

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Удовенко Олексій Олександрович



УДК 665.383:665.1.09

**НОВИЙ ТИП КОНДИТЕРСЬКИХ (КУЛІНАРНИХ) ЖИРІВ
ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

Спеціальність 05.18.06 – технологія жирів, ефірних масел і
парфумерно-косметичних продуктів

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2021

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано на кафедрі технології жирів та продуктів бродіння Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» Міністерства освіти і науки України.

- Науковий керівник** доктор технічних наук, професор
Гладкий Федір Федорович,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
професор кафедри технології жирів та продуктів бродіння.
- Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, професор
Поліщук Галина Євгеніївна,
Національний університет харчових технологій, м. Київ
завідувач кафедри технології молока і молочних продуктів;
- кандидат технічних наук
Мазаєва Вікторія Сергіївна,
Український науково-дослідний інститут олій та жирів
Національної академії аграрних наук,
науковий співробітник.

Захист відбудеться 30 квітня 2021 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.050.05 у Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут» за адресою: 61002, м. Харків, вул. Кирпичова, 2.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» за адресою: 61002, м. Харків, вул. Кирпичова, 2.

Автореферат розіслано 29 березня 2021 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



Арутюнян Т.В.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В нинішніх умовах ринкової економіки відбуваються суттєві зміни в структурі харчування. Швидкий темп життя потребує економії часу, в тому числі і на їжі, а, значить, популярність фастфуду, де панують технології і продукти фрі, не викликає сумнівів. Смажені продукти мають приємні смак, колір і текстуру, що робить їх дуже популярними серед споживачів. Основні вимоги, що висувуються до фритюрного жиру, світлий колір і прозорість, відсутність піни на поверхні і димоутворення, висока окисна стабільність. Але при існуючій технології жаріння продуктів у фритюрі відбувається швидке утворення продуктів окислювальної деструкції і полімеризації жирів, які є шкідливими для організму і погіршують засвоєння готових виробів. Таким чином, знижується якість фритюра і готової продукції. Тому обґрунтування та розробка нових типів модифікованих жирів має важливе значення для підвищення якості харчових продуктів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано на кафедрі технології жирів та продуктів бродіння Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» у рамках держбюджетної науково-дослідної роботи МОН України: «Наукове обґрунтування і розробка способу одержання нового типу кондитерських (кулінарних) жирів функціонального призначення» (ДР № 0115U000534), де здобувач був відповідальним виконавцем окремих етапів робіт.

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є створення науково обґрунтованої технології модифікування жирової сировини з одержанням жирів кулінарного призначення.

Для досягнення поставленої мети сформульовано наступні задачі:

- провести системний аналіз науково-технічної та патентної інформації за темою дисертації та сформулювати робочу гіпотезу щодо нової структури кулінарних жирів, яка забезпечує неможливість утворення токсичних речовин – ефірів гліцидолу – при використанні їх як фритюрних жирів;
- встановити раціональні умови одержання модифікованих кулінарних жирів з використанням ферментних і інших каталізаторів процесу;
- визначити показники якості, антиоксидантну стабільність одержаних модифікованих кулінарних жирів для фритюру;
- визначити технологічні параметри використання модифікованих кулінарних жирів як фритюру;
- науково обґрунтувати розробку кулінарних жирів підвищеної харчової цінності для купажованих кулінарних жирів;
- науково-обґрунтувати технологію спеціалізованих жирів на основі пальмового стеарину;
- запропонувати технологічну схему виробництва модифікованих кулінарних жирів, взяти участь у розробці та узгодженні проекту технічних умов на жири модифіковані рослинні кондитерські, кулінарні, хлібопекарські та для молочної промисловості;
- запровадити отримані результати наукових досліджень у виробництво та навчальний процес.

Об'єкт дослідження – модифікування жирової сировини.

Предмет дослідження – нова структура кулінарних жирів, показники складу, якості та безпеки сировинних компонентів; стабільність до окислювального псування, фізико-хімічні показники та органолептична оцінка готових продуктів.

Методи дослідження. В процесі виконання роботи використано теоретичні та експериментальні методи досліджень. Жирнокислотний склад олій та структуру

ацилгліцеринів олії визначено методом газорідинної хроматографії. Дослідження органолептичних та фізико-хімічних показників жирів спеціального призначення – стандартними методами згідно ДСТУ та ДСТУ ISO; показники якості булочних виробів визначено згідно ДСТУ 7045. Стійкість до окиснення досліджуваних жирів визначено методом прискореного окиснення на приладі «OXITEST» та методом *Rancimat*. Для планування експериментів і обробки експериментальних даних застосовано математичні методи з використанням програмних пакетів *MathCad* і *Microsoft Excel*.

Наукова новизна одержаних результатів.

В дисертаційній роботі **вперше**:

- запропоновано нову структуру кулінарних (фритюрних) жирів, а саме ефіри жирних кислот і одноатомних спиртів високої молекулярної маси на відміну від традиційних жирів – ефірів жирних кислот і трьохатомного спирту гліцерину, що виключає утворення гліцидолових ефірів;
- розроблено математичні моделі одержання модифікованих кулінарних жирів в залежності від основних параметрів – співвідношення реагентів, тривалості взаємодії, температури з використанням як ферментних так і інших каталізаторів, що дозволяє спрогнозувати вихід модифікованого жиру за обраних параметрів;
- експериментально визначено показники якості та антиоксидантну стабільність розроблених модифікованих кулінарних жирів, що дозволило прогнозувати їх технологічні властивості;
- науково обґрунтовано склад кулінарних жирів підвищеної харчової цінності і стабільності щодо окиснення, що дозволяє розширити асортимент модифікованих кулінарних жирів;
- визначено раціональні умови одержання нового типу модифікованих жирів шляхом етанолізу пальмового стеарину – жирів спеціального призначення для харчової промисловості (кулінарні, хлібопекарські і для молочних продуктів), що дозволяє ефективно використовувати високоплавку фракцію пальмової олії.

В дисертаційній роботі набуло **подальшого розвитку**:

- уточнення наукових даних щодо фізико-хімічних характеристик, особливостей складу, окиснювальної стабільності модифікованих кулінарних жирів, що дозволяє прогнозувати технологічні характеристики таких жирів;
- експериментальне обґрунтування використання розроблених модифікованих кулінарних жирів при виробництві кулінарної продукції у фритюрі і як жирового компоненту для хлібобулочних виробів, що дозволяє визначити сферу використання розробленого модифікованого жиру.

Практичне значення одержаних результатів для олійно-жирової галузі полягає у розробці раціональної технології одержання нових модифікованих кулінарних жирів. Одержані в результаті модифікації жири мають високу якість і можуть бути використані у виробництві кулінарної продукції у фритюрі та жиромістивних харчових продуктах. Розроблено нормативно-технічна документація на новий вид продукту – жири модифіковані рослинні кондитерські, кулінарні, хлібопекарські та для молочної промисловості – ТУ У 20.5 – 1225000194 – 001 : 2019. Проведено апробацію виробництва модифікованих кулінарних жирів шляхом етерифікації жирних кислот спиртами високої молекулярної маси в промислових умовах ВП ЗЖК ТОВ «Щедро» (акт від 07.12.2020 р.).

Особистий внесок здобувача. Усі наукові результати, що викладено в дисертаційній роботі та винесено на захист, отримано особисто здобувачем. Серед них: аналіз стану проблеми; наукове обґрунтування і формування мети, завдань, основних напрямків дисертаційної роботи; проведення теоретичних і експериментальних

досліджень; аналіз і інтерпретація наукових результатів. Узагальнення результатів дослідження та формулювання висновків виконано сумісно з науковим керівником.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати дисертаційної роботи було представлено та обговорено на Міжнародних науково-практичних конференціях: «Перспективи розвитку м'ясної, молочної та олієжирової галузей у контексті євроінтеграції» (м. Київ, 2015 рр.); «Олієжирова галузь: технології і ринок» (м. Київ, 2015, 2016, 2020 рр.); «Інформаційні технології: Наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» (м. Харків, 2015, 2017 рр.); «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції» (м. Київ, 2018 рр.).

Публікації. Основні результати дисертаційної роботи опубліковано в 14 наукових працях, з яких: 4 статті у наукових фахових виданнях України в тому числі: 1 – у виданні, що включено до міжнародної наукометричної бази; 2 – у закордонних наукових виданнях; 1 – у галузевому виданні України; 7 – у матеріалах конференцій.

Структура і обсяг дисертації. Дисертація складається з анотації двома мовами, вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Повний обсяг дисертації складає 187 сторінок, з них: 36 рисунків за текстом; 37 таблиць за текстом; список із 187 найменувань використаних джерел інформації на 18 сторінках; 4 додатків на 37 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність досліджень щодо розробки модифікованих кулінарних жирів, сформульовано мету, основні задачі, представлено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, зазначено особистий внесок здобувача, надано відомості щодо апробації та реалізації результатів роботи, зазначено кількість публікацій.

У першому розділі наведено аналіз науково-технічної інформації щодо технологічних аспектів розробки модифікованих кулінарних жирів. Розглянуто суть процесів модифікації жирів та кулінарної термообробки харчових продуктів. Зазначено асортимент продукції та сутність поглинання жиру харчовими продуктами, що виготовляють методом жаріння у фритюрі. Приділено увагу процесам термічного перетворення жирів та методам контролю їх якості. Визначено вимоги до жирів, які використовуються для жаріння харчових продуктів; зміни хімічних і фізичних властивостей кулінарних жирів при їх використанні для жаріння у фритюрі; вплив на організм людини продуктів термічного перетворення жирів. Зосереджено увагу на методах контролю якості фритюрних жирів, шляхах відновлення та утилізації відпрацьованих фритюрних жирів. Проаналізовано перспективні напрями досліджень щодо вирішення проблеми створення фритюрних жирів безпечних для здоров'я людини. Обґрунтовано доцільність розробки інноваційної технології модифікованих кулінарних жирів, у тому числі шляхом етерифікації жирних кислот одноатомними спиртами високої молекулярної маси.

На основі аналізу науково-технічних і патентних даних обрано основні напрями дисертаційних досліджень.

У другому розділі наведено загальну схему проведення дисертаційного дослідження (рис. 1), характеристику сировини, матеріалів та допоміжних реагентів, які використано в роботі, описано методи дослідження, алгоритм обробки отриманих даних із зазначенням використаних пакетів прикладних програм.



Рисунок 1 – Схема організації досліджень

Жирнокислотний склад олій та структуру ацилгліцеринів олії визначено методом газової хроматографії (хроматограф *CP-3800 (Varian)*) та газо-рідинної хроматографії (хроматограф *Shimadzu*). Стійкість до окиснення досліджуваних жирів визначено методом прискореного окиснення на приладі «*OXITEST*» та методом *Rancimat*. Вміст твердої фази у досліджуваних зразках визначено методом імпульсного ядерного магнітного резонансу (ЯМР спектрометр *Minispec mq 40*). Таким чином, в дисертаційній роботі використано сучасні методи дослідження.

Третій розділ присвячено експериментальному визначенню основних закономірностей модифікації жирів шляхом етерифікації жирних кислот спиртами високої молекулярної маси як з ферментним так і з іншими каталізаторами. Предметом дослідження є жирні кислоти (олеїнова і стеаринова) і високомолекулярні спирти (цетиловий, цетилстеариловий). Як каталізатори процесу розглянуто – сірчана кислота, алкілбензолсульфо кислота, ферментний препарат *Lipozyme 435*, суміш щавлевої і ортофосфорної кислот.

Аналіз модифікації жирів з використанням ферментного каталізатору *Lipozyme 435* дозволив встановити ряд факторів, що мають найбільший вплив на показники якості кінцевого продукту: співвідношення реагентів, моль/моль (жирна кислота/високомолекулярний спирт); тривалість взаємодії, хв; температура процесу, °С.

На підставі відповідних розрахунків знайдено значення функцій відгуку та одержано рівняння регресій при оцінці коефіцієнтів регресій за критерієм Стюдента (за умови рівня значимості $\alpha=0,05$). Регресійна залежність виходу цільової фракції після процесу модифікації з ферментним каталізатором від основних параметрів процесу у фізичних перемінних має вигляд

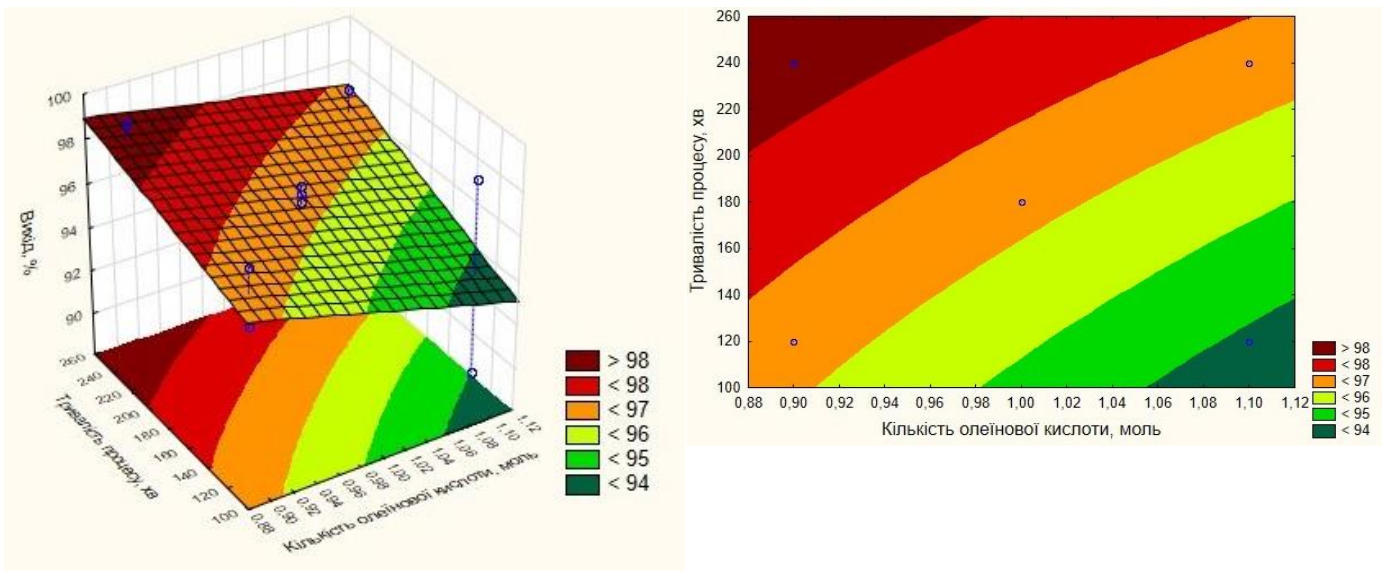
$$Y=227,942-158,213 x_1-0,479 x_2-2,482x_3+2,940 x_1x_3+0,572 x_1x_2 + +0,010 x_2x_3 - 0,011 x_1x_2x_3. \quad (1)$$

Для залежності (1) знайдено екстремальні значення, які представлено в табл. 1.

Таблиця 1 – Екстремальні значення поверхні відгуку (1)

Значення функції, %	Співвідношення реагентів, моль/моль	Тривалість взаємодії, хв	Температура процесу, °C
Код	x_1	x_2	x_3
<i>Вихід цільової фракції</i>			
Найбільше значення $y=99,42$	0,9	240	60
Найменше значення $y=91,93$	1,1	120	40

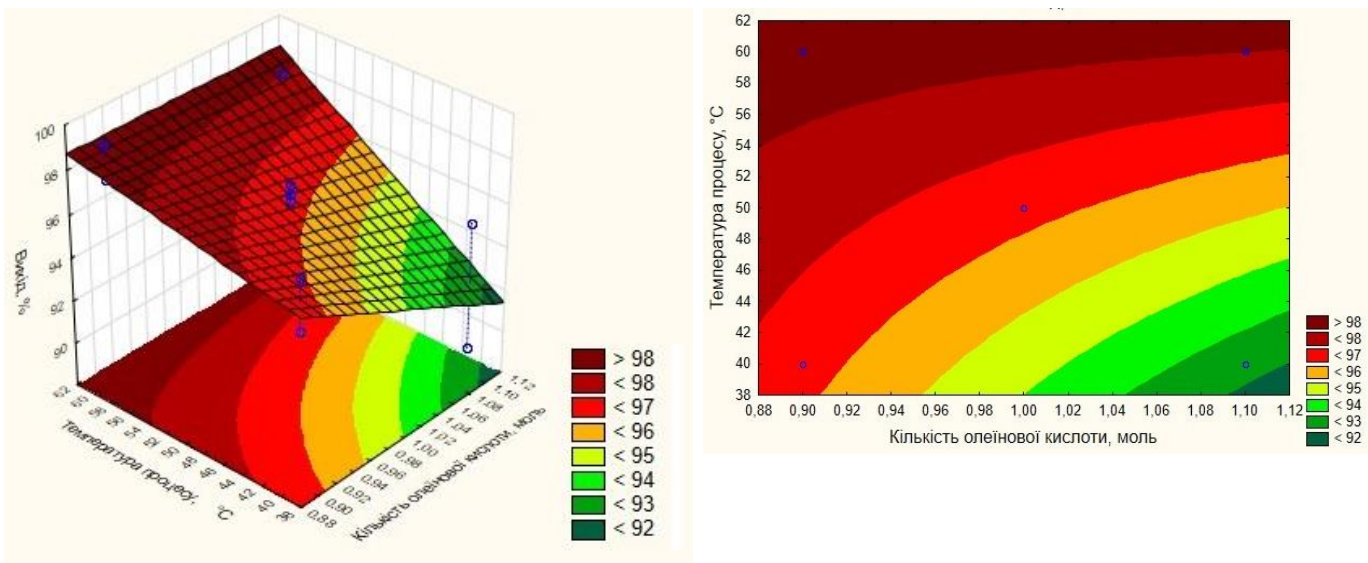
Графічні зображення поверхонь відгуку та зон раціональних значень показано на рис. 1, 2, 3.



а

б

Рисунок 1 – Залежність виходу цільового продукту від кількості олеїнової кислоти та тривалості процесу: а) модель поверхні відгуку б) проекція поверхні відгуку



а

б

Рисунок 2 – Залежність виходу цільового продукту від кількості олеїнової кислоти та температури процесу: а) модель поверхні відгуку б) проекція поверхні відгуку

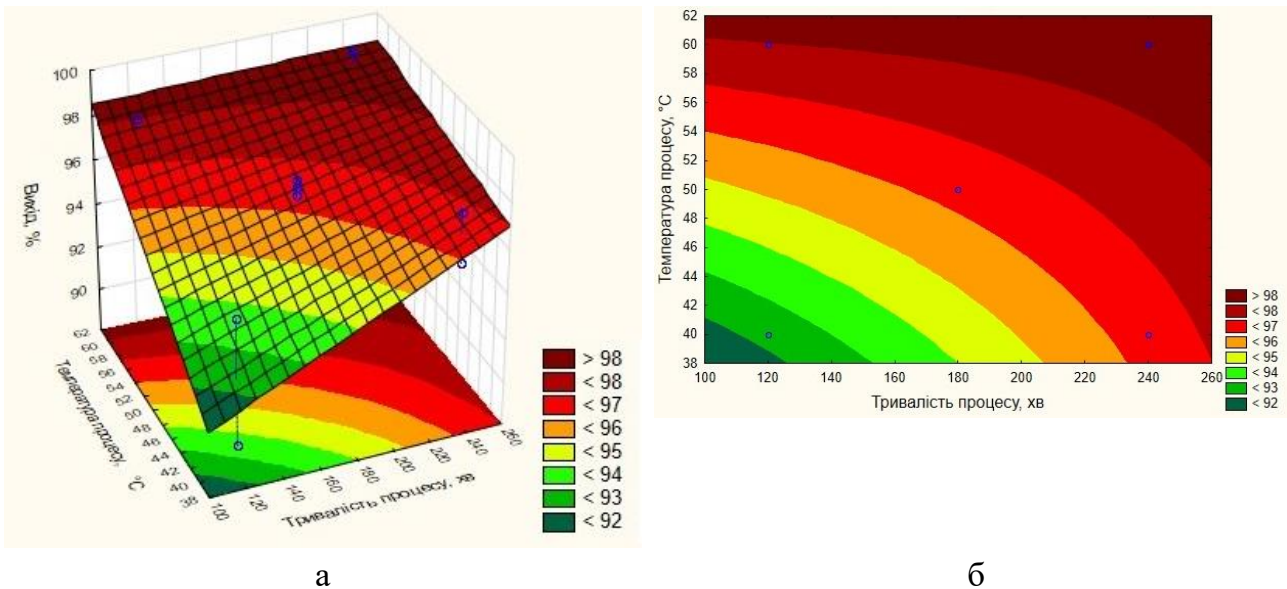


Рисунок 3 – Залежність виходу цільового продукту від тривалості та температури процесу: а) модель поверхні відгуку б) проекція поверхні відгуку

Математичним описанням (у вигляді регресійної моделі) встановлено раціональні умови технології ферментативної етерифікації жирних кислот спиртами високої молекулярної маси (таблиця 1), є співвідношення реагентів – 0,9 моль/моль, тривалості взаємодії – 240 хв, температури процесу – 60 °С, це забезпечує максимальний вихід цільової фракції 99,42 % .

Іншим каталізатором процесу етерифікації процесу обрано суміш щавлевої і ортофосфornoї кислот. Пошук раціональних умов проведення процесу проведено з використанням центрального композиційного рототабельного плану. Одержання математичної моделі у вигляді рівняння регресії та дослідження останнього методами математичної статистики в програмних пакетах, *STATISTICA 12* і *Microsoft Excel*.

Регресійна залежність виходу цільової фракції після процесу модифікації з хімічним каталізатором від основних параметрів процесу у фізичних перемінних має вигляд

$$Y = -751,175 + 0,331x_2 + 9,121x_3 + 2,129x_1x_3 - 19,143x_1 - 171,372x_1^2 - 0,00063x_2^2 - 0,032x_3^2. \quad (2)$$

Для залежності (2) знайдено екстремальні значення, які представлено в табл. 2.

Таблиця 2 – Екстремальні значення кривої регресії (2)

Значення функції, %	Співвідношення реагентів, моль/моль	Тривалість взаємодії, хв	Температура процесу, °С
Код	x_1	x_2	x_3
Вихід цільової фракції			
Найбільше значення $y=96,87$	0,98	280	172
Найменше значення $y=72,56$	1,1	100	160

Графічні зображення поверхонь відгуку та зон раціональних значень показано на рис. 4, 5 і 6.

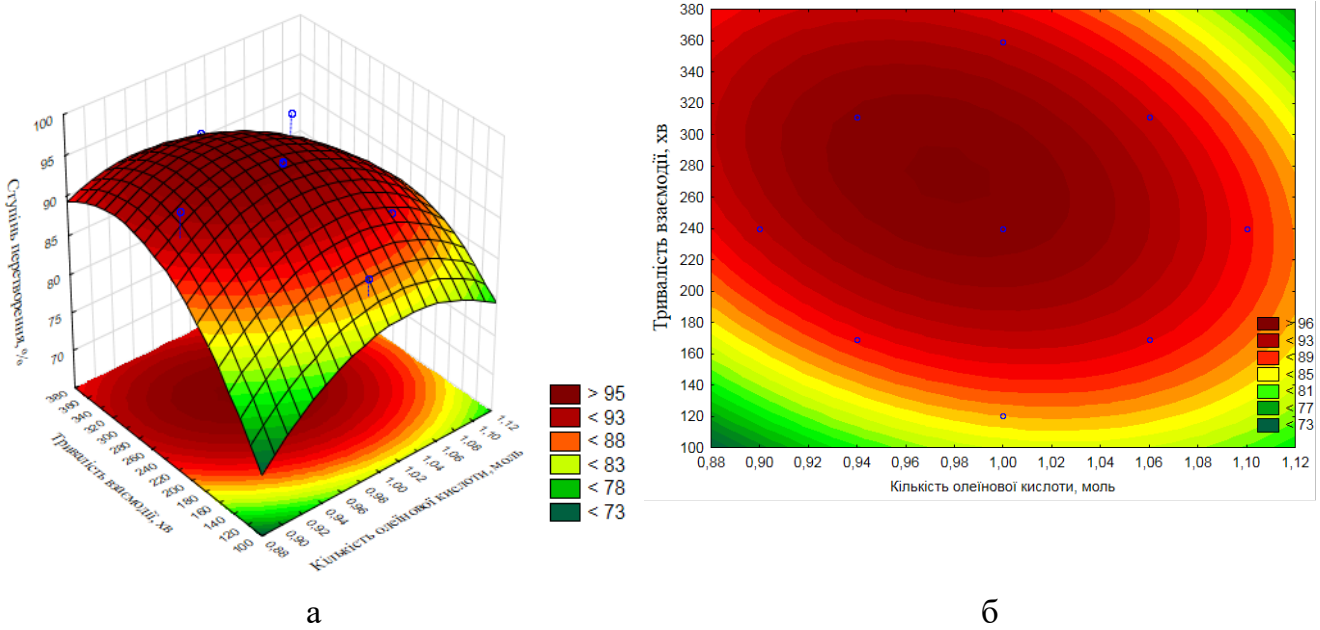


Рисунок 4 – Залежність виходу продукту від кількості олеїнової кислоти та тривалості взаємодії: а) модель поверхні відгуку б) проекція поверхні відгуку

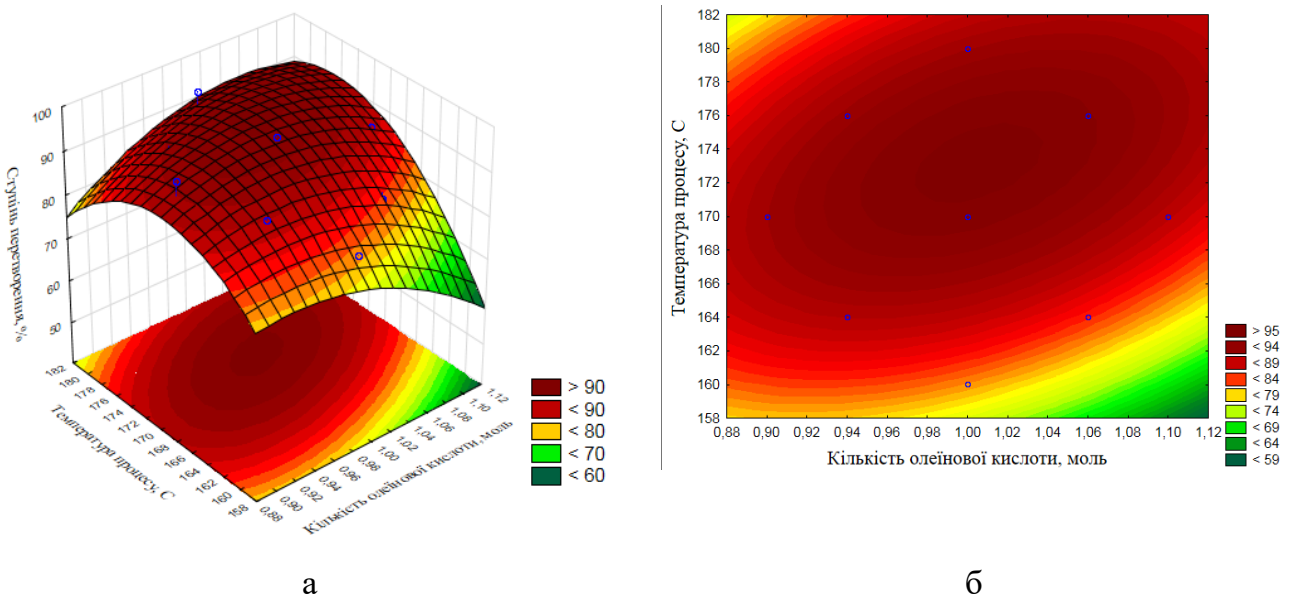


Рисунок 5 – Залежність виходу продукту від кількості олеїнової кислоти та температури процесу: а) модель поверхні відгуку, б) проекція поверхні відгуку

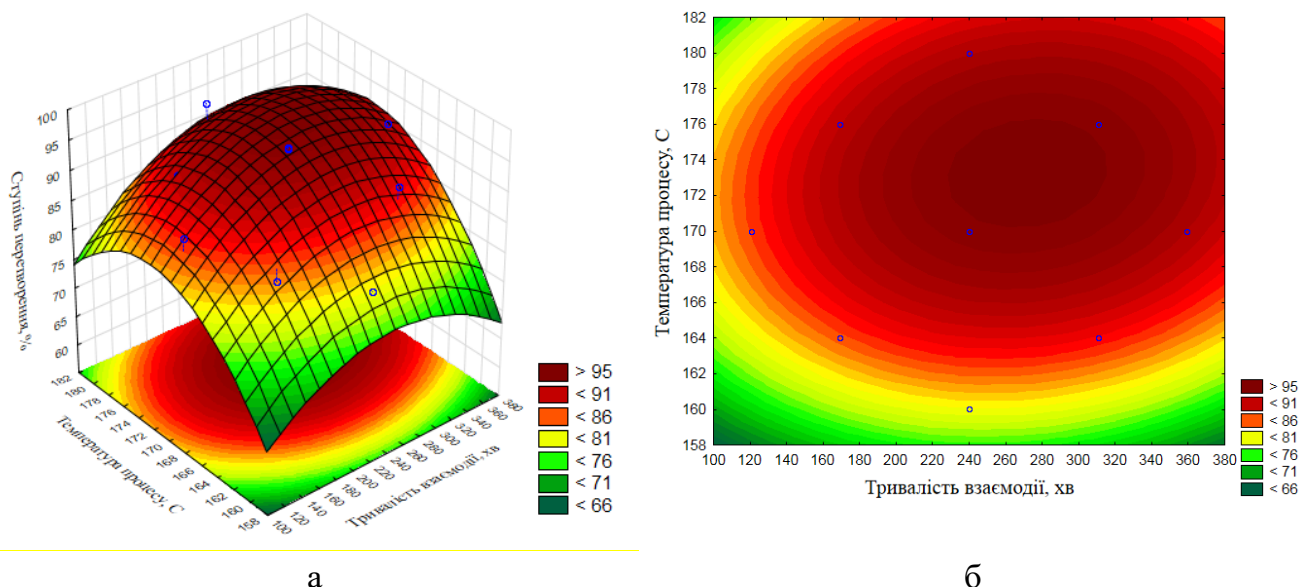


Рисунок 6 – Залежність виходу продукту від тривалості взаємодії та температури процесу: а) модель поверхні відгуку, б) проекція поверхні відгуку

Згідно графічним залежностям, наведеним на рис. 4–6, визначено, що раціональними умовами етерифікації жирних кислот спиртами високої молекулярної маси з хімічним каталізатором є наступні умови проведення процесу: співвідношення реагентів – 0,98 моль/моль, тривалості взаємодії – 280 хв, температури процесу – 172 °C, що забезпечує максимальний вихід цільової фракції 96,87 % .

Наступним етапом дослідження визначення показників якості одержаних модифікованих жирів. Отримані дані температури плавлення зразків ефірів наведено у табл. 3.

Таблиця 3 – Температури плавлення одержаних зразків ефірів

№	Назва ефіру	Температура плавлення, °C
1	Цетиловий ефір стеаринової кислоти	56,1
2	Цетиловий ефір олеїнової кислоти	29,6
3	Цетил-стеариловий ефір стеаринової кислоти	54,5
4	Цетил-стеариловий ефір олеїнової кислоти	34,6

Встановлено, що температура плавлення модифікованих жирів кваліфікує їх як жири кулінарні (цетиловий ефір олеїнової кислоти, цетил-стеариловий ефір олеїнової кислоти від 29,6 до 34,6 °C), та сировина для жирових продуктів (цетиловий ефір стеаринової кислоти і цетил-стеариловий ефір стеаринової кислоти з температурами плавлення відповідно 56,1°C і 54,5 °C); густина одержаних зразків ефірів є меншою за густину традиційного фритюру. Виявлено, що всі зразки ефірів мають значно нижчу кінематичну в'язкість (7,16-15,4 мм²/с при t = 65 °C) у порівнянні з соняшниковою олією, яку часто використовують як фритюр. Тобто, під час смаження продукт менше поглинатиме такий фритюрний жир, що зменшить калорійність готового продукту. Досліджені ефіри високомолекулярних спиртів насичених та ненасичених жирних кислот погано піддаються окисненню, результати дослідження наведено в табл. 4.

Таблиця 4 – Час окиснення зразків ефірів жирних кислот та високомолекулярних спиртів і соняшникової олії

№	Назва зразку	Температура дослідження	Час окиснення, год
1	Цетиловий ефір стеаринової кислоти	110 °С	16,43
2	Цетиловий ефір олеїнової кислоти	110 °С	8,23
3	Цетил-стеариловий ефір стеаринової кислоти	110 °С	16,20
4	Цетил-стеариловий ефір олеїнової кислоти	110 °С	8,41
5	Соняшникова олія	110 °С	2,43

Результати дослідження свідчать, про те, що одержані модифіковані жири у 3,4–6,8 разів мають вищу антиоксидантну стабільність і можна використовувати при високих температурах, що дозволить ефективно використовувати їх як кулінарні (фритюрні) жири. Таким чином, модифіковані жирові продукти за ТУ У 20.5-1225000194-001:2019 «Жири модифіковані рослинні кондитерські, кулінарні, хлібопекарські та для молочної промисловості» виявляють достатню термічну стійкість до окислення порівняно з традиційними жирами.

З метою визначення технологічних режимів та термінів придатності розроблених модифікованих жирів проведено експериментальні дослідження – моделювання виробничих режимів смаження у фритюрі.

Дослідження динаміки зміни показників якості відбувалося за умов тривалого термічного впливу – смаження у фритюрі в режимі контрольного нагріву за температури $(180 \pm 2)^\circ\text{C}$ протягом 30 циклів. Для оцінки перетворень, які відбувалися у фритюрі при термічному впливі в заданому температурному інтервалі визначено кінетику змін основних показників якості фритюру – відсоткового вмісту полярних сполук і пероксидного числа.

Результати дослідження зміни вмісту полярних сполук і пероксидного числа фритюру наведено на рис. 7 і 8. Експериментальне дослідження зміни кількості жиру, що поглинається в залежності від виду фритюру наведено на рис. 9.

Експериментально встановлено, що значення пероксидного числа після 30 циклів смаження відповідають нормативним документам для харчових жирів. Значення пероксидного числа розробленого фритюрного жиру після 30 циклів смаження становить $1,18 \frac{1}{2}$ О/кг, що у 20,1 рази менше ніж показник для традиційного фритюрного жиру. Встановлено, що накопичення полярних сполук у модифікованому кулінарному жирі після 30 циклів смаження в 1,92 рази менше ніж у соняшниковій олії.

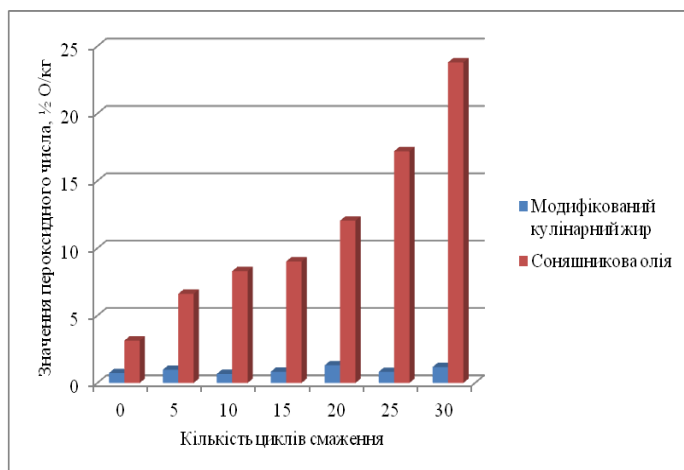


Рисунок 7 – Кінетика зміни пероксидного числа фритюру від кількості циклів смаження

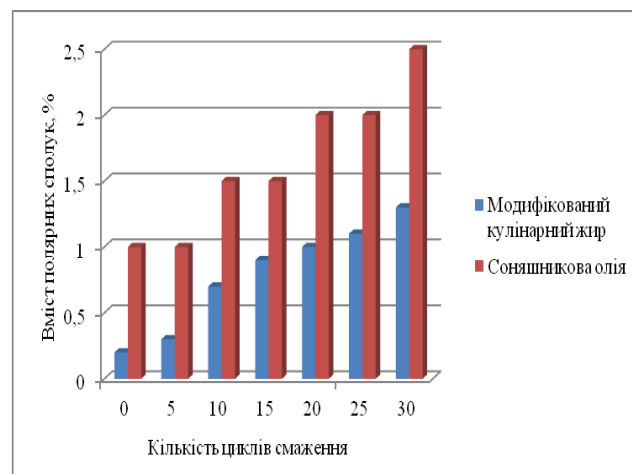


Рисунок 8 – Кінетика зміни вмісту полярних сполук від кількості циклів смаження

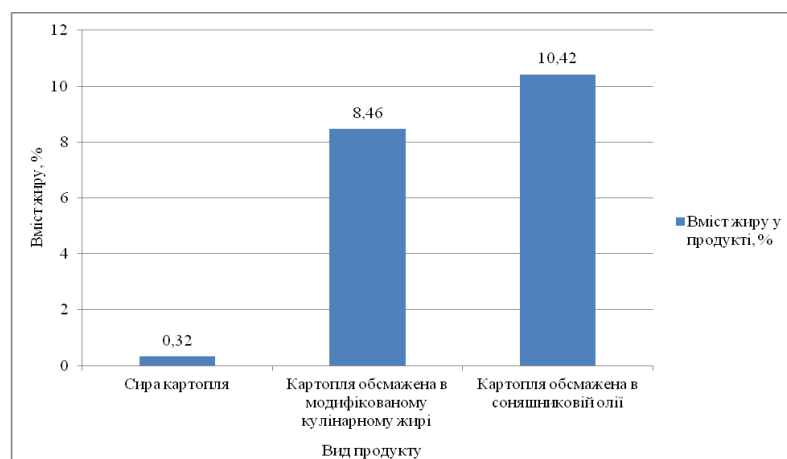


Рисунок 9 – Залежність вмісту жиру в картоплі після смаження від виду фритюру

Після смаження у фритюрі залишковий вміст розробленого кулінарного жиру у продукті в 1,24 рази менше ніж під час смаження в соняшниковій олії. Це явище пов'язане з показником в'язкості розробленого кулінарного жиру, який є нижчим за значення для традиційного фритюру і це суттєво впливає на залишковий вміст олії у продукті. Наявність великої кількості жиру у продукті є негативним фактором, тому використання інноваційного фритюрного жиру позитивно впливає на органолептичні, смакові і сенсорні якості кулінарної продукції, що одержують способом смаження у такому фритюрі.

Отримані експериментальні дані досліджень довели, що шляхом етерифікації жирних кислот спиртами високої молекулярної маси можна одержати модифікований кулінарний жир який за показниками якості відповідає кулінарному жиру за ДСТУ 4335:2004 «Жири кондитерські, кулінарні, хлібопекарські та для молочної промисловості. Загальні технічні умови».

У четвертому розділі представлено результати експериментальних досліджень розробки кулінарних жирів підвищеної харчової цінності.

З метою підвищення стійкості жирів до окислення приготовлено модельні суміші олій – рафінована дезодорована соняшникова олія, високоолеїнова соняшникова олія,

рафінована дезодорована соєва олія, пальмовий олеїн рафінований вибілений дезодорований (в різних співвідношеннях) і визначено їх органолептичну характеристику – прозорість.

В результаті проведених досліджень встановлено, що для сумішей, які відповідають вимогам щодо органолептичних показників, стійкість до окиснення в порівнянні з початковими оліями збільшувалася: для суміші соняшникової олії і пальмового олеїну (70%: 30%) в 1,2 рази, а для суміші соєвої олії і пальмового олеїну (70%: 30%) в 1,26 рази.

Проведені дослідження показали ефективний шлях нехімічної стабілізації олій, призначених для термічної обробки, шляхом купажування із пальмовим олеїном.

В п'ятому розділі представлено обґрунтування технології спеціалізованих жирів на основі пальмового стеарину. Для модифікації жирової сировини запропоновано перебудова жирів, а саме активних їх частин (ацильних груп) з одержанням похідних жирних кислот, що мають функціональні властивості. Мета цієї перебудови полягає в перетворенні триацилгліцеринів (жирів) в етилові ефіри жирних кислот, що сприяють зниженню температури плавлення і як наслідок краще засвоюються організмом людини.

Визначено вплив умов ферментативного алкоголізу пальмового стеарину етиловим спиртом на ступінь його перетворення в етилові ефіри жирних кислот. Встановлено раціональні умови процесу: кількість ферменту *Lipozyme TL IM* – 12 % від маси жирних кислот; мольне співвідношення жирна кислота : спирт етиловий – 1:3; температура процесу – 60 °C; тривалість проведення процесу – 13 годин при постійному перемішуванні. Експериментальні дані зміни температури плавлення пальмового стеарину під час ферментативного алкоголізу наведено на рис. 10.

Відповідність характеристик одержаних жирових продуктів вимогам нормативного документа відображено в табл. 5.

Визначення твердості одержаних жирових продуктів проведено на приладі Камінського: для зразка після 5 годин реакції твердість при 15 °C складає 101–108 г/см, після 6 годин – 88,7–97,0 г/см, для жирового продукту після 13 годин реакції визначення не проводили, оскільки його консистенція є пластичною і відповідно до нормативного документу цей показник не нормується. Методом ядерномагнітного резонансу (ЯМР), встановлено відсотковий вміст твердих триацилгліцеринів (ТТГ) у зразку жиру при певній температурі. Результати проведених досліджень наведено на рис. 11.

Таблиця 5 – Характеристика отриманих жирових продуктів відповідно до ДСТУ 4335

Тривалість процесу (температура плавлення)	Кулінарний 28,00–36,00 °C	Кондитерський 28,00–39,00 °C	Хлібопекарський 17,00–27,00 °C	Для молочних продуктів 32,00–38,00 °C
5 годин (36,4–36,8 °C)	–	+	–	+
6 годин (33,1–33,3 °C)	+	+	–	+
13 годин (26,4–26,6 °C)	–	–	+	–

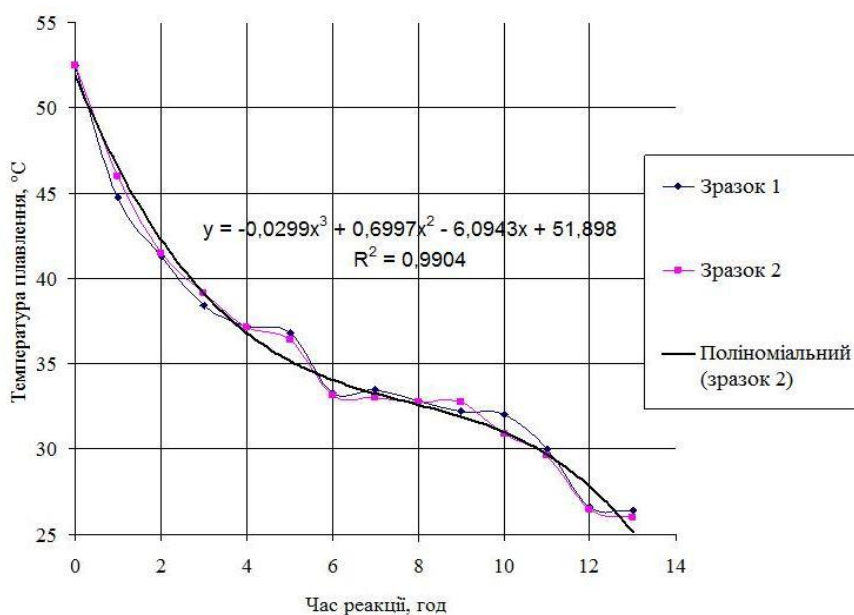


Рисунок 10 – Зміна температури плавлення пальмового стеарину в реакції алкоголізу

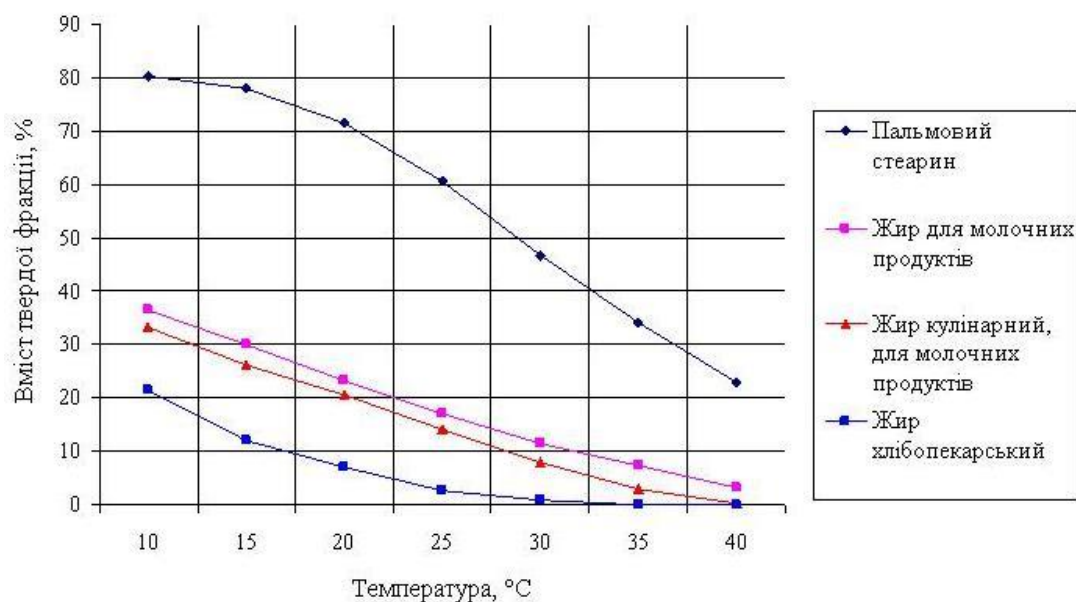


Рисунок 11 – Результати дослідження вмісту ТТГ методом ЯМР

В результаті реакції жировий продукт містить неповні ацилгліцерини і етилові ефіри жирних кислот. Визначення компонентного складу одержаних продуктів синтезу (МАГ, ДАГ, ТАГ, етилові ефіри ЖК) визначено з використанням газового хроматографу CP-3800, одержані результати наведено на рис. 12.

Встановлено, що за дослідженими показниками одержані продукти відповідають вимогам ДСТУ 4335. Використання модифікованої жирової сировини на основі пальмового стеарину дозволяє одержувати продукт, вільний від транс-ізомерів жирних кислот. Отриманий продукт і харчові системи на його основі є перспективними продуктами з точки зору регулювання ваги людини і є прийнятними заміниками традиційних жирів в повсякденному харчуванні.

Стійкість до окислення жирових систем визначили методом прискореного окислення на приладі «Рансимат» (який дозволяє в режимі реального часу вивчати

стійкість сировини і різних харчових продуктів до окислення – тобто окислювальну стабільність) за показником «час індукції», значення якого знаходиться в зворотній залежності від інтенсивності окислювальних процесів. Температура дослідження – 120 °С. Одержані жирові продукти виявляють достатню термічну стійкість до окислення в порівнянні з рафінованою, дезодорованою соняшниковою олією. Зразок 1 (жир для молочних продуктів) має у 1,8 рази довший час індукції порівняно з рафінованою, дезодорованою соняшниковою олією, і у 1,2 рази довший для зразків 2 (жир кулінарний і для молочних продуктів (зразок 2) і 3 (жир хлібопекарського призначення).

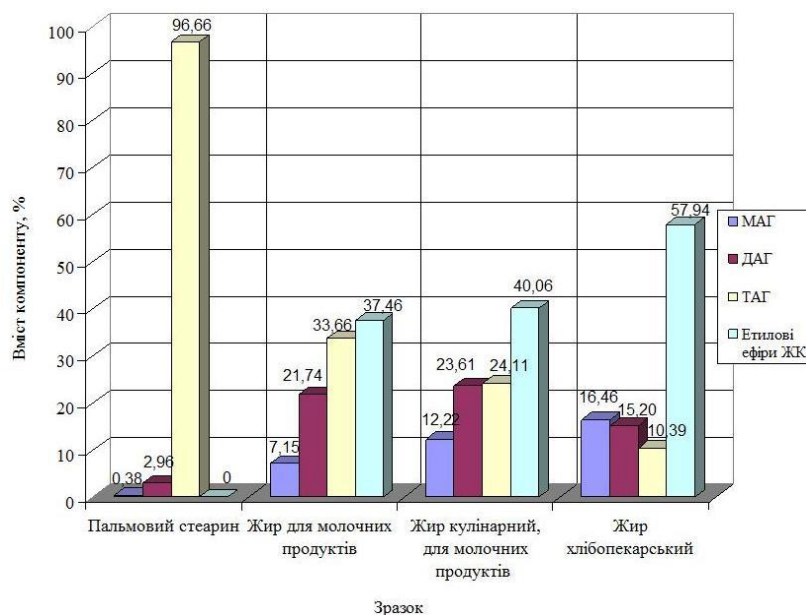


Рисунок 12 – Компонентний склад одержаних продуктів синтезу

Визначено можливість застосування нового типу жирів спеціального призначення як жирового компонента для хлібобулочних виробів. Вироблені булочні вироби відповідають вимогам ДСТУ-П 4587 та за показниками якості не поступаються булочним виробам з традиційною жировою сировиною, а в деяких показниках, перевищують їх.

Проведені дослідження підтвердили можливість одержати новий тип жирів спеціального призначення для використання в харчовій промисловості (кулінарні, хлібопекарські і для молочних продуктів) шляхом етанолізу пальмового стеарину.

У шостому розділі на основі виконаних досліджень і одержаних експериментальних та розрахункових результатів розроблено технологічну схему виробництва модифікованих кулінарних жирів для термічної обробки харчових продуктів у фритюрі (рис. 13).

Досліди з виробництва модифікованих кулінарних жирів проведено в лабораторних та промислових умовах відповідно розробленої схеми, показали прийнятні результати і дозволили рекомендувати дану технологію у виробництво.

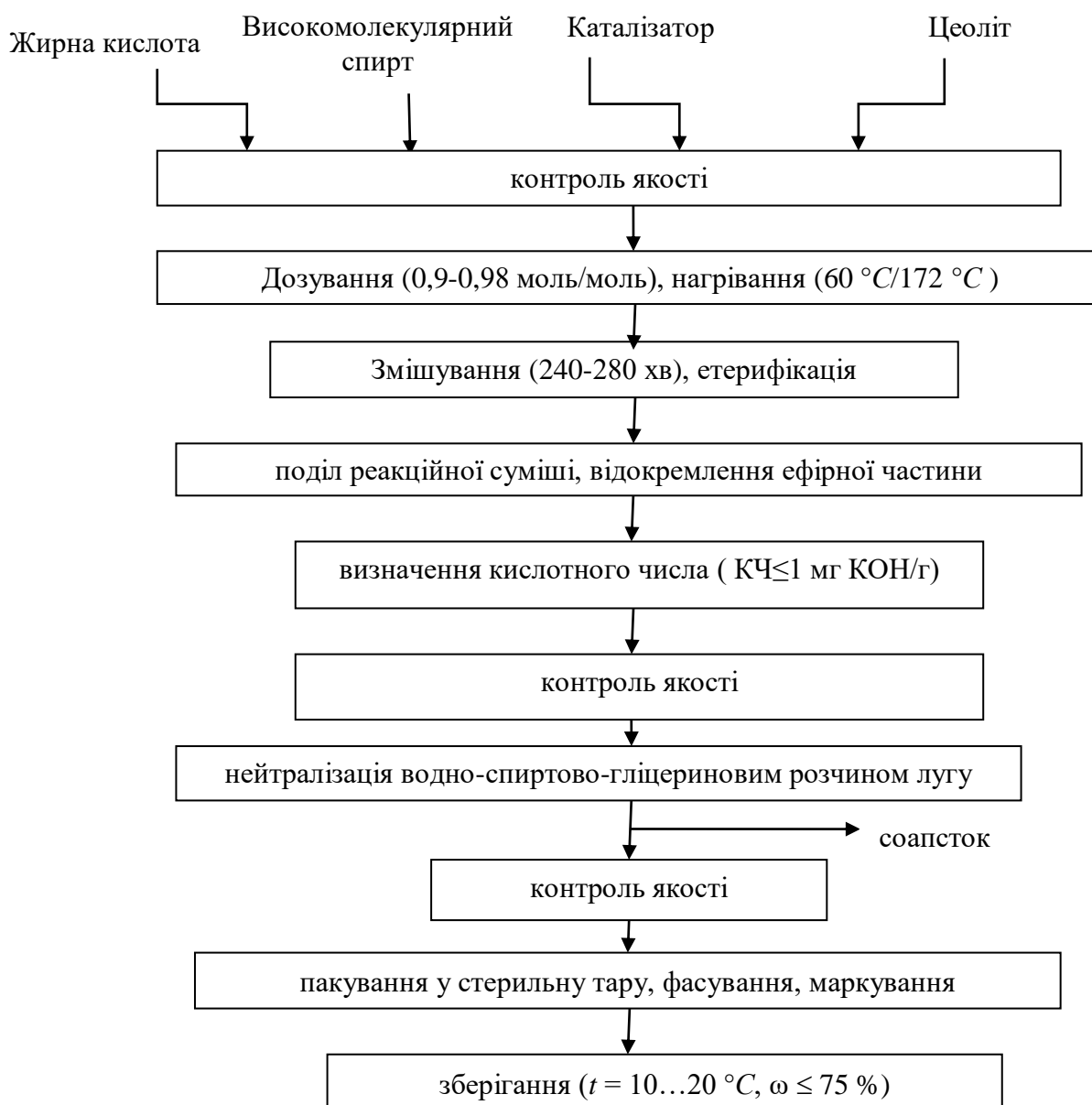


Рисунок 13 – Технологічна схема виробництва модифікованих кулінарних жирів шляхом етерифікації жирних кислот одноатомними спиртами високої молекулярної маси

Розраховано собівартість та ціну 1 кг модифікованого кулінарного жиру, яка орієнтовно склала 131,25 грн/кг.

Запропоновано технологічну схему виробництва модифікованих кулінарних жирів на основі високомолекулярних спиртів і жирних кислот, яка не потребує додаткових капітальних витрат на модернізацію устаткування, засоби автоматизації; виробництво продукту може бути реалізовано на існуючому технологічному устаткуванні.

У **Додатках** наведено акт промислового випробовування технології модифікованих кулінарних жирів; технічні умови «Жири модифіковані рослинні кондитерські, кулінарні, хлібопекарські та для молочної промисловості», довідка впровадження результатів дисертаційної роботи у навчальний процес; а також список публікацій здобувача за темою дисертації.

ВИСНОВКИ

Дисертаційну роботу присвячено вирішенню завдання – створення науково обґрунтованої технології модифікування жирової сировини з одержанням жирів кулінарного призначення. Внаслідок проведених експериментальних досліджень та їх статистичної обробки сформульовано такі висновки:

1. На підставі системного аналізу науково-технічної та патентної інформації сформульовано робочу гіпотезу щодо удосконалення технології модифікації жирів шляхом етерифікації жирних кислот одноатомними спиртами високої молекулярної маси. Ефіри жирних кислот та високомолекулярних спиртів погано гідролізуються і їх використання запобігає утворенню ряду токсичних сполук, тому застосування їх в якості кулінарних (фритюрних) жирів є перспективним і дозволяє виключити небажані процеси в ході смаження.

2. Створено математичне описання (у вигляді регресійної моделі) і встановлено раціональні умови ферментативної етерифікації жирних кислот спиртами високої молекулярної маси: співвідношення реагентів – 0,9 моль/моль, тривалості взаємодії – 240 хв, температури – 60 °С, що забезпечує максимальний вихід цільової фракції 99,42 %.

3. Створено математичне описання (у вигляді регресійної моделі) і встановлено раціональні умови етерифікації жирних кислот спиртами високої молекулярної маси з кислотним катализатором: співвідношення реагентів – 0,98 моль/моль, тривалості взаємодії – 280 хв, температури – 172 °С, що забезпечує максимальний вихід цільової фракції 96,87 %.

4. Визначено, показники якості одержаних модифікованих жирів: за температурою плавлення жири кваліфіковано як жири кулінарні, та сировина для жирових продуктів; густина одержаних зразків ефірів є меншою за густину традиційного фритюру. Виявлено, що всі зразки ефірів мають значно нижчу кінематичну в'язкість у порівнянні з соняшниковою олією, яку часто використовують у якості фритюру. Тобто, під час смаження продукт менше поглинатиме такий фритюрний жир, що зменшить калорійність готового продукту. Визначено антиоксидантну стабільність зразків ефірів, що у 3,4–6,8 разів вища за соняшникову олію.

5. Визначено технологічні параметри використання модифікованих кулінарних жирів як фритюру. Експериментально встановлено, що значення пероксидного числа після 30 циклів смаження відповідає нормативним документам для харчових жирів. Значення пероксидного числа розробленого фритюрного жиру після 30 циклів смаження становить 1,18 ½ О/кг, що у 20,1 рази менше ніж показник для традиційного фритюрного жиру. Встановлено, що накопичення полярних сполук у модифікованому кулінарному жирі після 30 циклів смаження в 1,92 рази менше ніж у соняшниковій олії. Після смаження у фритюрі залишковий вміст розробленого кулінарного жиру у продукті в 1,24 рази менше ніж під час смаження в соняшниковій олії, що позитивно впливає на органолептичні якості кулінарної продукції, які одержують способом смаження у такому фритюрі.

6. Науково обґрунтовано та розроблено рецептури рідких кулінарних жирів підвищеної харчової цінності, які містять рослинну олію та пальмовий олеїн у співвідношенні 70:30, що забезпечує збереження високих органолептичних показників, зокрема, прозорості. Встановлено антиоксидантну стабільність розроблених сумішей, яка в порівнянні з початковими оліями збільшувалася: для суміші соняшникової олії і пальмового олеїну в 1,2 рази, а для суміші соєвої олії і пальмового олеїну в 1,26 рази.

Таким чином, запропоновано ефективний шлях стабілізації олій, призначених для термічної обробки, шляхом купажування із пальмовим олеїном.

7. Науково-обґрунтовано технологію спеціалізованих жирів на основі пальмового стеарину. Розроблено нову технологію модифікації жирів, яка дозволяє шляхом етанолізу пальмового стеарину одержати новий тип жирів спеціального призначення для використання в харчовій промисловості (кулінарні, хлібопекарські і для молочних продуктів). Встановлено раціональні умови одержання таких жирів: кількість ферменту Lipozyme TL IM – 12 % від маси жирних кислот; мольне співвідношення жирна кислота: спирт етиловий – 1:3; температура процесу – 60 °С; тривалість проведення процесу – в залежності від необхідної кваліфікації. Встановлено, що одержані жири за показниками якості відповідають вимогам нормативних документів, які передбачено для жирів спеціального призначення, а крім того, збагачені фізіологічно-активними інгредієнтами – етиловими ефірами жирних кислот, які краще засвоюються і зменшують ресинтез жиру в організмі людини. Використовуючи розроблений спосіб, обираючи необхідну сировину і варіюючи умови проведення реакції, можна одержувати асортимент жирів спеціального призначення (кулінарні, хлібопекарські, для молочної промисловості).

8. Запропоновано технологічну схему виробництва модифікованих кулінарних жирів на основі високомолекулярних спиртів і жирних кислот, яка не потребує додаткових капітальних витрат на модернізацію устаткування, засоби автоматизації; виробництво продукту може бути реалізовано на існуючому технологічному устаткуванні. Розроблено та узгоджено технічні умови ТУ У 20.5 – 1225000194 – 001 : 2019 на жири модифіковані рослинні кондитерські, кулінарні, хлібопекарські та для молочної промисловості.

9. Проведено апробацію виробництва модифікованих кулінарних жирів шляхом етерифікації жирних кислот спиртами високої молекулярної маси в промислових умовах ВП ЗЖК ТОВ «Щедро» (м. Запоріжжя). Результати дисертаційних досліджень впроваджено в навчальний процес кафедри технології жирів та продуктів бродіння НТУ «ХП».

ПЕРЕЛІК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Udovenko O. Technology of specialty fats based on palm stearin / O. Udovenko, K. Kunitsa, E. Litvinenko, F. Gladkiy, I. Levchuk // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, – Kharkiv, 2016. – № 3/11 (81). – P. 27–33.

Здобувачем опрацьовано науково-технічні джерела, проведено ферментативний етаноліз, визначено показники якості одержаних модифікованих жирів

2. Удовенко О. О. Розробка кулінарних жирів підвищеної окисної стабільності / О. О. Удовенко, К. В. Куниця, О. А. Литвиненко, Ф. Ф. Гладкий // Вісник Національного технічного університету «ХП», Серія: Нові рішення в сучасних технологія. – Харків, 2018. – № 26 (1302). – С. 100–108.

Здобувачем розроблено рецептури кулінарних жирів підвищеної окисної стабільності. Визначено органолептичні показники та антиоксидантну стабільність розроблених сумішей.

3. Удовенко О. О. Модифіковані жири: окиснювальна стабільність і визначення шляхів застосування у складі харчових продуктів / О. О. Удовенко, Ф. Ф. Гладкий, О. А. Литвиненко, К. В. Куниця, Н. С. Ситнік // Наукові праці НУХТ. – К: НУХТ, 2020. – № 2. – С. 176–186.

Здобувачем визначено окиснювальну стабільність модифікованих жирів і шляхи

застосування їх як компонента харчових продуктів.

4. Удовенко О. О. Показники якості модифікованих жирів нового покоління / О. О. Удовенко, Ф. Ф. Гладкий, І. В. Шкредов, К. О. Гаврюшенко // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ», 2020. – № 2 (4). – С. 66–72.

Здобувачем проведено дослідження щодо визначення показників якості модифікованих жирів, одержаних шляхом етерифікації жирних кислот спиртами високої молекулярної маси. Визначено фізико-хімічних показники модифікованих жирів, стійкість до окислювання

5. Udovenko O. Technology of culinary (frying) fats / O. Udovenko, F. Gladkiy, I. Shkredov, K. Havriushenko, O. Litvinenko, K. Kunitsia // EUREKA: Life Sciences, 2020. – № 3. – P. 10–17.

Здобувачем проведено математичне описання і встановлено кількісну залежність (у вигляді регресійної моделі) виходу цільової фракції від співвідношення реагентів, тривалості взаємодії, температури процесу. Розраховано раціональні параметри процесу, а саме максимальний вихід цільової фракції.

6. Udovenko O. O. The technology of modification of fats (acylglycerols) by changing the composition of the alkyl group / O. O. Udovenko, K. O. Havriushenko, F. F. Gladkiy // Nauka i studia. Przemysł: Nauka i studia, 2020. – №7 (209). – P. 44–58.

Здобувачем проведено дослідження етерифікації жирних кислот високомолекулярними спиртами за допомогою різного виду каталізаторів – хімічних та ферментних, проаналізовано показники якості одержаних продуктів.

7. Удовенко А. А. Новые пути получения жиров специального назначения / А. А. Удовенко, Е. В. Куница, Е. А. Литвиненко, Ф. Ф. Гладкий, И. В. Левчук // Масложировой комплекс. – Днепр, 2016. – № 2 (53). – С. 43–48.

Здобувачем проведено експериментальні дослідження та визначено раціональні умови модифікації жирової сировини з одержанням спеціалізованих жирів.

8. Удовенко О. О. Жири функціонального призначення нового покоління / О. О. Удовенко, К. В. Куниця, О. А. Литвиненко, Ф. Ф. Гладкий // «Перспективи розвитку м'ясної, молочної та олієжирової галузей у контексті євроінтеграції»: матеріали міжнародної науково-технічної конференції. – Київ: НУХТ, 2015. – Ч. 1.– С. 135–136.

Здобувачем проведено експериментальні дослідження модифікування жирів з одержанням нового типу жирів і надання їм функціональних властивостей.

9. Удовенко О. О. Деякі аспекти технології функціональних жирових продуктів / О. О. Удовенко, К. В. Куниця, О. А. Литвиненко, Ф. Ф. Гладкий // «Інформаційні технології: Наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я»: матеріали ХХІІІ Міжнародної науково-практичної конференції. – Харків: НТУ «ХПІ», 2015. – Ч. 1.– С. 344.

Здобувачем запропоновано технологію отримання стійких до окислення кулінарних жирів.

10. Удовенко А. А. Кондитерские (кулинарные) жиры на основе пальмового стеарина / А. А. Удовенко, Е. В. Куница, Е. А. Литвиненко, Ф. Ф. Гладкий // «Олієжирова галузь: технології і ринок»: матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції. – Київ: УкрНДІОЖ, 2015. – Ч. 1.– С. 28–29.

Здобувачем проаналізовано показники якості жирів одержаних шляхом алкоголізу пальмового стеарину, визначено ацилгліцериновий склад і вміст твердих триацилгліцеринів.

11. Удовенко А. А. Новые пути получения жиров специального назначения / А. А. Удовенко, Е. В. Куница, Е. А. Литвиненко, Ф. Ф. Гладкий // «Олієжирова галузь:

технології і ринок»: матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної конференції. – Київ: УкрНДІОЖ, 2016. – Ч. 1.– С. 33–34.

Здобувачем запропоновано технологію стабілізації олій, призначених для термічної обробки.

12. Удовенко О. О. Новий тип жирів спеціального призначення у складі хлібобулочних виробів / О. О. Удовенко, О. А. Литвиненко, К. В. Куниця, Ф. Ф. Гладкий // «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я»: матеріали доповідей ХХV міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2017. – Харків: НТУ «ХП», 2017. – Ч. 1.– С. 313.

Здобувачем обґрунтовано шляхи використання модифікованих жирів у складі хлібобулочних продуктів.

13. Удовенко О. О. Жири підвищеної окисної стабільності / О. О. Удовенко, К. В. Куниця, О. А. Литвиненко, Ф. Ф. Гладкий // «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції»: матеріали VII-ї Міжнародної науково-технічної конференції. – Київ: НУХТ, 2018. – Ч. 1.– С. 247–248.

Здобувачем запропоновано підвищення харчової цінності олій для термічної обробки шляхом купажування з пальмовим олеїном.

14. Удовенко А. А. Модифицированные пищевые жиры для обработки продуктов во фритюре / А. А. Удовенко, Ф. Ф. Гладкий, И. С. Шкредов, Е. А. Гаврюшенко // Матеріали XIII Міжнародної науково-технічної конференції «Олієжирова галузь: технології і ринок». – Київ: УкрНДІОЖ, 2020. – С. 86–89.

Здобувачем проведено експериментальні дослідження зміни показників якості фритюру при термічній обробці.

АНОТАЦІЇ

Удовенко О. О. Новий тип кондитерських (кулінарних) жирів функціонального призначення. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.06 – технологія жирів, ефірних масел і парфумерно-косметичних продуктів. – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» Міністерства освіти і науки України, Харків, 2021 р.

Дисертація присвячена науковому обґрунтуванню і розробці технології модифікування жирової сировини з одержанням жирів кулінарного призначення. Сформульовано робочу гіпотезу щодо удосконалення технології модифікації жирів шляхом етерифікації жирних кислот спиртами високої молекулярної маси на відміну від традиційних жирів – ефірів жирних кислот і трьохатомного спирту гліцерину, що виключає утворення гліцидолових ефірів. Створено математичне описання (у вигляді регресійної моделі) і встановлено раціональні умови етерифікації жирних кислот спиртами високої молекулярної маси з ферментним і кислотним каталізатором. Визначено показники якості одержаних модифікованих жирів. Визначено технологічні параметри використання модифікованих кулінарних жирів як фритюру. Науково обґрунтовані і розроблені рецептури рідких кулінарних жирів підвищеної харчової цінності шляхом купажування рослинних олій. Встановлено антиоксидантну стабільність розроблених сумішей. Науково-обґрунтоване технологію спеціалізованих жирів на основі пальмового стеарину, визначені оптимальні умови отримання таких жирів. Встановлено, що отримані жири за показниками якості відповідають вимогам нормативних документів. Запропоновано технологічну схему виробництва

модифікованих кулінарних жирів. Розроблено та погоджено технічні умови ТУ У 20.5 – 1225000194 – 001: 2019 жири модифіковані рослинні кондитерські, кулінарні, хлібопекарські та для молочної промисловості. Проведено апробацію виробництва модифікованих кулінарних жирів шляхом етерифікації жирних кислот спиртами високої молекулярної маси в промислових умовах

Ключові слова: модифіковані кулінарні жири, етерифікація, купажування, етаноліз, окисна стабільність, показники якості, фритюрні олії.

Удовенко А. А. Новый тип кондитерских (кулинарных) жиров функционального назначения. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.06 – технология жиров, эфирных масел и парфюмерно-косметических продуктов. – Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт» Министерства образования и науки Украины, Харьков, 2021 г.

Диссертация посвящена научному обоснованию и разработке технологии модифицирования жирового сырья с получением жиров кулинарного назначения. Сформулирована рабочая гипотеза относительно усовершенствования технологии модификации жиров путем этерификации жирных кислот спиртами высокой молекулярной массы в отличие от традиционных жиров – эфиров жирных кислот и трехатомных спирта глицерина, что исключает образование глицидоловых эфиров. Проведено математическое описание (в виде регрессионной модели) и установлены рациональные условия технологии этерификации жирных кислот спиртами высокой молекулярной массы с ферментным и кислотным катализатором. Установлены, показатели качества полученных модифицированных жиров. Определена антиоксидантная стабильность образцов эфиров. Определены технологические параметры использования модифицированных кулинарных жиров как фритюра. Научно обоснованы и разработаны рецептуры жидких кулинарных жиров повышенной пищевой ценности путем купажирования растительных масел. Научно-обосновано технологию специализированных жиров на основе пальмового стеарина, определены рациональные условия получения таких жиров. Установлено, что полученные жиры по показателям качества соответствуют требованиям нормативных документов. Предложена технологическая схема производства модифицированных кулинарных жиров. Разработаны и согласованы технические условия ТУ У 20.5 – 1225000194 – 001: 2019 жиры модифицированные растительные кондитерские, кулинарные, хлебопекарные и для молочной промышленности. Проведена апробация производства модифицированных кулинарных жиров путем этерификации жирных кислот спиртами высокой молекулярной массы в промышленных условиях

Ключевые слова: модифицированные кулинарные жиры, этерификация, купажирование, етаноліз, окислительная стабильность, показатели качества, фритюрные масла.

Udovenko A.A. New type of confectionery (culinary) fats for functional purposes. – Manuscript.

Dissertation for the degree of candidate of technical sciences in specialty 05.18.06 – technology of fats, essential oils and perfumery and cosmetic products. – National Technical University "Kharkov Polytechnic Institute" of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkov, 2021.

The thesis is devoted to the scientific substantiation and development of the technology for modifying fatty raw materials to obtain fats for culinary purposes. A working hypothesis is formulated regarding the improvement of the technology for modifying fats by esterification of fatty acids with high molecular weight alcohols, in contrast to traditional fats – esters of fatty acids and glycerol trihydric alcohol, which excludes the formation of glycidol esters. A mathematical description has been created (in the form of a regression model) and rational conditions have been established for the enzymatic esterification of fatty acids with high molecular weight alcohols: the ratio of the reagents is 0.9 mol/mol, the interaction time is 240 min, the temperature is 60 °C, provides the maximum yield of the target fraction 99.42 %. A mathematical description has been created (in the form of a regression model) and rational conditions have been established for the esterification of fatty acids with high molecular weight alcohols with an acid catalyst: the ratio of the reagents is 0.98 mol / mol, the interaction time is 280 min, the temperature is 172 °C, which provides the maximum yield target fraction 96.87 %. The technological parameters of the use of modified culinary fats as deep fat have been determined. It has been experimentally established that the peroxide value after 30 frying cycles corresponds to the regulatory documents for edible fats. The peroxide value of the developed frying fat after 30 frying cycles is 1.18 ½ O/kg, which is 20.1 times less than the indicator for traditional frying fat. It was found that the accumulation of polar compounds in modified cooking oil after 30 frying cycles is 1.92 times less than in sunflower oil. After deep-frying, the residual content of the developed cooking fat in the product is 1.24 times less than during frying in sunflower oil, which has a positive effect on the organoleptic qualities of culinary products, obtained by frying in such deep-fat. Scientifically substantiated and developed formulations of liquid culinary fats of increased nutritional value, which contain vegetable oil and palm oil in a ratio of 70:30, which ensures the preservation of high organoleptic characteristics, in particular, transparency. The antioxidant stability of the developed mixtures was established, which, in comparison with the initial oils, increased: for a mixture of sunflower oil and palm oil by 1.2 times, and for a mixture of soybean oil and palm oil by 1.26 times. A new technology for the modification of fats has been developed, which makes it possible to obtain a new type of special-purpose fats for use in the food industry (culinary, bakery and dairy products) by the ethanolysis of palm stearin. The rational conditions for obtaining such fats have been established: the amount of the *Lipozyme TL IM* enzyme is 12 % of the fatty acid mass; molar ratio of fatty acid to ethyl alcohol – 1:3; process temperature – 60 °C; the duration of the process - depending on the required qualifications. It was found that the obtained fats in terms of quality meet the requirements of regulatory documents provided for special-purpose fats, and, in addition, enriched with physiologically active ingredients – ethyl ester of fatty acids, which are better absorbed and reduce the resynthesis of fat in the human body. A technological scheme for the production of modified culinary fats based on high-molecular alcohols and fatty acids is proposed, which does not require additional capital costs for modernization, automation equipment; the production of the product can be realized on the existing technological equipment. A draft technical specification TU U 20.5 – 1225000194 – 001: 2019 modified vegetable fats for confectionery, culinary, bakery and dairy industries has been developed and approved. The production of modified culinary fats was tested by esterification of fatty acids with high molecular weight alcohols in industrial conditions

Key words: modified cooking fats, esterification, blending, ethanolysis, oxidative stability, quality indicators, frying oils.



Відповідальний за випуск д.т.н., проф. Заковоротний О.Ю.

Підп. до друку 10.03.21. Формат 60x90/16.
Папір офсетний. Друк – ризографія. Ум. друк. арк. – 0,9.
Гарнітура Times New Roman. Наклад 100 прим. Зам. № 21032601

Надруковано у копіривальному центрі «МОДЕЛІСТ»
(ФО-П Миронов М. В., свідоцтво про державну реєстрацію ВО4 № 22953)
61002, м. Харків, вул. Мистецтв, 3 літер Б-1
т.: (057) 717 03 54
www.modelist.in.ua
