

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

БЕЛЕМЕЦЬ ТЕТЯНА ОЛЕКСАНДРІВНА

УДК 637.146

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ПРОДУКТІВ МОЛОКОВМІСНИХ
КИСЛОМОЛОЧНИХ З ПОЛІФУНКЦІОНАЛЬНИМИ
НАПОВНЮВАЧАМИ ПРИРОДНОГО ПОХОДЖЕННЯ**

5.18.04 – технологія м'ясних, молочних продуктів і продуктів з гідробіонтів

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2021

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі технології молока та молочних продуктів Національного університету харчових технологій Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент
Ющенко Наталія Михайлівна
Національний університет харчових технологій МОН України, доцент кафедри технології ресторанної і аюрведичної продукції

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Гринченко Ольга Олексіївна
Харківський державний університет харчування та торгівлі МОН України, завідувач кафедри харчових технологій в ресторанній індустрії

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
Мінорова Антоніна Володимирівна
Інститут продовольчих ресурсів НААН України, завідувач відділу молочних продуктів та дитячого харчування

Захист відбудеться «11» травня 2021 р. о 14³⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.03 в форматі «Zoom» конференції
Вхід за посиланням:

<https://zoom.us/j/91437179641?pwd=WTVhWnN6WmpnWEIwbzFWOVUrY28zd09>

Ідентифікатор конференції: 914 3717 9641; код доступу: ZY9z4b

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розісланий «__» квітня 2021 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради Д 26.058.03, д.т.н., доцент

 М.В. Білько

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Обґрунтування вибору теми дослідження. Незадовільні екологічна та економічна ситуації багатьох регіонів України, що склалися протягом останніх років, у поєднанні зі змінами в режимах і раціоні харчування населення, призвели до збільшення загального показника захворювань, обумовленого ірраціональним харчуванням. Однією з причин є дефіцит корисних тваринних та рослинних жирів у щоденному раціоні українців, а відтак і есенціальних жирних кислот.

Для вирішення даної проблеми перспективним є розроблення нових та удосконалення вже існуючих технологій виробництва молоковісних кисломолочних продуктів з комбінованим складом сировини. Підвищений інтерес для досягнення поставленої мети представляють натуральні рослинні олії та їх купажі, як корисні продукти постійно поновлюваних сировинних джерел, котрі легко можуть бути отримані у будь-якій країні із різними біоресурсами.

Доцільно зазначити, що часткова заміна молочного жиру на натуральні рослинні олії дозволить не тільки ціленаправлено корегувати жирнокислотний склад молоковісного продукту та збагатити його біологічно активними речовинами ліпідних комплексів рослинного походження, але й додатково надасть змогу вирішити проблеми нестачі молока-сировини і зміни його хімічного складу пов'язаного із сезонними коливаннями.

Задля надання молоковісним кисломолочним продуктам діабетичних властивостей та зменшення загальної калорійності, практичну цінність має використання екстракту з листя стевії. Адже саме стевія з поміж усіх замінників цукру котрі використовуються у харчових технологіях, є природним підсолоджувачем не вуглеводної природи, завдяки чому вона майже без калорійна та дозволена дієтологами для вживання людям хворим на діабет.

Для формування смако-ароматичних властивостей молоковісних продуктів доцільним є використання подрібненої зеленої цибулі сублімованого сушіння та сублімованих порошків обліпихи і часнику. Позаяк, дані рослинні інгредієнти завдяки своїй технології отримання, у достатній мірі здатні зберігати нативні органолептичні та фізико-хімічні показники за належного ступеня засвоюваності, котре лише у незначній мірі різниться з вихідними продуктами.

Враховуючи усе вище сказане та беручи до уваги статистичні дані, щодо найбільш вживаних видів кисломолочних продуктів на території України, перспективним є розроблення таких видів молоковісних кисломолочних продуктів як: паста молоковісна сиркова та соус молоковісний сметанный.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана в Національному університеті харчових технологій (НУХТ) в межах держбюджетних науково-дослідних робіт: «Розроблення ресурсозберігаючих технологій молочних продуктів профілактичної дії» (№ 0112U005376); «Реалізації ресурсозберігаючих методів модифікації функціонально-технологічних характеристик молочної сироватки в

технологіях харчових продуктів цільового призначення» (№ 0120U100868); «Розробка високоефективних ресурсозберігаючих біотехнологій з метою їх впровадження у мікробіологічну, фармацевтичну та харчову промисловість» (№ 011U003437).

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є удосконалення технологій продуктів молоковісних кисломолочних шляхом оптимізації жирнокислотного складу та підвищення харчової і біологічної цінностей.

Відповідно до поставленої мети були сформульовані наступні **задачі**:

- обґрунтувати вибір рослинних компонентів з поліфункціональними властивостями для подальшого використання у технологіях молоковісних кисломолочних продуктів;
- розробити програму у математичному середовищі «*MatLab*» для оптимізації жирнокислотного складу купажу рослинних олій;
- обґрунтувати склад купажу на основі натуральних рослинних олій з оптимізованим жирнокислотним складом у поєднанні з молочним жиром в технологіях молоковісних кисломолочних продуктів;
- визначити спосіб, технологічні параметри введення та довести ефективність використання купажу у технологіях молоковісних кисломолочних продуктів;
- здійснити підбір емульгатору природного походження для одержання якісних емульсій рослинних олій та науково обґрунтувати раціональні режими їх утворення;
- довести ефективність використання у якості екстрагенту сироватки молочної та визначити раціональні технологічні параметри отримання та введення екстракту з листя стевії до складу пасти молоковісної сиркової;
- визначити функціонально-технологічні властивості смако-ароматичних інгредієнтів та встановити їх раціональний вміст; дослідити антимікробні властивості композиційної суміші часнику та цибулі по відношенню до типових контамінантів кисломолочних продуктів;
- розробити рецептури нових видів молоковісних кисломолочних продуктів – пасти молоковісної сиркової з обліпихою та соусу молоковісного сметанного з часником та цибулею; уточнити технологічні режими їх виробництва, визначити показники якості розроблених молоковісних продуктів та обґрунтувати терміни зберігання;
- розробити нормативну документацію на пасту молоковісну сиркову з обліпихою та соус молоковісний сметанний з часником та цибулею; провести апробацію розроблених технологій молоковісних продуктів у промислових умовах та визначити економічну ефективність удосконалених технологій.

Об'єкт дослідження – технології молоковісних кисломолочних продуктів: пасти молоковісної сиркової з обліпихою та соусу молоковісного сметанного з композиційною сумішшю часнику та цибулі.

Предмет дослідження – органолептичні, фізико-хімічні показники купажу рослинних олій; жовтковий порошок, яєчний порошок, альбумін, модельні зразки рослинних емульсій прямого типу і їх фізико-хімічні характеристики; екстракт з сухого листя стевії; сублімований порошок обліпихи;

органолептичні показники та антимікробні властивості композиційної суміші сублімованого порошку часнику та зеленої цибулі сублімованого сушіння; технологічні процеси і показники якості молоковісних кисломолочних продуктів.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети використано загальноприйняті та спеціальні методи досліджень, а саме: фізико-хімічні (титрована кислотність, масова частка вологи та екстрактивних речовин, вологоутримувальна здатність, жирутримувальна здатність, стійкість емульсії, кислотне число, пероксидне число, мікроструктура рослинних емульсій), органолептичні, мікробіологічні (кількість життєздатних молочнокислих бактерій, кількість бактерій групи кишкової палички, дріжджів та пліснявих грибів, патогенних мікроорганізмів, антимікробні властивості композиційної суміші часнику та зеленої цибулі по відношенню до типових представників контамінантів у виробництві кисломолочних продуктів – *Bacillus subtilis*, *Micrococcus albus*) та математичні (статистична обробка експериментальних результатів, оптимізація складу купажу, моделювання).

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше науково-обґрунтовано склад купажу на основі натуральних рослинних олій: волоського горіху, ріпакової та кукурудзяної у співвідношеннях, що забезпечують отримання молоковісних кисломолочних продуктів з оптимізованим жирнокислотним складом.

Визначено, що використання молочної сироватки у якості екстрагенту сухого листа стевії – підвищує ступінь вилучення цільових компонентів на 12,1%.

Встановлена можливість використання молочної сироватки для отримання емульсій на основі рослинних олій за фазового співвідношення складових – водна фаза (сироватка):жирова фаза:емульгатор – 21: 76: 3.

Вперше запропоновано використання жовткового порошку у кількості 3 % від маси купажу, як емульгатору природного походження в технологіях молоковісних кисломолочних продуктів.

Встановлена бактерицидна та бактеріостатична дії композиційної суміші на основі часнику та зеленої цибулі по відношенню до типових представників контамінантів кисломолочних продуктів, що імовірно обумовлене вмістом фітонцидів та фітоалексинів у їх складі.

Практичне значення отриманих результатів. Визначено оптимальне співвідношення рослинних олій у складі купажу з використанням розробленої програми у математичному середовищі «*MatLab*». Встановлено рекомендований вміст купажу у складі нових видів молоковісних кисломолочних продуктів, що забезпечує отримання продуктів з оптимізованим жирнокислотним складом.

Визначено раціональні технологічні параметри утворення емульсій на основі купажу рослинних олій із використанням у якості емульгатору жовткового порошку у кількості 3 % (від маси купажу) та молочної сироватки: швидкість обертів робочого органу емульсору – 2500 об/хв, тривалість – 3...3,5

хв, середній діаметр жирових кульок – $1,6 \pm 0,2$ мкм; співвідношення водної фази, жирової фаз та емульгатору у складі емульсії – 21:76:3.

Доведено доцільність використання та встановлено раціональні параметри отримання екстракту з сухого листа стевії на основі молочної сироватки із застосуванням роторно-імпульсного апарату: температура – 85 ± 5 °С, витримка – 20...25 хв, що забезпечують максимальну кількість вилучення екстрактивних речовин – 3,4...3,5%.

Розроблено композиційну суміш на снові сублімованого порошку часнику та зеленої цибулі сублімаційного сушіння: 0,2 % часнику та 1 % зеленої цибулі.

На підставі здійснених експериментальних та теоретичних досліджень розроблено рецептури та удосконалено технології пасти молоковмісної сиркової з обліпихою і соусу молоковмісного сметанного з часником та цибулею. Розроблено параметричні і апаратурно-технологічні схеми їх виробництва.

Розроблено нормативну документацію: ТУ У 15.5-02070938-296:2021 «Паста молоковмісна сиркова з обліпихою», ТУ У 15.5-02070938-295:2021 «Соус молоковмісний сметаний з часником та цибулею» та технологічні інструкції на їх виготовлення; здійснено розрахунки економічної ефективності. Результати наукової розробки апробовано в умовах підприємства ТОВ «Деражнянський молочний завод», що підтверджується актами виробничої перевірки та протоколами дегустацій.

Сформульована соціальна значимість від впровадження удосконалених технологій пасти молоковмісної сиркової з обліпихою та соусу молоковмісного сметанного з часником та цибулею.

Особистий внесок здобувача. Підбір і аналіз літературних даних, планування та проведення експериментів, статистичне оброблення отриманих результатів, їх аналіз, опис і інтерпретація, підготовка матеріалів до опублікування, оформлення патентів, розроблення нормативної документації, участь у промисловій апробації розробок здійснено дисертантом особисто за методичної та наукової підтримки наукового керівника кандидата технічних наук, доцента Н.М. Ющенко.

Дослідження процесу екстрагування із використанням роторно-імпульсного апарату здійснювалось на базі Інституту технічної теплофізики НАН України спільно з канд. техн. наук, провідним науковим співробітником відділу тепломасообміну в дисперсних системах Т.Л. Грабовою, наукове обґрунтування технологічних параметрів отримання рослинних емульсій та технологічних параметрів екстрагування – спільно з канд. техн. наук, співробітником ПНДЛ НУХТ Н.М. Бреус, виготовлення модельних зразків емульсії здійснювалось на базі ННЦ «Інститут біології та медицини Київського національного університету імені Тараса Шевченка» – спільно з канд. техн. наук, доцентом кафедри біомедицини Ю.М. Пенчуком, дослідження раціонального складу рослинних емульсій та їх фізико-хімічні характеристики – спільно з канд. техн. наук, доцентом кафедри технології жирів, хімічних технологій харчових добавок та косметичних засобів НУХТ І. Г. Радзівською,

дослідження мікробіологічних показників – спільно з канд. техн. наук, доцентом кафедри біотехнології і мікробіології НУХТ С.М. Тетеріною. Особистий внесок дисертанта підтверджується представленими документами та науковими публікаціями.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на: Міжнародних науково-практичних конференціях «Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека» (Київ, НУХТ, 2016-2017 рр.); п'ятій Міжнародній науково-технічній конференції «Перспективи розвитку м'ясної, молочної та олієжирової галузей у контексті євроінтеграції» (Київ, НУХТ, 2016 р.); 8th Central European Congress on Food 2016 – «Food Science for Well-being» (Kyiv, Ukraine, 2016).

Публікації. За результатами дисертаційної роботи опубліковано 12 наукових праць, у тому числі 7 статей, з них 5 у наукових фахових виданнях України: 2 статті – у наукових виданнях, включених до міжнародної наукометричної бази Scopus, 1 стаття – у наукових виданнях, включених до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus (IC); 2 статті – у наукових періодичних виданнях; 4 тези доповідей у збірниках матеріалів міжнародних науково-технічних і науково-практичних конференцій та європейського конгресу. Одержано 1 патент України на корисну модель.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційну роботу викладено на 195 сторінках друкованого тексту. Робота складається зі змісту, переліку умовних позначень, вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел (214 найменувань на 23 сторінках) та 13 додатків (35 сторінок). Дисертацію ілюстровано 35 рисунками та 41 таблицею.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету і задачі, обрано об'єкт та предмет наукових досліджень, наведено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, вказано зв'язок теми з науковими програмами та особистий внесок автора.

У **першому розділі** «Перспективні напрями удосконалення технологій молоковісних кисломолочних продуктів» проаналізовано сучасний стан та тенденції розвитку технологій молоковісних кисломолочних продуктів, а також визначено раціональні напрями їх удосконалення. Обґрунтовано перспективність використання натуральних рослинних олій у технологіях молоковісних продуктів з метою цілеспрямованого регулювання їх жирнокислотного складу та збагачення комплексом есенціальних біологічно активних речовин. Здійснено аналітичний огляд наявних методів створення оптимізованих купажів рослинних олій для подальшого використання у технологіях молоковісних продуктів, керуючись яким обґрунтовано вибір власного методу оптимізації. На підставі аналізу перспектив використання інгредієнтів рослинного та тваринного походження для стабілізації структури молоковісних кисломолочних продуктів, обрано натуральний емульгатор для

отримання стійких рослинних емульсій. Підтверджено доцільність удосконалення технології десертних молоковісних продуктів за рахунок використання підсолоджувача натурального походження (стевії). Обґрунтовано вибір рослинної сировини для збагачення та формування органолептичних властивостей молоковісних кисломолочних продуктів.

У **другому розділі** «Об’єкти і методи досліджень» наведено методологічні основи та етапи удосконалення технологій молоковісних кисломолочних продуктів за рахунок застосування купажів рослинних олій, розроблено схему проведення досліджень, наведено перелік використаної сировини та фізико-хімічних, інструментальних, математично-статистичних методів досліджень. Представлено поетапне математичне програмування процесу створення оптимізаційної розрахункової програми у математичному середовищі «*MatLab*».

Дисертаційну роботу виконано в умовах лабораторій кафедри технології молока і молочних продуктів, кафедри технології жирів, хімічних технологій харчових добавок та косметичних засобів, кафедри біотехнології і мікробіології та Проблемної науково-дослідної лабораторії НУХТ. Розроблення купажів на основі натуральних рослинних олій з оптимізованим жирнокислотним складом здійснювали за допомогою створеної спеціальної програми з використанням математичних розрахунків у середовищі «*MatLab*». Стійкість емульсії визначали методом центрифужних пробірок, дослідження мікроструктурного аналізу рослинних емульсій проведено за допомогою тринокулярного мікроскопу KONUS BIOREX-3 методом фазово-контрастної мікроскопії за загального збільшення у 400 та 600 разів. Оцінку якості просіювання та однорідності консистенції зразків пасти молоковісної сиркової здійснювали з використанням стереомікроскопу SZM-45B за загального збільшення у 450 разів. Визначення раціональних технологічних параметрів отримання екстракту з сухого листа стевії із використанням роторно-імпульсного апарату здійснювали на базі Інституту технічної теплофізики НАН України.

Антимікробні властивості композиційної суміші часнику та цибулі визначали за методом Коха. У якості типових представників контамінантів у виробництві кисломолочних продуктів, використовували тест-культури – *Bacillus subtilis* та *Micrococcus albus*. Дані чисті бактеріальні культури зберігаються у колекції живих культур мікроорганізмів кафедри біотехнології і мікробіології НУХТ.

Результати вимірювання опрацьовували за допомогою сучасних аналітичних інтегрованих систем: «*Microsoft Excel*», «*MathCad*», «*Statistica*», «*MatLab 15*», «*Компас 3-D*».

Розроблено схему організації досліджень (рис.1).

У **третьому розділі** «Обґрунтування доцільності використання рослинної сировини у технологіях молоковісних кисломолочних продуктів» здійснено ціленаправлений підбір натуральних рослинних олій для подальшого купажування. Критеріями слугували: хімічний склад, вміст біологічно активних речовин, доступність на вітчизняному ринку, відповідність чинній нормативній документації на території України для засвідчення безпечності та якості,

здатність до поєднання між собою та з кисломолочною основою (за органолептичною оцінкою), а також економічна привабливість. Усім вищезазначеним критеріям вибору відповідають такі рафіновані і дезодоровані рослинні олії, як: олія з волоського горіху, ріпакова та кукурудзяна.

З використанням розробленої програми у математичному середовищі «MatLab», здійснено одночасну багатокритеріальну оптимізацію декількох конфліктуючих цільових функцій у чітко заданій області визначення – корекція трьох основних груп жирних кислот – насичених жирних кислот: мононенасичених жирних кислот:поліненасичених жирних кислот (НЖК:МНЖК:ПНЖК) та есенціальних жирних кислот класів $\omega - 6:\omega - 3$ у складі розроблюваного купажу.

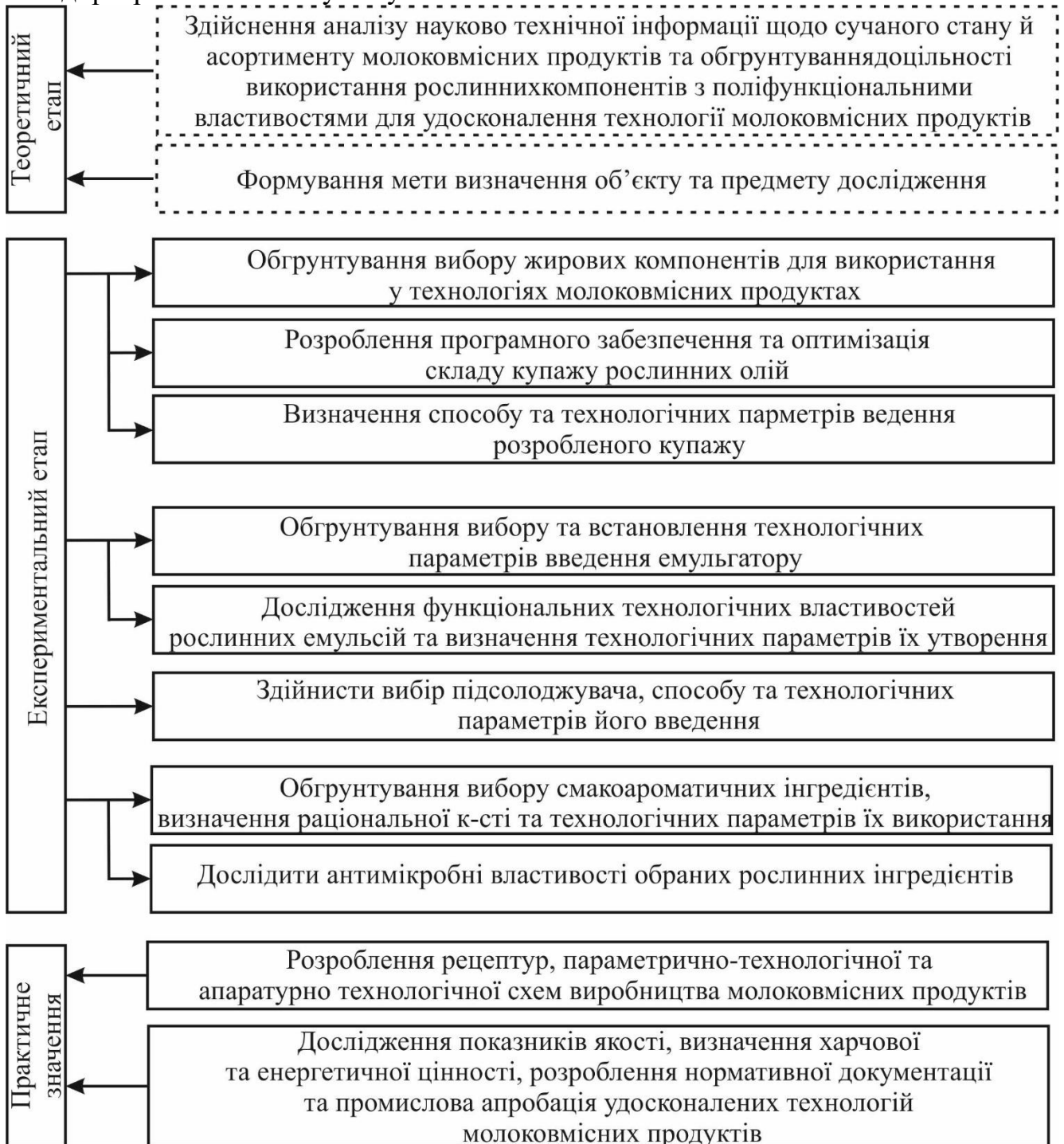


Рисунок 1 – Схема організації досліджень

В основу математичних розрахунків для складання збалансованих купажів пропонується (рекомендовані дієтологами) декілька варіативних співвідношень поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) класу $\omega - 6 : \omega - 3$, як 6:1, 8:1 та 10:1, за умови урівноваженого співвідношення трьох основних груп жирних кислот – НЖК:МНЖК:ПНЖК, як 1:1:1.

За результатами обчислень отримано 3-х компонентні системи обраних рослинних олій (купажі) з оптимальним жирнокислотним складом та збалансованим кількісним співвідношенням складових (табл. 1).

Таблиця – Рецептúra оптимізованих купажів рослинних олій за вмістом основних ЖК груп та есенціальних жирних кислот

Рослинна олія	Вміст %		
	НЖК : МНЖК : ПНЖК – 1:1:1		
	$\omega - 6 : \omega - 3$		
	6:1	8:1	10:1
Волоського горіху	36,62	36,77	36,94
Ріпакова	33,96	36,23	37,55
Кукурудзяна	29,42	27,00	25,51

На підставі проведеної органолептичної оцінки встановлено максимально можливий відсоток заміни масової частки молочного жиру молоковмісних кисломолочних продуктів на розроблений купаж на основі натуральних рослинних олій – 50 %.

Методом газорідинної хроматографії досліджено жирнокислотний склад модельних зразків молоковмісних кисломолочних продуктів з 50 %-ю заміною молочного жиру на купаж рослинних олій. Аналіз отриманих даних свідчить про досягнення поставленої задачі та корекцію жирнокислотного складу:

– пасти молоковмісної сиркової, де співвідношення НЖК:МНЖК:ПНЖК становить 1:1,1:1, а співвідношення $\omega - 6 : \omega - 3$ складає 6,1:1;

– соусу молоковмісного сметанного де співвідношення між НЖК:МНЖК:ПНЖК становить 1,1:1,1:1, а співвідношення жирних кислот родин $\omega - 6 : \omega - 3$ складає 6,2:1.

За результатами аналізів фізико-хімічних показників модельних зразків емульсій (вологоутримувальною здатністю, жирутримувальною здатністю, стійкістю емульсії) отриманих з використанням розробленого купажу рослинних олій, доведено доцільність застосування – 3 % (від маси введенного купажу) жовткового порошку у якості емульгатора тваринного походження, за рекомендованого фазового співвідношення рослинних емульсій – молочна сироватка: купаж: емульгатор, як 21:76:3.

З метою обґрунтування впливу технологічних параметрів отримання рослинної емульсії на середній діаметр кульок жирової фази, досліджено мікроструктуру модельних зразків рослинних емульсій, отриманих за однакової швидкості обертів робочого органу емульсора – 2000 об/хв та варіабельної тривалості (t) емульгування – 2; 3; 5 хв (рис. 2).

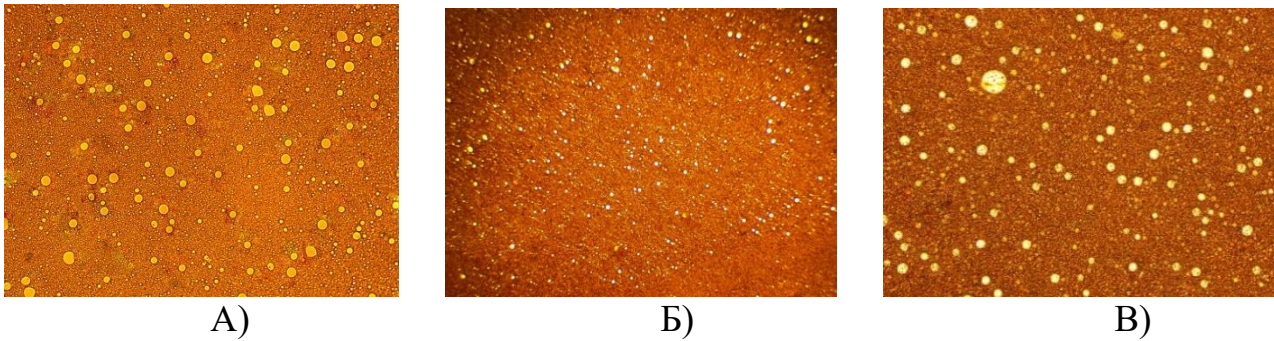


Рисунок 2 – Мікроструктура зразків емульсій за різної тривалості оброблення (за збільшення 40×15) А) середній діаметр жирових кульок $3,1 \pm 0,2$ мкм, $t=2$ хв; Б) середній діаметр жирових кульок $1,7 \pm 0,2$ мкм, $t=3$ хв; В) середній діаметр жирових кульок $2,2 \pm 0,2$ мкм, $t=5$ хв;

Мікроструктурний аналіз отриманих емульсій показав, що розмір жирових кульок напряму залежить не тільки від механічних ударів робочого органу емульсору, але й від тривалості здійснення емульгування.

Визначення раціональних технологічних параметрів отримання рослинних емульсій здійснювали за допомогою математичного моделювання у середовищі математичного пакету «MathCad 15» та «Statistica». У якості функції відгуку було обрано середній діаметр жирових кульок (Z_1) емульсій виготовлених за температури 65 ± 2 °С. Емульгування вважали ефективним за умови досягнення середнього розміру жирових кульок не більше 2 мкм. Залежність розміру жирових кульок рослинної емульсії від технологічних параметрів їх отримання, наведено на рис. 3

Аналіз графічних залежностей свідчить, що на розмір жирових кульок утворених модельних зразків емульсій більш вагомий вплив має тривалість емульгування (Y), аніж частота обертів робочого органу емульсору (X).

Графічна модель, що описує раціональні режими емульгування при яких розмір жирових кульок буде мінімально можливим, приведена на рис. 4. Отримані результати (рис. 4) підтверджують циклічність процесу емульгування, під час якого на фоні формування емульсії почергово відбувається зниження розмірів жирових кульок – диспергування жирової фази, з наступним їх збільшенням – агрегацією. Циклічність процесу диспергування, ймовірно може бути пояснена неоднозначною поведінкою поверхнево-активних речовин (ПАР) при розподіленні на границі фазового розподілу, а також формуванням стабілізуючої оболонки кульок жиру під час інтенсивного перемішування, що у поєднанні з коалесценцією недостатньо стійких краплин

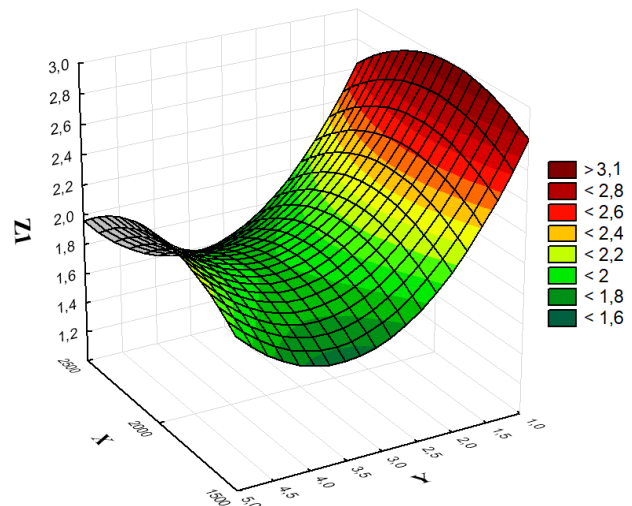


Рисунок 3 – 3-D графічна модель розміру жирових кульок (Z_1) від швидкості обертів робочого органу емульсору (X) та тривалості емульгування (Y)

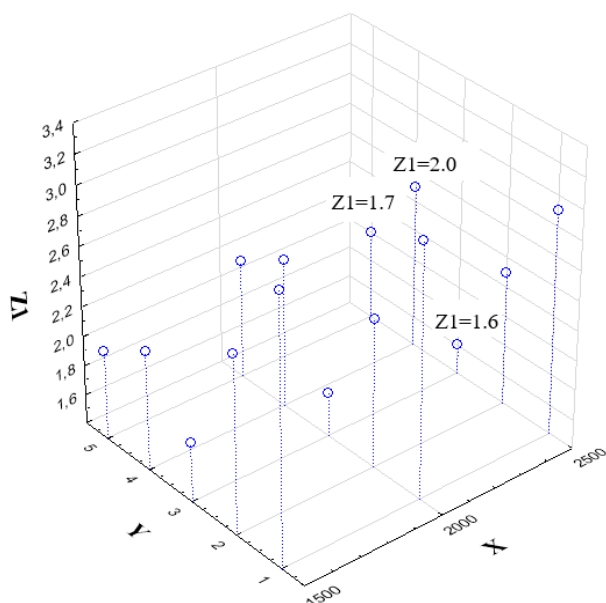


Рисунок 4 – 3-D графічна модель визначення раціональних режимів емульгування (X,Y) для отримання жирових кульок емульсії мінімального діаметру (Z1)

12,1 % у порівнянні з водою.

З використанням ситового аналізу визначено ступінь подрібнення сухого листа стевії для отримання однодисперсного складу – $3,9 \pm 0,1$ мм. Розрахована 3-D модель залежності ступеня вилучення екстрактивних речовин з листа стевії під час екстрагування на роторно-імпульсному апараті (рис. 6), наочно демонструє що температура та тривалість екстрагування є рівнозначними факторами за впливом на ступінь вилучення екстрактивних речовин (ЕР), а взаємне підвищення обох факторів – прямо пропорційно впливає на кількість вилучення ЕР. Встановлено раціональні технологічні параметри отримання екстракту стевії з використанням роторно-імпульсного апарату: гідромодуль – 1:15, температура екстрагування – 85 ± 5 °C, тривалість процесу – 20...25 хв.

У четвертому розділі «Обґрунтування рецептурного складу молоковомісних кисломолочних продуктів» доведена доцільність

при зіткненнях, вимагає деякого часу для її врівноваження й подальшого проявлення ПАР своїх максимальних стабілізуючих властивостей.

Встановлено раціональні технологічні параметри отримання емульсій з середнім діаметром жирових кульок – $1,6 \pm 0,2$ мкм: частота обертів робочого органу емульсора – 2500 об/хв, за тривалості оброблення 3...3,5 хв.

Досліджено ефективність вилучення (мацерацією) солодких водорозчинних екстрактивних речовин (стевіозиду, ребаудіозиду, дуліобіозиду, стевіолбіозиду) з сухого листа стевії за умови використання у якості екстрагенту – молочної сироватки, що дозволяє збільшити вихід цільових компонентів (рис. 5) у середньому на

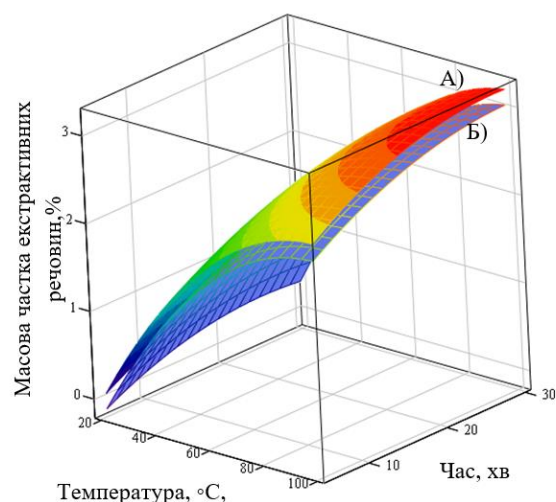


Рисунок 5 – 3-D графічні моделі залежності ступеня вилучення екстрактивних речовин з листа стевії від температури та тривалості екстрагування (мацерацією) з екстрагентом: молочною сироваткою А); водою Б)

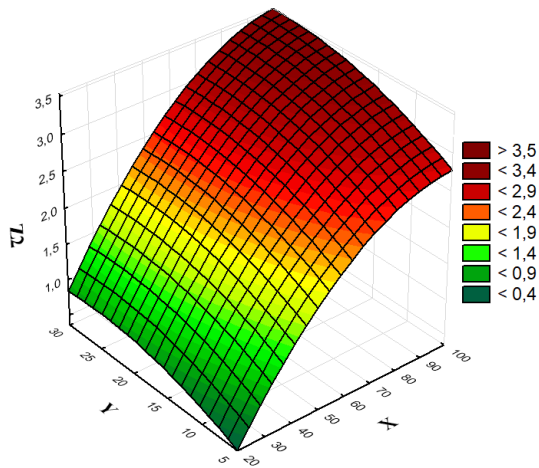


Рисунок 6 – 3-D графічна модель залежності ступеня вилучення екстрактивних речовин з листа стевії (Z2) від температури (Y) та тривалості (X) екстрагування на PIA (екстрагент – молочна сироватка)

сиркової, за відсутності попередніх етапів його підготовки та термічного оброблення.

Розроблено композиційну суміш на основі сублімованого порошку часнику та подрібненої зеленої цибулі сублімованого сушіння із урахуванням найбільш ефективного використання їх функціонально-технологічних властивостей для застосування у технології соусу молочовмісного сметанного. Обґрунтування складу композиційної суміші та співвідношення між компонентами здійснено із використанням профільного методу (рис. 7 А); Б)) за участі дегустаційної комісії та обраних дескрипторів для оцінки смако-ароматичних властивостей компонентів суміші. За загальною оцінкою здійснено вибір кращого співвідношення: порошок часнику – 0,2 %, сублімована зелена цибуля – 1,0 %.

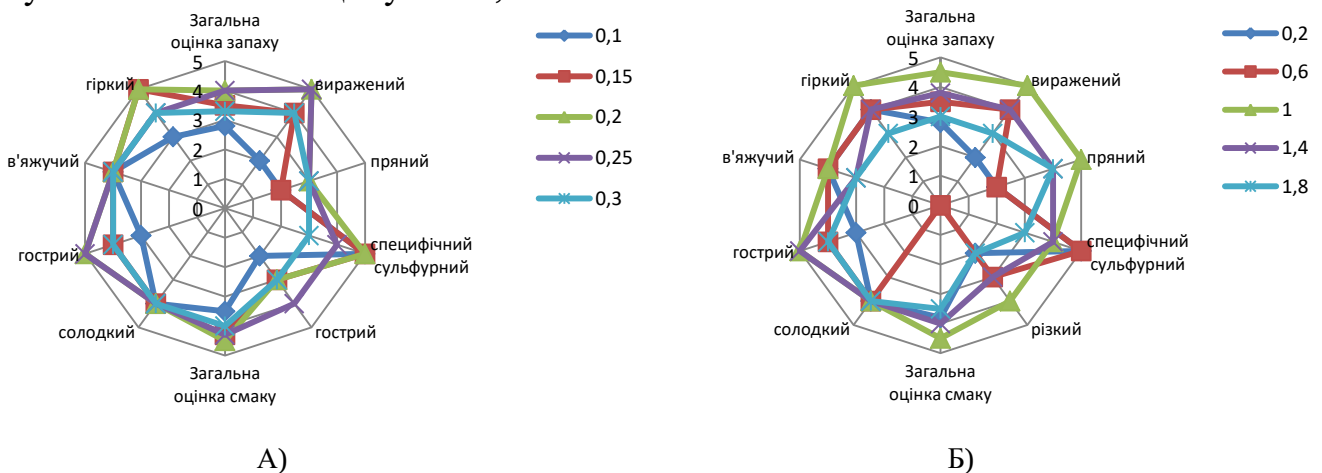


Рисунок 7 – Профілограма смаку та запаху модельних зразків соусу сметанного за змінних кількостей сублімованих порошку часнику (А) та зеленої цибулі (Б)

Досліджено антимікробний вплив композиційної суміші часнику та цибулі на тестові культури мікроорганізмів, що є представниками типової контамінуючої мікрофлори кисломолочних продуктів. Встановлено, що розроблена композиційна суміш володіє вираженими бактерицидними та бактеріостатичними властивостями по відношенню до тест-культур – *Bacillus subtilis* та *Micrococcus albus* (рис.8 А),Б)).

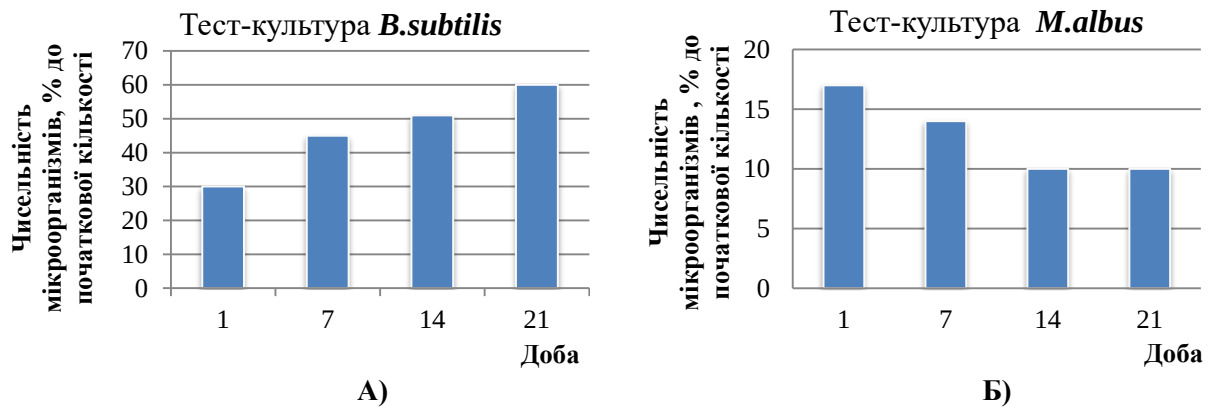
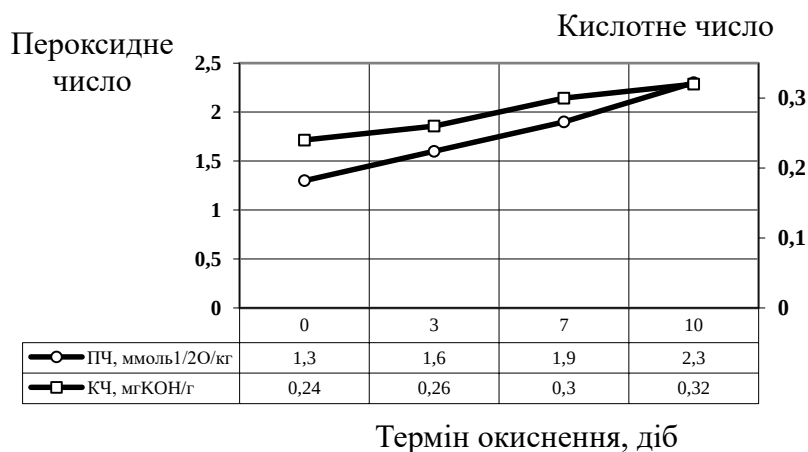


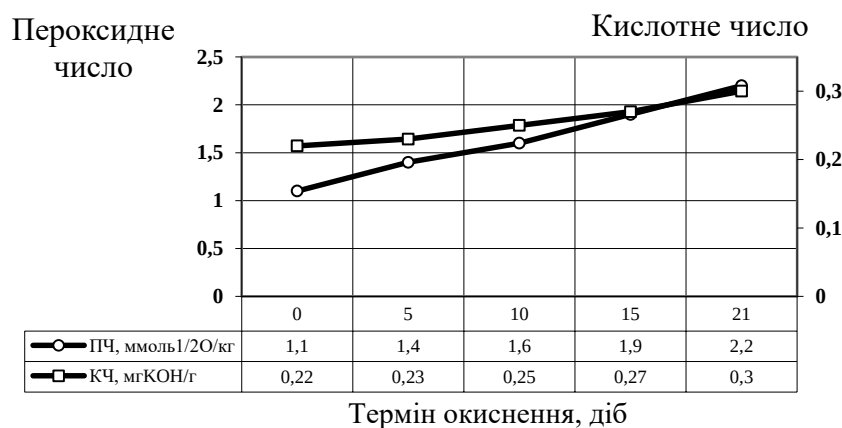
Рисунок 8 – Виживання мікроорганізмів модельних систем із композиційною сумішшю часнику та цибулі А) тест-культури *B. subtilis* Б) тест-культури *M. albus*.

Аналізуючи отримані дані (рис. 8) можна зробити висновок, що композиційна суміш часнику та зеленої цибулі виявляла виражені антибактеріальні та бактеріостатичні властивості по відношенню до обраних тест-культур. Відмічалась деякі зменшення кількості та затримка росту мікроорганізмів на протязі усього терміну зберігання. Відсоток виживання тест-культури *B.subtilis* відносно до початкової концентрації клітин у суспензії ($1,4 \times 10^6$ КУО/см³) становив на: 1-шу добу зберігання – 30 %, на 7-му добу – 45 %, на 14-ту добу – 51 % та на 21-шу добу зберігання – 60 %. Отримані результати свідчать про те, що дана культура проявила адаптативні властивості відносно наявних у суміші антибактеріальних речовин. Відмічається чітка залежність пригнічення росту тест-культури *M.albus*, про що свідчить зниження відсотку виживання культури (початкова концентрація клітин суспензії – $8,5 \times 10^5$ КУО/см³): 1-шу добу зберігання на – 17 %, на 7-му – 14 %, на 14-ту – 10 % та на 21-шу добу зберігання – 10 %. Отримані результати можна пояснити достатньо високим вмістом таких антибактеріальних речовин, як фітонциди і фітоалексини у складі композиційної суміші. На підставі проведених досліджень, можна рекомендувати розроблену композиційну суміш для використання у технології соусу молоковмісного сметанного в якості харчової добавки – інгібітору біохімічних і мікробіологічних процесів.

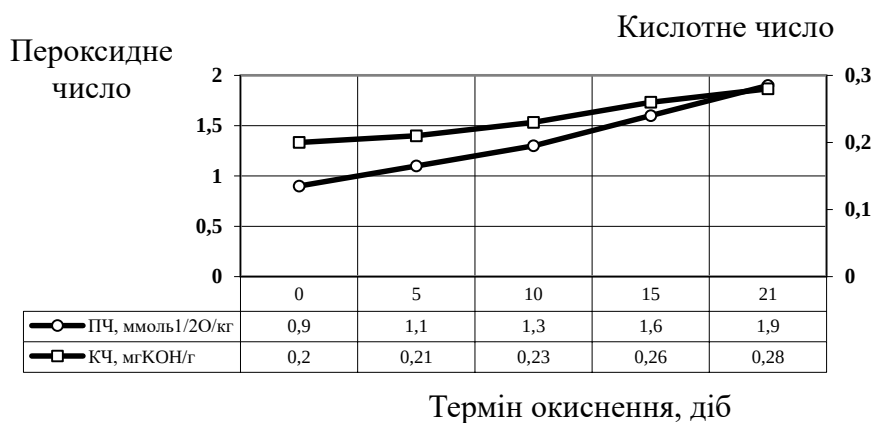
Визначено показники безпеки розробленого купажу натуральних рослинних олій та виділеної жирової фази модельних зразків молоковмісних кисломолочних продуктів протягом граничного терміну зберігання (рис. 9) за кількістю вільних жирних кислот та концентрацією перекисів і гідроперекисів.



А)



Б)



В)

Рисунок 9 – Дослідження кінетики окислення жирової фази:

А) пасти молокової сиркової з обліпихою;

Б) соусу молокового сметанного з часником та цибулею;

В) купажу рослинних олій

Отримані дані кінетики окислення купажу та зразків виділеного жиру, дозволяють зробити висновок, що підвищення показників кислотного та пероксидного чисел упродовж досліджених термінів зберігання – не відзначалося інтенсивністю та знаходилося у межах гранично допустимих значень. Затримка інтенсивності накопичення вільних жирних кислот та

пероксидів, ймовірно, може бути обумовлена наявністю нативних антиокислювальних речовин у складі олій купажу (α -токоферолу, сумішей $\beta+\gamma+\delta$ -токоферолів, МНЖК родини $\omega-9$).

Враховуючи результати досліджень, рекомендовані терміни гарантійного зберігання без істотного окислювального псування жирової фази для молоковісних продуктів, є наступними:

– для пасти молоковісної сиркової з обліпихою – 7 діб за температури $4\pm 2^\circ\text{C}$;

– для соусу молоковісного сметанного з композиційною сумішшю часнику та цибулі – 14 діб за температури $4\pm 2^\circ\text{C}$.

На основі отриманих результатів розроблено базові рецептури пасти молоковісної сиркової з обліпихою та соусу молоковісного сметанного з часником та цибулею.

Досліджено показники безпеки розроблених молоковісних кисломолочних продуктів. Згідно отриманих результатів за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними характеристиками свіжовиготовлені модельні зразки продуктів відповідають вимогам розробленої нормативної документації.

У **п'ятому розділі** «Опис удосконалених технологій молоковісних кисломолочних продуктів» розроблено технологічну та апаратурно-технологічну схеми виробництва пасти молоковісної сиркової з обліпихою та соусу молоковісного сметанного з часником та цибулею.

Досліджено показники якості отриманих молоковісних кисломолочних продуктів протягом граничного терміну зберігання: для пасти молоковісної сиркової з обліпихою – протягом 11 діб, для соусу молоковісного сметанного з часником та цибулею – 21 добу з інтервалом у 3 доби. Органолептичні властивості зразків молоковісних кисломолочних продуктів суттєвих змін не зазнавали. Титрована кислотність пасти молоковісної сиркової з обліпихою збільшувалась у середньому на 6°T , а показники ВУЗ та ЖУЗ протягом усього періоду зберігання – практично не змінювались. Ступінь синерезису зразків соусу молоковісного сметанного з часником та цибулею – збільшився в середньому на 4 %, що може бути обумовленим антимікробними властивостями композиційної суміші та її здатністю гальмувати ферментативні процеси під час зберігання продуктів й тим самим запобігати погіршенню їх вологоутримуючих властивостей.

Здійснено мікробіологічні дослідження модельних зразків молоковісних кисломолочних продуктів протягом граничного терміну зберігання, згідно з якими БГКП та патогенні мікроорганізми, в т.ч. роду *Salmonella* і *L. Monocytogenes* – відсутні в зазначеній у нормативах масі продукту на протязі усього терміну зберігання. Кількість дріжджів і пліснявих грибів наприкінці граничного терміну зберігання – не перевищує норм заявлених згідно стандартів, що свідчить про мікробіологічну безпечність молоковісних продуктів. Кількість життєздатних молочнокислих бактерій у модельних зразках молоковісних кисломолочних продуктів відповідає нормативним вимогам:

– $2,5 \cdot 10^8$ на 11-ту добу зберігання для пасти молоковісної сиркової з обліпихою;

– $1,1 \cdot 10^8$ на 21-шу добу зберігання для соусу молоковісного сметанного з часником та цибулею.

Проведено розрахунок очікуваного техніко-економічного ефекту від впровадження наукової розробки. Встановлено, що орієнтована собівартість 1 т пасти молоковісної сиркової з обліпихою становить 247620,33 грн (100 г – 24,8 грн.), соусу молоковісного сметанного з часником та цибулею – 543579,14 грн (100 г – 54,4 грн.). Варто зазначити, що виробництво розроблених молоковісних кисломолочних продуктів є прибутковим, але порівняно з базовими продуктами-аналогами – дещо дорожчим і тому повинно здійснюватись у невеликому об'ємі, як продукти здорового харчування (цільового призначення).

Розрахунковим методом визначено, що розроблені види молоковісних кисломолочних продуктів є біологічно повноцінними за відсотковим співвідношенням між основними групами жирних кислот та кількісним вмістом ПНЖК, оскільки ступінь їх забезпеченості від добової норми при споживанні 100 г продукту складає:

– для пасти молоковісної сиркової з обліпихою – 14,6 % добової потреби для жінок та 11,3 % добової потреби чоловіків;

– для соусу молоковісного сметанного з часником та цибулею – 32 % добової потреби для жінок та 25 % добової потреби для чоловіків.

У відповідності до розрахунку енергетичної цінності, калорійність молоковісних кисломолочних продуктів складає 128,0...206,0 ккал/100 г. Визначено, що за умови вживання 100 г молоковісних кисломолочних продуктів в день, ступінь забезпечення добової потреби організму людини в основних поживних речовинах складатиме:

– у білках – до 18,0 %; жирах – до 30,0 %; вуглеводах – до 1,0 %;

– у мінеральних речовинах, зокрема забезпечення кальцієм – до 9,0 %, магнієм – до 7,0 % та калієм – до 8 %;

– у вітамінах – до 1 % аскорбінової кислоти, до 3,0 % – тіаміну, до 15,0 % – рибофлавіну, до 7,0 % – ретинола ацетату, до 3,0 % – нікотинаміді.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі на основі теоретичних та експериментальних досліджень обґрунтовано удосконалення технологій молоковісних кисломолочних продуктів шляхом використання оптимізованих купажів натуральних рослинних олій. Відповідно до аналізу результатів проведених досліджень сформульовано наступні висновки:

1. Обґрунтовано вибір рослинних компонентів з поліфункціональними властивостями для подальшого використання у технологіях молоковісних кисломолочних продуктів – рослинних олій (олії волоського горіху, ріпакової та кукурудзяної), жовткового порошку, сублімованих порошків обліпихи і часнику, а також подрібненої зеленої цибулі сублімованого сушіння.

2. Розроблено програму у математичному середовищі «MatLab» для оптимізації жирнокислотного складу купажу рослинних олій, критеріями оптимізації визначено співвідношення між трьома основними групами жирних кислот та співвідношення жирних кислот родин $\omega - 6$: $\omega - 3$.

3. Визначено можливість заміни до 50 % молочного жиру у складі продуктів молоковісних кисломолочних на купаж натуральних рослинних олій та обгрутовано такий склад купажу: олія волоського горіху – 36,62 %, ріпакова олія – 33,96 %, кукурудзяна олія – 29,42 % (для досягнення співвідношення між $\omega - 6$: $\omega - 3$ як 6:1).

4. Доведено, при використанні розробленого купажу для 50 %-ї заміни молочного жиру у технологіях молоковісних кисломолочних продуктів досягається рекомендоване співвідношення НЖК:МНЖК:ПНЖК як 1:1,1:1 та співвідношення $\omega - 6$: $\omega - 3$ як 6,1:1 – для пасти молоковісної сиркової, а також 1,1:1,1:1 та відповідно 6,2:1 – для соусу молоковісного сметанного.

5. Обгрунтовано використання жовткового порошку у якості емульгатора природнього походження у кількості – 3 % (від маси введенного купажу). Науково обгрунтовано технологічні параметри отримання рослинних емульсій: частота обертів робочого органу емульсора – 2500 об/хв, за тривалості оброблення 3...3,5 хв., співвідношення фаз молочна сироватка: купаж: емульгатор – 21:76:3

6. Науково обгрунтовано технологічні параметри отримання екстракту з сухого листа стевії на молочній сироватці із використанням роторно-імпульсного апарату: температура 85 ± 5 °C, тривалість оброблення 20...25 хв, гідромодуль 1:15. Встановлено, що використання молочної сироватки у якості екстрагенту дозволяє підвищити ступінь вилучення екстрактивних речовин на 12,1 %.

7. Визначено раціональний вміст смако-ароматичних інгредієнтів у технологіях молоковісних продуктів: екстракту стевії – 0,25 %, сублімованого порошку обліпихи – 4 %, композиційної суміші із часнику 0,2 % та зеленої цибулі – 1 %.

Доведено, що розроблена композиційна суміш часнику та зеленої цибулі володіє антибактеріальними та бактеріостатичними властивостями по відношенню до тестових культур типових представників контамінантів виробництва молочних продуктів, що імовірно обумовлено наявністю фітонцидів і фітоалексинів. Відсоток виживання тест-культури *Bacillus subtilis* відносно до початкової концентрації клітин вихідної суспензії ($1,4 \times 10^6$ КУО/см³) на 21-шу добу зберігання становив 60%; відмічено також пригнічення росту тест-культури *Micrococcus albus* про що свідчить зниження відсотку виживання культури до 10 % від початкової концентрації клітин суспензії ($8,5 \times 10^5$ КУО/см³) на 21-шу добу.

8. Розроблено рецептури та удосконалено технології нових видів молоковісних кисломолочних продуктів – пасти молоковісної сиркової з обліпихою та соусу молоковісного сметанного з композиційною сумішшю часнику та цибулі, визначено показники якості та обгрунтовано терміни зберігання за температури 4 ± 2 °C: для пасти молоковісної сиркової з

обліпихою – не більше 7 діб; для соусу молоковмісного сметанного з композиційною сумішшю часнику та цибулі – не більше 14 діб.

9. Розроблено нормативну документацію на пасту молоковмісну сиркову з обліпихою ТУ У 15.5-02070938-296:2021 «Паста молоковмісна сиркова з обліпихою» та соус молоковмісний сметанний з часником та цибулею ТУ У 15.5-02070938-295:2021 «Соус молоковмісний сметанний з часником та цибулею». Апробацію удосконалених технологій молоковмісних кисломолочних продуктів здійснено в умовах ТОВ «Деражнянський молочний завод».

СПИСОК РОБІТ ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Белемєць, Т.О., & Ющенко, Н.М. (2015). Використання молочної сироватки для отримання екстрактів на основі сухого листя стевії. *Збірнику наукових праць «Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі»*, 2(22), 214–222. (Збірник входить до затвердженого МОН Переліку фахових видань України з технічних наук).

Особистий внесок: дослідження можливості використання екстракту стевії у складі молочних продуктів, визначення гідромодулю та раціональних режимів отримання екстракту стевії, підготовка матеріалу до друку.

2. Белемєць, Т.О., & Ющенко, Н.М. (2015). Купажі олій – перспективне джерело поліненасичених жирних кислот для молочної промисловості. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка «Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв»*, 166, 192–198. (Науковий журнал входить до затвердженого МОН Переліку фахових видань України з технічних наук).

Особистий внесок: проведення літературного пошуку, щодо перспектив використання рослинних олій у технологіях молоковмісних продуктів, літературне дослідження жирнокислотного складу рослинних олій, визначення хімічного складу рослинних олій купажу, підготовка матеріалів до друку.

3. Belemets, T., Yushchenko, N., Lobok, O., Radziyevska, I., & Polonskaya, T. (2016). Optimization of composition of blend of natural vegetable oils for the production of milk-containing products. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (11), 4–9. (Науковий журнал входить до затвердженого МОН Переліку фахових видань України з технічних наук; міжнародна індексація: Scopus, Index Copernicus та ін.).

Особистий внесок: проведення літературного пошуку, розроблення математичної програми для оптимізації жирнокислотного складу купажу, приготування модельних зразків купажу, експериментальні дослідження можливості використання розробленого купажу у складі молоковмісних продуктів, підготовка матеріалів до друку.

4. Belemets, T., Radzievskaya, I., Yushchenko, N., & Kuzmyk, U. (2020). Determining the efficiency of using egg products for the stabilization of emulsion when making milk-containing curds-based products. *Eastern-European Journal of*

Enterprise Technologies, 4/11 (106). (Науковий журнал входить до затвердженого МОН Переліку фахових видань України з технічних наук; міжнародна індексація: Scopus, Index Copernicus та ін.).

Особистий внесок: проведення літературного пошуку, обґрунтування доцільності використання натуральних емульгаторів у складі молоковісних продуктів, визначення стійкості, жируотримувальної та вологоутримувальної здатностей експериментальних зразків емульсій, підготовка матеріалів до друку.

5. Belemets, T., Radzievskaya, I., Tochкова, O., Yushchenko, N., Kuzmyk, U., & Mykhalevych, A. (2021). Evaluation of oxidity resistance of milk-containing products based on blending of vegetable oils. *Technology audit and production reserves*. 1/3 (57), 6–13. (Науковий журнал входить до затвердженого МОН Переліку фахових видань України з технічних наук; міжнародна індексація: Index Copernicus, Google Scholar та ін.).

Особистий внесок: проведення літературного пошуку, приготування модельних зразків молоковісних продуктів, дослідження кислотного та пероксидного чисел жирової фази розробленого купажу та молоковісних продуктів під час зберігання, підготовка матеріалів до друку.

Патент України на корисну модель:

6. Ющенко, Н.М., & Белемець, Т.О. (2016). Патент України 107831. Київ: Український інститут інтелектуальної власності.

Особистий внесок: проведення літературного і патентного пошуку, порівняння та аналіз існуючих технологій, складання опису, формули винаходу та оформлення заявки на патент.

Публікації у інших виданнях:

7. Belemets, T., Yushchenko, N., Lobok, O., Radziyevska, I., & Polonskaya, T. (2016). Mathematical development program for calculation of fatty acid composition blend of vegetable oils. *Journal EUREKA: Life Sciences*, 5, 57–66.

Особистий внесок: наукове обґрунтування складу розробленого купажу рослинних олій, написання спеціальної математичної програми для оптимізації жирнокислотного складу купажу на основі натуральних рослинних олій, теоретичне дослідження можливості заміни молочного жиру на розроблений купаж рослинних олій у технологіях молоковісних продуктів, підготовка матеріалів до друку.

8. Белемець, Т.О., Ющенко, Н.М., Радзівська, І.Г., & Білоцерківець, С.О. (2016). Використання купажів натуральних рослинних олій у технології продуктів молоковісних сирних. «Продукты & ингредиенты», 1, 35–37. (Науковий журнал входить до переліку наукових видань України).

Особистий внесок: розроблення купажів на основі натуральних рослинних олій, дослідження раціонального відсотку заміни молочного жиру у складі молоковісних продуктів, дослідження якісних показників розроблених купажів рослинних олій, підготовка матеріалів до друку.

Публікації у матеріалах наукових конференцій:

9. Yushchenko, N., Radzievskaya, I., & Belemets, T. (2016). *Enriching fat Component for cultured milk foods based on natural vegetable oils*, 8th Central European Congress on Food 2016 – «Food Science for Well-being». Kyiv: NUFT.

Особистий внесок: проведення літературного пошуку, теоретичне обґрунтування можливості поєднання рослинних олій з молочною основою, підготовка матеріалу до друку.

10. Белемєць, Т.О., Ющенко, Н.М., & Радзієвська, І.Г. (2016). *Визначення жирутримуючої здатності емульгаторів для купажів натуральних рослинних олій*, Тези доповідей п'ятої Міжнародної науково-технічної конференції «Перспективи розвитку м'ясної, молочної та оліє-жирової галузей у контексті євроінтеграції». Київ: НУХТ.

Особистий внесок: пошук натуральних емульгаторів природнього походження для молоковісних продуктів, підготовка матеріалу до друку.

11. Белемєць, Т.О., Ющенко, Н.М., & Радзієвська, І.Г. (2016). *Стійкість купажу натуральних рослинних олій під час оброблення та зберігання*, Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека». Київ: НУХТ.

Особистий внесок: встановлення фізико-хімічних змін купажу натуральних рослинних олій під час їх зберігання, , підготовка матеріалу до друку.

12. Белемєць, Т.О., Ющенко, Н.М., Радзієвська, І.Г., Мельник, Є.О., & Блінова, Г.В. (2017). *Використання емульгуючих властивостей порошку яєчного жовтка у технології молоковісних продуктів*, Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека». Київ: НУХТ.

Особистий внесок: підготовка дослідних зразків, встановлення доцільності використання порошку яєчного жовтка у якості емульгатору, аналіз і обґрунтування результатів, , підготовка матеріалу до друку.

АНОТАЦІЯ

Белемєць Т.О. Удосконалення технологій продуктів молоковісних кисломолочних з поліфункціональними наповнювачами природного походження. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.04 – технологія м'ясних, молочних продуктів і продуктів з гідробіонтів. – Національний університет харчових технологій МОН України, Київ, 2021.

Дисертаційна робота присвячена удосконаленню технологій молоковісних кисломолочних продуктів шляхом розробки і застосування науково-обґрунтованого купажу рослинних олій.

Згідно проведених теоретичних та експериментальних досліджень здійснено обґрунтування удосконалених технологій молоковісних

кисломолочних продуктів: пасти молокової сиркової з обліпихою та соусу молокового сметанного з часником та цибулею.

За встановленими критеріями обґрунтовано вибір натуральних рослинних олій – волоського горіху, ріпакової та кукурудзяної для подальшого використання у вигляді купажу в технологіях пасти молокової сиркової та соусу молокового сметанного; визначена можливість 50 %-ї заміни масової частки молочного жиру у складі молокової сиркової та соусу молокового сметанного на створений купаж натуральних рослинних олій; розроблено спеціальну математичну програму у середовищі «*MatLab*» для здійснення оптимізації жирнокислотного складу купажу рослинних олій; встановлено, що за умови заміни 50 %-в молочного жиру у складі пасти молокової сиркової та соусу молокового сметанного, співвідношення між насиченими, мононенасиченими та поліненасиченими жирними кислотами, а також жирними кислотами родин $\omega - 6$: $\omega - 3$ – знаходяться у межах рекомендованих дієтологами норм.

Обґрунтовано вибір емульгатору натурального походження – жовткового порошку, для розроблення ефективних емульсій на основі купажу та визначено доцільну кількість його введення; встановлено рекомендоване співвідношення компонентів у складі рослинної емульсії; визначено раціональні технологічні параметри отримання рослинних емульсій.

Обґрунтовано спосіб та визначені етапи підготовки сухого листа стевії; встановлені раціональні технологічні параметри отримання солодкого екстракту стевії з використанням роторно-імпульсного апарату; доведено, що використання молочної сироватки у якості екстрагенту дозволяє збільшити ступінь вилучення цільового компоненту з сухого листа стевії.

Визначено рекомендований вміст смако-ароматичних наповнювачів у складі молокової сиркової та соусу молокового сметанного з часником та цибулею. Досліджено антибактеріальну та бактеріостатичну дії композиційної суміші часнику та цибулі по відношенню до типових контамінантів кисломолочних продуктів, що ймовірно обумовлене вмістом фітонцидів та фітоалексинів у їх складі.

Досліджено показники безпеки молокової сиркової та соусу молокового сметанного з часником та цибулею за кислотним та пероксидним числами. Визначено фізико-хімічні показники пасти молокової сиркової з обліпихою та соусу молокового сметанного з композиційною сумішшю часнику та цибулі; обґрунтовано рекомендовані терміни їх зберігання.

Розроблено нормативну документацію на удосконалені технології молокової сиркової та соусу молокового сметанного з часником та цибулею та здійснено промислову апробацію на ТОВ “Деражнянський молочний завод”, що підтверджується актами і протоколами виробничої перевірки.

Ключові слова: молокові продукти, купаж рослинних олій, жирнокислотний склад, рослинні емульсії, жовтковий порошок, екстракт стевії, сублімований порошок обліпихи.

АННОТАЦИЯ

Белемец Т.А. Усовершенствование технологий продуктов молокосодержащих кисломолочных с полифункциональными наполнителями природного происхождения. – Квалификационная научная работа на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.04 – технология мясных, молочных продуктов и продуктов из гидробионтов. – Национальный университет пищевых технологий МОН Украины, Киев, 2021.

Согласно проведенных теоретических и экспериментальных исследований осуществлено обоснование усовершенствованных технологий молокосодержащих продуктов: пасты молокосодержащей творожной с облепихой и соуса молокосодержащего сметанного с чесноком и луком.

По установленным критериям обоснован выбор натуральных растительных масел – грецкого ореха, рапсового и кукурузного для дальнейшего использования в виде купажа в технологиях пасты молокосодержащей творожной и соуса молокосодержащего сметанного; определена возможность 50%-ной замены массовой доли молочного жира в составе молокосодержащих продуктов на созданный купаж натуральных растительных масел; разработана математическая программа в среде «*MatLab*» для осуществления оптимизации жирнокислотного состава купажей растительных масел; установлено, что при условии замены 50%-в молочного жира в составе пасты молокосодержащей творожной и соуса молокосодержащего сметанного, соотношение между насыщенными, моновенасыщенными и полиненасыщенными жирными кислотами, а также жирными кислотами семейства $\omega - 6$: $\omega - 3$ – находятся в пределах рекомендуемых диетологами норм.

Обоснован выбор эмульгатора натурального происхождения – порошка желтка, для разработки эффективных эмульсий на основе купажа, а также определено целесообразное количество его введения; установлено рекомендованное соотношение компонентов в составе растительной эмульсии; определены рациональные технологические параметрами получения растительных эмульсий.

Обоснован способ и определены этапы подготовки сухих листьев стевии; установлены рациональные технологические параметры получения сладкого экстракта стевии с использованием роторно-импульсного аппарата; доказано, что использование молочной сыворотки в качестве экстрагента позволяет увеличить степень извлечения целевого компонента из сухих листьев стевии.

Определено рекомендуемое содержание вкусо-ароматических наполнителей в составе молокосодержащих кисломолочных продуктов. Исследовано антибактериальное и бактериостатическое действия композиционной смеси чеснока и лука по отношению к типичным контаминантам кисломолочных

продуктов, которое вероятно обусловлено содержанием фитонцидов и фитоалексинов в их составе.

Исследовано показатели безопасности молочносодержащих продуктов согласно величине их кислотного и пероксидного чисел. Определены физико-химические показатели пасты молочносодержащей творожной с облепихой и соуса молочносодержащего сметанного с композиционной смесью чеснока и лука; обоснованно рекомендованные сроки их хранения.

Разработана нормативная документация на усовершенствованные технологий молочносодержащих кисломолочных продуктов и осуществлено промышленную апробацию на ООО «Деражнянский молочный завод», что подтверждается актами и протоколами производственной проверки.

Ключевые слова: молочносодержащие продукты, купаж растительных масел, жирнокислотный состав, растительные эмульсии, порошок желтка, экстракт стевии, сублимированный порошок облепихи.

ABSTRACT

Belemets T.O. Development of technology of sour-milk products with polyfunctional fillers of natural origin. – Qualification scientific work with manuscript copyright.

The dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of technical sciences on a specialty 05.18.04 – technology of meat, dairy and hydrobiont products. – National University of Food Technologies, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2021.

The dissertation is devoted to the improvement of technologies of milk - containing products by development and application of scientifically substantiated blending of vegetable oils.

The expediency of using natural plant raw materials as multifunctional fillers of natural origin in the technology of dairy products has been proved.

According to the established criteria, the choice of natural vegetable oils – walnut oil, rapeseed and corn for further use in the form of a blend in the technology of milk-cheese curd paste and milk-sour cream sauce is justified.

In accordance with a number of experimental studies, the possibility of 50% replacement of the mass fraction of milk fat in milk products by a blend of natural vegetable oils has been determined.

A special mathematical program has been developed in the “MatLab” environment to optimize the fatty acid composition of a blend of vegetable oils. According to the results of mathematical calculations, the percentage of selected vegetable blend oils according to the recommended by nutritionists ratios of the three main groups of fatty acids, as 1: 1: 1 and fatty acids of the family ω – 6: ω – 3, as 6: 1 – should consist of: 36,62 % walnut oil, 33,96 % rapeseed oil and 29,42 % corn oil.

According to the results of chromatographic analysis of the fatty acid composition of milk-cheese curd paste with 50% replacement of the mass fraction of milk fat by the developed blend of vegetable oils, compared with the control sample (milk fat) marked decrease in saturated fatty acids by 30,2 %, increase in monounsaturated fatty acids by 4,6% and an increase in polyunsaturated by 25,5 %.

The composition of the fat phase of milk sour cream sauce, compared to the control sample, was changed to reduce the amount of saturated fatty acids by 33 % and increase the amount of monounsaturated and polyunsaturated fatty acids by 6,4 % and 26,6 %, respectively.

It is established that under the condition of replacement of 50 % of milk fat in the composition of milk-containing curd paste and milk-sour cream sauce, the ratio of fatty acids of the families $\omega - 6$: $\omega - 3$ - are within the norms recommended by nutritionists, namely: 6,1: 1 and 6,2: 1, respectively.

The choice of emulsifier of natural origin - yolk powder, for the development of effective emulsions based on blends is substantiated and the appropriate amount of its introduction is determined – 3 % (by weight of the blend). The rational ratio of components in the composition of the plant emulsion - aqueous phase: fat phase: emulsifier, as 21: 76: 3, has been experimentally established.

A mathematical model of the process of emulsion formation in the form of a two-dimensional polynomial of the second degree is developed, which illustrates the dependence of the size of fat balls of emulsions on the speed of rotation of the working body of the emulsifier and processing time. Rational technological parameters of obtaining vegetable emulsions are: 2500 rpm, for the duration of processing – 3... 3,5 min, which ensures the achievement of the average size of fat globules $1,6 \pm 0,2$ micrometers.

It was determined that in order to obtain an extract from dry stevia leaves, it is expedient to grind it to a particle size of $3,9 \pm 0,1$ mm of leaves, and to use a hydraulic module – 1:15. It is proved that the use of whey as an extractant allows to increase the degree of extraction of the target component from the dried leaves of stevia by 12,1 % compared with the use as an extractant – water. Technological parameters of stevia extract production are scientifically substantiated: temperature – 80 ± 5 °C, for processing duration – 25... 30 min, for extraction of 3,1... 3,4 % of extractive substances. It is substantiated that the use of a rotary-pulse apparatus for obtaining an extract from stevia leaves allows to increase the degree of extraction of extractives from 0,1 to 0,4 %; rational technological parameters of stevia extract production using a rotary-pulse apparatus: temperature – 85 ± 5 °C, with exposure – 20... 25 min, which provides the maximum amount of extraction of extractives - 3,4... 3,5 %.

Based on the research, a rational percentage of flavoring agents in milk products was determined: stevia extract – 0,25 %, sublimated sea buckthorn powder – 4 %, garlic mixture 0,2 % and green onion – 1 %.

It was investigated that the developed mixture of garlic and green onions has antibacterial and bacteriostatic properties, in particular the survival rate of the test culture of *Bacillus subtilis* relative to the initial concentration of cells ($1,4 \times 10^6$ cfu/g) was: 1-st day of storage – 30 %, 7-th day – 45 %, 14-th day – 51 % and the 21-st day of storage – 60 %; there is a decrease in the survival rate of the test culture of *Micrococcus albus* relative to the initial concentration of cells ($8,5 \times 10^5$ cfu/g): on the 1st day of storage – 17 %, on the 7-th – 14 %, on the 14-th – 10 % and on the 21-st day of storage – 10 %.

The safety indicators of dairy products by acid and peroxide numbers have been studied. It was found that at the time of reaching the shelf life of the sample of milk-containing curd paste with sea buckthorn (14th day), the value of acid number was – 0,32 mgKOH/h, peroxide – 2,3 PN, mmol 1/2O/ kg. The values of peroxide and acid numbers of the sample of milk sour cream sauce with a composite mixture of garlic and onion (on the 21st day) were respectively: 2,2 mmol 1/2O/ kg and 0,3 mgKOH/h.

Physico-chemical parameters of milk-containing curd paste with sea buckthorn and milk-sour cream sauce with a composite mixture of garlic and onion were determined, their shelf life was determined at 4 ± 2 °C: not more than 7 days - for milk-containing curd paste with sea buckthorn and not more days - for milk sour cream sauce with a composite mixture of garlic and onion.

Normative documentation has been developed: TU U 15.5-02070938-296: 2021 "Milk-containing cheese paste with sea buckthorn", TU U 15.5-02070938-295: 2021 "Milk-sour cream sauce with garlic and onion" and technological instructions for their production. Technologies of milk-cheese curd paste with sea buckthorn and milk-sour cream sauce with a composite mixture of garlic and onion were tested at Derazhnyansky Dairy Plant LLC, which is confirmed by acts and protocols of production inspection.

The calculations of economic efficiency of production of the developed recipes are carried out: the approximate cost of 1 ton of milk-containing cheese paste with sea buckthorn is 247620.33 UAH, milk-sour cream sauce with a composite mixture of garlic and green onions is 543579.14 UAH. The cost of packaging a finished product weighing 100 g will be approximately UAH 24.8 for milk-containing curd paste with sea buckthorn, and for milk-sour cream sauce with a compositional mixture of garlic and onion – UAH 54.4. The production of the developed milk curd paste with sea buckthorn and milk sour cream sauce with garlic and onion is quite profitable and slightly more expensive than the basic production of milk products, and therefore should be made in small quantities as a healthy food.

Key words: milk products, blend of vegetable oils, fatty acid composition, vegetable emulsions, yolk powder, stevia extract, freeze-dried sea buckthorn powder.