С. 81-83.

16. Скрипниченко, Д.М. Химический состав и показатели качества мягких сыров с пробиотическими свойствами [Текст] / Д.М. Скрипниченко, В.А. Дергачёва // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. X Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов, Могилев, 28-29 апр. 2016 г., Могилёв / УО МГУП. – Могилев, 2016. – С. 206 ISBN 978-985-6985-60-0.

Особистий внесок автора:

- 1) проведення літературного пошуку, розробка методології досліджень, участь у дослідженнях, узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації (поз. 1, 3–6);
- 2) організація та участь у експериментальних дослідженнях, корегування методик експериментів, обробка даних і підготовка їх до друку (поз. 7, 9–10, 12, 15–16).

АНОТАЦІЯ

Скрипніченко Д.М. Розробка технології м'якого сиру з пробіотичними властивостями. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.04 – технологія м'ясних, молочних продуктів і продуктів з гідробіонів. – Одеська національна академія харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Одеса, 2016.

Дисертаційна робота присвячена науковому обґрунтуванню і розробці інноваційної технології м'якого сиру з пробіотичними властивостями.

Науково обґрунтовано склад заквашувальних композицій для виробництва м'яких пробіотичних сирів з використанням змішаних культур (монокультур) лактобактерій та монокультур адаптованих до молока біфідобактерій, у складі наступних заквасок: *FD DVS La-5*, *FD DVS Bb-12*, *FD DVS CHN-19* та *FD DVS L.helveticus* у присутності фруктози як біфідогенного фактора.

Доведено доцільність використання високотемпературного режиму теплового оброблення нормалізованої суміші та визначено масові частки молокозсідальних інгредієнтів для виробництва м'яких сирів з пробіотичними властивостями з метою підвищення виходу м'яких сирів і отримання безпечних цільових продуктів з високою біологічною цінністю.

Обґрунтовано доцільність застосування ультрафільтрації при реалізації розробленої інноваційної технології м'яких пробіотичних сирів з метою забезпечення підвищеного виходу, високої біологічної цінності продукту, подовження терміну зберігання та зменшення витрат молокозсідальних інгредієнтів.

Розроблено рецептури, технологію і нормативну документацію на виробництво м'якого сиру з пробіотичними властивостями, проведено промислову апробацію розробленої технології. Експериментально доведено можливість виробництва розробленого пробіотичного м'якого сиру без здійснення модернізації і реконструкції діючого підприємства ТОВ «Білоцерківський молочний комбінат».

Медико-біологічними дослідженнями доведено доцільність та перспективність використання розробленого продукту, як такого, що здійснює пробіотичний вплив і має підвищену засвоюваність.

Ключові слова: м'який сир, біфідобактерії, лактобактерії, технологія, пастеризація, ультрафільтрація, ретентат, пермеат, визрівання, зберігання.

АННОТАЦИЯ

Скрипниченко Д.М. Разработка технологии мягкого сыра с пробиотическими свойствами. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.04 – технология мясных, молочных продуктов и продуктов из гидробионтов. – Одесская национальная академия пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Одесса, 2016.

Диссертация посвящена научному обоснованию и разработке технологии мягкого сыра с пробиотическими свойствами с использованием заквасочных композиций из бифидо- и лактобактерий.

На основании исследований протеолитической активности заквасок лактобактерий непосредственного внесения и адаптированных к молоку монокультур бифидобактерий разработан состав заквасочных композиций из монокультур/смешанных культур лактобактерий и монокультур бифидобактерий с повышенными пробиотическими и протеолитическими свойствами, а именно:

– заквасочная композиция 1 – *FD DVS La-5* + *FD DVS Bb-12* в соотношении 1:10; исходная концентрация монокультур *L. acidophilus La-5* и монокультур *B. animalis Bb-12* при инокуляции – $1 \cdot 10^5$ и $1 \cdot 10^6$ КОЕ/см³ соответственно;

– заквасочная композиция 2 – *FD DVS CHN-19* + *FD DVS L. helveticus* + *FD DVS Bb-12* в соотношении 1:1:1, исходная концентрация смешанных культур *Lactococcus lactis ssp. lactis*, *Lactococcus lactis ssp. cremoris*, *Leuconostoc mesenteroides ssp. cremoris*, *Lactococcus lactis ssp. diacetylactis* при инокуляции – $1 \cdot 10^6$ КОЕ/см³, монокультур *L. helveticus* и монокультур *B. animalis Bb-12* – $1 \cdot 10^6$ и $1 \cdot 10^6$ КОЕ/см³ соответственно;

– заквасочная композиция 3 – *FD DVS CHN-19+FD DVS L. helveticus+FD DVS La-5* в соотношении 10:10:1, исходная концентрация смешанных культур (3К) *Lactococcus lactis ssp. lactis*, *Lactococcus lactis ssp. cremoris*, *Leuconostoc mesenteroides ssp. cremoris*, *Lactococcus lactis ssp. diacetylactis* при инокуляции – $1 \cdot 10^6$ КОЕ/см³, монокультур *L. helveticus* и монокультур *L. acidophilus La-5* – $1 \cdot 10^6$ и $1 \cdot 10^5$ КОЕ/см³ соответственно.

Обоснованы рациональные концентрации молокосвёртывающих ингредиентов – кальций хлорида – 45 г на 100 кг в виде 40 %-ого водного раствора и молокосвёртывающего фермента *CHY-MAX Extra 600 IMCU* – 2,2 см³ на 100 кг молока для восстановления сыропригодности молока после пастеризации.

Научно обоснована целесообразность использования высокотемпературного режима тепловой обработки нормализованной смеси (температура (85±1) °С с выдержкой (2...3) мин) при производстве мягких сыров с пробиотическими свойствами с целью повышения выхода мягких сыров и получения безопасных продуктов с высокой биологической ценностью за счет перехода в продукт сывороточных белков.

Обоснована целесообразность использования ультрафильтрации при реализации разработанной инновационной технологии мягких сыров с пробиотическими свойствами с целью обеспечения повышенного выхода продукта, повышенной биологической ценности и увеличения продолжительности хранения.

Обоснованы параметры ферментации ретентата в технологи мягких пробиотических сыров – при использовании заквасочной композиции *FD DVS La-5+FD DVS Bb-12*: температура – (37...38) °С, продолжительность – (19,75±0,25) часов; при использовании заквасочных композиций *FD DVS CHN-19+FD DVS L. helveticus+FD DVS Bb-12* и *FD DVS CHN-19+FD DVS L. helveticus+FD DVS La-5*: температура – (37...38) °С, продолжительность – (7,75±0,25) часов; параметры созревания мягких пробиотических сыров: температура – (11...13) °С, относительная влажность (80...85) %, продолжительность – 20 суток.

Установлены режимы хранения продукта: $t = (2...6)$ °С, предельный срок – не более 60 суток. Доказано, что разработанные образцы мягких сыров могут быть отнесены к категории ферментированных молочных продуктов с пробиотическими свойствами, так как количество жизнеспособных клеток пробиотических культур (МК *B. animalis Bb-12* и МК *L. acidophilus La-5*) на протяжении рекомендованного срока хранения превышает требования нормативных документов (не менее $1 \cdot 10^6$ и $1 \cdot 10^7$ КОЕ/г для бифидобактерий и лактобацилл соответственно).

Разработаны рецептуры, технология и нормативная документация на производство мягких сыров с пробиотическими свойствами (ТУ У 10.5-02071062-001:2015 и ТИ).

Проведена промышленная апробация разработанной технологии на ООО «Белоцерковский молочный комбинат» (с. Томиловка, Киевская обл., Украина). Экспериментально доказана возможность производства разработанных мягких сыров с пробиотическими свойствами без осуществления модернизации и реконструкции действующего предприятия.

Медико-биологическими исследованиями мягких пробиотических сыров, проведенными на базе Одесского института глазных заболеваний и тканевой тера-

пии им. В.П. Филатова АМН Украины, доказана целесообразность и перспективность использования разработанных сыров как продуктов, способствующих нормализации микрофлоры желудочно-кишечного тракта, обладающих повышенной усвояемостью и пробиотическим воздействием на организм.

Рассчитана полная себестоимость 1 тонны мягких пробиотических сыров (94790,74...96243,82 грн.) и экономическая эффективность их производства, которая составляет 307,29 грн. на 1 тонну.

Ключевые слова: мягкий сыр, бифидобактерии, лактобактерии, технология, пастеризация, ультрафильтрация, ретентат, пермеат, созревание, хранение.

ANNOTATION

D.M. Skrypnichenko. The development of technology for soft cheese with probiotic properties. – Handwriting.

The dissertation aims to the degree of candidate of technical sciences, specialty 05.18.04 – Technology for meat, Dairy Products and Hydrobionits Products – Odessa National Academy of Food Technologies of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Odessa, 2016.

The dissertation is devoted to the scientific substantiation and to the development of innovative technology for soft cheese with probiotic properties.

The compound of leaven's compositions for the production of soft probiotic cheeses with a usage of mixed cultures (monocultures) of lactobacillus and monocultures adapted to bifidobacterium milk, consisting of the following leavens: *FD DVS La-5*, *FD DVS Bb-12*, *FD DVS CHN-19* та *FD DVS L.helveticus* with fructose as a bifidogenic factor was scientifically substantiated.

It was proved that a high-temperature regime for the heat processing of a normalized mixture is very expedient. Mass fractions of milk-clotting ingredients for the production of soft cheese with probiotic properties were determined with the aim to increase an output of soft cheese and to get safe targeted products with a high biological value.

The expediency of ultrafiltration using during an implementation of the developed innovative technology of probiotic soft cheese was proved so to ensure an increased output, a high biological value of the product, an extension of shelf life and a decline of milk-clotting ingredients' costs.

Formulations, technology and regulatory documentation for the production of soft cheese with probiotic properties were worked out; an industrial approbation of the developed technology was made. It was experimentally proved that this probiotic soft cheese can be produced without modernization and reconstruction of the existing enterprise LLC "Bila Tserkva milk factory".

The expediency and perspectives of the developed product's usage for a probiotic effect and a high digestibility was proved due to biomedical research.

Keywords: soft cheese, bifidobacteria, lactobacilli, technology, pasteurization, ultrafiltration, retentat, permeate, ripening, storage.

