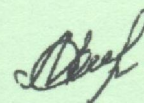


Автореферат

Л 22

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЛАНЖЕНКО ЛЮБОВ ОЛЕКСАНДРІВНА



УДК 637.354 : 613.292 : [579.864 + 579.873.1] : 001.892

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ТВЕРДОГО СИРУ  
ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

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.

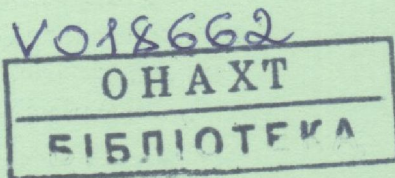
**Офіційні опоненти:** – доктор технічних наук, професор,  
**Поліщук Галина Євгенівна**,  
Національний університет харчових технологій,  
кафедра технології молока і молочних продуктів,  
завідувач кафедри;

ОНАХТ Автореф  
Розробка технології



v018662

доктор сільськогосподарських наук, професор  
**Цісарик Орися Йосипівна**,  
Львівський національний університет  
ветеринарної медицини та біотехнологій ім.  
С.З. Гжицького, кафедра технології молока і  
молочних продуктів, завідувач кафедри.



Захист відбудеться *13 квітня 2016 року о 10<sup>30</sup> годині* на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 41.088.02 Одеської національної академії харчових технологій (вул. Канатна, 112) в ауд. А – 234.

Дисертація зберігається в бібліотеці Одеської національної академії харчових технологій за адресою: вул. Канатна, 112.

Вчений секретар

Г.В. Крусір

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Останні десятиріччя в Україні відзначені сталою тенденцією до погіршення здоров'я населення. Значна кількість захворювань українців супроводжується дисбактеріозом – порушенням нормальної кишкової мікрофлори. Для профілактики та лікування дисбактеріозу найчастіше використовують пробіотики – біопрепарати із нормальної мікрофлори кишківника організму людини. Основними пробіотиками є біфідобактерії (ББ) та лактобактерії (ЛБ).

ББ і ЛБ, що використовують в технологіях функціональних молочних продуктів (ФМП), володіють широким спектром біологічних і біотехнологічних властивостей, які здійснюють оздоровчий вплив на організм споживача і забезпечують певні органолептичні і технологічні параметри готових продуктів. Правильний вибір культур для виробництва того чи іншого функціонального молочного продукту забезпечує отримання продукту певного типу з характерними і нормованими показниками якості і прогнозованими функціональними властивостями.

Ринок молочних продуктів з ББ, в основному, представлений кисломолочними напоями функціонального призначення. Тверді сири (ТС) з пробіотичними бактеріями на ринку України, країн СНД та Євросоюзу не представлені.

В Україні основу асортименту сирів складають ТС, які пресують, з низькою температурою другого нагрівання. Виробництво таких сирів характеризується невисоким виходом за рахунок високого вмісту вологи, повільним оборотом капіталу у зв'язку з тривалими термінами визрівання, високою рентабельністю продукту за рахунок високої собівартості.

Використання у виробництві білкових молочних продуктів симбіотичних заквашувальних композицій (ЗК), які поряд з певними ЛБ містять монокультури (МК) або змішані культури пробіотичних штамів ББ, дозволяє отримати незамінний з точки зору сучасної дієтології продукт харчування з високими пробіотичними, оздоровчими та завданими спеціальними властивостями.

При розробленні та удосконаленні існуючих технологій твердих сирів нового покоління вирішальну роль відіграють усі етапи виробництва, починаючи з відбору сировини, підготовки нормалізованої суміші до зсідання, отримання сичужного згустку, оброблення сичужного згустку та сирного зерна до самопресування та пресування, соління і визрівання сиру.

Отже, одним з напрямків досліджень в молочній промисловості є розроблення науково обґрунтованих ТС, які пресують, в яких використовують пробіотичні культури ББ і ЛБ в якості симбіотичних заквашувальних композицій.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, темами, планами.** Дисертаційна робота виконувалась у відповідності з тематикою держбюджетних досліджень кафедри технології молока, жирів і парфумерно-косметичних засобів Одеської національної академії харчових технологій 1/08 – ТМ та СХП «Розробка технологій пробіотичних молочних продуктів з подовженим терміном зберігання» (№ держреєстрації 0108U004432).

**Мета та завдання дослідження.** Метою дисертаційної роботи стала розробка науково обґрунтованої технології біфідовмісного твердого сиру, який пресують, з низькою температурою другого нагрівання і підвищеним рівнем молочнокислого бродіння.

Для досягнення поставленої мети вирішували наступні завдання:

1. Проаналізувати принципову технологічну схему виробництва твердих сирів з низькою температурою другого нагрівання з метою визначення технологічних операцій, які потребують змін або удосконалення.
2. Обґрунтувати склад заквашувальних композицій зі змішаних культур лактобактерій та монокультур/змішаних культур біфідобактерій для виробництва біфідовмісних твердих сирів, які пресують.
3. Довести доцільність використання високотемпературного теплового оброблення молока у виробництві твердих сирів, які пресують, функціонального призначення та визначити вплив високотемпературного теплового оброблення та заквашувальних композицій з лакто- та біфідобактерій на якісний склад твердого сиру функціонального призначення, сироватки та вихід готового продукту.
4. Обґрунтувати технологічні параметри оброблення сичужного згустку та сирного зерна у виробництві твердих сирів функціонального призначення.
5. Визначити раціональні технологічні параметри процесів самопресування, пресування та соління біфідовмісних твердих сирів.
6. Розробити рекомендації щодо параметрів визрівання та зберігання твердих сирів функціонального призначення.
7. Розрахувати рецептури, розробити технологію та нормативну документацію на виробництво твердих сирів, які пресують, функціонального призначення з низькою температурою другого нагрівання та підвищеним рівнем молочнокислого бродіння.
8. Провести промислову апробацію розробленої технології твердих сирів, які пресують, функціонального призначення з низькою температурою другого нагрівання та підвищеним рівнем молочнокислого бродіння.
9. Дослідити показники якості розроблених твердих сирів, які пресують, функціонального призначення з низькою температурою другого нагрівання та підвищеним рівнем молочнокислого бродіння та провести медико-біологічні дослідження цільового продукту.

*Об'єкт дослідження* – технологічний процес виробництва твердого сиру, який пресують, функціонального призначення з низькою температурою другого нагрівання та підвищеним рівнем молочнокислого бродіння.

*Предмет дослідження* – заквашувальні композиції зі змішаних культур лактобактерій та монокультур/змішаних культур біфідобактерій для виробництва твердого сиру, який пресують, функціонального призначення; нормалізовані пастеризовані молочні суміші, сичужні згустки, сирне зерно, сирна сироватка, ТС, який пресують, функціонального призначення з низькою температурою другого нагрівання та підвищеним рівнем молочнокислого бродіння.

*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 одержаних результатів.** Вперше:

– визначено та обґрунтовано склад заквашувальних композицій зі змішаних культур лактобактерій у складі закваски *FD DVS DCC-250* та монокультур/змішаних культур біфідобактерій у складі заквасок *FD DVS Bb-12* та *Lyobac 3 BIFIDI* у присутності фруктози як біфідогенного фактора для виробництва твердих сирів функціонального призначення.

– науково обґрунтовано доцільність використання високотемпературного режиму теплового оброблення нормалізованої суміші при виробництві твердих сирів функціонального призначення з метою підвищення ефективності пастеризації, виходу готового продукту і біологічної цінності цільового продукту.

– встановлено і науково обґрунтовано скорочення тривалості визрівання твердого сиру функціонального призначення за рахунок введення біфідобактерій до складу заквашувальних композицій для виробництва цільового продукту.

Розвинуто методологічні засади щодо впливу складу заквашувальних композицій, режимів теплового оброблення нормалізованої суміші на параметри технологічного процесу при виробництві твердих сирів, які пресують, функціонального призначення з низькою температурою другого нагрівання та підвищеним рівнем молочнокислого бродіння (параметри зсідання молока, оброблення згустку та сирного зерна, формування, самопресування, пресування, соління та визрівання сиру).

Новизна технічних рішень, які містяться в роботі, підтверджуються деклараційними патентами України на корисну модель № 61051 «Спосіб виробництва твердого сичужного пресованого сиру функціонального призначення» та на винахід № 96105 «Спосіб виробництва твердого сичужного пресованого сиру функціонального призначення».

**Практичне значення одержаних результатів.** На основі теоретичних і експериментальних досліджень розроблені та науково обґрунтовані рецептура і технологія твердого сиру, який пресують, функціонального призначення з низькою температурою другого нагрівання та підвищеним рівнем молочнокислого бродіння; визначені основні технологічні параметри (режими зсідання молока, оброблення згустку та сирного зерна, формування, самопресування, пресування, соління, визрівання та зберігання твердого сиру), які забезпечують отримання високоякісної готової продукції з високою харчовою, біологічною цінністю та пробіотичними властивостями.

На основі отриманих даних розроблена нормативна документація (ТУ У 10.5-02071062-002:2011 та П) на виробництво твердого сиру функціонального призначення. Розроблену технологію твердого сиру, який пресують, функціонального призначення апробовано на ТОВ «Агроком» м. Ананьїв Одеської області.

Результати роботи можуть бути запропоновані до впровадження на будь-якому сироробному підприємстві та при викладанні дисциплін «Інноваційні технології молочних продуктів», «Технологія молочних і молоковмісних продуктів. Розділ «Технологія сиру» та ін.

**Особистий внесок здобувача.** Експериментальні дослідження за темою дисертаційної роботи, збір 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, оформлення патентів на корисну модель та винахід, промислова апробація технології 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: VI-й і VIII-й Міжнародних наукових конференціях студентів и аспірантів «Техника и технология пищевых производств» (Могилів, 2008, 2010 рр.); 74-й конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (Київ, 2008 р.); VII-й Міжнародной науково-практической конференції «Инновационные технологии в пищевой промышленности» (Мінськ, 2008 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Питання технології та гігієни харчування» (Донецьк, 2008 р.); 69-й і 75-й наукових конференціях професорсько-викладацького складу ОНАХТ (Одеса, 2009, 2015 рр.); V-й міжнародній конференції «Харчові технології-2009» (Одеса, 2009 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції (Харків, 2010р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Харчові технології, хлібопродукти і комбікорми» (Одеса, 2015 р.).

**Публікації.** Матеріали дисертаційної роботи опубліковані у 22 наукових працях, зокрема – 8 публікацій у фахових виданнях України, 2 з яких – у виданнях України, що включені до міжнародних наукометричних баз, а також 1 патент України на винахід і 1 патент України на корисну модель, 1 стаття у науковому журналі, 2 – в збірниках наукових праць молодих учених, аспірантів та студентів, у тезах 9 доповідей наукових та науково-практичних конференцій.

**Структура та обсяг роботи.** Дисертація складається із вступу, 5-ти розділів, висновків, переліку використаних літературних джерел і 6 додатків. Дисертаційна робота викладена на 121 сторінках основного тексту, містить 33 рисунки (15 сторінок), 12 таблиць (8 сторінок), 6 додатків (31 сторінка). Список використаних літературних джерел включає 196 найменувань (20 сторінок).

### 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 «Основні тенденції розвитку функціонального харчування в Україні та світі» розглянуті фактори, які впливають на організм і здоров'я людини, основним серед яких є неправильне харчування; обґрунтовано значення харчування при дисбактеріозі; розглянуті основні компоненти, які

використовують для профілактики і лікування дисбактеріозу, проведено аналіз ринку продуктів з пробіотичними властивостями. На основі аналізу літературних та патентних джерел запропоновано симбіотичні комплекси молочнокислих мікроорганізмів з біфідобактеріями, які можна використовувати при виробництві біфідовмісних твердих сирів, які пресують, з низькою температурою другого нагрівання та підвищеним рівнем молочнокислого бродіння.

У другому розділі «Організація, методологія та методи проведення досліджень» викладено методологічні основи та етапи розробки технології твердого сиру функціонального призначення. Програма досліджень наведена на рис. 1.



Рис. 1. Програма досліджень.

Основна частина досліджень виконана в лабораторіях кафедри технології молока, жирів і парфумерно-косметичних засобів, кафедри біохімії, мікробіології

та фізіології харчування Одеської національної академії харчових технологій та у виробничих умовах ТОВ «Агроком» (м. Ананьїв), 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, біохімічні та структурно-механічні показники якості основної сировини, напівфабрикатів та готових продуктів, встановити зміни, які мають місце в ході технологічних процесів виробництва ТС функціонального призначення. Наведено мікробіологічні, фізичні, хімічні, біохімічні, технологічні, медико-біологічні та статистичні методи досліджень.

У третьому розділі «Обґрунтування складу заквашувальних композицій для виробництва твердих сирів, які пресують, функціонального призначення з низькою температурою другого нагрівання та підвищеним рівнем молочнокислого бродіння» було досліджено протеолітичну активність заквасок ЛБ безпосереднього внесення та адаптованих до молока МК ББ; здатності мікроорганізмів продукувати ароматичні речовини і вуглекислий газ, що дозволяє отримати готовий продукт із специфічними смаком і ароматом та правильним рисунком; обґрунтовано склад ЗК для виробництва ТС, які пресують, функціонального призначення.

Для дослідження наведених властивостей було обрано 8 заквасок ЛБ та 5 адаптованих до молока МК ББ. Протеолітичну активність заквасок ЛБ і адаптованих до молока МК ББ визначали за спеціальною методикою за сумою трьох вільних амінокислот: тирозину, триптофану та цистеїну у перерахунку на тирозин. Вміст тирозину у ферментованих згустках, отриманих з використанням заквасок ЛБ і адаптованих до молока МК ББ, наведений на рис. 2 і 3, відповідно.

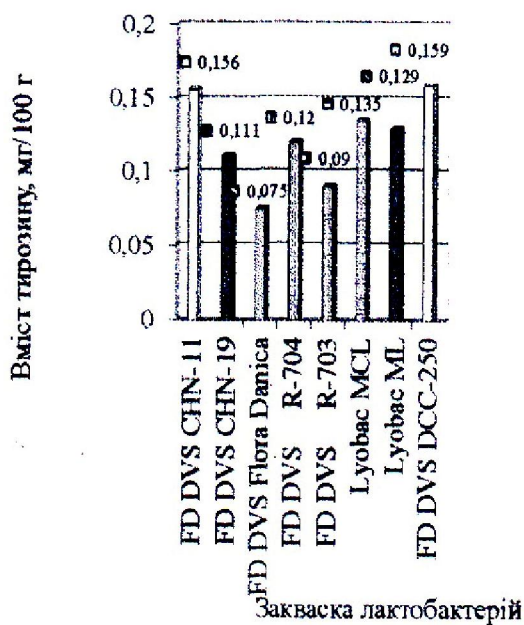


Рис. 2 Вміст тирозину (мг/100 г) у згустках, отриманих ферментацією молока заквасками ЛБ безпосереднього внесення.

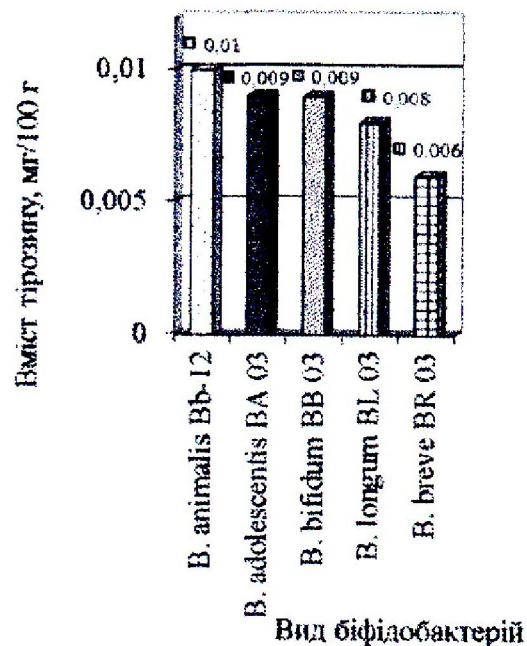


Рис. 3 Вміст тирозину (мг/100 г) у згустках, отриманих ферментацією молока адаптованими МК ББ.

Отримані результати свідчать, що при виробництві твердого сиру функціонального призначення доцільно використовувати закваски ЛБ *FD DVS DCC-250*, *FD DVS CH-N 11* та МК біфідобактерій *B. animalis Bb-12*, *B. adolescentis BA 03*, *B. bifidum BB 03*, *B. longum BL 03*.

Попередніми дослідженнями, проведеними на кафедрі ТМЖ і ПКЗ встановлене раціональне співвідношення між змішаними культурами *L. lactis* та МК (змішаними культурами) ББ, яке складає 1:10 при вихідній концентрації ЛБ і ББ у молоці  $1 \cdot 10^5$  та  $1 \cdot 10^6$  КУО/см<sup>3</sup>, відповідно. З огляду на зазначений факт, було складено чотири ЗК з використанням заквасок *DVS* з максимальними протеолітичними властивостями: *FD DVS CH-N 11* (або *FD DVS DCC-250*) + МК *B. animalis Bb-12* у складі закваски *FD DVS Bb-12*; *FD DVS CH-N 11* (або *FD DVS DCC-250*) + змішані культури *B. bifidum BB 03* + *B. longum BL 03* + *B. adolescentis BA 03* у складі закваски *Liobac 3 BIFIDI*.

Результати визначення протеолітичної активності складених ЗК зі змішаних культур ЛБ та ББ наведені на рис. 4.



Рис. 4 Вміст тирозину (мг/100 г) у згустках, отриманих ферментацією молока заквашувальними композиціями зі змішаних культур лакто- та біфідобактерій: □ - *FD DVS CH-N 11* + *FD DVS Bb-12*; ▣ - *FD DVS CH-N 11* + *Liobac 3 BIFIDI*; ▤ - *FD DVS DCC 250* + *FD DVS Bb-12*; ▥ - *FD DVS DCC 250* + *Liobac 3 BIFIDI*.

активність окремо взятих заквасок. Зважаючи на результати отриманих даних, при виробництві біфідовмісних ТС слід віддавати перевагу у заквасок *FD DVS DCC 250* + *FD DVS Bb-12*.

Наступним етапом досліджень стало визначення здатності мікроорганізмів заквасок ЛБ і МК ББ до продукування ароматичних речовин (діацетилу та ацетоїну), які забезпечують певні органолептичні показники готових сирів. Найбільшу кількість ацетоїну та діацетилу продукують мікроорганізми закваски *FD DVS DCC-250* (21,4 та 20,9 мг/100 г відповідно), що забезпечить гарний аромат цільового продукту. При дослідженні згустків, ферментованих біфідобактеріями, найбільший вміст ароматичних речовин виявлено у згустках, ферментованих *B. bifidum BB 03* та *B. animalis Bb-12* (ацетоїну та діацетилу – 3,8 і 3,7 мг/100 г та 3,5 і 3,4 мг/100 г відповідно), але це у 5,5-5,8 раз менше від кількості ароматизуючих речовин, які накопичують

Спільне використання у складі ЗК для виробництва білкових молочних продуктів функціонального змішаних культур ЛБ та ББ сприяє синергізму їх протеолітичних властивостей (рис. 4). Так, при спільному використанні заквасок *FD DVS CH-N 11* і *Liobac 3 BIFIDI* протеолітична активність цієї заквашувальної композиції на 57,4 % перевищує сумарну протеолітичну активність окремо взятих заквасок; при спільному використанні заквасок *FD DVS DCC 250* і *FD DVS Bb-12* протеолітична активність цієї заквашувальної композиції на 87,6 % перевищує сумарну протеолітичну

лактобактерії.

Мікрофлора заквашувальної композиції *FD DVS CH-N 11 + FD DVS Bb-12* накопичує на 36,2 та 29,3 %, ацетоїну та діацетилу відповідно більше, ніж сумарна кількість ароматутворюючих речовин, накопичених мікроорганізмами заквасок поодиночі. Мікроорганізми ЗК *FD DVS CH-N 11 + Lyobac 3 BIFIDI* показали ріст вмісту ацетоїну та діацетилу на 31,1 та 23,6 %, відповідно.

У згустках, ферментованих заквашувальною композицією *FD DVS DCC-250 + FD DVS Bb-12* вміст ацетоїну та діацетилу виріс на 44,6 та 37,4 %; а у ферментованих комплексом *FD DVS DCC-250 + Lyobac 3 BIFIDI* – на 42,3 та 31,8 %, відповідно. Отже, при виробництві ТС функціонального призначення доцільно використовувати ЗК *FD DVS DCC-250 + FD DVS Bb-12*.

За результатами досліджень здатності мікроорганізмами накопичувати вуглекислий газ для виробництва ТС функціонального призначення доцільно використовувати закваску ЛБ *FD DVS DCC-250* (висота стовпчика CO<sub>2</sub> максимальна – 19 мм) і закваску *FD DVS Bb-12* (висота стовпчика CO<sub>2</sub> – 6 мм) та закваску *Liobac 3 BIFIDI* (висота стовпчика CO<sub>2</sub> – 6, 13, 7 мм відповідно, накопиченого *B. adolescentis* BA 03, *B. bifidum* BB 03, *B. longum* BL 03).

У четвертому розділі «Розроблення параметрів технологічного процесу, рецептур та технології твердих сирів, які пресують, функціонального призначення з низькою температурою другого нагрівання та підвищеним рівнем молочнокислого бродіння» обґрунтовано режими теплового оброблення нормалізованої суміші, охолодження до температури зсідання, підготування до сичужного зсідання, зсідання, оброблення сичужного згустку та сирного зерна, самопресування та пресування, соління і визрівання сиру.

Для розроблення технологічних параметрів виробництва ТС, який пресують, функціонального призначення була проаналізована принципова технологічна схема виробництва ТС, які пресують, з низькою температурою другого нагрівання та підвищеним рівнем молочнокислого бродіння.

Для обґрунтування параметрів теплового оброблення нормалізованої суміші дослідили ефективність її пастеризації, вплив режимів пастеризації на синеретичні властивості згустків, вихід готового продукту та якісний склад сироватки. Для досліджень було обрано 1 контрольний та 4 дослідні режими:

- контрольний – температура 72±1 °С, витримка 20 с;
- 1 дослідний – температура 80±1 °С, витримка 20 с;
- 2 дослідний – температура 80±1 °С, витримка 5 хв;
- 3 дослідний – температура 90±1 °С, витримка 20 с;
- 4 дослідний – температура 90±1 °С, витримка 5 хв.

У результаті досліджень впливу режиму теплового оброблення молока раціональним режимом пастеризації був обраний – 85±5 °С з витримкою 20...25 сек, який забезпечує ефективність процесу 99,99 %, вихід готового продукту – 13,5 %, мінімальний вміст білків і жиру у сироватці (0,4 % і 0,35 % відповідно) і підвищення біологічної цінності цільового продукту з рахунок залучення до його складу сироваткових білків.

На наступному етапі досліджень визначали параметри оброблення сичужного згустку та сирного зерна у процесі виробництва ТС функціонального призначення.

Нормалізацію молока за масовою часткою жиру при виробництві ТС, який пресують, функціонального призначення проводили змішуванням незбираного та знежиреного молока з урахуванням масової частки білка молока. При нормалізації вносили фруктозу як стимулятор росту ББ у кількості 0,1 % від маси нормалізованого молока.

Теплове оброблення суміші проводили при температурі  $85 \pm 5$  °С з витримкою 20...25 сек. Пастеризовану суміш охолоджували до температури зсідання –  $(37 \pm 1)$  °С.

За результатами досліджень були встановлені параметри оброблення сичужного згустку та сирного зерна при виробництві ТС функціонального призначення: температура зсідання  $37 \pm 1$  °С, тривалість –  $30 \pm 1$  хв; температура становлення сирного зерна  $37 \pm 1$  °С, тривалість –  $40 \pm 1$  хв; температура другого нагрівання –  $47 \pm 1$  °С; температура обсушування сирного зерна –  $47 \pm 1$  °С, тривалість – 50...60 хв. Для інтенсифікації відділення сироватки розмір зерна становив 5...6 мм.

Після обсушування сирного зерна проводили часткове соління сиру у зерні: вносили сіль «Екстра» у кількості  $(250 \pm 50)$  г на 100 кг суміші, що забезпечувало масову частку кухонної солі у сирах  $(0,60 \pm 0,05)$  %. Досолювання сирів здійснювали у розсолі з масовою часткою  $NaCl$   $(20 \pm 2)$  % при температурі  $(10 \pm 2)$  °С.

Формування ТС, який пресують, функціонального призначення рекомендовано проводити з пласта для забезпечення розвинутого рисунку з овальних вічок. самопресування здійснювати при температурі 18...20 °С протягом  $55 \pm 5$  хв, пресування – при тиску 1,3...2,5 кг/см<sup>2</sup> та температурі 18...20 °С протягом 1,5...2,0 год до досягнення вмісту вологи 44...46 %.

При солінні твердого біфідовмісного сиру визначали масову частку солі (рис. 5, а, б) та концентрацію життєздатних клітин ЛБ і ББ (для контрольного зразка – ЛБ – рис. 6) у верхньому, середньому та центральному шарах сирів.

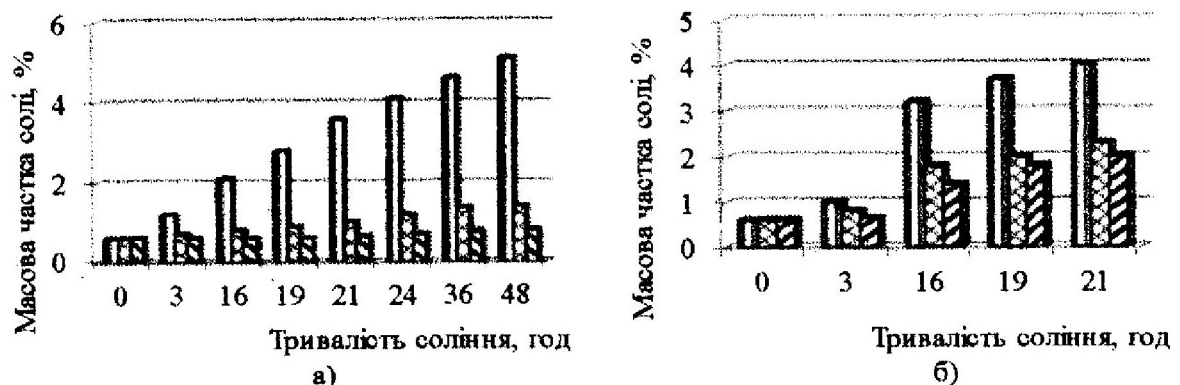


Рис. 5 Залежність масової частки солі від тривалості соління у контрольному (а) та дослідному (б) зразках твердих сичужних сирів: – зовнішній шар; – середній шар; – центральний шар

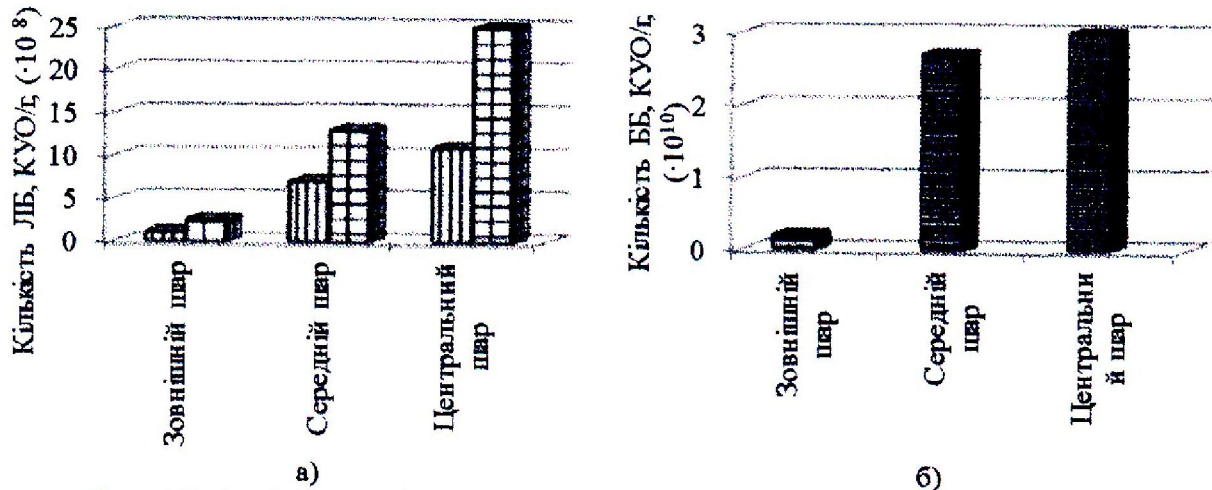





Рис. 6 Вміст ЛБ у дослідному та контрольному зразках сирів (а) та ББ у дослідному зразку сиру (б) в процесі соління у зовнішньому, середньому та центральному шарах:  – ЛБ дослідний зразок;  – ЛБ контрольний зразок;  – ББ дослідний зразок

Нормований вміст солі (2,0...2,5 %) у експериментальному зразку сиру досягається через 15 год соління (рис. 5). Після процесу соління у сирній масі залишається висока концентрація ББ та ЛБ (рис. 6), що дозволяє отримати готовий продукт з високими пробіотичними властивостями: концентрація ББ складає  $(1,2...3,0) \cdot 10^{10}$  КУО/г, ЛБ –  $(0,01...0,10) \cdot 10^{10}$  КУО/г.

В результаті проведених досліджень були встановлені параметри соління ТС функціонального призначення: масова частка солі у розсолі  $(20 \pm 2)$  %, температура соління  $(10 \pm 2)$  °С, тривалість соління  $(15 \pm 1)$  год.

У процесі визрівання ТС функціонального призначення та контрольного зразка, вироблених у промислових умовах ТОВ «Агроком», контролювали зміни масової частки лактози, вмісту розчинного білкового та небілкового азоту, кількості ЛБ та ББ в 1 г продукту, а також органолептичних показників. Результати досліджень загальної кількості розчинного азоту, азоту розчинних небілкових сполук та азоту розчинних білкових сполук наведені на рис. 7.

Зрілим вважається ТС з підвищеним рівнем молочнокислого бродіння, у якому кількість азоту розчинних небілкових сполук становить 25...27 %. На 30-ту добу вміст азоту в дослідному зразку сиру становив  $24,5 \pm 0,1$  %, а отже можна рекомендувати скорочення тривалості визрівання твердого сичужного біфідовмісного сиру функціонального призначення до 30 діб (у 2 рази в порівнянні з контрольним зразком).

Кількість ЛБ у дослідному зразку на 30-ту добу визрівання становила  $1,1 \cdot 10^{10}$  КУО/г, ББ –  $1,9 \cdot 10^{12}$  КУО/г.

Дослідження органолептичних показників свідчать, що на 30-ту добу твердий біфідовмісний сир має характерні для даної групи сирів пружну консистенцію, рисунок, виражений смак та запах, тоді як на 40-ву добу сир набуває м'якої та водночас крихкої консистенції, кислуватий присмак, що свідчить про перезрілість сиру.

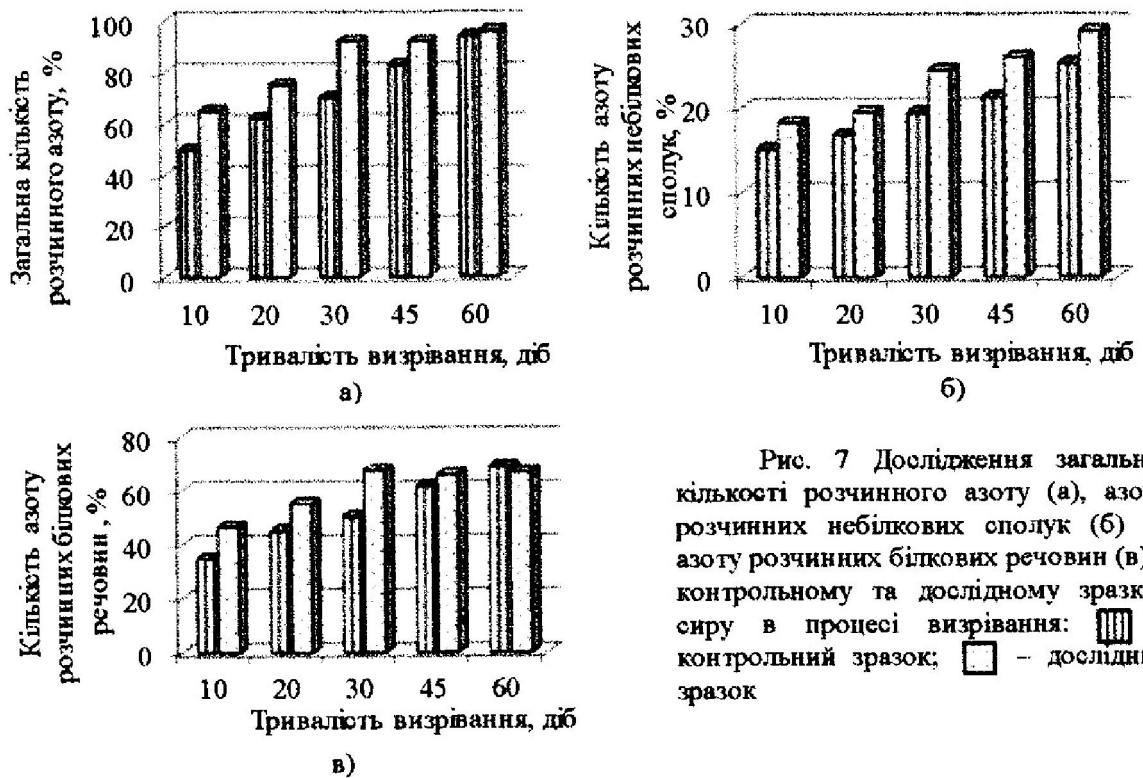


Рис. 7 Дослідження загальної кількості розчинного азоту (а), азоту розчинних небілкових сполук (б) та азоту розчинних білкових речовин (в) у контрольному та дослідному зразках сиру в процесі визрівання: – контрольний зразок; – дослідний зразок

Отже, для ТС функціонального призначення тривалість визрівання становить  $30 \pm 2$  дб при температурі  $12 \pm 2$  °C і відносній вологості повітря 80...85 %.

Дослідження процесу зберігання цільового продукту показали, що параметри зберігання для ТС, який пресують, функціонального призначення, з низькою температурою другого нагрівання та підвищеним рівнем молочнокислого бродіння аналогічні контрольному виду сиру: температура  $4 \pm 2$  °C, граничний термін – 90 дб.

У п'ятому розділі «Розрахунок рецептур та розробка технології твердих сирів, які пресують, з низькою температурою другого нагрівання та підвищеним рівнем молочнокислого бродіння функціонального призначення» наведено розроблену технологічну схему виробництва ТС функціонального призначення (рис. 8), рецептури на його виробництво, результати досліджень хімічного складу біфідовмісного ТС та медико-біологічні досліджень цільового продукту.

Розроблена технологія апробована у виробничих умовах ТОВ «Агроком». Була вироблена дослідна партія ТС функціонального призначення. В отриманих зразках були визначені показники якості після 30 дб визрівання та після 90 дб зберігання (табл. 1). Отримані результати досліджень показників якості готового продукту, виробленого у промислових умовах, корелюють з результатами лабораторних досліджень, що свідчить про правильність вибору технологічних параметрів виробництва ТС функціонального призначення.

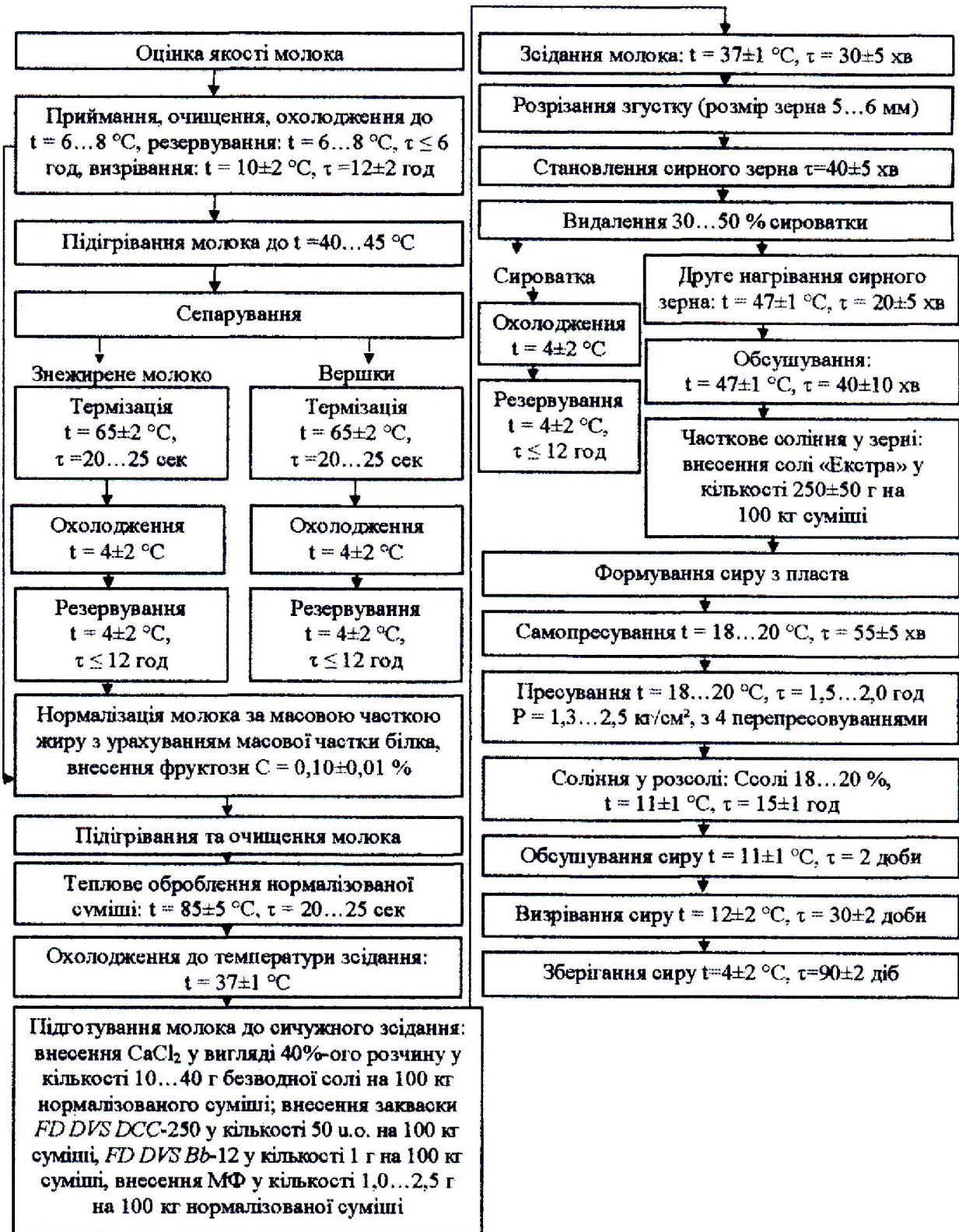


Рис. 8 Технологічна схема виробництва твердого сиру, який пресують, з низькою температурою другого нагрівання з підвищеним рівнем молочнокислого бродіння функціонального призначення

Таблиця 1

Фізико-хімічні та мікробіологічні показники твердого сиру функціонального призначення, виробленого у промислових умовах

Найменування показника	Значення показників для сиру	
	після 30 діб визрівання	після 90 діб зберігання
Масова частка жиру у сухій речовині, %	50,0±0,5	50,0±0,5
Масова частка вологи, %	44,0±2,0	42,0±3,0
Масова частка солі, %	1,8±0,2	1,8±0,2
Активна кислотність, од рН	5,2±0,1	5,1±0,1
Бактерії групи кишкових паличок у 0,1 см <sup>3</sup>	відсутні	відсутні
Кількість життєздатних клітин біфідобактерій в 1 г продукту, КУО	(1,9±0,1)·10 <sup>12</sup>	(7,0±0,2)·10 <sup>8</sup>
Кількість життєздатних клітин молочнокислих мікроорганізмів в 1 г продукту, КУО	(1,1±0,2)·10 <sup>10</sup>	(2,0±0,2)·10 <sup>7</sup>

Визначено економічну ефективність виробництва цільового продукту, яка складає 2450,04 грн на 1 тонну.

ТС функціонального призначення був використаний для проведення медико-біологічних досліджень. Отримані результати *in vivo* доводять, що розроблений твердий біфідовмісний сир володіє підви-

щеною засвоюваністю, нормалізує кишкову мікрофлору (табл. 2) і проявляє пробіотичну і гепапротекторну дію.

Таблиця 2

Динаміка індигенної мікрофлори кишківника при використанні харчових композицій до і після експерименту (n = 5)

Група	Статистичні показники	Тривалість експерименту					
		вихідні дані			через 21 добу		
<b>Біфідобактерії, КУО/г</b>							
		<10 <sup>7</sup>	10 <sup>7</sup>	10 <sup>8</sup>	<10 <sup>7</sup>	10 <sup>7</sup>	10 <sup>8</sup>
1	M/% p	2/40 >0,05	3/60 >0,05	- >0,05	2/40 >0,05	3/60 >0,05	- >0,05
2	M/% p	2/40 <0,05	2/40 <0,05	1/20 <0,05	1/20 <0,05	3/60 <0,05	1/20 <0,05
3	M/% p	2/40 <0,05	2/40 >0,05	1/20 >0,05	1/20 >0,05	2/40 >0,05	2/40 <0,05
<b>Лактобактерії, КУО/г</b>							
		<10 <sup>5</sup>	10 <sup>5</sup>	10 <sup>6</sup>	<10 <sup>5</sup>	10 <sup>5</sup>	10 <sup>6</sup>
1	M/% p	1/20 >0,05	3/60 >0,05	1/20 >0,05	1/20 >0,05	3/60 >0,05	1/20 >0,05
2	M/% p	2/40 <0,05	3/60 <0,05	- <0,05	1/20 <0,05	3/60 <0,05	1/20 <0,05
3	M/% p	2/40 <0,05	2/40 <0,05	1/20 <0,05	1/20 <0,05	1/0 <0,05	3/60 <0,05

## ВИСНОВКИ

На основі аналізу літературних та патентних джерел і результатів власних експериментальних досліджень розроблено науково обґрунтовану технологію виробництва твердого сиру, який пресують, функціонального призначення з

низькою температурою другого нагрівання та підвищеним рівнем молочнокислого бродіння.

1. Науково обґрунтовано склад заквашувальних композицій для виробництва біфідовмісних твердих сирів, які пресують, з використанням змішаних культур лактобактерій та монокультур/змішаних культур адаптованих до молока біфідобактерій.

2. Доведено доцільність використання високотемпературного оброблення молока (температура  $85 \pm 5$  °C з витримкою 20...25 сек) у виробництві твердих сирів функціонального призначення.

3. Визначено, що використання високотемпературного оброблення та заквашувальних композицій зі змішаних культур лактобактерій та монокультур/змішаних культур біфідобактерій у технології твердих сирів функціонального призначення сприяє збільшенню виходу продукту та підвищенню його біологічної цінності.

4. Обґрунтовано параметри оброблення сичужного згустку та сирного зерна ( $t$  зсідання  $37 \pm 1$  °C,  $\tau = 30 \pm 5$  хв;  $t$  розрізання та становлення сирного зерна  $37 \pm 1$  °C,  $\tau = 20 \pm 5$  хв, розмір зерна 5...6 мм;  $t$  другого нагрівання та обсушування  $47 \pm 1$  °C,  $\tau$  другого нагрівання  $20 \pm 5$  хв,  $\tau$  обсушування  $50 \pm 10$  хв).

5. Встановлено раціональні параметри процесів самопресування ( $t = 18...20$  °C,  $\tau = 50 \pm 5$  хв), пресування ( $t = 18...20$  °C,  $\tau = 1,5...2$  год,  $P = 1,3...2,5$  кг/см<sup>2</sup>) та соління ( $S_{\text{солі}} = 18...20$  %,  $t = 11 \pm 1$  °C,  $\tau = 15 \pm 1$  год) біфідовмісного твердого сиру.

6. Експериментально встановлено та теоретично обґрунтовано параметри визрівання твердого сиру, який пресують, функціонального призначення:  $t = 10...14$  °C,  $\phi = 80...85$  %,  $\tau = 30 \pm 2$  діб, та режим зберігання продукту:  $t = 4 \pm 2$  °C,  $\tau$  не більше  $90 \pm 2$  діб.

7. Розроблено технологію, нормативну документацію (ТУ У 10.5-02071062-002:2012 та ТП), отримано 2 патенти України на твердий сир, який пресують, функціонального призначення з низькою температурою другого нагрівання та підвищеним рівнем молочнокислого бродіння.

8. Проведено промислову апробацію розробленої технології твердого сиру, який пресують, функціонального призначення на ТОВ «Агроком» (м. Ананьїв, Одеської обл.) та визначено економічну ефективність його виробництва, яка складає 2450,04 грн на 1 тонну.

9. Проведені медико-біологічні дослідження цільового продукту на базі Одеського інституту очних захворювань та тканинної терапії ім. В.П. Філатова АМН України доводять, що продукт доброякісний, володіє пробіотичною дією і сприяє нормалізації мікрофлори шлунково-кишкового тракту.

#### Список опублікованих праць за темою дисертації:

1. Дідух, Н. А. Симбіотичний комплекс з використанням чистих культур *Bifidobacterium breve* для молочних продуктів функціонального призначення [Текст] / Н.А. Дідух, Л.О. Молокопой // Обладнання та технології харчових виробництв: Темат. зб. наук. пр. Вип. 19, т.1. – Донецьк: Дон ДУЕТ, 2008. – С. 133–140.

2. Дідух, Н. А. Симбиотический комплекс с использованием чистых культур *B. adolescentis* и *L. lactis* для производства функциональных молочных продуктов [Текст] / Н.А.

Дідух, Л.О. Молокопой // Инновационные технологии в пищевой промышленности материалы VII Международной научно-практической конференции (2-3 октября 2008 г.). – Минск, 2008, Ч.2. – С. 105–111.

3. Дідух, Н. А. Симбіотичний комплекс з використанням чистих культур *B. animalis* та *L. lactis* для молочних продуктів функціонального призначення [Текст] / Н.А. Дідух, Л.О. Молокопой // Наукові праці ОНАХТ. – Випуск № 33. – 2008. – С. 131-136.

4. Дідух, Н. А. Високоєфективні режими теплової обробки у виробництві твердих сичужних сирів функціонального призначення [Текст] / Н.А. Дідух, Л.О. Молокопой // Молочна промисловість. - №6(49)/2008. – С. 37-39.

5. Дідух, Н. А. Обґрунтування параметрів оброблення сичужного згустку та сирного зерна при виробництві біфідовмісних твердих сичужних сирів [Текст] / Н.А. Дідух, Л.О. Молокопой // Наук. праці Одеської національної академії харчових технологій – Вип. 36. – Т. 2. – Одеса: ОНАХТ, 2009. – С. 137–140.

6. Дідух, Н. А. Обґрунтування параметрів соління твердих сичужних сирів функціонального призначення [Текст] / Н.А. Дідух, Л.О. Молокопой // Харчова наука і технологія. – 2009. – № 2(7). – С. 5-7.

7. Дідух, Н. А. Обґрунтування параметрів визрівання при виробництві твердих сичужних сирів функціонального призначення [Текст] / Н.А. Дідух, Л.О. Молокопой // Харчова наука і технологія. – 2010. – № 2(11). – С. 22-26.

8. Дідух, Н.А. Визначення протеолітичної активності заквашувальних композицій для виробництва білкових молочних продуктів функціонального та спеціального призначення [Текст] / Н.А. Дідух, Л.О. Молокопой, Ю.В. Назаренко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: Зб. наук. праць ХДУХТ. – Харків. – 2010. – Вип. 1 (11). – С. 329–335.

9. Пат. 96105 України, МПК А23С 19/032 (2006.01) А23С 19/06 (2006.01) А23С 19/14 (2006.01) Спосіб виробництва твердого сичужного пресованого сиру функціонального призначення [Текст] / Дідух Н. А., Молокопой Л. О. – заявник та патентовласник Одеська національна академія харчових технологій. – № а 201014120; заявл. 26.11.2010; опубл. 26.09.2011, Бюл. № 18.

10. Пат. 61051. Україна, МПК (2011.01) А23С 1/00. Спосіб виробництва твердого сичужного пресованого сиру функціонального призначення [Текст] / Дідух Н. А., Молокопой Л. О. – заявник та патентовласник Одеська національна академія харчових технологій. – № u201014083; заявл. 26.11.2010; опубл. 11.07.2011, Бюл. №13.

11. Дідух, Н. А. Синбіотичний комплекс з використанням чистих культур *Bifidobacterium longum* для молочних продуктів функціонального призначення [Текст] / Н.А. Дідух, Л.О. Молокопой // Збірник наукових праць молодих учених, аспірантів та студентів. – Одеса: ОНАХТ, 2008. – С. 211–213. – ISBN 966-571-063-х.

12. Дідух, Н. А. Твердий сичужний сир функціонального призначення [Текст] / Н.А. Дідух, Л.О. Молокопой // Збірник наукових праць молодих учених, аспірантів та студентів. – Одеса: ОНАХТ, 2010. – С. 78. – ISBN 966-571-063-х.

13. Дідух, Н. А. Синбіотичний комплекс з використанням чистих культур *Bifidobacterium longum* для молочних продуктів функціонального призначення [Текст] / Н.А. Дідух, Л.О. Молокопой // Молочное дело. – № 8. – 2008. – С. 58–59, № 9. – 2008. – С. 26–27.

14. Вивчення закономірностей культивування чистих культур *Bifidobacterium* з мезофільними молочнокислими лактококами [Текст] / Н.А. Дідух, Л.О. Молокопой, Н.Л. Кузьминська // Програма і матеріали 74-ї наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішення проблем харчування людства у XXI столітті», 21-22 квітня 2008 р. – У 2 ч. – К.: НУХТ, 2008. – Ч. 2. – С. 208-209.

15. Дідух, Н.А. Синбіотичний комплекс з використанням чистих культур *Bifidobacterium adolescentis* для молочних продуктів функціонального призначення [Текст] / Н.А. Дідух, Л.О. Молокопой // Техніка та технологія харчових виробництв [Текст]: зб. тез

студ. наук. пр. (технічна серія) / Голов. ред. А. А. Садеков. – Донецьк: ДонНУЕТ, 2008. – С. 76-78.

16. Використання чистих та змішаних культур *Bifidobacterium* у виробництві білкових молочних продуктів функціонального призначення [Текст] / М.С. Кисельова, Л.О. Молокопой, О.В. Негойца // Техніка та технологія харчових виробництв [Текст]: зб. тез студ. наук. пр. (технічна серія) / Голов. ред. А. А. Садеков. – Донецьк: ДонНУЕТ, 2008. – С. 80-82

17. Синбиотические комплексы для ферментированных функциональных молочных [Текст] / Л.О. Молокопой, М.С. Киселева, Н.Л. Кузминская // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. VI Междунар. науч. конф. Студентов и аспирантов, 24-25 апреля 2008 г., Могилев / УО «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: УО МГУП, 2008. – С. 285 ISBN 985-476-293-9.

18. Молокопой, Л.О. Твердий сичужний сир з підвищеними функціональними властивостями [Текст] / Л.О. Молокопой, Н.А. Дідух // Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі [Текст]: Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених і студентів, 20 квітня 2010 р.: [тези у 2-х ч.] / редкол.: О.І. Черевко [та ін.]. – Харків: ХДУХТ, 2010. – Ч.1. – С. 84.

19. Молокопой, Л.О. Дослідження ароматоутворення та виділення вуглекислого газу монокультурами біфідобактерій та заквасками лактобактерій [Текст] / Л.О. Молокопой, Н.А. Дідух // Сучасні проблеми техніки та технології харчових виробництв, ресторанного бізнесу та торгівлі [Текст]: Всеукраїнська науково-практична конференція, 18 листопада 2010 р.: / редкол.: О.І. Черевко [та ін.]. – Харків: ХДУХТ, 2010. — С. 93-95.

20. Молокопой, Л.О. Исследование протеолитической активности микроорганизмов для производства твердых сычужных сыров [Текст] / Л.О. Молокопой // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. VII Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов, 22-23 апреля 2010 г., Могилев / УО «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: УО МГУП, 2008. – С. 246-247 ISBN 985-476-293-9.

21. Ткаченко, Н.А. Тверді сири з пробіотичними властивостями: перспективи промислового виробництва [Текст] / Н.А. Ткаченко, Л.О. Ланженко // Програма та матеріали 75 Наукової конференції Науково-педагогічного складу академії» Одеської національної академії харчових технологій, 21-25 квітня 2015 р. – О.: ОНАХТ, 2015. – С. 120-121.

22. Ткаченко, Н.А. Твердий біфідовмісний сир – сучасний продукт функціонального харчування [Текст] / Н.А. Ткаченко, Л.О. Ланженко // Програма та матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Харчові технології, хлібопродукти і комбікорми», 16-17 вересня 2015 р. – О.: ОНАХТ, 2015. – С. 113-114.

\*) Молокопой Л.О. – дівоче прізвище здобувача

#### *Особистий внесок:*

- 1) проведення досліджень, обробка, обґрунтування та узагальнення результатів, підготовка матеріалів до друку (поз. 1 – 20);

#### **АНОТАЦІЯ**

**Ланженко Л.О. Розробка технології твердого сиру функціонального призначення. – Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.04 – технологія м'ясних, молочних продуктів і продуктів з гідробіонтів. – Одеська національна академія харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Одеса, 2015.

Дисертаційна робота присвячена науковому обґрунтуванню і розробці технології твердого біфідовмісного сиру, який пресують, з низькою температурою

другого нагрівання та підвищеним рівнем молочнокислого бродіння з використанням заквашувальних композицій з біфідо- і лактобактерій.

Розроблено склад заквашувальних композицій зі змішаних культур лактобактерій у складі закваски *FD DVS DCC-250* та монокультур/змішаних культур біфідобактерій у складі заквасок *FD DVS Bb-12* та *Liobac 3 BIFIDI* у присутності фруктози як біфідогенного фактора для виробництва твердих сирів функціонального призначення.

Науково обґрунтована доцільність використання високотемпературного режиму теплового оброблення нормалізованої суміші при виробництві твердих сирів функціонального призначення з метою підвищення ефективності пастеризації, виходу і біологічної цінності цільового продукту.

Експериментально доведено і науково обґрунтовано скорочення тривалості визрівання твердого сиру функціонального призначення за рахунок використання біфідобактерій у складі заквашувальних композицій для його виробництва.

Розроблено рецептуру, технологію і нормативну документацію на виробництво твердого сиру функціонального призначення, проведено промислову апробацію розробленої технології. Експериментально доведено можливість виробництва розробленого біфідовмісного твердого сиру без здійснення модернізації і реконструкції діючих сироробних підприємств.

Медико-біологічними дослідженнями доведено доцільність та перспективність використання розробленого цільового продукту як функціонального, який володіє про біотичною та гепапротектною дією.

**Ключові слова:** твердий сир, біфідобактерії, лактобактерій, пастеризація, зсідання, оброблення згустку та сирного зерна, самопресування і пресування, соління, визрівання.

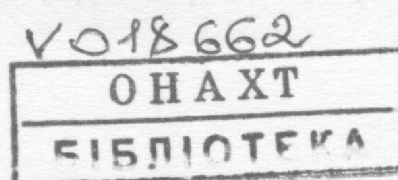
### АННОТАЦІЯ

Лавженко Л.А. Разработка технологии твердого сыра функционального назначения. – 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, 2015.

Диссертация посвящена научному обоснованию и разработке технологии пресуемого твердого бифидосодержащего сыра с низкой температурой второго нагревания и повышенным уровнем молочнокислого брожения с использованием заквасочных композиций из бифидо- и лактобактерий.

На основании исследований протеолитической активности заквасок лактобактерий непосредственного внесения и адаптированных к молоку монокультур бифидобактерий; способности микроорганизмов продуцировать ароматические вещества (ацетоина и диацетила) и углекислый газ разработан состав заквасочных композиций из смешанных культур лактобактерий в составе закваски *FD DVS DCC-250* и монокультур/смешанных культур бифидобактерий в составе заквасок *FD DVS Bb-12* и *Liobac 3 BIFIDI* в количественном



соотношении 1:10 соответственно при исходной концентрации лактобактерий  $1 \cdot 10^5$  КУО/г и бифидобактерий —  $1 \cdot 10^6$  КУО/г в присутствии фруктозы как бифидогенного фактора для производства твердых сыров функционального назначения.

Выбранные композиции позволяют получить незаменимый с точки зрения современной диетологии продукт питания с высокими пробиотическими, оздоровительными и заданными специальными свойствами.

Для разработки технологических параметров производства пресуемого твердого сыра функционального назначения была проанализирована принципиальная технологическая схема производства пресуемых твердых сыров с низкой температурой второго нагревания и повышенным уровнем молочнокислого брожения. Анализ данной схемы позволил выделить технологические операции, которые требуют изменения и усовершенствования.

Научно обоснована целесообразность использования высокотемпературного режима тепловой обработки нормализованной смеси (температура  $85 \pm 5$  °С с выдержкой 20...25 сек) при производстве твердых сыров функционального назначения с целью повышения эффективности пастеризации до 99,99 %, выхода до 13,5 % и биологической ценности целевого продукта за счет перехода в продукт сывороточных белков, которые не содержат лимитирующих незаменимых аминокислот.

Обоснованы параметры обработки сычужного сгустка и сырного зерна:  $t$  свертывания ( $37 \pm 1$ ) °С, длительность ( $30 \pm 5$ ) мин;  $t$  разрезания и становления сырного зерна ( $37 \pm 1$ ) °С, длительность ( $20 \pm 5$ ) мин, размер зерна 5...6 мм;  $t$  второго нагревания и обсушивания ( $47 \pm 1$ ) °С, длительность второго нагревания ( $20 \pm 5$ ) мин, длительность обсушивания ( $50 \pm 10$ ) мин.

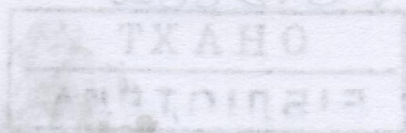
Установлены рациональные параметры процессов самопрессования:  $t$  18...20 °С, длительность ( $50 \pm 5$ ) мин, прессования:  $t = 18...20$  °С, длительность 1,5...2 часа,  $P = 1,3 \dots 2,5$  кг/см<sup>2</sup> с 4 перепрессовками.

Исследовано диффузию соли в процессе посолки бифидосодержащего твердого сыра во внутреннем, внешнем и верхнем образцах и установлено, что нормированное содержание соли (2,0 ... 2,5%) в экспериментальном образце сыра достигается в 1,5 раза быстрее, нежели в контрольном. Режимы посолки: массовая доля соли в рассоле 18...20 %,  $t$  рассола ( $11 \pm 1$ ) °С, длительность ( $15 \pm 1$ ) часов.

Экспериментально доказано и научно обосновано сокращение продолжительности созревания сыра функционального назначения за счет использования бифидобактерий в составе заквасочных композиций для его производства. Режимы созревания:  $t$  10...14 °С, относительная влажность воздуха 80...85 %, длительность ( $30 \pm 2$ ) суток (что в 2 раза меньше длительности созревания контрольного образца).

Установлены режимы хранения продукта:  $t$  ( $4 \pm 2$ ) °С, граничный срок не более 90 суток. Уровень лактобактерий в готовом продукте на конец хранения составил  $2,0 \cdot 10^7$  КУО/г, бифидобактерий  $7,0 \cdot 10^8$  КУО/г. Высокая концентрация бифидобактерий позволяет позиционировать твердый сыр функционального назначения как продукт с высокими пробиотическими свойствами.

Разработаны рецептура, технология и нормативная документация на



производство пресуемого твердого сыра функционального назначения с низкой температурой второго нагревания и повышенным уровнем молочнокислого брожения (ТУ У 10.5-02071062-002:2011 и ТИ).

Проведена промышленная апробация разработанной технологии на ТОВ «Агроком» (г. Ананьев, Одесская обл.). Экспериментально доказана возможность производства разработанного бифидосодержащего твердого сыра без осуществления модернизации и реконструкции действующих сыродельных предприятий. Полученные результаты исследований показателей качества готового продукта, производимого в промышленных условиях, коррелируют с результатами лабораторных исследований, свидетельствует о правильности выбора технологических параметров производства твердого сыра функционального назначения.

Медико-биологические исследования проводились на базе Одесского института глазных заболеваний и тканевой терапии им. В.П. Филатова АМН Украины. Полученные результаты *in vivo* доказывают целесообразность и перспективность использования разработанного целевого продукта как функционального, обладающего пробиотическим и гепатопротектрным воздействием на организм.

Рассчитана полная себестоимость 1 тонны бифидосодержащего твердого сыра (29654,4 грн) и рассчитана экономическая эффективность, которая составляет 2450,04 грн на 1 тонну.

**Ключевые слова:** твердый сыр, функциональное питание, бифидобактерии, лактобактерии, пастеризация, свертывания, обработки сгустка и сырного зерна, самопрессование и прессование, посолка, созревание.

#### ANNOTATION

**L.A. Lanzhenko. – Development of the technology of functionality hard cheese. – Manuscript.**

The dissertation for obtaining the scientific degree of the candidate of technical sciences on specialty 05.18.04 – Technology of meat, dairy products and aquatic products. – Odessa National Academy of Food Technologies, the Ministry of Education and Science of Ukraine, Odessa, 2015.

The dissertation is devoted to scientific justification and development of the technology of pressed hard cheese with *Bifidobacteria* with low temperature of second heating and high levels of lactic acid fermentation with the use of starter compositions with *Bifidobacteria* and *Lactobacteria*.

The starter compositions with mixed cultures of *Lactobacteria* in the composition of the starter *FD DVS DCC-250* and pure cultures/mixed cultures of *Bifidobacteria* in the composition of the starter *FD DVS Bb-12* and *3 Liobac BIFIDI* in the production of functionality hard cheeses has been developed.

Research proved the feasibility of using high-temperature heat treatment regime of the normalized mixture in the production of functionality hard cheeses to improve the effectiveness of pasteurization, the product yield and bioavailability of the base product.

Reducing the duration of ripening functionality hard cheese through the use of *Bifidobacteria* in the composition of the starter for its production has been

experimentally proved and scientifically justified.

Recipes, technology and normative documents on the production ripening functionality hard cheese have been developed, and industrial approbation of the developed technology has been accomplished. Producibility of the hard cheese with *Bifidobacteria* without modernization and reconstruction on operating cheese-making enterprises.

Biomedical research proved the feasibility and prospects of using the developed base product as a functional with probiotic and hepatoprotective effects.

**Keywords:** hard cheese, functional food, *Bifidobacteria*, *Lactobacteria*, pasteurization, coagulation, curd and cheese processing grain, autopressing and pressing, salting, ripening.