

Розроблена нова технологія модифікування жирів, яка дозволяє шляхом ферментативного етанолізу одержати жири спеціального призначення (кулінарні, хлібопекарські та для молочної промисловості). Такі жири за показниками якості відповідають вимогам нормативних документів і, крім того, збагачені фізіологічно-активними інгредієнтами – етиловим ефірами жирних кислот, які краще засвоюються організмом людини і зменшують ресинтез жиру

Ключові слова: алкоголіз, пальмовий стеарин, етиловий спирт, фермент, етилові ефіри, жир спеціального призначення

Разработана новая технология модифицирования жиров, которая позволяет путем ферментативного этанолиза получить жиры специального назначения (кулинарные, хлебопекарные и для молочной промышленности). Такие жиры по показателям качества соответствуют требованиям нормативных документов и, кроме того, обогащены физиологически-активными ингредиентами – этиловыми эфирами жирных кислот, которые лучше усваиваются организмом человека и уменьшают ресинтез жира

Ключевые слова: алкоголиз, пальмовый стеарин, этиловый спирт, фермент, этиловые эфиры, жир специального назначения

УДК 665.383:665.11

DOI: 10.15587/1729-4061.2016.71011

ТЕХНОЛОГІЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ЖИРІВ НА ОСНОВІ ПАЛЬМОВОГО СТЕАРИНУ

К. В. Куниця

Кандидат технічних наук, науковий співробітник*

E-mail: ekaterina.kunitsia@gmail.com

О. О. Удовенко

Аспірант*

E-mail: aleksey.udovenko@gmail.com

О. А. Литвиненко

Кандидат технічних наук, доцент*

E-mail: ealitvinenko@yandex.ua

Ф. Ф. Гладкий

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри*

E-mail: gladky2009@gmail.com

І. В. Левчук

Кандидат технічних наук

Начальник науково-методичної лабораторії
хроматографічних досліджень

ДП «Укрметрестандарт»

вул. Метрологічна, 4, м. Київ, Україна, 03143

E-mail: iryna.levchuk.v@gmail.com

*Кафедра технології жирів та продуктів бродіння

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут»

вул. Багалия, 21, м. Харків, Україна, 61002

1. Вступ

На сьогоднішній день в харчуванні населення України і у світі в цілому спостерігається дисбаланс, який полягає в тому, що в раціоні харчування переважають висококалорійні продукти, які надходять в організм під час вживання їжі з високим вмістом жиру і простих вуглеводів. Такий спосіб харчування призводить до погіршення здоров'я населення, виникнення захворювань серцево-судинної системи і передчасного старіння.

Актуальність роботи в даному напрямі пов'язана з тим, що оскільки продукція олійно-жирової промисловості відноситься до товарів масового попиту, створення нових вітчизняних технологій і розробок стосовно харчових жирів лікувально-профілактичного та функціонального призначення може бути ефективним вирішенням даної проблеми.

2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Олійно-жирова галузь України випускає широку гаму жирів спеціального призначення, але серед них спостерігається значна кількість жирів, що містять

просторові ізомери природних ненасичених жирних кислот (транс-ізомери). У великій кількості вони утворюються в процесі гідрування рослинних олій для отримання твердого та напівтвердого жирового продукту. Зниження вмісту транс-ізомерів в олійно-жирових продуктах – загальносвітова тенденція, пов'язана з відкриттям ролі транс-ізомерів в розвитку серцево-судинних захворювань. У зв'язку з цим основними напрямками розвитку технології олійно-жирових продуктів на сьогоднішній день є зниження вмісту транс-ізомерів, наближення жирнокислотного і ацилгліцеринового складів олійно-жирового продукту до складу «ідеального» жиру, покращення функціонально-технологічних властивостей [1].

Встановлено, що транс-ізомери жирних кислот поглиблюють дефіцит незамінних жирних кислот і суттєво знижують їх позитивний вплив навіть при адекватному споживанні. Тому Всесвітня організація охорони здоров'я (ФАО/ВООЗ) визначила, що споживання будь-якої кількості промислових транс-ізомерів жирних кислот шкідливо для здоров'я і рекомендувала знизити рівень їх споживання до 1% від добової калорійності раціону. Для транс-ізомерів жирних кислот не існує нижньої безпечної і верхньої толерантної границі

споживання, а також не може бути встановлено допустимий добовий рівень споживання транс-ізомерів [2].

Альтернативними шляхами зміни фізико-хімічних показників жирової сировини і одержання жирів із заданими характеристиками, що не містять транс-ізомерів жирних кислот, є процеси фракціювання, переетерифікації і купажування [3]. Ці процеси досліджені достатньо детально. Новим способом модифікації жирів може бути процес етанолізу, який у науково-технічній літературі більше досліджений з точки зору одержання біодизельного палива із технічної жирової сировини [4, 5]. Такий процес можна застосовувати і для модифікації харчової жирової сировини та отримати продукт з іншими функціонально-технологічними властивостями. Модифікація жирів зазначеним способом передбачатиме перебудову активних частин жирів (ацильних груп), а саме перетворення триацилгліцеринів у етилові ефіри жирних кислот, що краще засвоюються організмом людини і водночас сприяють зменшенню ресинтезу жиру.

Завдання розширення асортименту жирів, що не містять транс-ізомерів, у тому числі може бути успішно вирішена за рахунок ширшого застосування пальмової олії, її фракцій та повністю гідрованих рослинних олій. Тропічні олії та їх фракції традиційно використовуються у виробництві продуктів харчування. Але зміна способу життя і нові вимоги до споживаних продуктів в плані користі для здоров'я і зручності використання призводять до необхідності появи нових форм застосування тропічних олій.

Пальмовий стеарин – тверда фракція пальмової олії, яка утворюється в процесі фракціювання після кристалізації при певній температурі, має тверду консистенцію з переважним вмістом у своєму складі пальмітинової і стеаринової жирних кислот, що обумовлює температуру плавлення 50–54 °С, є джерелом натуральних твердих жирів, які не містять транс-ізомерів жирних кислот. Пальмовий стеарин застосовується як рецептурний компонент в продуктах з різноманітним жировим складом (маргаринової та жирової продукції), для процесу переетерифікації та для виробництва продукції технічного призначення [6].

За своїм структурно-механічними властивостями і складом пальмовий стеарин може частково замінювати гідровані рослинні олії, для яких характерний високий вміст транс-ізомерів жирних кислот. Специфічність складу пальмового стеарину, підвищений вміст високоплавких триацилгліцеринів і низький вміст низькоплавких, обмежує можливість більш широкого його застосування в продуктах харчування [7]. За даними Малазійської Ради виробників пальмової олії пальмовий стеарин може використовуватися тільки в 40 % із усіх жировмісних харчових продуктів [8].

Сировиною для виробництва модифікованих жирів спеціального призначення також може бути повністю гідровані рослинні олії, така сировина не містить в своєму складі транс-ізомерів, має змінені фізико-хімічні показники і є перспективною з точки зору модифікації.

Відомо, що жири в травному тракті людини піддаються гідролітичному розщепленню. Метаболічна трансформація традиційної олії передбачає стадію гідролізу, яка каталізується ферментом – панкреатичної ліпазою з утворенням вільних жирних кислот (ВЖК) і 2-моноацилгліцеринів (2-МАГ), які згодом

абсорбуються в кишківнику, в результаті чого відбувається синтез триацилгліцеринів (ТАГ) метаболічним шляхом з 2-МАГ. Якщо продуктом гідролізу є 1-моноацилгліцерини, то в процесі метаболізму вони розпадаються до гліцерину і ВЖК, і абсорбуються клітинами кишківнику, минаючи наступний ресинтез ТАГ. В результаті чого, в процесі травлення не утворюється надмірна кількість жирових частинок в сироватці крові, які депонуються в клітинах жирової тканини [9].

З метою розширення сфер застосування пальмового стеарину в жировмісних продуктах харчування пропонується модифікувати його методом алкоголізу жирів. Зокрема, перетворюючи частину ацилгліцеринів жирів в етилові ефіри та неповні ацилгліцерини шляхом ферментативного етанолізу, пропонується отримати гамму жирів спеціального призначення. На відміну від відомих жирів, такі жири будуть містити деяку кількість етилових ефірів жирних кислот.

Етилові ефіри жирних кислот можна віднести до групи функціональних харчових інгредієнтів. Відомо використання лікарського засобу «Лінетол», який складається із суміші етилових ефірів жирних кислот лляної олії [10, 11]. Застосування етилових ефірів лляної олії у харчуванні людини забезпечує зниження концентрації холестерину і триацилгліцеринів у сироватці крові. Експериментально встановлена їх здатність запобігати формуванню атеросклеротичних бляшок у судинах еластичного типу і розвиток дистрофічних змін у печінці та нирках, некротичних процесів у міокарді [12, 13]. Етилові ефіри жирних кислот мають кращу засвоюваність, особливо у людей похилого віку, і не сприяють ресинтезу жиру в організмі людини.

Нині перед олійно-жировою та супутніми галузями стає гостре питання отримання жирів, що не лише будуть відповідати нормативній документації та стандартним вимогам, а й зможуть бути використані в інших галузях харчової промисловості, що вкрай потребують якісної та недорогої сировини, тому це питання залишається досить актуальним. Удосконалення технології використання жирової сировини, зокрема пальмового стеарину у виробництві олійно-жирових продуктів, визначає суттєву перевагу, а саме: забезпечення необхідної кількості твердого жиру без використання гідрогенованих жирів чи зменшення їх кількості до мінімуму.

Враховуючи потребу населення України в продуктах функціонального харчування, ця технологія може стати вагомим внеском у вирішення проблеми оздоровлення і збільшення тривалості життя населення України.

3. Мета та задачі дослідження

Метою роботи є розроблення способу одержання нового типу жирів спеціального призначення шляхом ферментативного алкоголізу.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- встановити раціональні умови одержання жирів спеціального призначення;
- дослідити склад і властивості продуктів ферментативного етанолізу жирової сировини;
- визначити шляхи використання одержаних продуктів синтезу.

4. Матеріали та методи дослідження процесу модифікації, складу і властивостей продуктів етанолізу пальмового стеарину

Для досліджень використано промисловий зразок пальмового стеарину. Дані щодо жирнокислотного складу пальмового стеарину представлено в табл. 1.

Таблиця 1

Жирнокислотний склад пальмового стеарину

Жирні кислоти	Діапазон значень [14]	Промисловий зразок
Лауринова кислота (C _{12:0}), %	0,1–0,3	0,24
Міристинова кислота (C _{14:0}), %	1,1–1,7	1,36
Пальмітинова кислота (C _{16:0}), %	49,8–68,1	60,75
Пальмітолеїнова кислота (C _{16:1}), %	0,05–0,1	–
Стеаринова кислота (C _{18:0}), %	3,9–5,6	4,89
Олеїнова кислота (C _{18:1}), %	20,4–34,4	27,06
Лінолева кислота (C _{18:2}), %	5,0–8,9	5,42
Ліноленова кислота (C _{18:3}), %	0,1–0,5	–
Арахінова кислота (C _{20:0}), %	0,3–0,6	0,28

Для проведення процесів модифікації було використано ліполітичний ферментний препарат Lipozyme TL IM, препарат ліпази, іммобілізований на гранульованому силікагелі, виробництва фірми Novozyme (Данія).

Для модифікації жирової сировини пропонується 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 краще засвоюються організмом людини і зменшують ресинтез жиру.

Спосіб модифікації жирової сировини заснований на реакції етанолізу. Схема реакції наведена на рис. 1 [15].

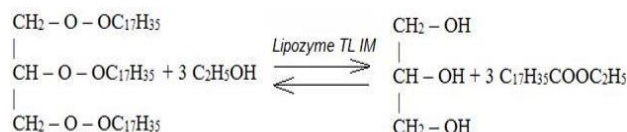


Рис. 1. Реакція одержання етилових ефірів жирних кислот

Переважна більшість специфічних ліпаз діють на крайні 1,3-ефірні зв'язки триацилгліцеринів, у той час як реакція з центральним 2-зв'язком ускладнена, що знижує вихід кінцевого продукту на третину. Ця перешкода може бути зменшена шляхом використання явища ацил-міграції ацильних груп

триацилгліцеринів з положення 2 у вільні положення 1 або 3 з наступною реакцією з 1,3-регіоспецифічною ліпазою. Ацил-міграція може бути індукована використанням іммобілізованих полярними іонообмінними смолами ліпаз, наприклад, аніонітом у разі Lipozyme IM або додаванням силікагелю в реакційне середовище. Вихід етилових ефірів збільшується до 90 % [16].

Для визначення компонентного складу одержаних продуктів синтезу – моноацилгліцеринів (МАГ), діацилгліцеринів (ДАГ), триацилгліцеринів (ТАГ), етилових ефірів жирних кислот (ЕЕЖК) використано газовий хроматограф CP-3800 (Varian), обладнаний полум'яно-іонізаційним детектором, системою електронного управління потоками газів, універсальним інжектором для введення зразків у режимах з розділенням та без розділення потоків, автосемплером (CP-8410 Varian) та програмним забезпеченням «Galaxy».

Використано капілярну колонку MET-Biodiesel (довжина – 14 м, внутрішній діаметр – 0,53 мм, товщина фази – 0,16 μm) з інтегрованою перед колонкою довжиною – 2 м, внутрішнім діаметром – 0,53 мм; швидкість потоку – 2,5 мл/хв, коефіцієнт розподілу потоку – 20:1, температура інжектора – 390 °C, температура детектора (ПД) – 400 °C, інжектований об'єм – 1,0 мкл.

5. Результати дослідження складу і властивостей продуктів етанолізу пальмового стеарину

Дослідження, спрямовані на створення функціональних продуктів на основі пальмового стеарину та розширення сфер його застосування, було проведено з використанням ферментних технологій. Функціональне призначення продуктам синтезу надає компонент – етилові ефіри жирних кислот, які краще засвоюються організмом людини і зменшують ресинтез жиру.

Оскільки в процесі алкоголізу як каталізатор використано ферментний препарат, який є продуктом білкової природи, це впливає на умови проведення процесу. Зокрема, на температуру процесу, що є важливим показником. Відповідно до рекомендацій фірми виробника температура процесу для оптимальної роботи ферменту має знаходитися в діапазоні 60–70 °C; кількість ферментного препарату Lipozyme TL IM має складати 12 % від маси жирних кислот у складі триацилгліцеринів.

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.

Проби відбирали кожну годину, визначали температуру плавлення реакційної суміші. Експериментальні дані кінетики процесу ферментативного алкоголізу пальмового стеарину наведено на рис. 2.

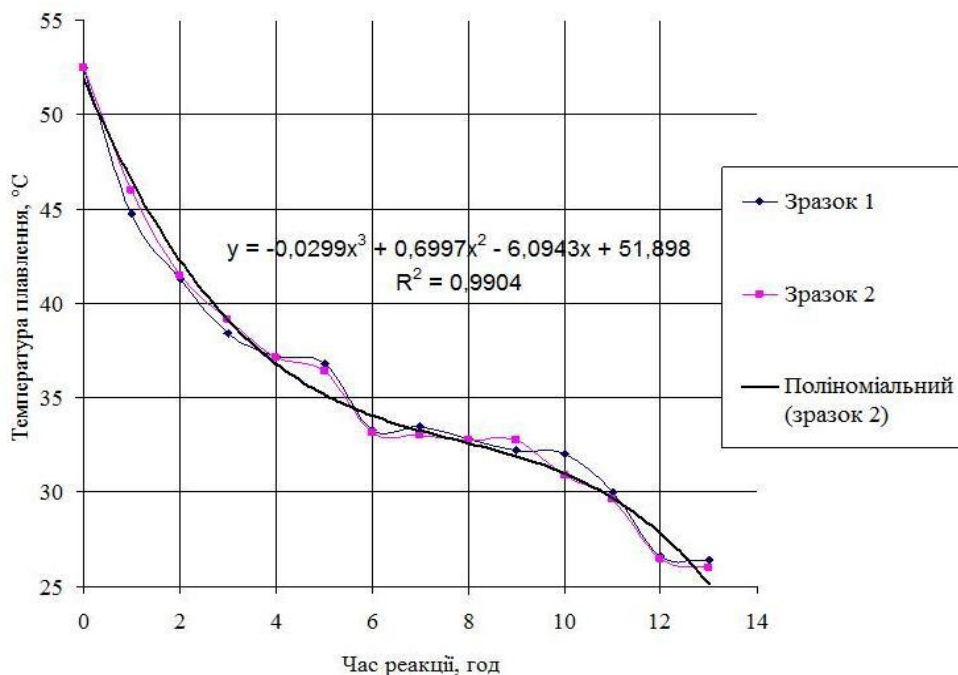


Рис. 2. Кінетика температури плавлення пальмового стеарину в реакції алкоголізу

Встановлено, що в реакції алкоголізу пальмового стеарину, при використанні етилового спирту як реагенту в присутності ліполітичного ферменту, відбувається зміна фізико-хімічних показників (в тому числі зниження температури плавлення) та складу реакційної суміші, що зумовлено накопиченням етилових ефірів та неповних ацилгліцеринів. Ця особливість надає можливості отримати жири із заданим складом та властивостями, зупиняючи процес на певній стадії.

Відповідно до нормативних документів, які діють в олійно-жировій промисловості України, до жирів спеціального призначення відносяться жири кондитерські, кулінарні, хлібопекарські та для молочної промисловості. Ці різновиди жирової продукції нормуються відповідно до ДСТУ 4335:2004 «Жири кондитерські, кулінарні, хлібопекарські та для молочної промисловості. Загальні технічні умови». Органолептичні та фізико-хімічні показники жирів згідно з ДСТУ 4335:2004 наведено у табл. 2.

Важливими фізико-хімічними показниками жирів спеціального призначення, що входять в продукти харчування є температура плавлення, твердість і вміст твердої фази у визначеному інтервалі температур. Температура плавлення жирової фази визначає легкоплавність продукту, яка характеризує повноту розплавлення жиру при температурі тіла людини.

Досліджуючи кінетику температури плавлення пальмового стеарину було встановлено, що через певний час тривалості процесу показник температури плавлення відповідав вимогам нормативного документу (ДСТУ 4335:2004) на жири спеціального призначення. Відповідність характеристик жирових продуктів вимогам нормативного документу відображено в табл. 3.

Таким чином, можна стверджувати, що через 5 годин відповідно до показника температури плавлення було одержано жир кондитерський та для молочних продуктів; після 6 годин цей жир відповідав жиру

кулінарному, кондитерському та для молочних продуктів; після 13 годин – жиру хлібопекарського призначення.

Іншим важливим показником жирів, який відрізняє сферу використання, є твердість. Твердість жирової сировини, що визначається (відповідно до нормативного документу) при 15 °C, характеризує одну із важливих характеристик твердих жирів і олій – властивість набувати необхідної структури при певній температурі. Чим вище вміст твердої фракції в даному жирі, тим вище його твердість. Вміст твердої фази в інтервалі температур від 5 до 35 °C визначає пластичність жирової продукції,

яка характеризує властивість жиру під впливом механічної дії змінювати форму без розриву суцільної, тобто властивість зберігати форму після зняття напруги. Жир з необхідною пластичністю не змінює в широкому діапазоні співвідношення твердих і рідких ацилгліцеринів. Таким чином, високі пружно-пластичні властивості продукту визначаються складом його твердої фракції, яка неоднорідна і переходить в рідкий стан в широкому інтервалі температур [14].

Всі одержані жирові продукти проаналізовано на приладі Камінського та визначено показник твердості згідно ДСТУ 4463:2005. Таким чином, встановлено, що 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. Аналізуючи одержані результати на відповідність діючому нормативному документу, можна зробити висновок, що відповідно до показників температури плавлення та твердості жирові продукти мають наступне призначення:

- після 5 годин реакції – жир для молочних продуктів;
- після 6 годин – жир кулінарний і для молочних продуктів;
- після 13 годин – жир хлібопекарського призначення.

Крім класичного визначення твердості одержаних жирових продуктів (на приладі Камінського) цей показник визначено також і сучасним методом ядерномагнітного резонансу (ЯМР), який дозволяє встановити відсотковий вміст твердих триацилгліцеринів (ТТГ) у зразку жиру при певній температурі. Метод ЯМР забезпечує можливість оцінки масової частки ТТГ з високою точністю і відтворюваністю одержаних даних. Результати проведених досліджень наведено на рис. 3.

Таблиця 2

Органолептичні та фізико-хімічні показники жирів спеціального призначення згідно ДСТУ 4335:2004

Назва показника	Норма для жирів			
	Кулінарний	Кондитерський	Хлібопекарський	Для молочних продуктів
Запах і смак	Чистий, у разі введення тваринних жирів та ароматичних добавок притаманний уведеним добавкам	Чистий смак, властивий жиру, без стороннього присмаку і запаху	Чистий смак. Запах введеного ароматизатора	Чистий смак. Запах введеного ароматизатора
Колір	Від світло-жовтого до жовтого	Від білого до світло-жовтого	Від світло-жовтого до жовтого	Від світло-жовтого до жовтого
Консистенція	Однорідна, тверда, пластична або мазеподібна	Однорідна, тверда, крихка	Однорідна, рухома (вимірюється за температури 16 °С)	Однорідна, тверда, пластична або мазеподібна. Допустима крупкувата
Масова частка жиру, %, не менше ніж	99,70			
Масова частка води та летких речовин, %, не більше ніж	0,30			
Кислотне число, мг КОН/г, не більше ніж	0,4		0,5	0,4
Температура плавлення, °С	28,00–36,00	28,00–39,00	17,00–27,00	32,00–38,00
Температура застигання, °С	–	Не нижче ніж 29	Не вище ніж 15	–
Пероксидне число, ½ О ммоль/кг – під час випуску з підприємства	5,00			
Масова частка твердих триацилгліцеринів за температури 20 °С, %	25–45	25–80	25–35	26–34
Твердість згідно з Камінським, за температури 15 °С, г/см	–	150–850	–	80–180
Масова частка нікелю, мг/кг, не більше ніж	0,5			

Таблиця 3

Характеристика отриманих жирових продуктів відповідно до ДСТУ 4335

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

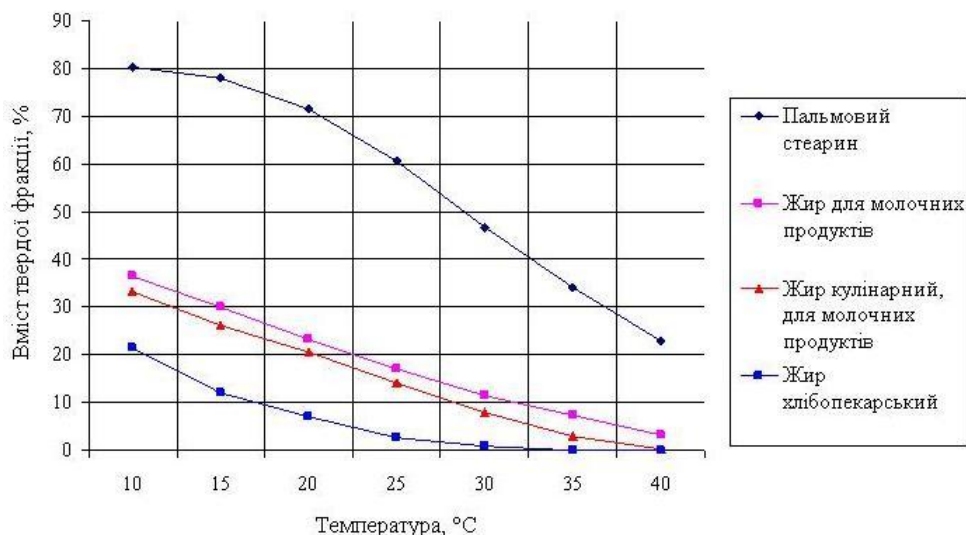


Рис. 3. Результати дослідження вмісту ТТГ методом ЯМР

6. Обговорення результатів дослідження складу і властивостей продуктів етанолізу пальмового стеарину

В результаті проведених досліджень доведено можливість модифікації жирової сировини шляхом ферментативного етанолізу та досягнуто одержання продуктів з необхідними фізико-хімічними показниками. Ця технологія має суттєві переваги перед існуючими, оскільки виключає можливість утворення транс-ізомерів жирних кислот у продуктах модифікації, а також забезпечує збагачення їх фізіологічно-активними інгредієнтами, а саме етиловими ефірами жирних кислот. Зважаючи на необхідність оздоровлення населення України, що передбачається відповідними державними програмами, проблема організації виробництва зазначених жирових продуктів є надзвичайно актуальною.

Недоліком результатів представленого дослідження є можливість одержання не всього асортименту жирів спеціального призначення. Обрана сировина – пальмовий стеарин, у зв'язку з особливістю свого складу, не забезпечує одержання кондитерських жирів за показником твердості.

Авторами планується продовження досліджень щодо модифікації іншої жирової сировини, використання якої дозволить одержувати жири кондитерського призначення високої якості із визначеними характеристиками.

Аналізуючи одержані дані, необхідно відмітити, що в порівнянні з початковим продуктом – пальмовим стеарином, модифіковані жирові продукти відрізняються більш низькою температурою плавлення і меншим вмістом твердих триацилгліцеринів, а як наслідок – кращою пластичністю.

В результаті реакції жировий продукт містить неповні АГ і етилові ефіри жирних кислот. Етилові ефіри жирних кислот надають таку ж дію, як і кислоти, але мають кращі органолептичні властивості, кращі показники засвоюваності і краще переносяться, особливо при тривалому застосуванні. Визначення компонентного складу одержаних продуктів синтезу (МАГ, ДАГ, ТАГ, етилові ефіри ЖК) проводили на газовому хроматографі СР-3800, одержані результати наведено на рис. 4.

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 функціональними продуктами з точки зору регулювання ваги людини і є прийнятними заміниками традиційних жирів в повсякденному харчуванні.

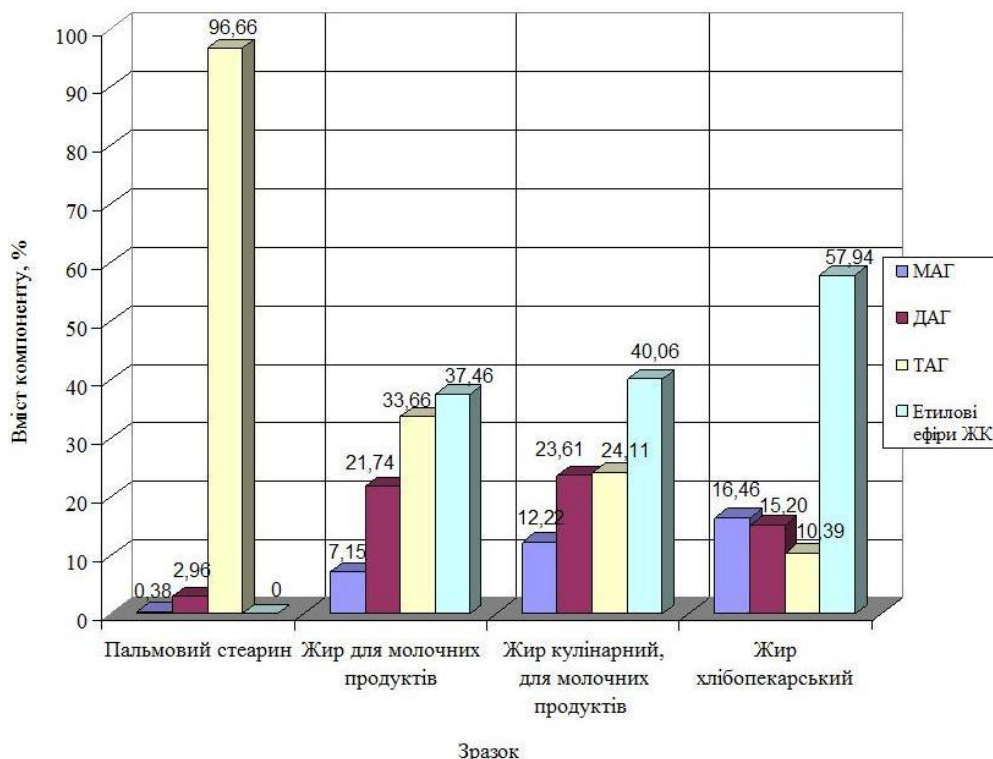


Рис. 4. Компонентний склад одержаних продуктів синтезу

Важливо зазначити, що альтернативною сировиною в процесі такої модифікації для одержання жирів спеціального призначення, може бути повністю гідрована рослинна олія – саломас марки М6. Завдяки повному насиченню подвійних зв'язків цей продукт не містить транс-ізомерів та має змінені фізико-хімічні показники. Використання такої жирової сировини також забезпечує одержання модифікованих продуктів високої якості та з визначеними характеристиками.

7. Висновки

1. Розроблено нову технологію модифікації жирів, яка дозволяє шляхом алкоголізу жирової сировини одержати новий тип жирів спеціального призначення для використання в харчовій промисловості (кулінарії, 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.

2. 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.

3. Шляхи використання одержаних продуктів синтезу встановлені відповідно до нормативного документа на такий вид продукту, та обумовлені фізико-хімічними показниками. Сировиною для одержання жирів кондитерського призначення запропоновано використовувати повністю гідровану рослинну олію. Тобто, використовуючи розроблений спосіб, обираючи необхідну сировину і варіюючи умови проведення реакції, можна одержувати весь асортимент жирів спеціального призначення.

Література

1. Султанович, Ю. А. Проблемы при применении бестрансовых жиров в кондитерском производстве [Текст] / Ю. А. Султанович, Т. А. Духу // *Масла и жиры*. – 2015. – № 3-4. – С. 23–25.
2. Зайцева, Л. В. Трансизомеры жирных кислот – вред и опасность [Текст] / Л. В. Зайцева // *Масла и жиры*. – 2015. – № 3-4. – С. 25–27.
3. Timms, R. E. Fractional crystallization – the fat modification process for the 21st century [Text] / R.E. Timms // *European journal of lipid science and technology*. – 2005. – Vol. 107, Issue 1. – P. 48–57. doi: 10.1002/ejlt.200401075
4. Noipin, K. Optimization of ethyl ester production from palm oil [Text] / K. Noipin, S. Kumar // *Petroleum & Coal*. – 2014. – Vol. 56, Issue 3. – P. 249–258.
5. Korus, R. A. Transesterification process to manufacture ethyl ester of rape oil [Text] / R. A. Korus, D. S. Hoffman, N. Bam, C. L. Peterson, D. C. Drown // *First Biomass Conference of the Americas: Energy, Environment, Agriculture, and Industry*. – 1995. – Vol. 2. – P. 815–826.
6. Latip, R. A. Physicochemical properties and crystallisation behaviour of bakery shortening produced from stearin fraction of palm-based diacylglycerol blended with various vegetable oils [Text] / R. A. Latip, Y.-Y. Lee, T.-K. Tang, E.-T. Phuah, C.-P. Tan, O.-M. Lai // *Food Chemistry*. – 2013. – Vol. 141, Issue 4. – P. 3938–3946.
7. Abd. Rashid, N. Crystallisation kinetics of palm stearin, palm kernel olein and their blends [Text] / N. Abd. Rashid, C. Chiew Let, C. Chong Seng, Z. Omar // *LWT – Food Science and Technology*. – 2012. – Vol. 46, Issue 2. – P. 571–573. doi: 10.1016/j.lwt.2011.11.001
8. Пальмовое масло Малайзии. Обогащая жизнь [Текст] / под ред. Dr. Y. Barison, Dr. K. Sundram; пер. с англ. под ред. Демидова И. Н. – Днепропетровск: ООО «Эксперт Агро», 2014. – 44 с.
9. Некрасов, П. А. Исследование пищевой ценности диацилглицеринового масла [Текст] / П. А. Некрасов, О. В. Подлисина, В. Г. Гопкалов // *Масла и жиры* – 2014. – № 3-4. – С. 7–9.
10. Харкевич, Д. А. Фармакология; 9 изд. [Текст] / Д. А. Харкевич. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006. – 560 с.
11. Коренская, И. М. Лекарственные растения и лекарственное растительное сырье, содержащие витамины, полисахариды, жирные масла [Текст] / И. М. Коренская, Н. П. Ивановская, О. А. Колосова. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2008. – 320 с.
12. Капрельянц, Л. В. Функціональні продукти [Текст] / Л. В. Капрельянц, К. Г. Іорґачова. – Одеса: Друк, 2003. – 312 с.
13. Laposata, M. Fatty acid ethyl esters: Nonoxidative ethanol metabolites with emerging biological and clinical significance [Text] / M. Laposata // *Lipids*. – 1999. – Vol. 34, Issue S1. – P. 281–285. doi: 10.1007/bf02562318
14. Терещук, Л. В. Продукты фракционирования пальмового масла в производстве спредов [Текст] / Л. В. Терещук, А. С. Мамонтов, К. В. Старовойтова // *Техника и технология пищевых производств*. – 2014. – № 3. – С. 79–83.
15. Тютюнников, Б. Н. Химия жиров [Текст] / Б. Н. Тютюнников, З. И. Бухштаб, Ф. Ф. Гладкий и др. – М.: Колос, 1992. – 448 с.
16. Гарабаджиу, А. В. Основные аспекты использования липаз для получения биодизеля [Текст] / А. В. Гарабаджиу, В. А. Галынкин, М. М. Карасев, Г. В. Козлов, Т. Б. Лисицкая // *Известия Санкт-Петербургского государственного технологического ин-та (технического ун-та)*. – 2010. – Вып. 7. – С. 63–67.