

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

ЛЯЛИК АНАСТАСІЯ ТАРАСІВНА



УДК 637.35

**БІОТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИГОТОВЛЕННЯ СИРІВ
З ПІДВИЩЕНИМ ВМІСТОМ ОМЕГА-3 ЖИРНИХ КИСЛОТ**

03.00.20 «Біотехнологія»

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2021

Дисертацією є кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису

Роботу виконано в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник: доктор біологічних наук, професор,
Покотило Олег Степанович,
Тернопільський національний технічний
університет імені Івана Пулюя,
професор кафедри харчової
біотехнології і хімії

Офіційні опоненти: доктор технічних наук,
старший науковий співробітник
Циганков Сергій Петрович,
Державна установа «Інститут харчової
біотехнології та геноміки НАН України»,
заступник директора з наукової роботи;
завідувач відділу переробки поновлюваної
сировини та альтернативних палив

доктор технічних наук,
старший науковий співробітник
Боднарчук Оксана Василівна,
Інститут продовольчих ресурсів НААН,
завідувач відділу аналітичних досліджень
та якості харчової продукції

Захист відбудеться «24» грудня 2021 року о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 26.004.22 в Національному університеті біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15, навчальний корпус № 3, кімната 301

З дисертацією можна ознайомитися в науковій бібліотеці Національного університету біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 13, навчальний корпус № 4, кімната 41а

Автореферат розіслано «23» листопада 2021 року

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Н. М. Слободянюк

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Харчування людини, збалансоване за вмістом основних поживних речовин, зокрема білків, вуглеводів і жирів, а також вітамінів, макро- й мікроелементів з урахуванням добової фізіологічної потреби людини, – надзвичайно актуальна тема сьогодення.

Готова харчова продукція, яку споживає населення, має бути не тільки смачною, вона повинна містити у своєму складі обмежену кількість некорисних інгредієнтів, як-от сіль, цукор і жир. Окрім того, харчові продукти мають бути корисними, а саме: додатково збагачені тими речовинами, яких нам не вистачає в повсякденному харчуванні.

У раціоні людини обов'язково мають бути наявними Омега-3 поліненасичені жирні кислоти. Вони не виробляються людським організмом і надзвичайно корисні для підвищення імунітету, здоров'я серця і судин, нормалізації емоційного стану й покращення зовнішнього вигляду шкіри. Омега-3 поліненасичені жирні кислоти використовують для профілактики великої кількості хвороб, зокрема невралгії, запальних процесів, підвищеного тиску й захворювань суглобів.

Одними з продуктів, які містять Омега-3 поліненасичені жирні кислоти, є олії, зокрема лляна.

Отже, виробництво харчової молочної продукції, збагаченої додатковими поліненасиченими жирними кислотами, дасть змогу вирішити проблему збалансованого харчування населення та розширить асортимент випуску молочної продукції в Україні для задоволення потреб споживачів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертація відповідає науковому напряму роботи кафедри харчової біотехнології і хімії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя за темою «Виділення біологічно активних пептидів з продуктів ферментативного розщеплення білків молока» (номер державної реєстрації 0110U002267, 2010–2012 рр.). Наукову роботу виконано відповідно до Закону України від 12 жовтня 2010 р. № 2623-14 «Про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки».

Мета й завдання дослідження. Метою дисертації є вивчення біотехнологічних аспектів і розробка удосконаленої технології виробництва сиркової пасти, збагаченої Омега-3 поліненасиченими жирними кислотами рослинного походження, з підвищеною біологічною і харчовою цінністю.

Для досягнення поставленої мети визначено й вирішено такі завдання:

– проаналізувати сучасний стан виробництва вітчизняних молочних продуктів з підвищеною біологічною цінністю та визначити перспективні напрями розширення асортименту сиркових виробів, збагачених Омега-3 жирними кислотами;

– дослідити показники якості й безпечності молочної сировини, кисломолочного сиру, льону, лляної олії та обґрунтувати їхні технологічні властивості для виробництва сиркової пасти, збагаченої Омега-3 поліненасиченими жирними кислотами;

– розробити рецептуру й удосконалити технологію виробництва сиркової пасти підвищеної біологічної цінності із застосуванням методів математичного моделювання;

– вивчити органолептичні, фізико-хімічні й мікробіологічні показники якості та жирнокислотний склад сиркової пасти з підвищеним вмістом Омега-3 поліненасичених жирних кислот;

– дослідити зміни органолептичних, фізико-хімічних і мікробіологічних показників цільового продукту під час його зберігання за різних температур та обґрунтувати граничні терміни зберігання;

– розрахувати економічну ефективність виробництва сиркової пасти з підвищеним вмістом Омега-3 жирних кислот;

– розробити нормативну документацію на новий вид сиркової пасти з підвищеним вмістом Омега-3 жирних кислот;

– провести промислову апробацію розробленої технології продукту.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва сиркової пасти, збагаченої Омега-3 жирними кислотами рослинного походження з підвищеною біологічною і харчовою цінністю.

Предмет дослідження – показники якості й безпечності молока-сировини, сиру кисломолочного, лляної олії, сиркової пасти, збагаченої Омега-3 поліненасиченими жирними кислотами.

Методи дослідження. Експериментальні дослідження проводили з використанням сучасних стандартних і загальноприйнятих методів органолептичних, фізико-хімічних, хімічних, мікробіологічних, статистичних, математичного моделювання та модифікованої нами шкали органолептичної оцінки сиркової пасти з вмістом лляної олії.

Відбір проб молока-сировини, кисломолочного сиру проводили відповідно до вимог нормативно-технічної документації. Готування проб і їх десятикратних розведень до досліджень проводили згідно з ДСТУ 4834:2007, ДСТУ IDF 122C:2003.

Статистичну обробку результатів дослідження здійснювали за загальноновизнаними методами варіаційної статистики з використанням програми Statistica 10.

Наукова новизна отриманих результатів. Вперше проведено математичне моделювання рецептурного складу сиркової пасти, збагаченої Омега-3 жирними кислотами.

Розроблено рецептуру й удосконалену технологію виробництва сиркової пасти з підвищеним вмістом Омега-3 жирних кислот.

Досліджено вплив різних концентрацій лляної олії на органолептичні, фізико-хімічні й мікробіологічні показники сиркової пасти.

Обґрунтовано економічну ефективність виробництва сиркової пасти, збагаченої Омега-3 жирними кислотами.

Новизна одержаних результатів підтверджена патентом на корисну модель.

Практичне значення отриманих результатів. Практична цінність дисертації полягає у науковому обґрунтуванні біотехнологічних аспектів удосконалення технології виробництва сиркової пасти, збагаченої Омега-3

жирними кислотами рослинного походження, з підвищеною біологічною і харчовою цінністю.

Розроблено рецептуру сиркової пасти «Довголіття» з додаванням лляної олії.

Розроблено удосконалену технологію виробництва сиркової пасти «Довголіття» з лляною олією.

Розроблено нормативно-технічну документацію на сиркову пасту «Довголіття» з лляною олією, а саме: ТУ У 10.7-000000000-006:2020 «Сиркова паста збагачена омега-3 жирними кислотами «Довголіття».

Згідно з розробленими ТУ У 10.7-000000000-006:2020 «Сиркова паста збагачена омега-3 жирними кислотами «Довголіття» проведено успішну промислову апробацію та виготовлено пробну партію сиркової пасти «Довголіття» на молокопереробному підприємстві ТОВ «Бучацький сирзавод».

Доведено соціальну й економічну ефективність виробництва сиркової пасти «Довголіття» з лляною олією.

Результати досліджень використовуються у навчальному процесі під час викладання дисципліни «Сучасні технології харчових виробництв» на кафедрі харчової біотехнології і хімії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Особистий внесок здобувача. Дисертанткою самостійно проведено аналіз і узагальнення наукових даних сучасного стану та перспективи виробництва сиркової пасти підвищеної біологічної цінності. Здійснено вибір предмета досліджень, запропоновано методи, методики й засоби проведення дослідницьких експериментів, математичні методи моделювання.

Статистично опрацьовано отримані результати експериментальних досліджень, підготовлено матеріали досліджень як наукові статті й тези, оформлено матеріали для отримання патентів, організовано промислову апробацію нового виду сиркової пасти. Планування напрямів роботи, наукові дослідження з питань мікробіології, обговорення результатів досліджень і підготовка їх до публікування здійснювалися за консультативної допомоги й підтримки доктора ветеринарних наук, професора кафедри харчової біотехнології і хімії М. Д. Кухтина, кандидата технічних наук, доцента кафедри харчової біотехнології і хімії Л. А. Бейко та безпосередньої участі наукового керівника доктора біологічних наук, професора О. С. Покотила.

Апробація результатів дисертації. Основні матеріали досліджень за темою дисертації доповідалися та отримали загальне схвалення на щорічних засіданнях кафедри харчової біотехнології і хімії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (2012–2015 рр.), а також висвітлені на міжнародних і всеукраїнських конференціях та семінарах, зокрема: XVII Науковій конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Природничі науки та інформаційні технології» (м. Тернопіль, 2013 р.); міжнародних науково-технічних конференціях «Стан і перспективи харчової науки та промисловості» (м. Тернопіль, 2015, 2017, 2019 рр.); IV Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (м. Тернопіль, 2015 р.); V Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних

технологій» (м. Тернопіль, 2016 р.); II Міжнародній студентській науково-технічній конференції «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання» (м. Тернопіль, 2019 р.).

Публікації. Основні положення дисертації опубліковано в 16 наукових працях, з яких 5 статей у наукових фахових виданнях України, стаття у науковому виданні іншої держави, включеному до міжнародної наукометричної бази даних Scopus, патент України на корисну модель, 9 тез наукових доповідей.

Структура й обсяг дисертації. Дисертація складається з анотацій, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Загальний обсяг дисертації – 181 сторінка. Робота містить 25 таблиць і 36 рисунків. Список використаних джерел налічує 229 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність роботи, показано її зв'язок з науковими програмами, планами й темами, зазначено наукове та практичне значення отриманих результатів, визначено особистий внесок здобувача, подано перелік наукових семінарів, де були представлені аспекти дисертації, та список публікацій, в яких висвітлено її основні результати.

У першому розділі **«Аналіз сучасного стану і перспектива виробництва сиркової пасти підвищеної біологічної цінності»** проаналізовано ринок молока питного й молочних продуктів в Україні та розкрито перспективу його розвитку, аналіз і особливості технологій виробництва продукції з сиру кисломолочного з різними наповнювачами. Також обґрунтовано теоретичні аспекти використання сировини як Омега-3 жирних кислот у молочних продуктах.

У другому розділі **«Об'єкт, предмет, матеріали й методи досліджень»** наведено загальний план у вигляді схеми проведення теоретичних та експериментальних досліджень.

Основна частина теоретичних та експериментальних досліджень була проведена у лабораторії технології молока й молочних продуктів і лабораторії мікробіології харчових продуктів кафедри харчової біотехнології і хімії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, випробувальній лабораторії державного підприємства «Тернопільстандарт-метрологія», а також промисловій лабораторії молокопереробного підприємства ТОВ «Бучацький сирзавод».

Приведено методи й методики експериментальних досліджень.

Опрацювання експериментальних даних і графічне оформлення дисертації здійснено за допомогою комп'ютера з використанням програмного забезпечення OriginPro 2015, SOLIDWORKS 2016, КОМПАС 3DV15, MathCad, Microsoft Office Excel 2007, програмного комплексу FlowVision.

У третьому розділі **«Якісна характеристика сировини й обґрунтування біотехнологічних аспектів технології виробництва сиркової пасти, збагаченої Омега-3 ПНЖК»** наведено результати визначення якості сировини й обґрунтовано біотехнологічні аспекти технології виробництва сиркової пасти, збагаченої Омега-3 жирними кислотами.

На першому етапі проведено експериментальні дослідження показників якості та безпечності сировини для виготовлення сиркової пасти, збагаченої Омега-3 жирними кислотами. Зокрема, досліджено органолептичні, фізико-хімічні, хімічні й мікробіологічні показники молока-сировини та кисломолочного сиру. Крім того, визначено органолептичні показники й фізико-хімічні властивості лляної олії та досліджено її жирнокислотний склад.

Результати досліджень фізико-хімічного складу молока-сировини наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Характеристика фізико-хімічного складу молока-сировини, яке використовувалося для виробництва сиркової пасти (n=37, M±m)

Показники	Теплий період року	Холодний період року	Вимоги ДСТУ 3662-2018	Вимоги ДСТУ (гатунок екстра)
Масова частка жиру, %	3,68±0,05	3,98±0,04	>3,4	>3,4
Масова частка білка, %	3,07±0,02	3,16±0,03	>3,0	>3,0
Густина, кг/м ³	1030,9±0,03	1031,2±0,3	>10207,0	>10208,0
Титрована кислотність, °Т	17,5±0,2	17,1±0,2	16,0...19,0	16,0...18,0
Точка замерзання, °С	0,543±0,001	0,542±0,001	Не вище мінус 0,520	Не вище мінус 0,520

Результати дослідження вказують на те, що молочний жир відповідає вимогам натуральності й не містить рослинних олій, оскільки число Рейхеля-Мейссля коливалося в межах 27,3–28,5 NaOH (рис. 1–2).

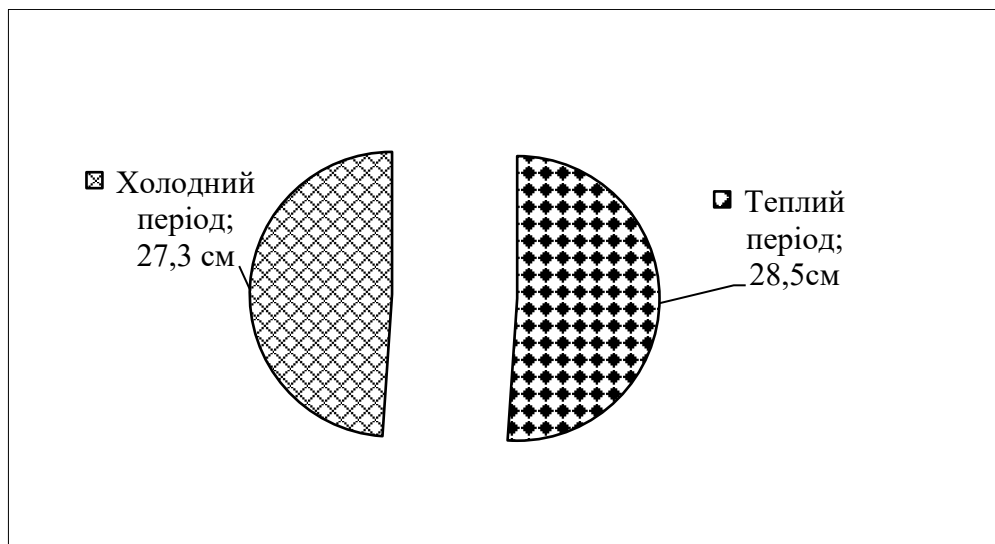


Рис. 1. Показники числа Рейхеля-Мейссля молочного жиру

Не менш важливим хімічним показником, який характеризує кількість ненасичених жирних кислот молочного жиру на відповідність його натуральності, є йодне число. Результати визначення показників йодного числа молочного жиру представлені на рис 2.

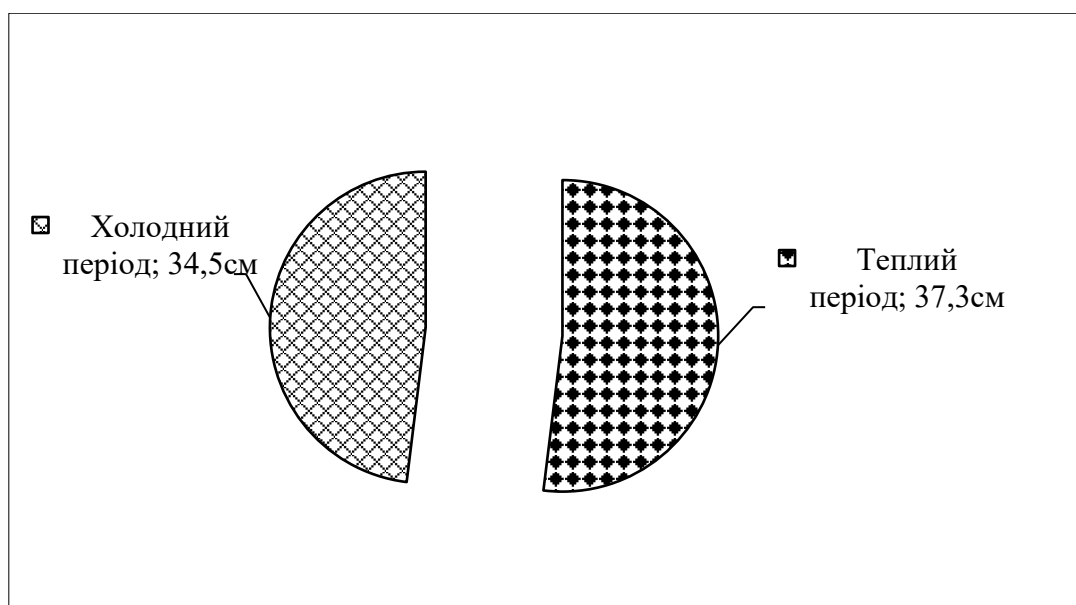


Рис. 2. Показники йодного числа молочного жиру

Йодне число досліджуваного молочного жиру відповідало середнім значенням (34–37 I₂/100 г). Це вказує на його натуральність, тому що рослинні жири мають значно вищий показник йодного числа.

У табл. 2 приведено результати жирнокислотного складу молочного жиру молока-сировини, відібраного на Тернопільському молокозаводі.

Таблиця 2

Жирнокислотний склад молочного жиру молока-сировини, відібраного на Тернопільському молокозаводі (M±m, n=10)

Назва жирних кислот	Код кислоти	Масова частка жирної кислоти, %		Рекомендована кількість, г на добу
		Теплий період	Холодний період	
<i>Насичені</i> Масляна	C 4 : 0	3,166±0,011	3,547±0,012	–
Капронова	C 6 : 0	1,829±0,013	2,096±0,008	–
Каприлова	C 8 : 0	1,025±0,007	1,137±0,006	–
Капринова	C 10 : 0	2,600±0,011	2,408±0,011	–
Лауринова	C 12 : 0	2,667±0,007	2,665±0,008	–
Міристинова	C 14 : 0	11,447±0,012	11,446±0,012	–
Пальмітинова	C 16 : 0	33,624±0,014	33,437±0,015	–
Стеаринова	C 18 : 0	9,745±0,011	9,685±0,016	–
Інші кислоти		6,757±0,010	6,562±0,011	–
Всього насичені		72,864±0,014	72,984±0,016	25
<i>Ненасичені</i> Олеїнова	C 18 : 1	22,068±0,016	21,675±0,012	–
Лінолева	C 18 : 2	3,751±0,012	3,69±0,010	–
Ліноленова	C 18 : 3	0,845±0,010	0,833±0,004	–
Арахідонова	C 20 : 4	0,074±0,003	0,062±0,004	–
Інші кислоти		0,402±0,009	0,770±0,007	–
Всього ненасичені		27,14±0,016	27,012±0,012	31

Отримані результати досліджень свідчать про те, що в молочному жирі молока-сировини переважають насичені жирні кислоти, загальна кількість яких становить $72,93 \pm 0,05$ %. Водночас ненасичених жирних кислот майже в 2,7 раза менше. Отже, результати досліджень вказують на доцільність розроблення молочного продукту підвищеної біологічної цінності, збагаченого Омега-3 жирними кислотами.

Проведено мікробіологічну оцінку молока-сировини, адже саме від мікрофлори сировини в більшості випадків залежать показники безпечності готової продукції і тривалість термінів зберігання молочного продукту. Результати досліджень мікробіологічних показників молока-сировини, яке використовувалося для виробництва сиркової пасти, наведено в табл. 3.

Таблиця 3

**Показники мікробіологічного складу молока-сировини,
яке використовувалося для виробництва сиркової пасти (n=37, M±m)**

Показники	Теплий період року	Холодний період року	Вимоги ДСТУ 3662–2018 (гатунок екстра)
Кількість МАФАНМ*, тис. КУО/см ³ **	83,7±7,9	65,6±5,2	≤100
Титр БГКП, см ³ ***	0,01	0,1	Не нормується
Уміст золотистого стафілококу, КУО/см ³	Не виявлено	Не виявлено	≤500
Патогенні мікроорганізми, в 25 см ³ : – <i>Salmonella</i> , – <i>Listeria monocitogenes</i>	Не виявлено	Не виявлено	Не дозволено

Примітки: *МАФАНМ – мезофільні аеробні й факультативно анаеробні мікроорганізми; ** КУО – колонієутворювальна одиниця; *** БГКП – бактерії групи кишкової палички

З даних табл. 3 видно, що за вмістом МАФАНМ досліджене нами молоко-сировина відповідало вимогам чинного стандарту для екстра гатунку до 100 тис. КУО/см³. Зокрема, в холодний період кількість МАФАНМ становила $65,6 \pm 5,2$ тис. КУО/см³, а в теплий – $83,7 \pm 7,9$ тис. КУО/см³, що є свідченням добрих санітарних умов отримання, первинної обробки й охолодження молока.

Важливі показники, які характеризують безпечність молока-сировини й мають технологічне значення в процесі виготовлення кисломолочних продуктів – вміст соматичних клітин та наявність інгібуючих і фальсифікуючих речовин. Результати досліджень приведено в табл. 4.

Таблиця 4

**Інші важливі показники молока-сировини,
які впливають на його безпечність (n=37, M±m)**

Показники	Теплий період року	Холодний період року	Вимоги ДСТУ (гатунок екстра)
Кількість соматичних клітин, тис./см ³	271,5±11,2	254,8±10,6	≤400
Наявність інгібуючих і фальсифікуючих речовин	Не виявлено	Не виявлено	Не дозволено

Для виготовлення сиркової пасти з лляною олією було вибрано за основу кисломолочний сир нежирний, виготовлений ПрАТ «Тернопільський молокозавод» ТМ «Молокія». У табл. 5 приведені органолептичні показники кисломолочного сиру, в табл. 6 і 7 приведено результати досліджень фізико-хімічних властивостей та амінокислотний склад кисломолочного сиру нежирного торгової марки «Молокія».

Таблиця 5

Органолептичні показники свіжовиготовленого кисломолочного сиру нежирного торгової марки «Молокія», $M \pm m$, $n=5$

Показники, що оцінюються	Характеристика показника згідно з ДСТУ 4554:2006	Характеристика кисломолочного сиру
Консистенція і зовнішній вигляд	М'яка, мазка або розсипчаста. Дозволено незначну крупинчастість і незначне виділення сироватки	М'яка, розсипчаста. Незначна крупинчастість без виділення сироватки
Смак і запах	Характерний кисломолочний без сторонніх присмаків і запахів	Чисті, ніжні, без зайвої кислотності, сторонніх присмаків і запахів
Колір	Білий або з кремовим відтінком, рівномірний за всією масою	Білий, рівномірний по всій масі, без сторонніх відтінків

Таблиця 6

Фізико-хімічні показники кисломолочного сиру нежирного торгової марки «Молокія», $M \pm m$, $n=5$

Показники	Кисломолочний сир нежирний	Вимоги ДСТУ 4554:2006
Масова частка жиру, %	0,2±0,02	Менше 2 %
Масова частка білку, %	16,01±0,03	Не менше ніж 14 %
Масова частка вологи, %	78,7±0,5	Від 65 до 80 %
Кислотність титрована, °Т	173,5±1,3	Від 170 до 250 %
Фосфатаза	Не виявлено	Не дозволено

Таблиця 7

Амінокислотний склад кисломолочного сиру нежирного торгової марки «Молокія», $M \pm m$, $n=5$

Назва амінокислоти	Шкала ФАО/ВООЗ	Уміст амінокислот, г у 100 г білка	Амінокислотний скор, % відносно шкали ФАО/ВООЗ
Кількість незамінних амінокислот, зокрема:	–	42,4	–
лейцин	7,0	10,3	147
ізолейцин	4,0	5,2	130
метіонін	3,5	2,8	80
лізин	5,5	7,8	141
фенілаланін	6,0	5,1	85
треонін	4,0	4,5	112
валін	5,0	5,7	114
триптофан	1,0	1,0	100

Кількість замінних амінокислот, зокрема:	–	57,6	–
серин	–	4,8	–
гліцин	–	1,5	–
аланін	–	2,6	–
глутамінова кислота	–	18,2	–
пролін	–	11,2	–
аргінін	–	4,4	–
аспарагінова кислота	–	5,8	–
гістидин	–	3,2	–
тирозин	–	5,3	–
цистин	–	0,6	–
Загальна кількість амінокислот	–	100	–

Таблиця 8

**Мікробіологічні показники кисломолочного сиру нежирного
торгової марки «Молокія», $M \pm m$, $n=5$**

Показники	Кисломолочний сир нежирний	Вимоги ДСТУ 4554:2006
Кількість молочнокислих мікроорганізмів, КУО/г	$2,8 \pm 0,3 \times 10^7$	Не менше 1×10^6
Титр бактерій групи кишкових паличок (коліформи)	>1	Не дозволено в 0,01 г продукту
Кількість пліснявих грибів, КУО/г	$2,8 \pm 0,37$	Не більше 50
Кількість дріжджів, КУО/г	$14,6 \pm 0,64$	Не більше 100
Кількість золотистого стафілококу, КУО/г	Не виявлено	Не дозволено в 0,01 г продукту
Наявність бактерій роду <i>Salmonella</i> в 25 г	Не виявлено	Не дозволено в 25 г продукту

Проаналізовано різні джерела Омега-3 жирних кислот і вибрано насіння льону й лляну олію. На основі проведених лабораторних мікробіологічних досліджень з визначення обнасення мікрофлорою насіння льону й олії було виявлено (рис. 3), що насіння без теплової обробки не може бути використане для додавання у кисломолочний продукт, оскільки воно містить значну кількість неспорутворюючих грамнегативних паличок із роду *Ervinia*, бактерій групи кишкових паличок (в основному роду *Enterobacter*), спорутворюючої (роду *Subtilis*) та грибової мікрофлори. Тому прийнято рішення як основний складник рецептури готового продукту використовувати лляну олію.

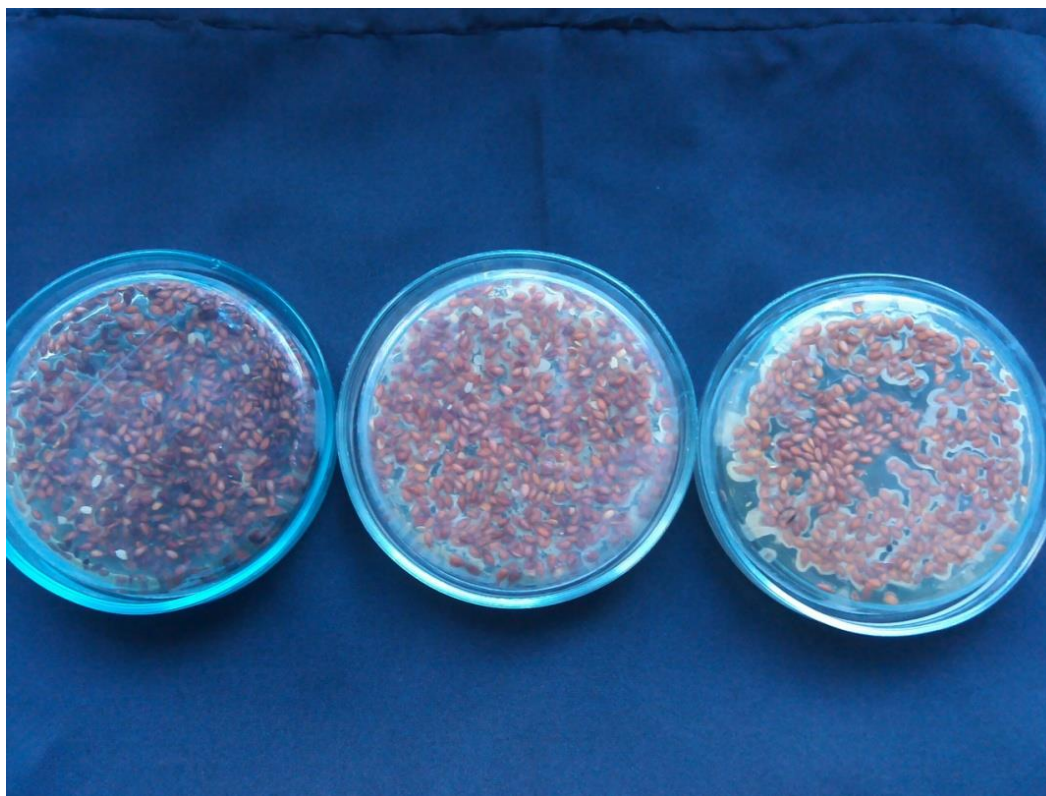


Рис. 3. Обнасінення мікрофлорою насіння льону

Проведено дослідження якості лляної олії, результати яких відображені в табл. 9–11.

Таблиця 9

Органолептичні показники лляної олії ТМ «Земледар», $M \pm m$, $n=5$

Показники, що визначалися	Органолептичні показники	
	у перший день виготовлення	через 15 днів зберігання в темному й прохолодному місці ($t=6-10\text{ }^{\circ}\text{C}$)
Консистенція, зовнішній вигляд	золотиста рідина	золотиста рідина
Смак, запах	виражений характерний аромат, на смак трішки гірчить	виражений характерний аромат, на смак трішки гірчить
Колір	золотисто-жовте забарвлення	золотисто-жовте забарвлення

Таблиця 10

Фізико-хімічні показники лляної олії ТМ «Земледар», $M \pm m$, $n=5$

Показники	Під час випуску з підприємства	Через 15 діб зберігання	Вимоги ДСТУ
Кислотне число, мг КОН	$0,82 \pm 0,01$	$0,86 \pm 0,01$	4 мг КОН
Пероксидне число, $\frac{1}{2}\text{O}$ ммоль/кг	$2,0 \pm 0,1$	$3,7 \pm 0,2$	$10,0 \frac{1}{2}\text{O}$ ммоль/кг
Йодне число, $\text{I}_2/100\text{ г}$	177 ± 2	169 ± 2	
Анізидинове число	2	2	Не більше 3

Жирнокислотний склад лляної олії, виготовленої методом холодного віджиму ТМ «Земледар», $M \pm m$, $n=5$

Назва жирної кислоти	Код жирної кислоти	Вміст жирної кислоти, %
Міристинова	C 14 :0	сліди
Пальмітинова	C 16 : 0	7,40
Стеаринова	C 18 : 0	4,20
Арахінова	C 20 : 4	0,50
Пальмітоолеїнова	C 16:1	0,20
Олеїнова	C 18:1c	21,40
Лінолева	C 18:2c,12c	12,80
Ліноленова	C 18:3c,12c, 15c	53,50

На підставі попередньо проведених досліджень якості основних складників рецептури розроблено математичну модель рецептурного складу сиркової пасти, збагаченої Омега-3 жирними кислотами й обґрунтовано біотехнологічні аспекти технології виробництва сиркової пасти, збагаченої Омега-3 поліненасиченими жирними кислотами.

У четвертому розділі «Обґрунтування технології виробництва сиркової пасти з лляною олією»

Для збільшення обсягів виробництва молочної продукції, зниження її собівартості й покращення поживної цінності було розроблено новий сирковий продукт, у складі якого молочний жир частково замінили жирами рослинного походження. Використання суміші молочних і немолочних жирів у складі сиркових паст дає змогу спрямовано регулювати жирнокислотний склад, який визначає фізичний стан жирової фази й впливає на формування реологічних показників продукту. Використання олій, багатих на поліненасичені жирні кислоти, з молочним жиром збагачує жир ліноленовою і лінолевою кислотами і, отже, підвищує харчову цінність жирової фази загалом готового продукту.

На цьому етапі експериментальних досліджень визначено вплив різних концентрацій лляної олії на органолептичні, фізико-хімічні й мікробіологічні показники, жирнокислотний склад і харчову цінність сиркової пасти, також удосконалено технологію виробництва сиркової пасти, збагаченої Омега-3 жирними кислотами. Встановлено оптимальні строки зберігання сиркової пасти за різних температурних режимів, розроблено нормативно-технічну документацію і проведено апробацію з виготовленням пробної партії готової продукції. Обґрунтовано економічну ефективність її виробництва.

Оцінювання дослідних зразків сиркової пасти з різним вмістом лляної олії спочатку проводили самостійно, а потім із залученням дегустаційної комісії, створеної на кафедрі харчової біотехнології і хімії. Результати оцінки якості органолептичних показників і профільний аналіз флейвору дослідних зразків сиркової пасти з лляною олією приведено в табл. 12–14.

Таблиця 12

Органолептичні показники дослідних зразків сиркової пасти з різним вмістом лляної олії, n=10

Назва показника	Сиркова паста з вмістом лляної олії		
	Зразок № 1 (8 % лляної олії)	Зразок № 2 (10 % лляної олії)	Зразок № 3 (12 % лляної олії)
Колір	Білий з ледь вираженим кремовим відтінком, рівномірний за всією масою	Білий з кремовим відтінком, рівномірний за всією масою	Білий з вираженим кремовим відтінком, рівномірний за всією масою
Консистенція	Однорідна, пастоподібна	Однорідна, пастоподібна	Однорідна, пастоподібна
Смак і запах	Характерний кисломолочний без зайвої кислотності, з ледь відчутним гірчичним присмаком лляної олії	Характерний кисломолочний, без зайвої кислотності, з ледь відчутним гірчичним присмаком лляної олії	Характерний кисломолочний, без зайвої кислотності, з гірчичним присмаком лляної олії

Таблиця 13

Зведені дані бального оцінювання органолептичних властивостей дослідних зразків сиркової пасти з різним вмістом лляної олії, n=10

Дослідні зразки сиркової пасти	Показники, що оцінювалися	Бальна оцінка	Загальна кількість балів
Зразок № 1 (8 % лляної олії)	Смак і запах	4,6±0,2	9,4
	Консистенція і структура	3,0±0,1	
	Колір і зовнішній вигляд	2,0±0,1	
Зразок № 2 (10 % лляної олії)	Смак і запах	4,5±0,1	9,6
	Консистенція і структура	2,9±0,1	
	Колір і зовнішній вигляд	2,0±0,1	
Зразок № 3 (12 % лляної олії)	Смак і запах	3,1±0,1	7,7
	Консистенція і структура	2,8±0,1	
	Колір і зовнішній вигляд	1,9±0,1	

Дегустаційний аналіз дослідних зразків сиркової пасти виявив, що найбільшу кількість балів – 9,6 – набрав зразок за номером 2 з вмістом 10 % лляної олії. Сиркова паста з таким вмістом лляної олії характеризувалася пастоподібною рівномірно мазкою консистенцією, однорідною по всій масі. За показником смаку й запаху паста мала характерний кисломолочний, без зайвої кислотності, з ледь відчутним гірчичним присмаком лляної олії смак. Вміст лляної олії надавав пасті ніжно кремове відтінку, який рівномірно розподілявся по всій масі.

Зразок під номером 1 також виявився прийнятним, оскільки загальна сума балів – 9,4 – перевищувала запропоновану нами межу у 9 балів, і цей зразок характеризувався добрими смаковими властивостями. Збільшення вмісту лляної олії не позначилося негативно на консистенції і кольорі, адже вони майже відповідали першому зразку.

Найменшу кількість балів – 7,7 – при дегустації отримав зразок за номером 3, з умістом 12 % лляної олії. Збільшення кількості лляної олії значно відобразилося на його смакових властивостях. Зокрема, помітно відчувався гірчичний присмак лляної олії і дещо консистенція.

Таблиця 14

Профільний аналіз флейвору дослідних зразків сиркової пасти з різним вмістом лляної олії

Характеристика дескриптора	Інтенсивність характеристик, бали				
	Еталон	Контроль (сир кисло-молочний)	Сиркова паста з вмістом лляної олії		
			8 %	10 %	12 %
<i>Смаку і запаху:</i>					
кисломолочний	5	5	5	5	4
свіжий	4	4	4	4	4
лляний	3	0	1	3	3
гіркий	2	0	1	2	3
чистий	3	3	2	2	2
<i>Консистенції і структури:</i>					
пастоподібна	5	3	4	5	4
в'язка	4	2	3	4	2
<i>Кольору й зовнішнього вигляду:</i>					
привабливість	4	4	4	4	3
Загальне враження	5	4	4	4	3
Сума балів	35	25	28	33	28

Отже, результати досліджень з визначення профілю сиркової пасти з різним вмістом лляної олії вказують на те, що найбільш наближена профілографа до гіпотетичного еталонного взірця була у сиркової пасти з 10 % лляної олії, тобто найбільш точно відповідає очікуванням цільової категорії споживачів.

З метою наочного сприйняття отриманих нами результатів сенсорного дослідження побудовано профілографи флейвору сиркової пасти з різним умістом лляної олії, які наведено на рис. 4–6.

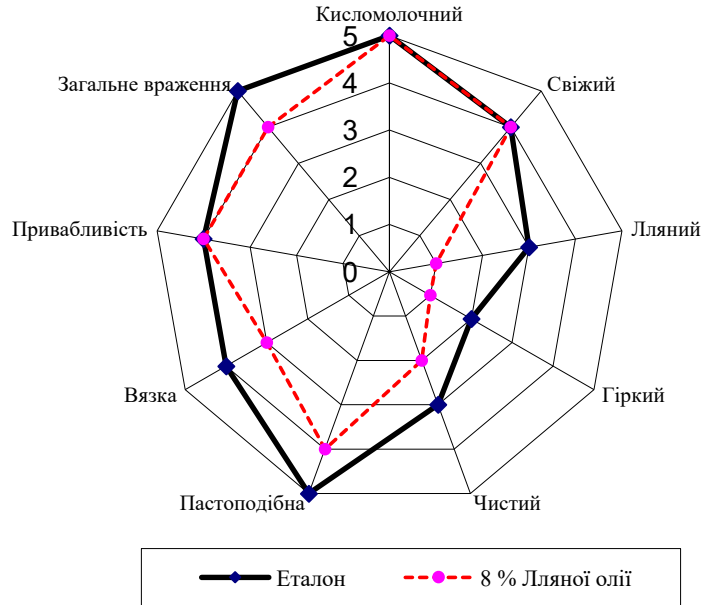


Рис. 4. Профілограма флейвору дослідного зразка сиркової пасти з 8 % вмістом лляної олії

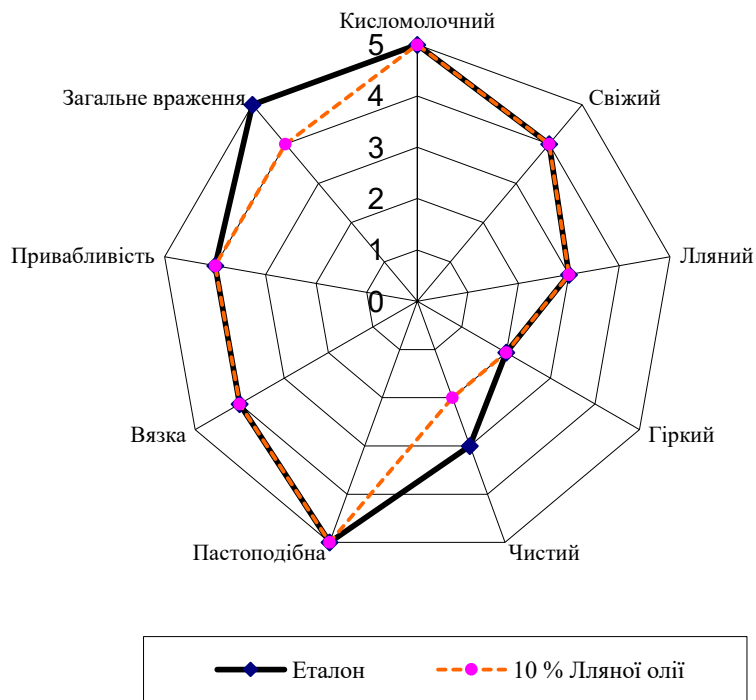


Рис. 5. Профілограма флейвору дослідного зразка сиркової пасти з 10 % вмістом лляної олії

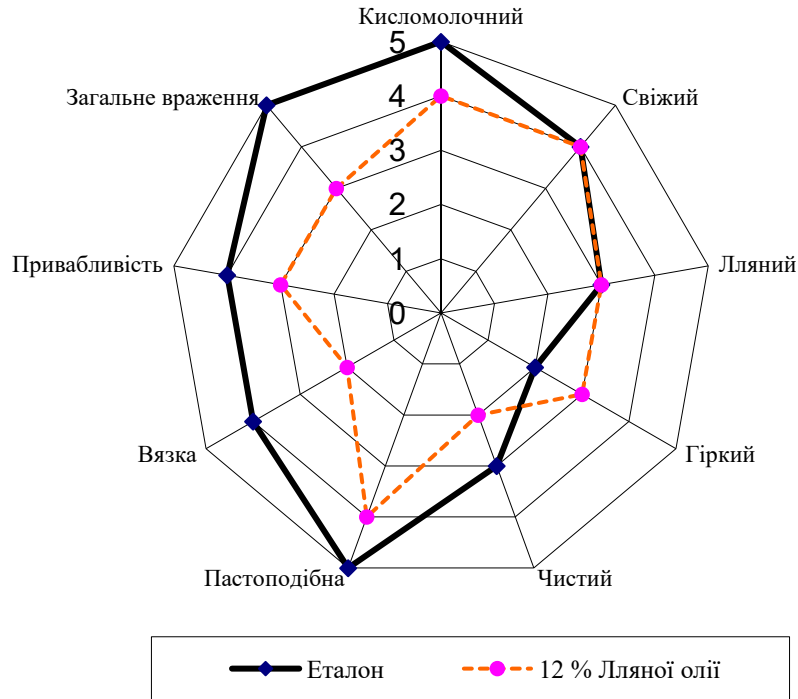


Рис. 6. Профілограма флейвору дослідного зразка сиркової пасти з 12 % вмістом лляної олії

Отже, у процесі органолептичного й сенсорного аналізу зразків сиркової пасти з вмістом лляної олії виявив унікальність і оригінальність продукту з вмістом 10 % олії. Органолептична оцінка встановила доцільність поєднання кисломолочного сиру як основи сиркової пасти з додаванням лляної олії як джерела Омега-3 жирних кислот. На основі розроблених профілографів флейвору дослідних зразків виявили, що найбільше наближений до гіпотетичного еталонного взірця зразок з вмістом 10 % лляної олії, тобто найбільш точно відповідає очікуванням цільової категорії споживачів.

Проведено дослідження фізико-хімічних показників і жирнокислотного складу сиркової пасти з різним вмістом лляної олії, результати якого подано в табл. 15–16.

Таблиця 15

Фізико-хімічні показники сиркової пасти (СП) з різним вмістом лляної олії, %, $M \pm m$, $n=4$

Найменування показника	Масова частка жиру, %	Масова частка вологи, %	Масова частка кухонної солі, %	Титрована кислотність
Контроль СП без лляної олії	4,88	78,7	1,5	173,5
СП з вмістом 8 % лляної олії	9,85	75,1	1,5	167,6
СП з вмістом 10 % лляної олії	12,32	74,6	1,5	162,3
СП з вмістом 12 % лляної олії	14,78	73,9	1,5	158,1

Таблиця 16

Жирнокислотний склад сиркової пасти (СП) з різним вмістом лляної олії, %, $M \pm m$, $n=4$

Назва жирної кислоти	Масова частка жирної кислоти, %			
	Контроль СП без лляної олії	СП з вмістом 8 % лляної олії	СП з вмістом 10% лляної олії	СП з вмістом 12% лляної олії
<i>Насичені</i>				
Масляна, C _{4:0}	3,21±0,42	2,52±0,24*	2,16±0,19*	2,04±0,21*
Капронова, C _{6:0}	1,82±0,11	1,25±0,15*	0,78±0,13*	0,63±0,14*
Каприлова, C _{8:0}	1,03±0,01	0,72±0,07*	0,61±0,05*	0,54±0,04*
Капринова, C _{10:0}	2,60±0,19	2,16±0,13*	1,77±0,21*	1,52±0,18*
Лауринова, C _{12:0}	2,67±0,02	2,03±0,25*	1,63±0,17*	1,54±0,16*
Міристинова C _{14:0}	11,45±0,09	10,12±0,12	9,86±0,24	9,72±0,18
Пальмітинова C _{16:0}	33,62±0,21	34,04±0,18	34,19±0,28	35,04±0,35
Стеаринова C _{18:0}	9,75±0,08	10,06±0,11	10,15±0,22	10,03±0,18
Інші кислоти	6,76±0,13	5,04±0,27	4,82±0,36	4,54±0,10
Всього насичені	72,91±0,54	67,18±0,52	65,97±0,34	65,6±0,37
<i>Ненасичені</i>				
Олеїнова C _{18:1} (Ω-9)	22,01±0,25	23,05±0,016	23,52±0,13	23,57±0,14
Лінолева C _{18:2} (ω -6)	3,75±0,12	3,97±0,15	4,40±0,26	4,51±0,33
Ліноленова C _{18:3} (ω -3)	0,85±0,06	4,76±0,12	5,77±0,02	6,04±0,31
Арахідонова C _{20:4} (ω -6)	0,07±0,01	0,07±0,01	0,06±0,02	0,06±0,01
Інші кислоти	0,41±0,02	0,21±0,03	0,28±0,05	0,22±0,03
Всього ненасичені	27,09±0,25	32,06±0,36	34,03±0,26	34,4±0,27
Сума Омега-3	0,85±0,06	4,76±0,12	5,77±0,02	6,04±0,31
Сума Омега-6	3,82±0,12	4,04±0,15	4,46±0,26	4,57±0,33
Сума Омега-9	22,01±0,25	23,05±0,016	23,52±0,13	23,57±0,14
Омега-3/Омега-6	1 : 4,5	1,17 : 1	1,29 : 1	1,32 : 1
Співвідношення насичених до ненасичених жирних кислот	2,7 : 1	2,1 : 1	1,9 : 1	1,9 : 1

Отже, результати фізико-хімічних показників якості сиркової пасти та її жирнокислотний склад відповідають вимогам нормативно-технічної документації до такого виду продукції.

З метою контролювання кількісного вмісту й співвідношення між окремими групами мікроорганізмів у сирковій пасті провели дослідження тривалості зберігання готового продукту за різних режимів, результати яких приведено в табл. 17–18 і на рис. 7–8.

Зміна мікробіологічних показників сиркової пасти під час зберігання за температури $+2\pm 0,5$ °С упродовж 14 діб, $M\pm m$, $n=20$

Найменування показника	Термін зберігання, діб	Нормативи за ДСТУ 4503:2005	Кисломолочний сир (контроль)	Сиркова паста з масовою часткою лляної олії, %		
				8	10	12
Титр бактерій групи кишкових паличок (коліформи)	1	Не дозволено в 0,01 г	>1	>1	>1	>1
	7		>1	>1	>1	1
	14		1	1	0,1	0,1
Кількість пліснявих грибів, КУО/г	1	Не більше 50	$2,8\pm 0,37$	$5,2\pm 0,37$	$6,4\pm 0,4$	$8,4\pm 0,68$
	7		$4,8\pm 0,66$	$11,0\pm 0,45$	$14,4\pm 0,4$	$21,2\pm 0,74$
	14		$10,8\pm 0,37$	$21,6\pm 0,4$	$26,6\pm 0,51$	$35,4\pm 0,68$
Кількість дріжджів, КУО/г	1	Не більше 100	$14,6\pm 0,64$	$21,1\pm 1,0$	$26,8\pm 1,0$	$31,0\pm 0,84$
	7		$27,4\pm 0,68$	$36,2\pm 1,02$	$39,4\pm 0,75$	$5,4\pm 1,17$
	14		$54,6\pm 0,93$	$61,4\pm 0,70$	$82,0\pm 2,28$	$88,2\pm 1,27$
<i>Staphylococcus aureus</i>	1	Не дозволено в 0,01 г	Не виявлено			
	7		Не виявлено			
	14		Не виявлено			
<i>Sallmonella spp.</i>	1	Не дозволено в 25 г	Не виявлено			
	7		Не виявлено			
	14		Не виявлено			

Примітки: тут і далі у табл. 18 і рис. 7–12 зразок 1 – контроль (кисломолочний сир); зразок 2 – сиркова паста з вмістом 8 % лляної олії; зразок 3 – сиркова паста з вмістом 10 % лляної олії; зразок 4 – з вмістом 12 % лляної олії

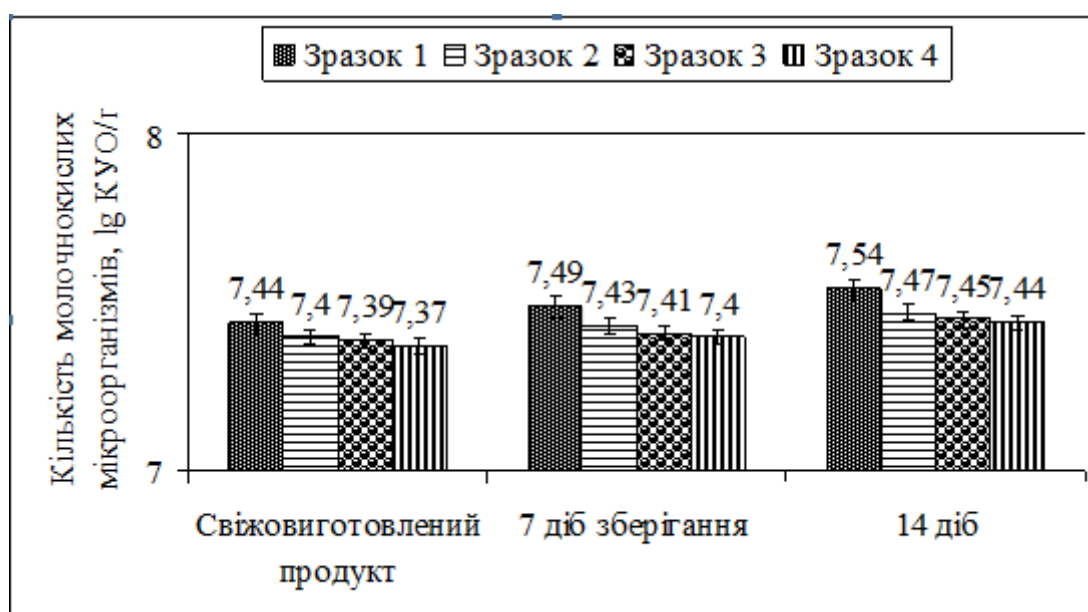


Рис. 7. Зміна молочнокислих мікроорганізмів у зразках сиркової пасти під час зберігання за температури $+2\pm 0,5$ °С

Зміна мікробіологічних показників сиркової пасти під час зберігання за температури $+6\pm 1\text{ }^\circ\text{C}$ упродовж 14 діб, $M\pm m$, $n=20$

Найменування показника	Термін зберігання, діб	Нормативи за ДСТУ 4503:2005	Кисло-молочний сир (контроль)	Сиркова паста з масовою часткою лляної олії, %		
				8	10	12
Титр бактерій групи кишкових паличок	1	Не дозволено в 0,01 г	>1	>1	>1	>1
	7		>1	0,1	0,1	0,1
	14		0,1	0,01	0,01	0,01
Кількість пліснявих грибів, КУО/г	1	Не більше 50	$2,8\pm 0,37$	$5,2\pm 0,37$	$6,4\pm 0,4$	$8,4\pm 0,68$
	7		$11,3\pm 0,33$	$28,3\pm 0,51$	$30,1\pm 0,4$	$33,1\pm 0,54$
	14		$33,2\pm 0,28$	$57,5\pm 0,5$	$61,6\pm 0,44$	$55,4\pm 0,57$
Кількість дріжджів, КУО/г	1	Не більше 100	$14,6\pm 0,64$	$21,1\pm 1,0$	$26,8\pm 1,0$	$31,0\pm 0,84$
	7		$46,7\pm 0,35$	$54,3\pm 0,94$	$67,2\pm 0,55$	$76,3\pm 1,2$
	14		$85,3\pm 0,56$	$112,3\pm 0,88$	$115,0\pm 1,24$	$114,8\pm 1,3$
<i>Staphylococcus aureus</i>	1	Не дозволено в 0,01 г	Не виявлено			
	7		Не виявлено			
	14		Не виявлено			
<i>Salmonella spp.</i>	1	Не дозволено в 25 г	Не виявлено			
	7		Не виявлено			
	14		Не виявлено			

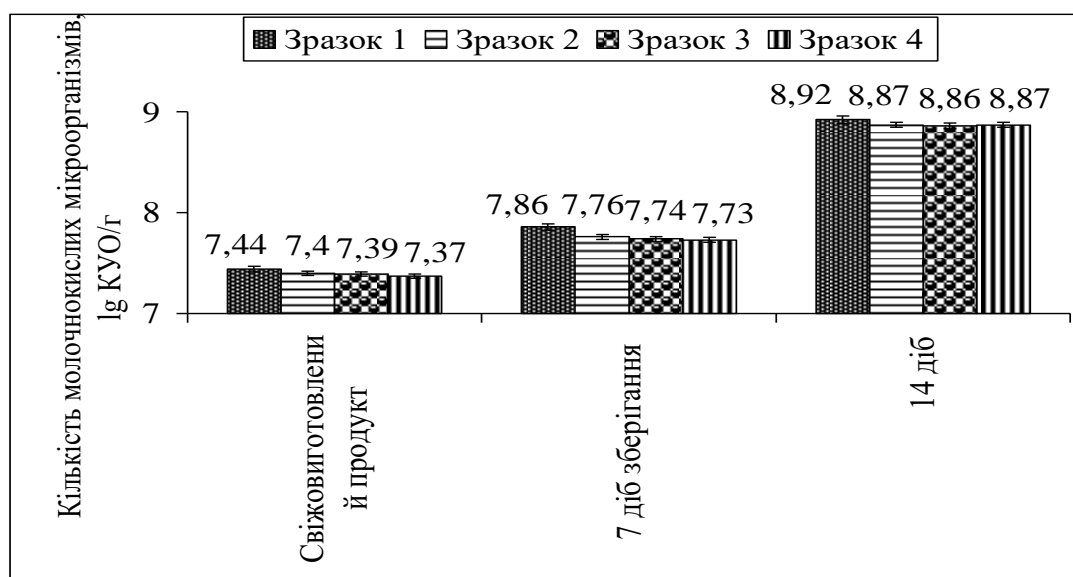


Рис. 8. Зміна молочнокислих мікроорганізмів у зразках сиркової пасти під час зберігання за температури $+6\pm 1\text{ }^\circ\text{C}$

Встановлено, що зберігання сиркової пасти з різним вмістом лляної олії за температури $+2\pm 0,5$ °С упродовж 14 діб не спричиняло вірогідного збільшення молочнокислих мікроорганізмів, порівнюючи з початковою їх кількістю і контрольним зразком – кисломолочним сиром. Титр бактерій групи кишкових паличок, пліснявих грибів і дріжджів упродовж 14 діб зберігання дослідних зразків сиркової пасти поступово зростав, але не перевищував гранично допустимих значень відповідно до ДСТУ. Забезпечення нормативних мікробіологічних показників якості й безпечності сиркової пасти з різним вмістом лляної олії в процесі її 14-добового зберігання за температури $+2\pm 0,5$ °С, можливе у разі дотримання ретельних санітарно-гігієнічних вимог під час виробництва.

Важливою умовою для вибору оптимальної температури охолодження і строків її холодильного зберігання є обґрунтування термінів зберігання сиркової пасти, враховуючи її органолептичні показники й величину титрованої кислотності.

Результати експериментальних досліджень впливу температури холодильного зберігання $+2\pm 0,5$ °С на зміну органолептичних показників і величини титрованої кислотності у дослідних зразках сиркової пасти наведено на рис. 9 та 10.

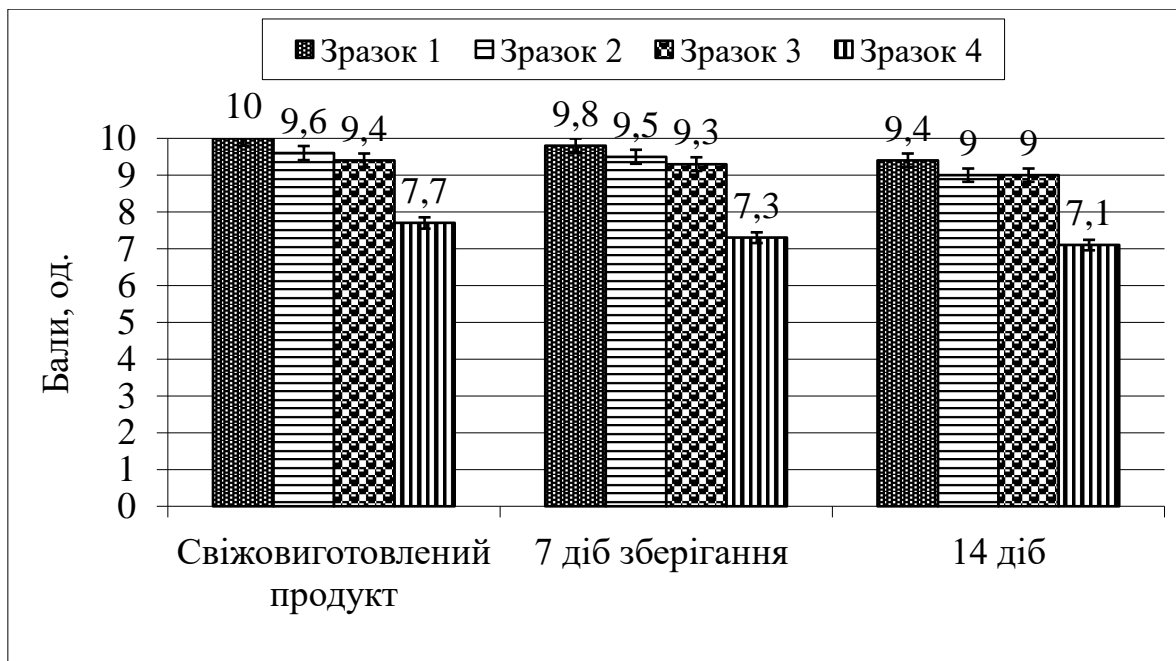


Рис. 9. Результати бального оцінювання дослідних зразків сиркової пасти під час зберігання за температури $+2\pm 0,5$ °С

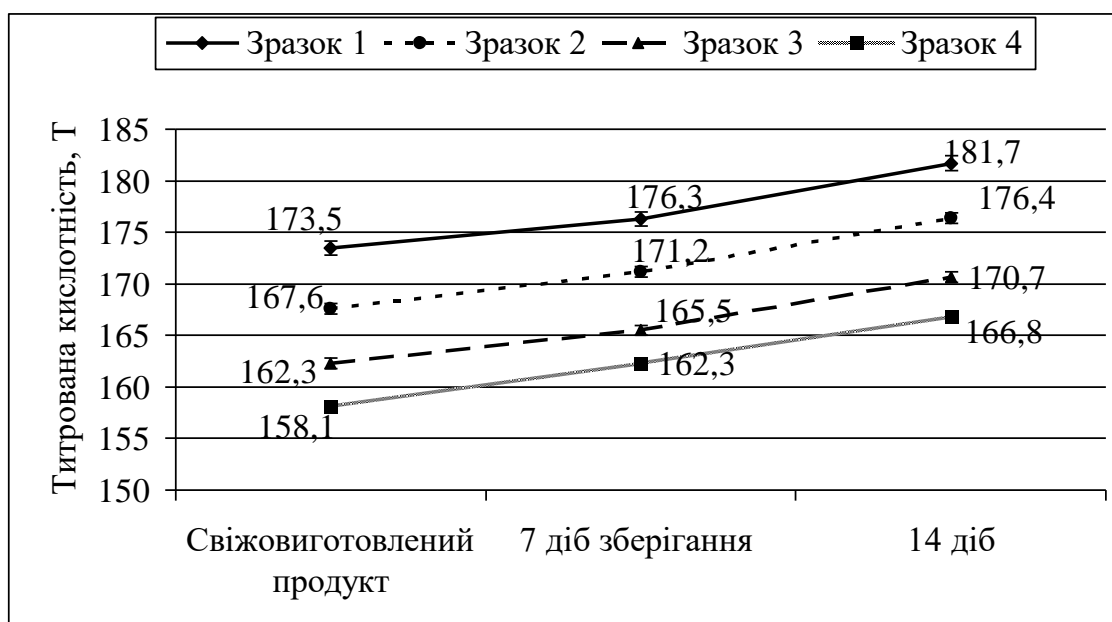


Рис. 10. Зміна титрованої кислотності у зразках сиркової пасти під час зберігання за температури $+2\pm 0,5$ °С

Оскільки протягом 14 дів зберігання загальна бальна оцінка знижується в середньому на 0,5...0,6 балів, зберігання зразків сиркової пасти з різним умістом лляної олії за температури $+2\pm 0,5$ °С можливе за умови високих органолептичних показників у свіжовиготовленій пасті. Зміни в основному пов'язані з вадами смаку й запаху (посилюється присмак лляної олії). При цьому величина титрованої кислотності суттєво не зростає і не виходить за допустимі межі згідно з ДСТУ.

Результати дослідження впливу температури холодильного зберігання ($+6\pm 1$ °С) на зміну органолептичних показників і величини титрованої кислотності у дослідних зразках сиркової пасти наведено на рис. 11 і 12.

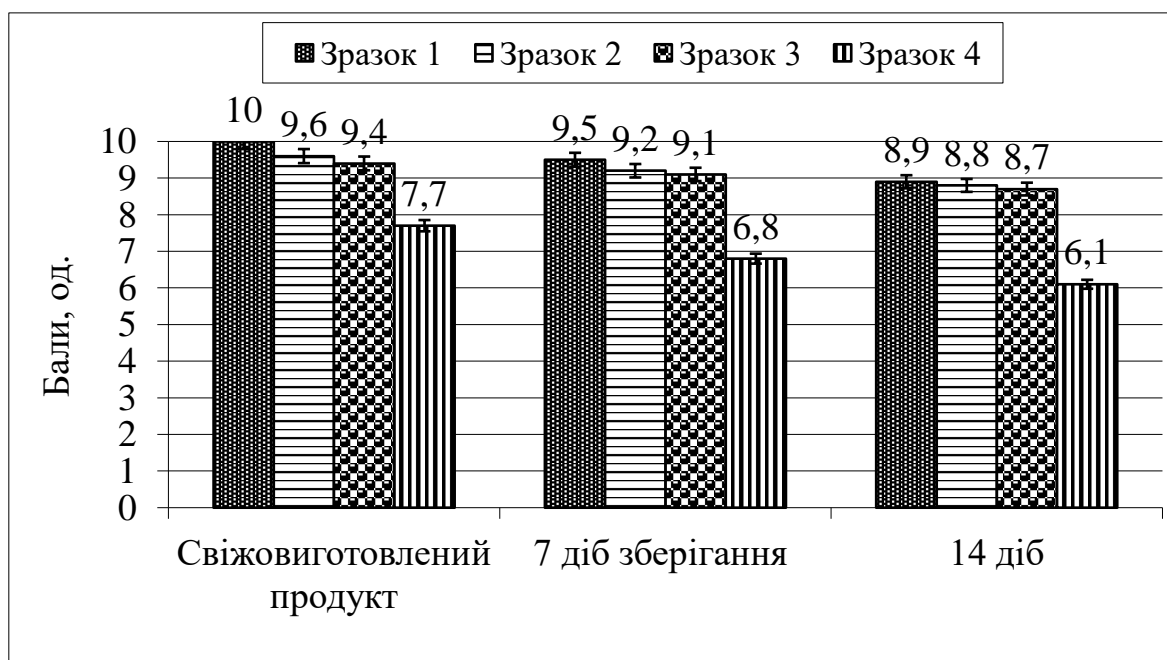


Рис. 11. Результати бального оцінювання дослідних зразків сиркової пасти під час зберігання за температури $+6\pm 1$ °С

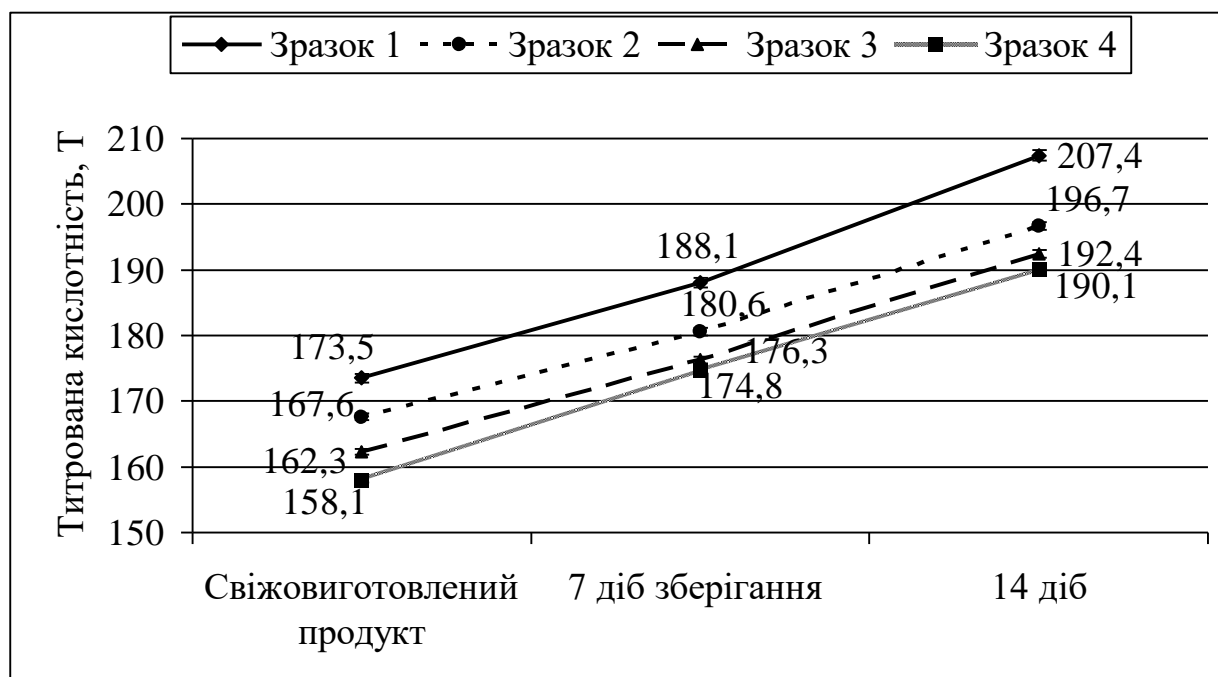


Рис. 12. Зміна титрованої кислотності у зразках сиркової пасти під час зберігання за температури $+6\pm 1$ °С

Аналізуючи отримані результати експериментальних досліджень можна зробити висновок про те, що зберігання зразків сиркової пасти з вмістом лляної олії від 8 до 10 % за температури $+2\pm 0,5$ °С можливе протягом 14 діб без суттєвого зниження їхніх органолептичних показників та величини титрованої кислотності. Збільшення кількості лляної олії до 12 % у сирковій пасти спричиняє появу вад смаку і запаху (посилюється присмак лляної олії). З підвищенням температури зберігання зразків сиркової пасти до $+6\pm 1$ °С відмічається зниження строків їх зберігання через біохімічну активність молочнокислої мікрофлори й наростання величини титрованої кислотності. Внаслідок цього сиркову пасту за таких умов без значного погіршення органолептичних показників можна зберігати не довше ніж 7 діб.

На підставі розробленої рецептури й експериментальних досліджень якості готового продукту удосконалено технологію виробництва сиркової пасти, збагаченої Омега-3 жирними кислотами, яка показана як апаратурно-технологічна схема на рис. 13.

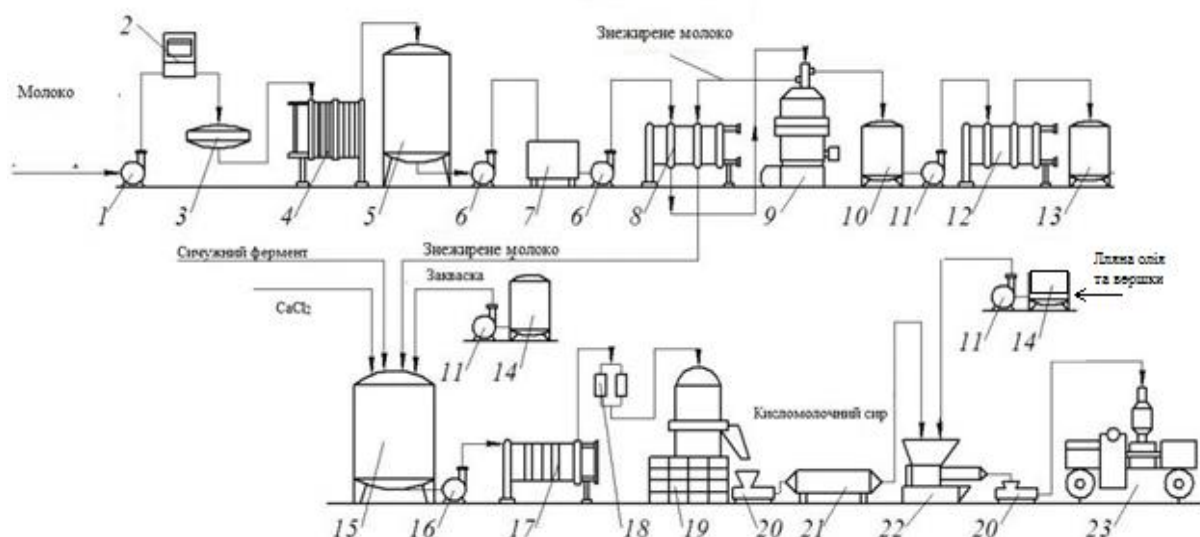


Рис. 13. Апаратурно-технологічна схема виробництва сиркової пасти «Довголіття» з підвищеним вмістом Омега-3 жирних кислот

Примітки: 1 – електронасос, 2 – лічильник, 3 – фільтр, 4 – пластинчастий охолоджувач, 5 – резервуар, 6 – насос, 7 – бункер, 8 – пастеризатор-охолоджувач, 9 – сепаратор для відділення вершків, 10 – проміжна ємність, 11 – насос, 12 – пастеризатор, 13 – резервуар, 14 – роторно-вихровий емульгуючий пристрій, 15 – змішувач, 16 – насос, 17 – пластинчастий охолоджувач, 18 – фільтр, 19 – сепаратор, 20 – насос гвинтовий, 21 – охолоджувач, 22 – змішувач, 23 – фасувальна машина

ВИСНОВКИ

У дисертації на основі експериментальних даних науково обґрунтовано біотехнологічні аспекти виготовлення сирів з підвищеним вмістом Омега-3 жирних кислот.

1. Здійснено аналіз сучасного стану виробництва вітчизняних молочних продуктів з підвищеною біологічною цінністю і визначено перспективні напрями розширення асортименту сиркових виробів, збагачених Омега-3 жирними кислотами.

2. Досліджено показники якості й безпечності молочної сировини, кисломолочного сиру, льону, лляної олії та обґрунтовано їх технологічні властивості для виробництва сиркової пасти з лляною олією. Експериментальним шляхом встановлено, що молочний жир, який входить до складу сиркових паст, бідний на лінолеву й ліноленову ненасичені жирні кислоти. Для збагачення сиркових паст поліненасиченими жирними кислотами вибрано льон, який містить достатню кількість цих кислот. Доведено доцільність використання лляної олії, оскільки насіння льону мікробіологічно брудне й потребує додатково обов'язкової термічної обробки, внаслідок чого втрачає левову частку поживних речовин.

3. На підставі попередньо проведених досліджень якості основних складників рецептури методом математичного моделювання і на основі математичних розрахунків розроблено рецептури сиркової пасти, збагаченої Омега-3 жирними кислотами й обґрунтовано біотехнологічні аспекти технології виробництва сиркової пасти, збагаченої Омега-3 поліненасиченими жирними кислотами.

4. Експериментально досліджено якість і безпечність та жирнокислотний склад сиркової пасти з підвищеним вмістом Омега-3 жирних кислот. Доведено, що найкращою за органолептичними показниками є сиркова паста з 10 % лляної олії. Ця продукція відповідає вимогам усіх нормативно-технічних документів щодо такого виду продукції.

5. Досліджено зміни органолептичних, фізико-хімічних і мікробіологічних показників цільового продукту під час його зберігання за різних температур та обґрунтовано граничні терміни зберігання. На основі аналізу отриманих результатів експериментальних досліджень встановлено, що зберігання зразків сиркової пасти з вмістом лляної олії від 8 до 10 % за температури $+2\pm 0,5$ °С можливе протягом 14 діб без суттєвого зниження їхніх органолептичних показників і величини титрованої кислотності.

6. Запропоновано удосконалену технологію виготовлення сиркової пасти з лляною олією, яка не потребує значних капіталовкладень і є ефективною для багатьох підприємств молокопереробної промисловості.

7. Розроблено нормативно-технічну документацію на сиркову пасту «Довголіття» з лляною олією, а саме: ТУ У 10.7-000000000-006:2020 «Сиркова паста, збагачена омега-3 жирними кислотами «Довголіття».

8. Згідно з розробленими ТУ У 10.7-000000000-006:2020 «Сиркова паста збагачена омега-3 жирними кислотами «Довголіття» проведено успішну промислову апробацію та виготовлено пробну партію сиркової пасти «Довголіття» на молокопереробному підприємстві ТОВ «Бучацький сирзавод».

9. Доведено соціальну й економічну ефективність виробництва сиркової пасти «Довголіття» з лляною олією.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України

1. **Лялик А. Т.** Розробка та дослідження кисломолочного продукту – сиркова паста з лляною олією під час зберігання. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького. 2015. Т. 17. № 1 (4). С. 55–60.

2. Kukhtyn M. D., **Lialyk A. T.**, Pokotylo A. S. Microbiological parameters of cheese paste with the content of flaxseed oil at different storage temperatures Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького. 2019. Т. 21. № 91. С. 124–129. *(Здобувачем визначено зміни мікробіологічного складу сиркової пасти та проведено аналіз отриманих результатів).*

3. **Лялик А. Т.**, Покотило О. С., Кухтин М. Д., Добровольська С. Я. Зміна органолептичних показників сиркової пасти з лляною олією за різних умов зберігання. Вісник Херсонського національного технічного університету. 2020. Т. 1. № 1 (72). С. 109–116. *(Здобувачем визначено зміни органолептичних показників сиркової пасти під час зберігання та проведено аналіз отриманих результатів).*

4. **Лялик А. Т.**, Покотило О. С., Кухтин М. Д., Бейко Л. А. Органолептичний і сенсорний аналіз сиркової пасти з лляною олією. Технічні науки та технології. № 1 (19). С. 287–295. *(Здобувачем визначено зміни органолептичних показників сиркової пасти та проведено аналіз отриманих результатів).*

5. **Лялик А.**, Бейко Л., Кухтин М., Покотило О. Використання лляної олії у виробництві харчових продуктів. Вісник аграрної науки. 2021. Т. 99. № 3. С. 78–83. *(Здобувачем визначено основні якісні показники сиркової пасти та проведено аналіз отриманих результатів).*

**Стаття у науковому виданні іншої держави,
включеному до міжнародної наукометричної бази Scopus**

6. **Anastasiia Lialyk**, Oleg Pokotylo, Mykola Kukhtyn, Ludmila Beyko, Yulia Horiuk, Svetlana Dobrovolska. Fatty acid composition of curd spread with different flax oil content. Nova Biotechnologica et Chimica. 2020. Vol. 19. № 2. С. 216–222. *(Здобувачем визначено особливості технології підготовки та введення лляної олії до складу сиркової пасти та проведено аналіз отриманих результатів).*

Патент України на корисні модель

7. **Лялик А. Т.**, Кухтин М. Д., Покотило О. С. Сиркова паста, збагачена омега-3 жирними кислотами: патент України на корисну модель № 104784 Україна. МПК (2006.01) А23С 9/13. Патентовласники Лялик А. Т., Кухтин М. Д., Покотило О. С. №и 2015 03723, заявлено 20.04.2015, опубліковано 25.02.2016. Бюл. № 4. 4 с. *(Здобувачем запропоновано сиркову пасту, збагачена Омега-3 жирними кислотами.)*

Тези наукових доповідей

8. Покотило О., **Лялик А.** Використання лляної олії у технології виробництва сиру. XVII наукова конференція Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, 20–21 листопада 2013 року: тези доповіді. Тернопіль, 2013. С. 76. *(Здобувачем визначено використання лляної олії у технології виробництва сиру підготовлено матеріали до друку).*

9. Лялик А. Т. Деякі фізико-хімічні та мікробіологічні показники сиркової пасти збагаченої лляною олією. Стан і перспективи харчової науки та промисловості: Міжнародна науково-технічна конференція, м. Тернопіль, 8–9 жовтня 2015 року: тези доповіді. Тернопіль, 2015. С. 30.

10. Покотило О., **Лялик А.**, Ониськів В. Молоко і молочні продукти з підвищеним вмістом омега – 3 жирних кислот. Стан і перспективи харчової науки та промисловості: Міжнародна науково-технічна конференція,

м. Тернопіль, 8–9 жовтня 2015 року: тези доповіді, Тернопіль, 2015. С. 149. *(Здобувачем визначено характеристику молока і молочних продуктів з підвищеним вмістом омега – 3 жирних кислот. підготовлено матеріали до друку).*

11. Лялик А. Т. Сучасні технології виробництва сиру збагаченого Омега-3 жирними кислотами. Актуальні задачі сучасних технологій: IV Міжнародна науково-технічна конференція молодих учених та студентів, м. Тернопіль, 25-26 листопада 2015 року: тези доповіді. Тернопіль, 2015. С. 146.

12. Лялик А., Криськова Л. Сучасні технології виробництва продуктів функціонального призначення збагачених омега-3 жирними кислотами. Актуальні задачі сучасних технологій: V Міжнародна науково-технічна конференція молодих учених та студентів, м. Тернопіль, 17–18 листопада 2016 року: тези доповіді. Тернопіль, 2016. С. 243. *(Здобувачем визначено сучасні технології виробництва продуктів функціонального призначення збагачених омега -3 жирними кислотами, підготовлено матеріали до друку).*

13. Лялик А., Криськова Л. Ляна олія як джерело Омега-3 та Омега-6 поліненасичених жирних кислот. XX наукова конференція Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, 17–18 травня 2017 року: тези доповіді, Тернопіль, 2017. С. 198 *(Здобувачем визначено роль лляної олії як джерела поліненасичених жирних кислот, підготовлено матеріали до друку).*

14. Лялик А., Бейко Л., Федорів Ю., Фрей Я. Використання насіння льону в харчовій промисловості. Стан і перспективи харчової науки та промисловості: IV Міжнародна науково-технічна конференція, м. Тернопіль, 11-12 жовтня 2017 року: тези доповіді. Тернопіль, 2017. С. 116 *(Здобувачем визначено використання лляної олії в харчовій промисловості, підготовлено матеріали до друку).*

15. Лялик А., Криськова Л., Кравчук Л. Концепція функціональних харчових продуктів. Стан і перспективи харчової науки та промисловості: V Міжнародна науково-технічна конференція, м. Тернопіль, 10–11 жовтня 2019 року: тези доповіді. Тернопіль, 2019. С. 114–115. *(Здобувачем визначено концепцію функціональних харчових продуктів, підготовлено*

16. Лялик А. Т., Бейко Л. А. Олія з насіння льону, як компонент у сирках і сирковій масі. Перспективи автоматизації технологічних процесів: Міжнародна науково-технічна конференція, м. Харків, 29 січня 2021 року. Харків, 2021. С. 31–35. *(Здобувачем визначено характеристику лляної олії як компонента у сирковій масі, матеріали до друку).*

АНОТАЦІЯ

Лялик А. Т. Біотехнологічні аспекти виготовлення сирів з підвищеним вмістом Омега-3 жирних кислот. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 03.00.20 «Біотехнологія». – Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2021.

Дисертацію присвячено обґрунтуванню біотехнологічних аспектів виготовлення сирів з підвищеним вмістом Омега-3 жирних кислот.

Визначено на основі експериментальних даних показники якості й безпечності молочної сировини, кисломолочного сиру, льону, лляної олії та обґрунтовано їх технологічні властивості для виробництва сиркової пасти з лляною олією.

Розроблено рецептуру й удосконалено технологію виробництва сиркової пасти підвищеної біологічної цінності із застосуванням методів математичного моделювання.

Проведено дослідження біологічної і харчової цінності й безпечності, жирнокислотного складу сиркової пасти з підвищеним вмістом Омега-3 поліненасичених жирних кислот.

Розроблено нормативну документацію на новий вид сиркової пасти з вмістом лляної олії та проведено промислову апробацію розробленої технології продукту.

Розроблено й захищено патентом нові технічні рішення для технологічного процесу виготовлення сиркової пасти, збагаченої лляною олією.

Ключові слова: лляна олія, сиркова паста, технологія.

АННОТАЦИЯ

Лялык А. Т. Биотехнологические аспекты изготовления сыров с повышенным содержанием Омега-3 жирных кислот. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 03.00.20 «Биотехнология». – Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины. Киев, 2021.

Диссертация посвящена обоснованию биотехнологических аспектов изготовления сыров с повышенным содержанием Омега-3 жирных кислот.

Определены на основе экспериментальных данных показатели качества и безопасности молочного сырья, кисломолочного сыра, льна, льняного масла и обоснованы их технологические свойства для производства пасты с льняным маслом.

Разработана рецептура и усовершенствована технология производства сырковой пасты повышенной биологической ценности с применением методов математического моделирования.

Проведены исследования биологической и пищевой ценности и безопасности, жирнокислотного состава творожной пасты с повышенным содержанием Омега-3 ПНЖК.

Разработана нормативная документация на новый вид сырной пасты с содержанием льняного масла и проведена промышленная апробация разработанной технологии продукта.

Разработаны и защищены патентом новые технические решения для технологического процесса изготовления сырной пасты, обогащенной льняным маслом.

Ключевые слова: льняное масло, творожная паста, технология.

ABSTRACT

Lialyk A. T. Biotechnological aspects of cheese making with high content of omega-3 fatty acids. – The manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of technical sciences on a specialty 03.00.20 «Biotechnology». – National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv, 2021.

The dissertation is devoted to substantiation of biotechnological aspects of cheese making with high content of omega - 3 fatty acids.

The indicators of quality and safety of raw milk, sour milk cheese, flax, linseed oil are determined on the basis of experimental data and their technological properties for production of curd paste with linseed oil are substantiated.

The recipe is developed and the technology of production of cheese paste of the increased biological value with application of methods of mathematical modeling is improved.

A study of biological and nutritional value and safety, fatty acid curd paste with high content of omega-3 PUFA.

Regulatory documentation for a new type of cheese paste containing flaxseed oil has been developed and industrial testing of the developed product technology has been carried out.

New technical solutions for the technological process of making cheese paste enriched with linseed oil have been developed and protected by a patent.

Key words: linseed oil, curd paste, technology.

Підписано до друку 23.11.2021 року. Формат 60x84\16
Ум. друк. арк. 0,9 Обл.-вид.арк. 0,9
Наклад 100 прим. Зам. № 210845

Віддруковано у редакційно-видавничому відділі НУБіП України
вул. Героїв Оборони, 15, Київ, 03041, тел.: 527-81-55, e-mail: nubip_druk@ukr.net
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4097 від 17.06.2011

