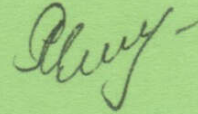


Абторець

М 91

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

МУСІЙ ЛЮБОВ ЯРОСЛАВІВНА



УДК 637.236

**РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ КИСЛОВЕРШКОВОГО МАСЛА 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 – 2015

Дисертацією є рукопис.

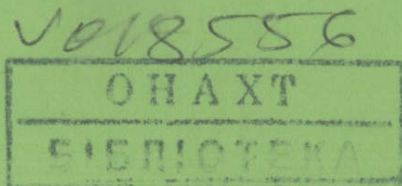
Робота виконана у Львівському національному університеті ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького Міністерство освіти і науки України.

Науковий керівник

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

Офіційні опоненти:

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



– доктор біологічних наук, професор,
Юкало Володимир Глібович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, кафедра харчової біотехнології і хімії, професор кафедри.

Захист відбудеться «26» червня 2015 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.

бібліотеці Одеської національної
м. Одеса, вул. Канатна, 112.

ОНАХТ

Автореф

Розроблення технолог



v018556

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Виробництво продуктів «для здоров'я» з функціональними властивостями, значну частину яких становлять молочні (на українському ринку їх частка сягає 67 %), є одним із головних завдань науковців і практиків молочної галузі. Для формування таких властивостей часто використовують різні добавки. Однак, саме натуральність продуктів займає чільне місце у сучасних трендах харчової галузі. Забезпечення натуральності продукту і надання при цьому йому функціональних властивостей можна досягти завдяки використанню пробіотичних мікробіальних культур. Вони створюють особливі взаємини з макроорганізмом, чим поліпшують здоров'я людини (Капрельянц Л. В., 2003, 2011; Дідух Н. А., 2008; Ткаченко Н. А., 2014; Biavati B., 2001; Sarkar S., 2013). Залучення пробіотичних культур у процесі ферментації при виробництві молочних продуктів, зокрема кисловершкового масла, сприятиме значному розширенню асортименту молочних продуктів функціонального призначення.

Технологія кисломолочних напоїв з пробіотичними властивостями набула потужного розвитку завдяки працям Н. А. Ткаченко, О. П. Чагаровського, Т. А. Лисогор, Н. Ф. Кігель, S. E. Gilliland, B. Lavinia. Значний внесок у розробку теоретичних і практичних основ виробництва кисловершкового масла зробили вітчизняні та закордонні вчені: Д. В. Качераускіс (1968), В. М. Лазаускас (1977), А. Люткевичюс (1980), А. Д. Гриценко (1983), Ф. А. Вишемирський (1987), О. В. Боднарчук (2010), R. C. Lindsay (1965), S. Mallia (2008) та ін., однак технологія кисловершкового масла з пробіотичними властивостями потребує наукового обґрунтування.

Вершковому маслу, якому тривалий час несправедливо приписували властивості шкідливого впливу на здоров'я людини, в останні роки приділяють особливу увагу. Перегляду ролі вершкового масла у дієті людини, в тому числі й літнього віку, слугувало відкриття унікальних біологічних властивостей деяких жирних кислот, характерних тільки для молочного жиру жуйних тварин, особливо *транс*-11 ізомерів лінолевої та олеїнової, а також коротколанцюгових і розгалужених жирних кислот. Додаткових цінних властивостей кисловершковому маслу можна надати завдяки використанню пробіотичної молочнокислої культури та можливості моделювання жирнокислотного складу, насамперед збільшення *транс*-11 позиційних ізомерів ненасичених жирних кислот. Про можливий синтез *транс*-11 ізомерів молочнокислими бактеріями повідомляється в літературі (Jiang J. et al., 1998; Ogawa J. et al., 2005; Domagala J. et al., 2009; Mohan M. S. et al., 2013), однак це стосується кисломолочних напоїв, а щодо утворення цих ізомерів під час ферментації вершків літературні дані відсутні.

Таким чином, наукове обґрунтування і розроблення технології кисловершкового масла за включення пробіотичної культури до складу заквашувальної композиції та дослідження властивостей готового продукту, є актуальними.

Зв'язок роботи з науковими програмами, темами, планами. Представлені в дисертації результати є частиною досліджень, проведених на кафедрі технології молока і молочних продуктів Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького у 2011-2013 рр. за темою «Наукове

обґрунтування та розроблення технології молочних продуктів лікувально-профілактичного призначення», № держреєстрації 0106U002403.

Мета і завдання дослідження. Метою досліджень є наукове обґрунтування і розроблення технології кисловершкового масла з пробіотичними властивостями при поєднанні класичних для масла змішаних мезофільних культур *Flora Danica (FD)* – *Lactococcus lactis ssp. cremoris*, *Lactococcus lactis ssp. lactis*, *Leuconostoc mesenteroides ssp. cremoris*, *Lactococcus lactis ssp. diacetylactis* із термофільною культурою *Lactobacillus acidophilus* пробіотичного штаму *La-5* (далі по тексті *La-5*).

Для досягнення поставленої мети були сформульовані такі завдання:

- встановити можливість поєднання *FD* із *La-5* для ферментації вершків та визначити оптимальну температуру ферментації за такого поєднання;
- встановити дозу інокуляції *La-5* для надання продуктові пробіотичних властивостей;
- встановити та обґрунтувати технологічні параметри ферментації та фізичного визрівання вершків при виробництві кисловершкового масла за поєднання *FD* і *La-5* у різні періоди року (осінньо-зимовий і весняно-літній) та дослідити його фізико-хімічні властивості;
- дослідити жирнокислотний склад кисловершкового масла, виготовленого із залученням *La-5*;
- дослідити склад ароматичних сполук у кисловершковому маслі;
- дослідити структурно-механічні властивості кисловершкового масла;
- визначити схильність до процесів окиснення кисловершкового масла при зберіганні;
- проаналізувати збереження пробіотичних властивостей кисловершкового масла при зберіганні;
- розробити нормативну документацію на кисловершкове масло з пробіотичними властивостями та здійснити апробацію технології у промислових умовах.

Об'єкт дослідження – технологія кисловершкового масла з пробіотичними властивостями.

Предмет дослідження – технологічні, органолептичні, фізико-хімічні, біохімічні, структурно-механічні, мікробіологічні властивості кисловершкового масла з пробіотичними властивостями.

Методи дослідження – загальноприйняті та спеціальні методи досліджень, а саме: органолептичні, фізико-хімічні, біохімічні, технологічні, інструментальні, реологічні, мікробіологічні, математичні.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше встановлено та обґрунтовано технологічні параметри виробництва кисловершкового масла з пробіотичними властивостями за використання ліофілізованих бакконцентратів безпосереднього внесення *FD* і *La-5*. Встановлено раціональне співвідношення *FD* і *La-5* – 1:1 при вихідній концентрації у вершках $1 \cdot 10^6$ КУО/см³ кожної культури для виробництва кисловершкового масла з пробіотичними властивостями.

Уперше встановлено можливість збагачення кисловершкового масла *цис-9*, *транс-11* кон'югованою лінолевою кислотою (КЛК) та визначено умови для її нагромадження.

Уперше досліджено стійкість до окиснювальних процесів кисловершкового масла під час зберігання та проаналізовано вплив заквашувальних культур на ці процеси.

Уперше досліджено динаміку змін пробіотичних властивостей кисловершкового масла під час зберігання при застосуванні *La-5* у поєднанні з *FD*.

За сумою органолептичних показників, тривалістю ферментації вершків, вмістом біологічно важливих жирних кислот, смако-ароматичних речовин, структурно-механічними показниками, стійкістю до процесів окиснення і кількістю життєздатних клітин при зберіганні кисловершкового масла, виготовлене із використанням заквашувальної композиції *FD + La-5* за температури ферментації вершків (30 ± 1) °С, у осінньо-зимовий та весняно-літній періоди року характеризувалося найкращими показниками. Встановлено, що тривалість зберігання кисловершкового масла з пробіотичними властивостями за температури 0...-5 °С становить 35 діб.

Практичне значення одержаних результатів. На основі теоретичних і експериментальних досліджень розроблено технологію кисловершкового масла з пробіотичними властивостями і визначено основні технологічні параметри ферментації, фізичного визрівання вершків та тривалість зберігання, які забезпечують виробництво продукту високої якості з функціональними властивостями.

Практичну новизну отриманих результатів підтверджено 2 деклараційними патентами України на корисну модель (№ 94997 та № 95115). На виробництво кисловершкового масла з пробіотичними властивостями розроблено і затверджено ТУ У 10.5-00492990-006:2014.

Проведено апробацію технології кисловершкового масла з пробіотичними властивостями у промислових умовах ПрАТ «Галичина», м. Радехів Львівської обл.

Результати дисертаційної роботи впроваджено у навчальний процес для вивчення дисциплін «Технологія молока і молочних продуктів», «Мікробіологія галузі», «Технологія молочних продуктів функціонального призначення», «Мікробіологічні основи виробництва молочних продуктів» на кафедрі технології молока і молочних продуктів у Львівському національному університеті ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького.

Особистий внесок здобувача. Добір та аналіз даних літератури, планування і проведення експерименту за темою дисертаційної роботи, статистичне опрацювання отриманих результатів, їх опис та інтерпретацію, підготовку матеріалів досліджень до опублікування, розроблення проекту нормативної документації, оформлення результатів для одержання деклараційних патентів та технічних умов, промислової апробації розробленої технології кисловершкового масла з пробіотичними властивостями здійснено дисертантом особисто за методичної та наукової підтримки доктора сільськогосподарських наук, професора Цісарик О.Й.

Дослідження змін титрованої та активної кислотності при ферментації та фізичному визріванні вершків, фізико-хімічних та структурно-механічних характеристик, здатність до зберігання зразків масла проводили у лабораторії кафедри технології молока і молочних продуктів ЛНУВМ та БТ імені С. З. Гжицького. Мікробіологічні дослідження дослідних зразків масла проводили у лабораторії ТОВ «ЦСК ФУД Енрічмент–Україна». Аналіз жирнокислотного складу ліпідів та складу арома-

тичних сполук зразків масла проводили разом із співробітниками Науково-дослідного центру випробувань продукції ДП «Укрметртестстандарт».

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на III Міжнародній науково-практичній конференції «Екотрофологія. Аспекти продовольчої та харчової безпеки» (м. Біла Церква, 2009 р.), Всеукраїнській науково-практичній конференції ЛІЕТ «Новітні тенденції у харчових технологіях та якість і безпечність продуктів» (м. Львів, 2010 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційність розвитку сучасного виробництва» (м. Львів, 2011-2014 рр.), Ювілейній конференції з нагоди 15-річчя Чернівецького факультету НТУ «ХПІ» «Розвиток прикладної екології на Буковині» (м. Чернівці, 2012 р.), Науково-практичній конференції «Стан та перспективи сучасних технологій виробництва харчових продуктів» (м. Вінниця, 2013 р.), Всеукраїнській науково-технічній конференції «Актуальні проблеми харчової промисловості» (м. Тернопіль, 2013 р.), Четвертій міжнародній науково-технічній конференції «Перспективи розвитку м'ясної, молочної та олієжирової галузей у контексті євроінтеграції» (м. Київ, 2015 р.).

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 21 наукову працю, у тому числі: 9 – у фахових виданнях МОН України, 1 з яких – у цитованому виданні; 1 – у міжнародному фаховому виданні (Могильов, Республіка Білорусь); отримано 2 деклараційні патенти України на корисну модель; 1 статтю у науково-практичному журналі; 2 тези у журналі *Journal of Dairy Science*; тези 6 доповідей на науково-технічних та науково-практичних конференціях.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, 5-ти основних розділів, висновків, списку використаних літературних джерел і додатків.

Дисертаційна робота викладена на 185 сторінках основного тексту, містить 28 таблиць (39 сторінок), 29 рисунків (19 сторінок), 7 додатків (47 сторінок). Список використаних літературних джерел містить 296 найменувань (34 сторінки), в тому числі 145 іноземних.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми, зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, сформульовано мету та завдання досліджень, викладено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, окреслено особистий внесок здобувача, відображено результати апробації та публікації за темою дисертаційної роботи.

У першому розділі «Перспективи удосконалення технології кисловершкового масла з пробіотичними властивостями» узагальнено літературні та патентні джерела щодо характеристики стану ринку функціональних продуктів в Україні, в тому числі з пробіотичними властивостями, охарактеризовано особливості ацидофільної палички, взаємодії монокультури *Lbc. acidophilus* з молочнокислими лактококами, пошук шляхів моделювання жирнокислотного складу молочних ліпідів, а також аналіз існуючих технологій кисловершкового масла.

За результатами літературного пошуку встановлено, що перспективним напрямком розвитку у маслоробній галузі є виробництво кисловершкового масла з

пробіотичними властивостями за використання заквашувальних культур безпосереднього внесення. Обґрунтовано доцільність застосування у технології кисловершкового масла пробіотичної монокультури *Lbc. acidophilus La-5*. На основі аналізу науково-технічної літератури сформульовано конкретні завдання досліджень та обрано можливі шляхи їх вирішення.

Розділ 2 «Програма та методи досліджень» відображає методологічні аспекти роботи та програму досліджень (рис. 1), що ілюструє зв'язок основних етапів роботи, характеризує методи та об'єкти досліджень на кожному етапі.

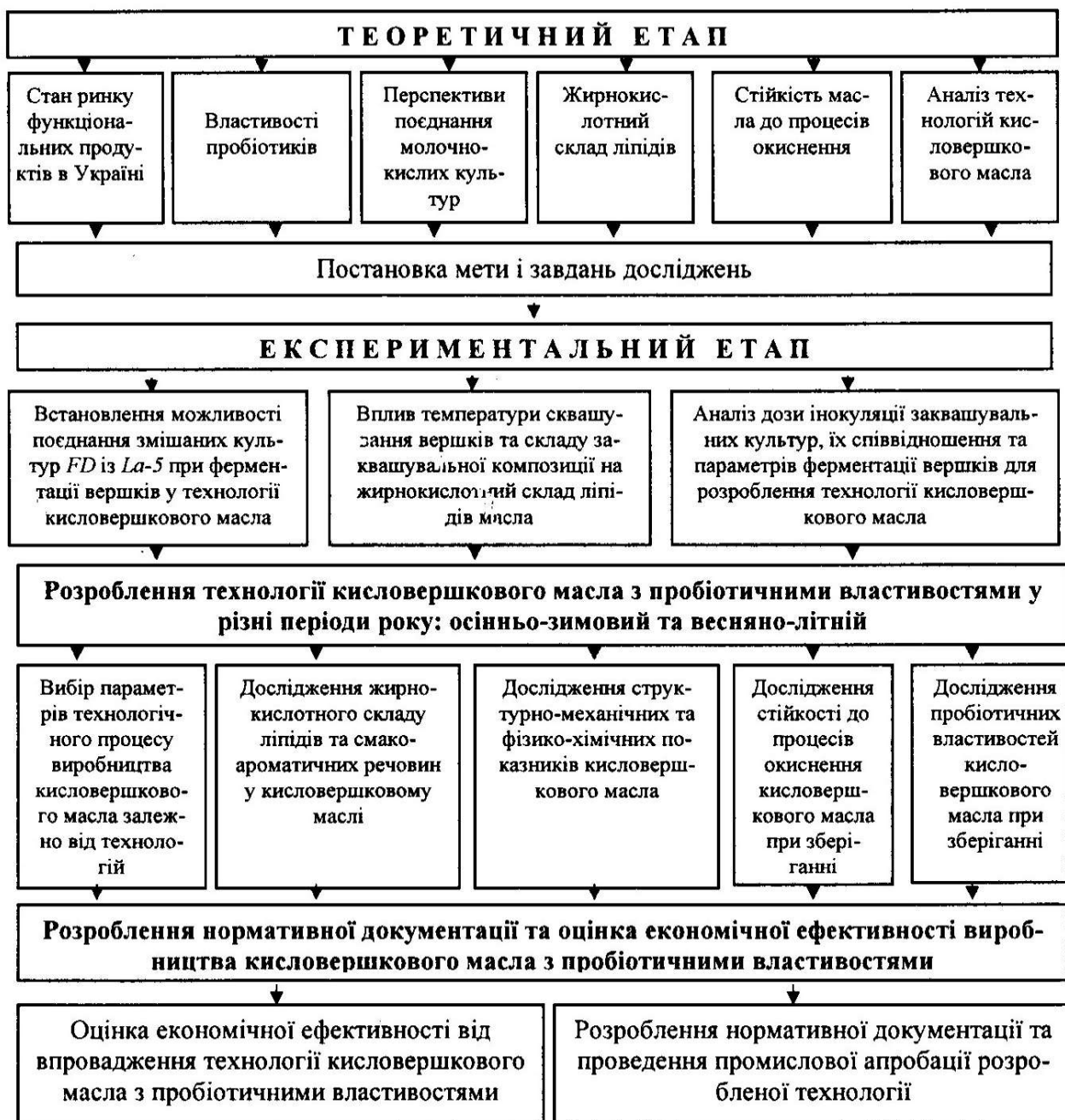


Рис. 1. Програма досліджень.

Розділ 3 «Аналіз і вибір технологічних параметрів ферментації вершків при виробництві кисловершкового масла» містить результати досліджень щодо можли-

вості поєднання заквашувальних культур *FD* і *La-5*, вибору дози їх інокуляції та температури ферментації вершків.

Із урахуванням рекомендованих технологічними інструкціями температур ферментації вершків при виробництві кисловершкового масла та оптимальної температури для *FD* було обрано два температурні режими – (20 ± 1) і (30 ± 1) °С. Найвищий темп зростання титрованої кислотності вершків зареєстровано для зразка, ферментацію якого здійснювали заквашувальною композицією *FD* + *La-5* за температури (30 ± 1) °С (рис. 2). Протягом 18 год. ферментації і фізичного визрівання вершків титрована кислотність для цього зразка зростає з 17 °Т до 37 °Т, а для контролю, ферментацію якого здійснювали *FD* самостійно за температури (20 ± 1) °С – до 32 °Т. Зміна активної кислотності корелювала із зміною титрованої кислотності.

Кисловершкове масло, виготовлене за умов ферментації вершків мезофільними культурами *FD* у поєднанні з термофільною *La-5* за температури (30 ± 1) °С, відзначалось найкращими смаковими та ароматичними властивостями.

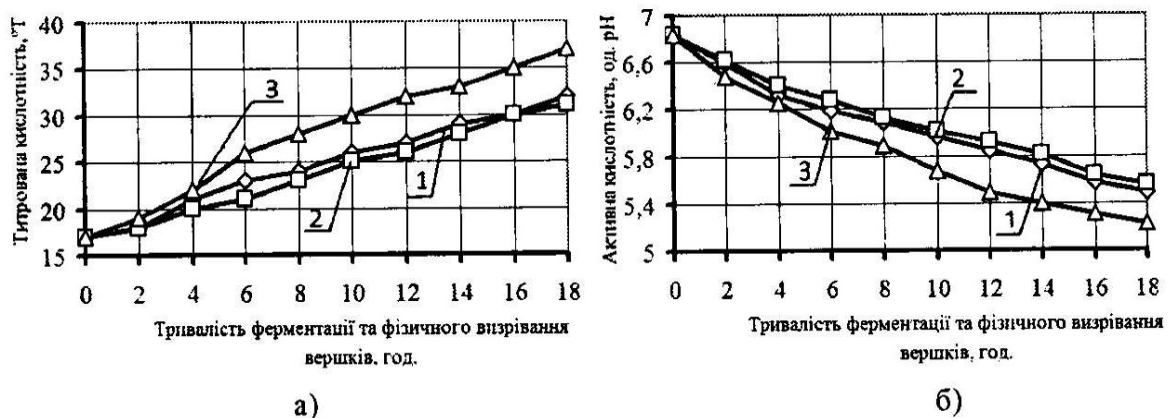


Рис. 2. Зміна титрованої (а), активної (б) кислотності при ферментації та фізичному визріванні вершків заквашувальними культурами: 1, 2 і 3 – К1, К2 і К3 відповідно; К1 – *FD* (вихідна концентрація $0,5 \cdot 10^5$ КУО/см³) за температури (20 ± 1) °С; К2 – *FD* + *La-5* у співвідношенні 1:1 (вихідна концентрація $0,5 \cdot 10^5$ і $0,5 \cdot 10^5$ КУО/см³ відповідно) за температури (20 ± 1) °С; К3 – *FD* + *La-5* у співвідношенні 1:1 (вихідна концентрація $0,5 \cdot 10^5$ і $0,5 \cdot 10^5$ КУО/см³ відповідно) за температури (30 ± 1) °С; фізичне визрівання вершків для всіх зразків за температури (5 ± 1) °С.

У зразках кисловершкового масла, порівняно із солодковершковим, встановлено тенденцію до підвищення вмісту жирних кислот, наділених біологічними властивостями, насамперед, *цис*-9, *транс*-11 КЛК, найвищий вміст якої виявлено при поєднанні *FD* і *La-5* та ферментації вершків за температури (30 ± 1) °С.

Результати щодо кількості життєздатних клітин *La-5* протягом ферментації та фізичного визрівання вершків вказують, що вона є найбільшою у зразку, ферментованому за температури (30 ± 1) °С за співвідношення культур 1:1 і вихідній концентрації $0,5 \cdot 10^5$ КУО/см³ і сягає 7,4 lg КУО/см³. Однак, така кількість клітин є недостатньою для забезпечення пробіотичних властивостей продукту, оскільки подальші технологічні операції пов'язані з усуненням плазми, що призводить до зменшення кількості життєздатних клітин. Тому, подальші дослідження вимагали встановлення дози інокуляції заквашувальних культур та визначення їх співвідношення.

Для цього було сформовано 16 зразків, температура ферментації для яких становила: 30 ± 1 (зразки 1...4), 32 ± 1 (5...8), 34 ± 1 (9...12) та 37 ± 1 °С (13...16). Для кож-

ної з температур відповідно було створено 4 варіанти: 1 – *FD* і *La-5* (співвідношення 1:1), вихідна концентрація культур у вершках – $1 \cdot 10^5$ КУО/см³ (зразки 1, 5, 9, 13); 2 – *FD* і *La-5* (1:1), вихідна концентрація культур у вершках – $1 \cdot 10^6$ КУО/см³ (2, 6, 10, 14); 3 – *FD* і *La-5* (10:1), вихідна концентрація *FD* у вершках – $1 \cdot 10^6$ КУО/см³; *La-5* – $1 \cdot 10^5$ КУО/см³ (3, 7, 11, 15); 4 – *FD* і *La-5* (1:10), вихідна концентрація *FD* у вершках – $1 \cdot 10^5$ КУО/см³; *La-5* – $1 \cdot 10^6$ КУО/см³ (4, 8, 12, 16).

Встановлено, що найвищий темп наростання кислотності зареєстровано для зразків 2 і 14, що відповідає поєднанню культур *FD* і *La-5* у співвідношенні 1:1 за вихідної концентрації у вершках $1 \cdot 10^6$ КУО/см³ кожної культури та ферментації за двох температурних режимів – (30 ± 1) та (37 ± 1) °С (рис. 3, а і в).

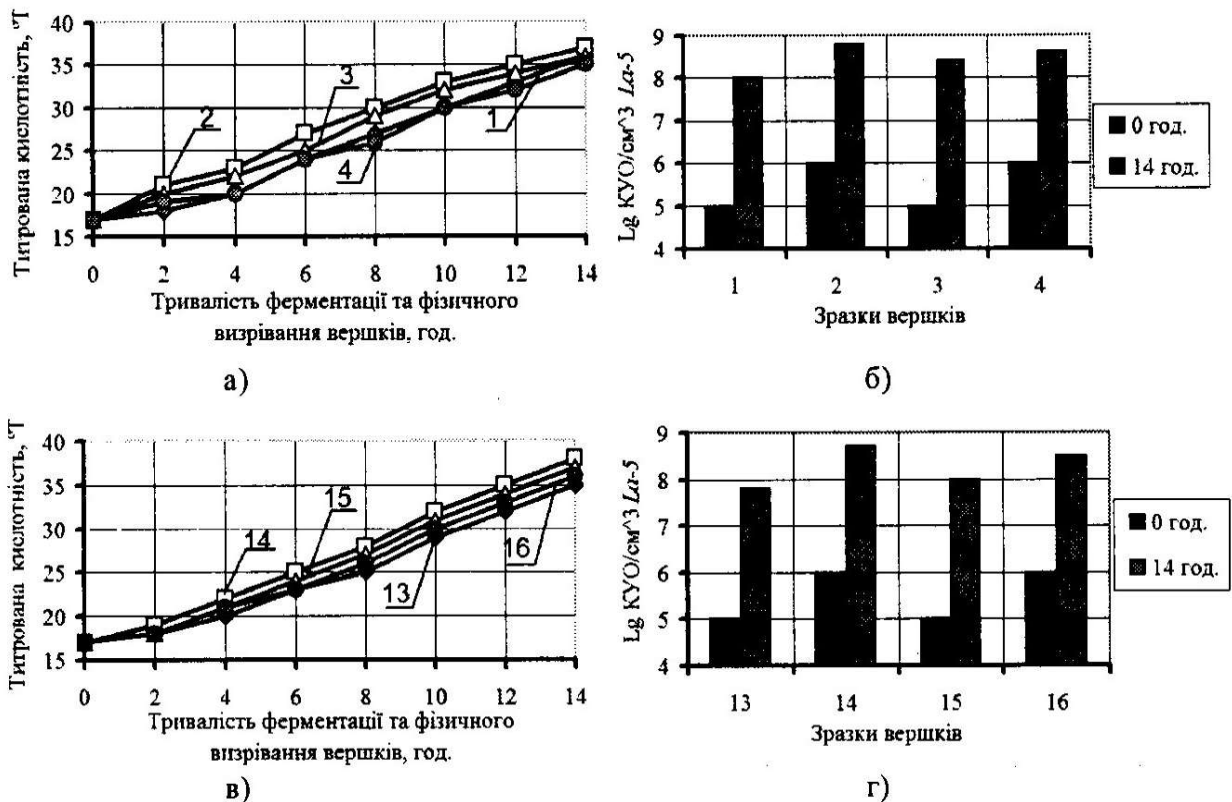


Рис. 3. Зміна титрованої (а, в) кислотності вершків, кількості життєздатних клітин *La-5* (б, г) у 1 см³ при ферментації вершків за температури (30 ± 1) °С (а, б) та (37 ± 1) °С (в, г) та фізичному визріванні за температури (7 ± 1) °С заквашувальними культурами: 1, 13 – *FD* і *La-5* у співвідношенні 1:1 (вихідна концентрація культур $1 \cdot 10^5$ КУО/см³), 2, 14 – *FD* і *La-5* у співвідношенні 1:1 (вихідна концентрація культур $1 \cdot 10^6$ КУО/см³), 3, 15 – *FD* і *La-5* у співвідношенні 10:1 (вихідна концентрація *FD* – $1 \cdot 10^6$ КУО/см³; *La-5* – $1 \cdot 10^5$ КУО/см³ відповідно), 4, 16 – *FD* і *La-5* у співвідношенні 1:10 (вихідна концентрація *FD* – $1 \cdot 10^5$ КУО/см³; *La-5* – $1 \cdot 10^6$ КУО/см³ відповідно).

Кількість життєздатних клітин *La-5* (рис. 3, б і г) та *FD* корелює із даними про наростання кислотності. Оскільки результати за температур ферментації (30 ± 1) та (37 ± 1) °С були подібними, для подальших досліджень залишили обидва режими.

У розділі 4 «Обґрунтування технологічних параметрів виробництва кисловершкового масла з пробіотичними властивостями», опираючись на встановлені у попередньому розділі результати, здійснено пошук раціональних технологічних параметрів виробництва кисловершкового масла залежно від періоду року (осінньо-зимовий та весняно-літній) і різних технологій.

У осінньо-зимовий період року було виготовлено чотири групи масла (вихідна концентрація культур $1 \cdot 10^6$ КУО/см³): I група (зразки 1 – К31, 2 – К32, 3 – К33; ферментація вершків *FD*, *FD + La-5* (1:1), *La-5* відповідно) за температури $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$; II – (4 – К34, 5 – К35, 6 – К36; *FD*, *FD + La-5* (1:1), *La-5* відповідно) за температури $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$; III – (7 – К37, 8 – К38, 9 – К39; *FD*, *FD + La-5* (1:1), *La-5* відповідно) – $(8 \pm 1)^\circ\text{C} \rightarrow (20 \pm 1)^\circ\text{C} \rightarrow (12 \pm 1)^\circ\text{C}$ – зимовий ступеневий режим виробництва кислотовершкового масла, аналогічний альнарпському; IV – (10 – К310, 11 – К311, 12 – К312; *FD*, *FD + La-5* (1:1), *La-5* відповідно) – внесення заквашувальних культур у масляне зерно у дозі $1 \cdot 10^8$ КУО/см³. Зразки К310...К312 витримували за температури $(9 \pm 1)^\circ\text{C}$ протягом 3 діб для наростання кислотності. Контролем слугувало солодковершкове масло (СЗ).

Найвищий темп зростання титрованої кислотності вершків зареєстровано для зразка К32 (рис. 4); тривалість ферментації і фізичного визрівання вершків становила 14 год., тоді як застосування зимового ступеневого температурного режиму продовжило тривалість цих операцій до 20 год.

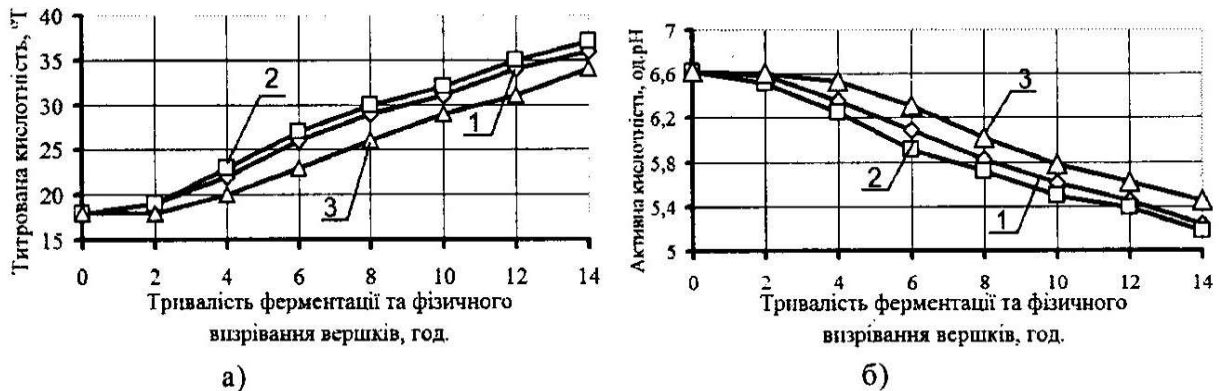


Рис. 4. Зміна титрованої (а), активної (б) кислотності вершків при ферментації вершків за температури $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$ та фізичного визрівання за температури $(7 \pm 1)^\circ\text{C}$: 1, 2, 3 – К31, К32, К33 відповідно; К31 – *FD* (вихідна концентрація $1 \cdot 10^6$ КУО/см³); К32 – *FD + La-5* у співвідношенні 1:1 (вихідна концентрація $1 \cdot 10^6$ і $1 \cdot 10^6$ КУО/см³ відповідно); К33 – *La-5* (вихідна концентрація $1 \cdot 10^6$ КУО/см³).

Дегустаційна оцінка засвідчила, що за смаком і ароматом максимальну кількість балів отримав зразок К31 (10 балів із максимальних 10), зразок К32 отримав 9 балів, а найменшу їх кількість отримали зразки К39 і К312 – по 6 балів.

Твердість кислотовершкового масла була дещо вищою порівняно із солодковершковим; найбільші відмінності зареєстровано для зразків, де використовували ферментацію вершків за температури (30 ± 1) і $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$. При цьому термостійкість масла була найвищою для зразків з використанням *FD* самостійно та у поєднанні з *La-5*, ферментованих за температури $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$. Зразки масла I групи, зокрема К31 і К32, характеризувалися пластичною консистенцією. Зразки масла II і III групи мали задовільну консистенцію – масло витримувало невеликий згин, потім повільно ламалося, а IV групи – крихку консистенцію.

Ферментація вершків молочнокислою мікрофлорою спричинила певні зміни у жирнокислотній композиції, дані про біологічно важливі жирні кислоти у зразках кислотовершкового масла за поєднання *FD* і *La-5* наведені у табл. 1. До головних змін слід віднести зменшення частки масляної кислоти на 14,5 % ($p < 0,01$) і 12,2 %

($p < 0,05$) у зразках К31 і К32 відповідно, порівняно зі С3. Важливі дані отримано щодо суми *транс*-9 і *транс*-11 ізомерів – у зразку К32 вміст *транс*-9 ізомерів був найменшим, а *транс*-11 ізомерів найбільшим ($p < 0,05$). Вміст *транс*-11 С18:1 збільшився із 5,19 % у солодковершковому маслі до 5,28...5,41 % у кисловершковому, досягаючи максимуму у К32 ($p < 0,05$). Вміст біологічно активної *цис*-9, *транс*-11 КЛК був вищим у зразках кисловершкового масла, також досягаючи максимуму у К32 ($p < 0,05$).

Таблиця 1

Вміст біологічно важливих жирних кислот ліпідів масла, виготовленого у осінньо-зимовий період року, % загальної кількості жирних кислот ($M \pm m, n=3$)

Показник	Зразки масла				
	С3	К32	К35	К38	К311
С4:0 (масляна)	3,11±0,09	2,73±0,07*	2,9±0,14	2,71±0,21*	3,41±0,29
ізо-С15:0 (13-метилтетрадеканова)	0,34±0,003	0,34±0,006	0,35±0,06	0,33±0,03	0,33±0,02
<i>цис</i> -9 С18:1 (олеїнова)	22,48±1,07	22,33±1,31	22,32±0,95	22,73±1,87*	22,45±1,1
<i>транс</i> -11 С18:1 (<i>транс</i> -вакценова)	5,19±0,09	5,41±0,04*	5,29±0,33	5,33±0,35	5,23±0,16
<i>цис</i> -9, <i>цис</i> -12 С18:2 (лінолева)	1,31±0,08	1,34±0,03	1,36±0,09	1,35±0,09	1,32±0,07
<i>цис</i> -9, <i>транс</i> -11 С18:2 (КЛК)	2,02±0,003	2,08±0,009*	2,05±0,03	2,05±0,06	2,01±0,06
<i>цис</i> -9, <i>цис</i> -12, <i>цис</i> -15 С18:3 (ліноленова)	0,64±0,07	0,64±0,02	0,62±0,12	0,61±0,08	0,62±0,08
Сума <i>транс</i> -9 С18 ізомерів	1,22±0,01	1,02±0,04	1,16±0,11	1,2±0,03	1,18±0,07
Сума <i>транс</i> -11 С18 ізомерів	7,56±0,12	7,78±0,09*	7,73±0,09	7,77±0,14	7,61±0,09

Примітка: в цій та наступних таблицях * - різниця вірогідна щодо контролю * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$

Ліполітичні процеси під час зберігання масла у всіх зразках протікали приблизно синхронно, за винятком К31 і К32, для яких встановлено менше кислотне число жиру. Найвищою стійкістю до процесів окиснення характеризувалося масло І групи, де для сквашування вершків застосовували температуру $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$. Під час зберігання за температури $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ протягом 35 діб пероксидне число зросло у С3 на 0,44, тоді як у К31...К33 лише на 0,3...0,34 см³ 0,01 н тіосульфату Na, витраченого на титрування. Найближчим за значенням пероксидного числа до С3 (0,49) було масло ІV групи (0,42...0,48 см³ 0,01 н тіосульфату Na), де культури вносили у масляне зерно. За умов прискорено-кінетичного окиснення $(102 \pm 2)^\circ\text{C}$ протягом 72 год.) спостерігалися вираженіші зміни пероксидного числа. Найбільшу стійкість до окиснення проявили зразки К31 і К32.

Дослідження щодо збереження пробіотичних властивостей при зберіганні кисловершкового масла показали, що кількість життєздатних клітин *La-5* у зразку К32 була найбільшою, на 35-у та 42-у добу зберігання вона становила 7,5 та 6,7 lg КУО/г відповідно. Інші зразки на 35-й добі зберігання характеризувалися меншою кількістю клітин *La-5* – 6,8...7,3 lg КУО/г. Виходячи із результатів дослідження, тривалість зберігання кисловершкового масла з пробіотичними властивостями за температури 0...-5 °C не повинна перевищувати 35 діб (рис. 5).

Оскільки склад та властивості молочного жиру істотно відрізняються залежно від періоду року, нами розроблено технологію кисловершкового масла і у весняно-літній період. Було виготовлено чотири групи масла: І група (зразки 1 – КЛ1, 2 – КЛ2, 3 – КЛ3; ферментація вершків *FD*, *FD* + *La-5* (1:1), *La-5* відповідно) за температури $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$; ІІ – (4 – КЛ4, 5 – КЛ5, 6 – КЛ6 – *FD*, *FD* + *La-5* (1:1), *La-5* відповідно) за температури $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$; ІІІ – (7 – КЛ7, 8 – КЛ8, 9 – КЛ9 – *FD*, *FD* + *La-5* (1:1),

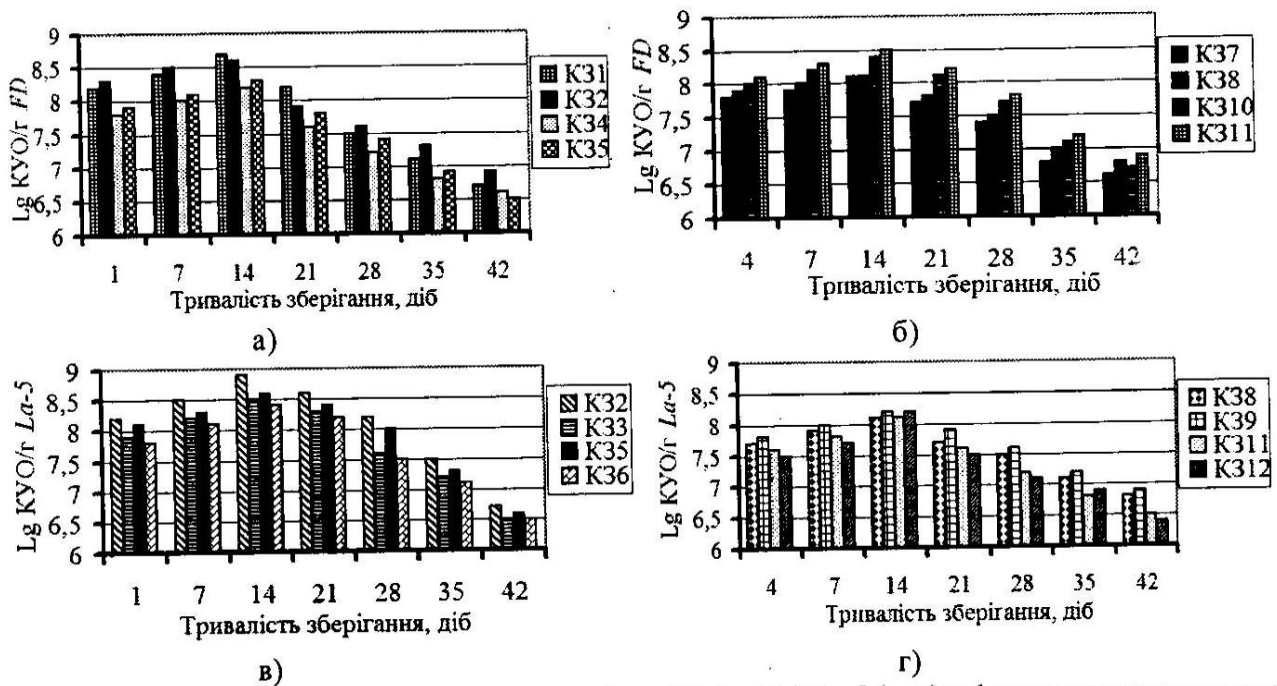


Рис. 5. Зміна кількості життєздатних клітин *FD* (а, б) і *La-5* (в, г) у 1 г кисловершкового масла протягом зберігання за температури 0...-5 °С.

La-5 відповідно) – (20±1) °С → (6±1) °С → (10±1) °С – літній ступеневий режим аналогічний данському; IV – (10 – КЛ10, 11 – КЛ11, 12 – КЛ12 – *FD*, *FD* + *La-5* (1:1); *La-5* відповідно) – внесення культур у масляне зерно у дозі $1 \cdot 10^8$ КУО/см³.

Встановлено, що найвищий темп зростання титрованої кислотності вершків зареєстровано для зразка, ферментованого за температури (30±1) °С заквашувальною композицією *FD* + *La-5* у співвідношенні 1:1 (рис. 6).

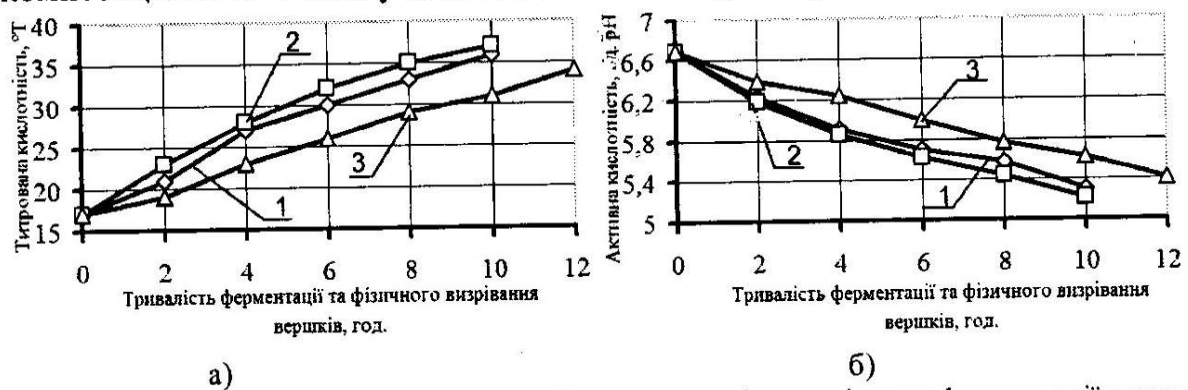


Рис. 6. Зміна титрованої (а), активної (б) кислотності вершків при ферментації вершків за температури (30±1) °С та фізичного визрівання за температури (5±1) °С: 1, 2 і 3 – КЛ1, КЛ2 і КЛ3 відповідно; КЛ1 – *FD* (вихідна концентрація $1 \cdot 10^6$ КУО/см³); КЛ2 – *FD* + *La-5* у співвідношенні 1:1 (вихідна концентрація $1 \cdot 10^6$ і $1 \cdot 10^6$ КУО/см³ відповідно); КЛ3 – *La-5* (вихідна концентрація $1 \cdot 10^6$ КУО/см³).

За смаком і ароматом максимальну кількість балів отримав зразок КЛ1 (10 балів із максимальних 10). Другу позицію зайняли зразки КЛ2 і КЛ5 (9 балів). Найменшу кількість балів отримали зразки КЛ9 і КЛ12 – по 6 балів.

Показники консистенції масла, особливо за низьких плюсових температур, мають важливе значення для споживної привабливості продукту. Результати наших

досліджень продемонстрували, що включення заквашувальних культур *FD + La-5* (1:1) та температура ферментації (30 ± 1) °C при виробництві кислоторшккового масла позитивно вплинули на пластичність продукту за низьких плюсових температур, при цьому його термостійкість перебувала у межах «добра».

Результати досліджень жирнокислотного складу ліпідів показали, що кислоторшкове масло у весняно-літній період також збагачується *транс-11* ізомерами жирних кислот (табл. 2). У ліпідах кислоторшкового масла I і II групи виявлено збільшення вмісту *транс-11* C18:1 порівняно із СЛ – 4,2...4,25 проти 4,19 %. Вміст *цис-9*, *транс-11* C18:2 був найбільшим ($p < 0,05$) у зразку КЛ2.

Таблиця 2

Вміст біологічно важливих жирних кислот ліпідів масла, виготовленого у весняно-літній період року, % загальної кількості жирних кислот ($M \pm m$, $n=3$)

Показник	Зразки масла				
	СЛ	КЛ2	КЛ5	КЛ8	КЛ11
C4:0 (масляна)	3,28±0,16	2,88±0,15*	2,9±0,14*	3,16±0,14	3,24±0,09
ізо-C15:0 (13-метилтетрадеканова)	0,42±0,03	0,42±0,02	0,42±0,03	0,42±0,03	0,42±0,02
<i>цис-9</i> C18:1 (олеїнова)	20,35±0,89	20,72±1,03	20,61±1,25	20,49±0,53	20,54±1,18
<i>транс-11</i> C18:1 (<i>транс-вакценова</i>)	4,19±0,14	4,25±0,14*	4,22±0,15	4,15±0,15	4,17±0,09
<i>цис-9</i> , <i>цис-12</i> C18:2 (лінолева)	1,36±0,10	1,37±0,09	1,38±0,07	1,39±0,12	1,37±0,08
<i>цис-9</i> , <i>транс-11</i> C18:2 (КЛК)	2,13±0,08	2,19±0,07*	2,13±0,09	2,12±0,11	2,12±0,07
<i>цис-9</i> , <i>цис-12</i> , <i>цис-15</i> C18:3 (ліноленова)	1,11±0,07	1,12±0,06	1,11±0,06	1,11±0,09	1,11±0,08
Сума <i>транс-9</i> C18 ізомерів	0,69±0,03	0,72±0,02	0,7±0,05	0,71±0,04	0,71±0,03
Сума <i>транс-11</i> C18 ізомерів	6,4±0,06	6,51±0,09*	6,43±0,1	6,35±0,11	6,37±0,03

Експериментальними дослідженнями встановлено вплив *FD* і *La-5* на вміст смако-ароматичних речовин у маслі, про що свідчать дані, наведені в табл. 3. До головних змін слід віднести збільшення частки діацетилу у всіх зразках кислоторшкового масла, найбільше у КЛ1 (72,1 %), КЛ2 (38,9 %) і КЛ6 (34,8 %) порівняно із СЛ (3,4 %). Сума лактонів була найбільшою у солодковершковому маслі, вона становила 24,7 %.

Таблиця 3

Вміст смако-ароматичних речовин у зразках кислоторшкового масла порівняно із солодковершковим, % ($M \pm m$, $n=3$)

Назва	СЛ	КЛ1	КЛ2	КЛ3	КЛ4	КЛ5	КЛ6
Ацетоїн	52,4±0,49	14,5±0,55 ***	36,1±0,89 ***	41,5±0,85 ***	41,9±0,67 ***	44,1±0,73 ***	28,0±0,48 ***
Масляна кислота	10,6±0,38	4,6±0,29 ***	8,8±0,47 *	13,1±0,23 **	9,9±0,37	13,8±0,24 **	21,8±0,49 ***
Капронова кислота	8,8±0,41	2,4±0,11 ***	3,8±0,17 ***	5,2±0,14 **	5,1±0,13 **	6,6±0,17 **	4,1±0,16 ***
Діацетил	3,4±0,16	72,1±1,09 ***	38,9±1,17 ***	27,9±0,61 ***	30,4±0,79 ***	20,1±0,42 ***	34,8±0,86 ***
Ізобутилацетат	0,08±0,003	-	-	-	-	-	-
d-декалактон	18,4±0,62	3,4±0,13 ***	7,9±0,25 ***	9,7±0,69 ***	10,4±0,34 ***	11,1±0,21 ***	7,2±0,26 ***
Етиловий спирт	-	0,07±0,003	-	-	-	-	-
d-додекалактон	6,4±0,25	2,9±0,15 ***	4,5±0,13 **	2,9±0,11 ***	2,3±0,08 ***	4,4±0,14 **	4,2±0,19 **

Кисловершкове масло відзначалося повільнішим протіканням процесу ліполізу, особливо для КЛ1 і КЛ2, про що засвідчує значення кислотного числа – 2,27 і 2,23 проти 2,54 см³ КОН для СЛ. Кисловершкове масло, виготовлене із застосуванням *FD* і *La-5* (1:1) за температури ферментації вершків (30±1) °С, проявило вищу стійкість до процесів окиснення при зберіганні його за температури (4±2) °С та за умов прискореного окиснення.

Кисловершкове масло, виготовлене при поєднанні *FD* + *La-5* (1:1) за температури ферментації (30±1) °С, характеризувалося високою концентрацією обох культур (рис. 7) при зберіганні. З огляду на необхідність забезпечення пробіотичних властивостей кисловершковому маслу, його доцільно зберігати не більше 35 діб за температури 0...-5 °С; кількість життєздатних клітин *La-5* у зразку КЛ2 була найбільшою і становила 7,6 lg КУО/г на 35-й день зберігання, на 42 добу вона зменшилась до 6,9 lg КУО/г.

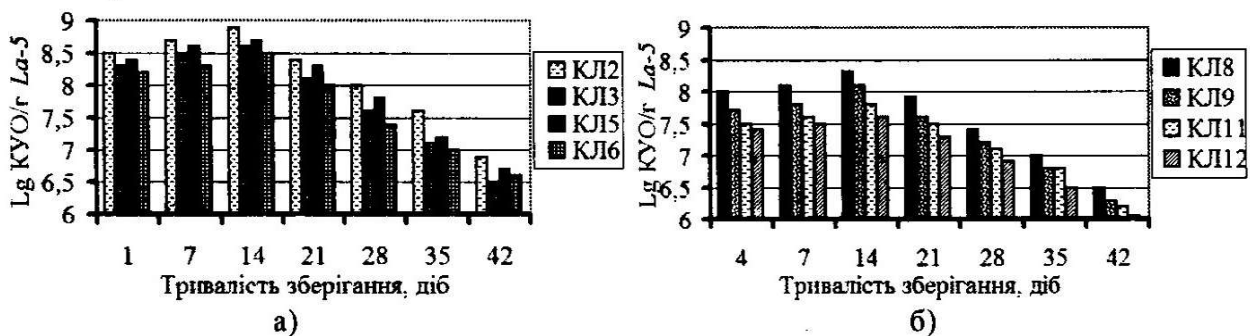


Рис. 7. Зміна кількості життєздатних клітин *La-5* (а, б) у 1 г кисловершкового масла протягом зберігання за температури 0...-5 °С.

За результатами проведених досліджень розроблено технологію кисловершкового масла з пробіотичними властивостями (рис. 8) та технічні умови на виробництво продукту (ТУ У 10.5–00492990–006:2014 «Масло кисловершкове з пробіотичними властивостями»).

У розділі 5 «Розроблення технології та оцінка економічної ефективності виробництва кисловершкового масла з пробіотичними властивостями» описано технологію кисловершкового масла з пробіотичними властивостями залежно від періоду року та визначено економічну ефективність його виробництва. Відмінною особливістю запропонованої технології є використання культур безпосереднього внесення *FD* + *La-5* у співвідношенні 1:1 та температура ферментації вершків – (30±1) °С.

Розроблена технологія кисловершкового масла була апробована на ПрАТ «Галичина», м. Радехів. У промислових умовах було вироблено експериментальний зразок кисловершкового масла з пробіотичними властивостями і контрольний зразок – солодковершкове масло. У вироблених зразках були визначені показники якості після завершення технологічного процесу, а також визначена економічна ефективність виробництва продукту.

Проведені дослідно-промислові випробування технології кисловершкового масла з пробіотичними властивостями свідчать про те, що параметри виробництва дозволили отримати масло, яке за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками відповідало вимогам проекту технічних умов на його виробництво ТУ У 10.5–00492990–006:2014 та ДСТУ 4399:2005 «Масло вершкове».

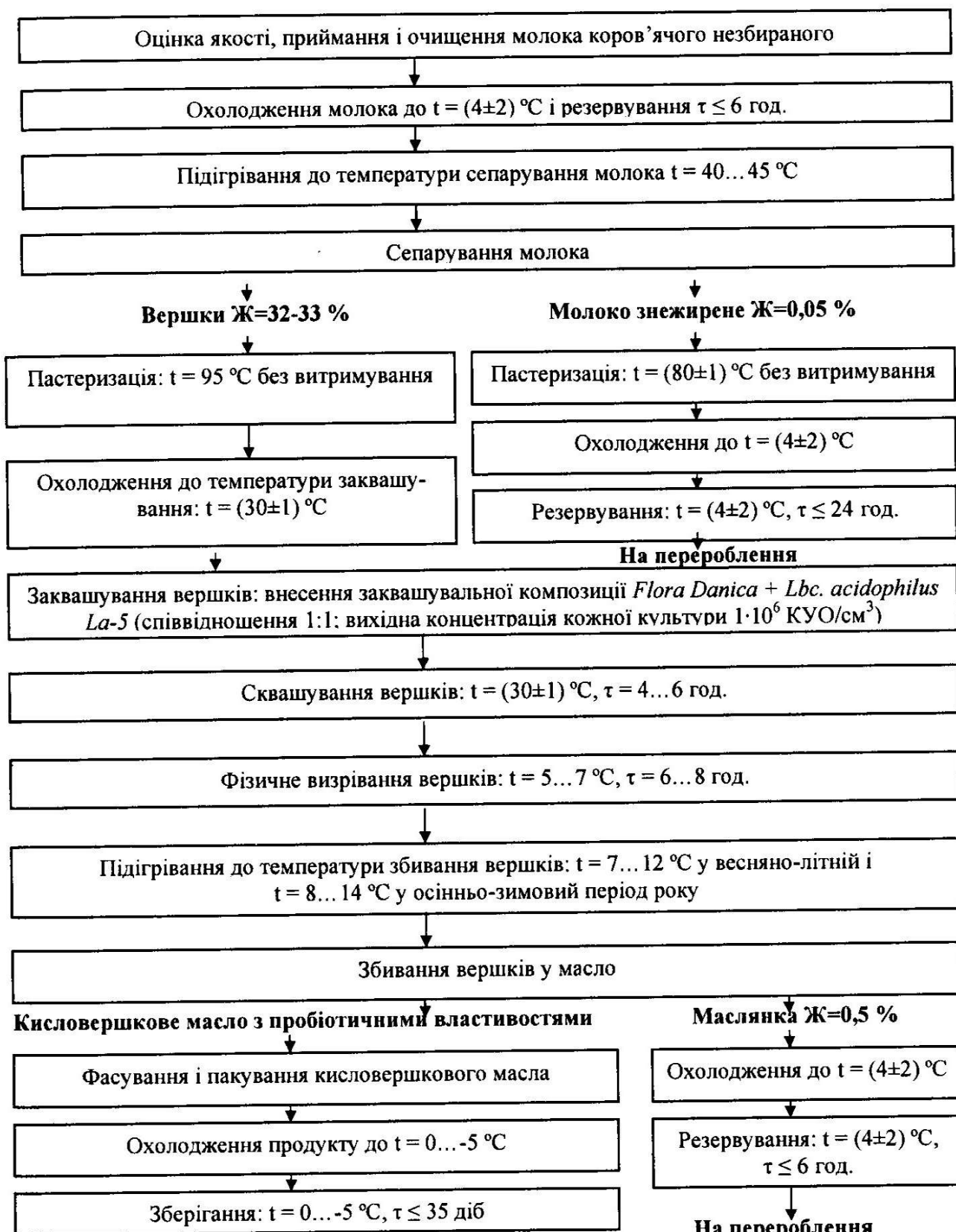


Рис. 8. Технологічна схема виробництва кисловершкового масла з пробіотичними властивостями.

Аналогів кисловершкового масла з пробіотичними властивостями, присутніх на ринку, сьогодні немає, що вказує на перспективність впровадження розробленої

технології. Прибуток від реалізації кисловершкового масла з пробіотичними властивостями, порівняно з солодковершковим зріс на 1350 грн. на 1 тону готового продукту.

ВИСНОВКИ

На основі теоретичних узагальнень та експериментальних досліджень обґрунтовано і розроблено технологію кисловершкового масла з пробіотичними властивостями із використанням заквашувальних культур безпосереднього внесення *Flora Danica* та *Lactobacillus acidophilus* пробіотичного штаму *La-5*.

1. Встановлено можливість поєднання змішаних мезофільних культур *FD* з термофільною монокультурою *La-5* при ферментації вершків у технології кисловершкового масла з пробіотичними властивостями.

2. Експериментально встановлено дозу інокуляції і раціональне співвідношення між *FD* і *La-5* у складі заквашувальної композиції безпосереднього внесення – 1:1 при вихідній концентрації кожної культури у вершках $1 \cdot 10^6$ КУО/см³ для виробництва кисловершкового масла з пробіотичними властивостями.

3. Встановлено параметри процесу ферментації вершків за поєднання заквашувальних культур *FD* та *La-5*: температура ферментації (30 ± 1) °С, тривалість 4...6 год., а також параметри процесу фізичного визрівання вершків: у осінньо-зимовий період року за температури (7 ± 1) °С тривалість 8 год., у весняно-літній період року за температури (5 ± 1) °С тривалість 6 год.

4. Показано, що комбінування традиційних для кисловершкового масла заквашувальних культур *FD* і монокультури *La-5* дозволяє збагатити кисловершкове масло біологічно активними жирними кислотами *транс-11 C18:1* і *цис-9, транс-11 C18:2* при їх спільному культивуванні за температури ферментації вершків (30 ± 1) °С.

5. Встановлено, що кисловершкове масло, виготовлене із застосуванням *FD* і ферментації вершків за температури (30 ± 1) °С, характеризується найкращою композицією ароматичних сполук і найбільшим вмістом діацетилу. При спільному культивуванні *FD + La-5* за тієї самої температури знижується частка діацетилу, зростає ацетоїну і лактонів, що надає фруктових нот. Ароматична композиція інших зразків масла, в основному, забезпечується ацетоїном та леткими жирними кислотами.

6. Досліджено, що твердість кисловершкового масла в осінньо-зимовий період дещо вища від солодковершкового, термостійкість найвища для зразків з використанням *FD* самостійно і у поєднанні з *La-5* та ферментації вершків за температури (30 ± 1) °С. У весняно-літньому періоді всі зразки кисловершкового масла відзначались підвищеною м'якістю, за винятком тих, де культуру вносили у масляне зерно.

7. Визначено, що інтенсивність перебігу ліполітичних процесів у зразках кисловершкового масла у осінньо-зимовий і весняно-літній періоди року є меншою порівняно з солодковершковим маслом, особливо для зразків, де використовували культуру *FD* самостійно і у поєднанні з *La-5* та температуру ферментації вершків (30 ± 1) °С. Для цих зразків відзначено також вищу стійкість до процесів окиснення, що засвідчується меншим значенням пероксидного числа при зберіганні за температури (4 ± 2) °С та за умов прискорено-кінетичного окиснення.

8. Встановлено, що кількість життєздатних клітин *La-5* на 35-й день зберігання для всіх зразків кисловершкового масла, крім тих, де культури вносили в масляне зерно, становила понад $1 \cdot 10^7$ КУО/см³, що забезпечує пробіотичні властивості. Найбільша кількість життєздатних клітин *La-5* зареєстрована для зразка, де використовували поєднання культур і ферментацію вершків за (30 ± 1) °С, що засвідчує про синергізм між *FD* і *La-5*. Тривалість зберігання кисловершкового масла з пробіотичними властивостями 35 діб за температури 0...-5 °С.

9. Розроблено нормативну документацію на виробництво масла кисловершкового з пробіотичними властивостями ТУ У 10.5-00492990-006:2014. Проведено апробацію розробленої технології у промислових умовах ПрАТ «Галичина». Прибуток від реалізації кисловершкового масла, порівняно з солодковершковим збільшився на 1350 грн./т.

Список праць, опублікованих за темою дисертації

1. Мусій, Л.Я. Жирнокислотний склад ліпідів кисловершкового масла [Текст] / Л.Я. Мусій, О.Й. Цісарик, О.М. Голубець // Збірник наукових праць Донецького національного університету економіки і торгівлі імені Туган-Барановського. — Донецьк, 2012. — Вип. 29, Т. 2. — С. 267–272.
2. Мусій, Л.Я. Вплив складу заквашувальної композиції на мікробіологічні показники кисловершкового масла при зберіганні [Текст] / Л.Я. Мусій, О.Й. Цісарик, Р.В. Чоп // Науковий вісник ЛНУВМ та БТ імені С.З. Гжицького. — Львів, 2013. — Т. 15. — Ч. 3. — №1 (55). — С. 103–109.
3. Мусій, Л.Я. Динаміка зростання кислотності вершків за різних температурних режимів їх сквашування і визрівання при виробництві кисловершкового масла [Текст] / Л.Я. Мусій, О.Й. Цісарик // Науковий вісник ЛНУВМ та БТ імені С.З. Гжицького. — Львів, 2013. — Т. 15. — Ч. 4. — №3 (57). — С. 84–89.
4. Мусій, Л.Я. Смако-ароматичні речовини у кисловершковому маслі залежно від складу заквашувальної композиції і умов культивування [Текст] / Л.Я. Мусій, О.Й. Цісарик, О.В. Голубець, С.М. Шкаруба // Науковий вісник ЛНУВМ та БТ імені С.З. Гжицького. — Львів, 2014. — Т. 16. — Ч. 4. — №2 (59). — С. 103–112.
5. Мусій, Л.Я. Біохімічні особливості складу жирних кислот ліпідів кисловершкового масла, виготовленого в літній та зимовий періоди / Л.Я. Мусій, О.Й. Цісарик [Текст] // Науковий вісник ЛНУВМ та БТ імені С.З. Гжицького. — Львів, 2014. — Т. 16. — Ч. 4. — №3 (60). — С. 92–102.
6. Мусій, Л.Я. Жирнокислотный состав кисломолочного масла, изготовленного с применением мезофильной и пробиотической культур [Текст] / Л.Я. Мусий, О.Й. Цисарык, О.В. Голубец, С.Н. Шкаруба // Восточно-европейский журнал передовых технологий. — Издательство: Технологический центр (Харьков) ISSN: 1729-3774. — 2014. — №10 (69). — С. 58–63.
7. Мусій, Л.Я. Оксидантна стабільність кисловершкового масла при зберіганні [Текст] / Л.Я. Мусій, О.Й. Цісарик // Журнал «Харчова технологія та промисловість». — Одеса, 2014. — №4 (29). — С. 41–47.
8. Мусий, Л.Я. Жирнокислотный состав липидов кисломолочного масла, изготовленного в весенне-летний период в зависимости от условий технологи [Текст] / Л.Я. Мусий, О.И. Цисарык, О.В. Голубец, С.М. Шкаруба // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. — 2015. — № 1 (25). — С. 55–64. (Республика Беларусь).
9. Цісарик, О.Й. Мікробіальна композиція для кисловершкового масла функціонального призначення [Текст] / О.Й. Цісарик, Л.Я. Мусій // Науковий вісник ЛНУВМ та БТ імені С.З. Гжицького. — Львів, 2011. — Т. 13. — Ч. 2. — №2 (48). — С. 387–393.
10. Мусій, Л.Я. Особливості технології кисловершкового масла / Л.Я. Мусій, О.Й. Цісарик [Текст] // Науковий вісник ЛНУВМ та БТ імені С.З. Гжицького. — Львів, 2011. — Т. 13. — Ч. 4. — №4 (50). — С. 99–105.

11. Деклараційний патент № 94997 України, МПК А23С 15/02. Спосіб виготовлення кисловершкового масла з пробіотичними властивостями [Текст] / Л.Я. Мусій, О.Й. Цісарик; заявник і власник ЛНУВМ та БТ імені С.З. Гжицького. — № u 2014 06295; заявл. 06.06.2014; опубл. 10.12.2014, Бюл. № 23.
12. Деклараційний патент № 95115 України, МПК А23С 15/02. Спосіб виготовлення кисловершкового масла з функціональними властивостями [Текст] / Л. Я. Мусій, О. Й. Цісарик; заявник і власник ЛНУВМ та БТ імені С.З. Гжицького. — № u 2014 07283; заявл. 27.06.2014; опубл. 10.12.2014, Бюл. № 23.
13. Цисарык, О.И. Сливочное масло для здоровья [Текст] / О.И. Цисарык, Л.Я. Мусий // Молочная индустрия. — 2013. — №1. — С. 18–19.
14. Tsisaryk, O. The fatty acid composition of butter and cultured butter with lactobacillus acidophilus added to starter [Text] / O. Tsisaryk, L. Musij, O. Golubets // J. Dairy Sci. 2012. — Vol. 95, Suppl. 2. — P. 277.
15. Tsisaryk, O. The Fatty Acid Composition of Cultured Butter with Probiotic Lbc. Acidophilus La-5 Produced in Winter [Text] / O. Tsisaryk, L. Musij, O. Golubets, S. Shkaruba // J. Dairy Sci. — 2014. — Vol. 97, E-Suppl. — P. 505.
16. Білонога, Ю.Л. Теоретичні основи коагуляції масляного зерна [Текст] / Ю.Л. Білонога, І.М. Турчин, Л.Я. Мусій // Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Екотрофологія. Аспекти продовольчої та харчової безпеки». — Біла Церква, 17-18 вересня 2009 р. — С. 12–14.
17. Цісарик, О.Й. Кисловершкове масло, збагачене біологічно активними нутрієнтами [Текст] / О.Й. Цісарик, Н.Б. Сливка, Л.Я. Мусій // Збірник статей II Всеукраїнської науково-практичної конференції ЛІЕТ «Новітні тенденції у харчових технологіях та якість і безпечність продуктів». — Львів: ЛІЕТ, квітень, 2010 р. — С. 61–64.
18. Мусій, Л.Я. Функціональна роль ацидофільної палички [Текст] / Л.Я. Мусій, Г.В. Дроник, О.Й. Цісарик, О.Я. Білик // Матеріали ювілейної конференції з нагоди 15-річчя Чернівецького факультету НТУ «ХПІ» «Розвиток прикладної екології на Буковині». — Чернівці-Харків, 2012 — С. 161–165.
19. Цісарик, О.Й. Особливості процесу дозрівання вершків при виробництві кисловершкового масла [Текст] / О.Й. Цісарик, Л.Я. Мусій // Тези науково-практичної конференції «Стан та перспективи сучасних технологій виробництва харчових продуктів». — Вінниця, 28-29 березня 2013 р. — С. 52–53.
20. Цісарик, О.Й. Температурні режими сквашування вершків при виробництві кисловершкового масла [Текст] / О.Й. Цісарик, Л.Я. Мусій, О.Я. Білик // Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції «Актуальні проблеми харчової промисловості». — Тернопіль, 8-9 жовтня 2013 р. — С. 143.
21. Мусій, Л.Я. Дослідження мікробіологічних показників кисловершкового масла при зберіганні [Текст] / Л.Я. Мусій, О.Й. Цісарик // Програма та матеріали Четвертої міжнародної науково-технічної конференції «Перспективи розвитку м'ясної, молочної та олієжирової галузей у контексті євроінтеграції». — К.: НУХТ, 24-25 березня 2015 р. — С. 93-94.

Особистий внесок автора:

- 1) проведення літературного пошуку, розробка методології досліджень, керівництво і організація у експериментальних дослідженнях, узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації (поз. 3, 5, 9-13, 17-21);
- 2) участь у експериментальних дослідженнях, корегування методик експериментів, обробка даних і підготовка їх до друку (поз. 1-2, 4, 6-8, 14-16).

АНОТАЦІЯ

Мусій Л.Я. Розроблення технології кисловершкового масла 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, 2015.

Дисертаційна робота присвячена науковому обґрунтуванню і розробленню технології кисловершкового масла з пробіотичними властивостями з використанням заквашувальних культур безпосереднього внесення у осінньо-зимовий та весняно-літній період року.

Експериментально встановлено та науково обґрунтовано склад заквашувальної композиції зі змішаних мезофільних культур *Flora Danica* (FD) та термофільної монокультури *Lbc. acidophilus* штам *La-5* (*La-5*) для виробництва кисловершкового масла з пробіотичними властивостями.

На основі експериментальних досліджень обґрунтовано параметри процесу ферментації та фізичного визрівання вершків залежно від періоду року і технологічних особливостей виробництва кисловершкового масла.

Експериментально доказано раціональне співвідношення між FD і *La-5* у складі заквашувальної композиції безпосереднього внесення, яке становить 1:1 при вихідній концентрації культур у вершках $1 \cdot 10^6$ КУО/см³ для використання у технології кисловершкового масла з пробіотичними властивостями.

Установлено умови нагромадження біологічно важливих жирних кислот у кисловершковому маслі, зокрема *транс-11* C18:1 та *цис-9, транс-11* C18:2.

Досліджено склад смако-ароматичних сполук у кисловершковому маслі за включення заквашувальних культур безпосереднього внесення та стійкість його до окиснювальних процесів під час зберігання.

Експериментально досліджено динаміку змін пробіотичних властивостей кисловершкового масла під час зберігання та показано вплив заквашувальної монокультури безпосереднього внесення *La-5* на ці властивості.

Розроблено технологію кисловершкового масла з пробіотичними властивостями та нормативну документацію на його виробництво, проведено промислову апробацію розробленої технології. Розраховано економічний ефект від впровадження технології.

Ключові слова: кисловершкове масло, технологія, ферментація, заквашувальні культури безпосереднього внесення, *Lbc. acidophilus La-5*, *Flora Danica*, жирнокислотний склад ліпідів, зберігання.

АННОТАЦІЯ

Мусий Л.Я. Разработка технологии кисломолочного масла с пробиотическими свойствами. – Рукопись.

Диссертация на соискание учёной 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.

Диссертационная работа посвящена научному обоснованию и разработке технологии кисломолочного масла с пробиотическими свойствами с использованием



заквасочных культур непосредственного внесения в осенне-зимний и весенне-летний период года.

Обоснована целесообразность использования монокультуры *Lbc. acidophilus* пробиотического штамма *La-5* (*La-5*) в составе лиофилизированного бакконцентрата непосредственного внесения для разработки технологии кисломолочного масла с функциональными свойствами.

Установлена возможность сочетания смешанных культур *Flora Danica* (*FD*) с *La-5* при ферментации сливок в технологии кисломолочного масла с пробиотическими свойствами.

Экспериментально доказано рациональное соотношение между мезофильными смешанными культурами *FD* и *La-5* в составе заквасочной композиции непосредственного внесения, которое составляет 1:1 при исходной концентрации культур в сливках $1 \cdot 10^6$ КОЕ/см³ для использования в технологии кисломолочного масла с пробиотическими свойствами.

Установлены параметры процесса ферментации сливок с использованием *FD* и *La-5* при производстве кисломолочного масла с пробиотическими свойствами: температура (30 ± 1) °С, продолжительность 4...6 ч.; параметры физического созревания сливок: температура (7 ± 1) °С, продолжительность 8 ч. в осенне-зимний период, температура (5 ± 1) °С, продолжительность 6 ч. в весенне-летний период.

Показано, что комбинирование традиционных для кисломолочного масла заквасочных культур *FD* и монокультуры *La-5* позволяет обогатить кисломолочное масло биологически активными жирными кислотами *транс-11* C18:1 и *цис-9, транс-11* C18:2 при совместном их культивировании при температуре ферментации сливок (30 ± 1) °С.

Экспериментально показано, что содержание основного ароматического вещества диацетила достигает 72,1 % в образце кисломолочного масла при применении *FD* самостоятельно и ферментации при температуре (30 ± 1) °С; его содержание уменьшается до 38,9 % за счет роста содержания ацетоина (до 36,1 %) при совместном культивировании *FD + La-5* при той же температуре. Ароматическая композиция других образцов масла обеспечивается, в основном, ацетоином и летучими жирными кислотами.

Доказано, что твердость кисломолочного масла в осенне-зимний период несколько выше сладкомолочного при высокой термостойкости для образцов с использованием *FD* самостоятельно и в сочетании с *La-5* и ферментации сливок при температуре (30 ± 1) °С. В весенне-летнем периоде все образцы кисломолочного масла отличались повышенной мягкостью, за исключением тех, где культуру вносили в масляное зерно.

Исследована устойчивость к окислительным процессам кисломолочного масла при хранении и проанализировано влияние заквасочных культур на эти процессы. Показано, что интенсивность липолитических процессов в образцах кисломолочного масла в осенне-зимний и весенне-летний периоды года более низкая по сравнению со сладкомолочным маслом, особенно для образцов, где использовали культуру *FD* самостоятельно и в сочетании с *La-5* и температуру ферментации сливок (30 ± 1) °С. Для этих образцов отмечено также высокую устойчивость к процессам окисления, что подтверждается на 32...38 и 29...37 % меньшими значениями перок-

сидного числа в осенне-зимнем и весенне-летнем периоде соответственно при хранении масла при температуре (4 ± 2) °С и в условиях ускоренно-кинетического окисления.

Установлено, что количество жизнеспособных клеток *La-5* на 35-й день хранения для всех образцов кисломолочного масла, кроме тех, где культуры вносили в масляное зерно, составила более $1\cdot 10^7$ КОЕ/см³, что обеспечивает пробиотические свойства. Наибольшее количество жизнеспособных клеток *La-5* зарегистрировано для образца, где использовали сочетание культур и ферментацию сливок при (30 ± 1) °С, что свидетельствует о синергизме между *FD* и *La-5*. Установлены параметры хранения кисломолочного масла с пробиотическими свойствами – продолжительность 35 суток при температуре 0...-5 °С.

Разработана и утверждена нормативная документация на производство масла кисломолочного с пробиотическими свойствами ТУ У 10.5-00492990-006:2014. Проведена апробация разработанной технологии в промышленных условиях предприятия «Галичина» Львовской области. Прибыль от реализации кисломолочного масла с пробиотическими свойствами по сравнению со сладкомолочным увеличилась на 1350 грн./т.

Ключевые слова: кисломолочное масло, технология, ферментация, заквасочные культуры непосредственного внесения, *Lbc. acidophilus La-5*, *Flora Danica*, жирнокислотный состав липидов, хранение.

ABSTRACT

Musiy L.Y. The Development of Technology Cultured Butter with Probiotic Properties. – Manuscript.

The thesis for the degree of Candidate of Technical Sciences, specialty 05.18.04 – Technology of meat, dairy products and products of aquatic organisms. – Odessa National Academy of Food Technologies, Ministry of Education and Science of Ukraine, Odessa, 2015.

The thesis is dedicated to the scientific description and development of cultured butter with probiotic properties with the usage of fermentation cultures of direct introduction during the autumn-winter and spring-summer period of year.

It is experimentally found and scientifically justified the content of fermentation composition of mixed mesophilic cultures *Flora Danica (FD)* and thermophilic monoculture *Lbc. acidophilus* strain *La-5 (La-5)* for cultured butter with probiotic properties production.

On the basis of experimental researches the parameters of the process of fermentation and physical maturation of creams, depending on the season of the year and technological peculiarities of cultured butter production justified.

Experimentally proven the rational correlation between *FD* and *La-5* in the content of fermentation composition of direct introduction that constitute 1:1 on the exit culture concentration in creams that is $1\cdot 10^6$ CFU/cm³ for the usage in the technology of cultured butter with probiotic properties production.

It is determined the conditions of biologically important fatty acids in cultured butter accumulation, in particular the increase of the content of *trans-11 C 18:1* and *cis-9, trans-11 CLA*.

It is researched the content of taste-fragrance compound in cultured butter on the inclusion of fermentation cultures of direct introduction and their sustainability to oxidation processes during storage.

Experimentally researched the dynamics of changes probiotic peculiarities of cultured butter during the storage and showed the influence of fermentation monoculture of direct introduction of *La-5* on these peculiarities.

It is developed the normative documentation and the technology of cultured butter with probiotic peculiarities production. It was done the industrial approbation of the developed technology. It is calculated the economic effect from the introduction of this technology.

Key words: cultured butter, technology, fermentation, fermentation cultures of direct introduction, *Lbc. acidophilus La-5*, *Flora Danica*, fatty acid composition of lipids, storage.