

УДК 66-963

doi:10.20998/2413-4295.2020.01.10

ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ МОДИФІКОВАНИХ ЖИРІВ НОВОГО ПОКОЛІННЯ

О. О. УДОВЕНКО*, Ф. Ф. ГЛАДКИЙ, І. В. ШКРЕДОВ, К. О. ГАВРЮШЕНКО

кафедра технології жирів та продуктів бродіння, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, УКРАЇНА

*e-mail: aleksey.udovenko@gmail.com

АНОТАЦІЯ Проведено дослідження щодо визначення показників якості модифікованих жирів, одержаних шляхом естерифікації жирних кислот спиртами високої молекулярної маси. Альтернативою рідким рослинним оліям можуть виступати фритюрні жири одержані за новою технологією, а саме, естерифікацією жирних кислот спиртами високої молекулярної маси, що допомагає подолати проблему термічного псування жирів. Такий спосіб модифікації жирів дозволяє отримати конкурентоспроможний продукт, а спеціально підібраний молекулярний склад даного фритюрного жиру дозволяє збільшувати час і температуру експлуатації продукту і допомагає уникати таких небажаних ефектів, як потемніння і димлення фритюру. Мета роботи – дослідження фізико-хімічних показників модифікованих жирів. Для досягнення поставленої мети вирішено наступні задачі: визначено показники якості модифікованих жирів, а саме: температуру плавлення, в'язкість (кінематична і динамічна), густину; визначити антиоксидантну стабільність модифікованого фритюрного жиру в порівнянні з традиційними фритюрними жирами. Визначення окислювальної стабільності олій і жирів проведено у приладі «Rancimat», і засновано на прискореному окисленні зразка при підвищеній температурі в потоці повітря. Стійкість до окислювання визначали при температурі 110 °С, за нормативним документом ДСТУ EN ISO 6886:2019 «Жири тваринні і рослинні та олії. Визначення стійкості до окислення (метод прискореного окислення)». Встановлено, що температура плавлення модифікованих жирів кваліфікує їх як жири кулінарні, та сировина для жирових продуктів. Встановлено, що 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. Таким чином, під час смаження продукт менше поглинатиме такий фритюрний жир, що зменшить калорійність готового продукту. Встановлено, що втрати продукту за рахунок випаровування складають від 3,46 до 11,38 %. Антиоксидантна стабільність зразків ефірів у 3,4–6,8 разів вища за соняшкову олію, що дозволить ефективно використовувати їх як кулінарні (фритюрні) жири.

Ключові слова: фритюрний жир; показники якості; окислення; температура плавлення; модифікований жир

QUALITY INDICATORS OF MODIFIED FATS OF THE NEW GENERATION

O. UDOVENKO, F. GLADKIY, I. SHKREDOV, K. HAVRIUSHENKO

Department of Fats and Fermentation Products Technology, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, UKRAINE

ABSTRACT This study was carried out to determine the quality indicators of modified fats obtained by esterification of fatty acids with high molecular weight alcohols. An alternative to liquid vegetable oils can be frying fats obtained using a new technology, namely, esterification of fatty acids with high molecular weight alcohols, which helps to overcome the problem of thermal spoilage of fats. This method of modifying fats allows you to obtain a competitive product, and the specially selected molecular composition of this deep-frying fat allows you to increase the time and temperature of the product's operation and helps to avoid such undesirable effects as darkening and smoking of deep-fat. The purpose of this work is to study the physicochemical parameters of modified fats. To achieve this goal, it is necessary to solve the following tasks: determine the quality indicators of modified fats, namely: melting point, viscosity (kinematic and dynamic), density; to determine the antioxidant stability of modified frying fat in comparison with traditional frying fats. Determination of the oxidative stability of oils and fats was carried out in the "Rancimat" device, and is based on the accelerated oxidation of the sample at an elevated temperature in an air stream. Oxidation stability was determined at a temperature of 110 °C, according to the normative document GOST EN ISO 6886: 2019 "Animal and vegetable fats and oils. Determination of oxidation stability (accelerated oxidation method)". It was found that the melting point of modified fats qualifies them as culinary fats and raw materials for fatty products. It was found that the density of the obtained samples of esters is less than the density of traditional deep fat. It was revealed that all samples of ethers have a significantly lower kinematic viscosity compared to sunflower oil, which is often used as deep fat. Thus, during frying, the product will absorb less such frying fat, which will reduce the calorie content of the finished product. It was found that the loss of the product due to evaporation is from 3.46 to 11.38%. The antioxidant stability of ester samples is 3.4–6.8 times higher than that of sunflower oil, which will allow them to be effectively used as cooking (deep-frying) fats.

Keywords: frying fat; quality indicators; oxidation; the melting temperature; modified fat

Вступ

Обсмажування у фритюрі або імерсійне смаження практично єдиний спосіб приготування

продуктів швидкого масового харчування, таких як картопля фрі, чіпси, пиріжки і т. ін. У процесі смаження у фритюрі продукція поглинає значну кількість жиру. Тому безпека такої продукції в

значній мірі визначається показниками безпеки та якості фритюрного жиру, рівнем поглинання жиру продуктом і глибиною окислювальних змін жиру при зберіганні. Якість фритюрного жиру є запорукою якості і безпеки готових кулінарних виробів [1,2]. Для фритюрних жирів критеріями якості є: температура плавлення, в'язкість і окисна стабільність, всі ці показники і визначають подальшу якість продукції.

За останні роки у світі все більше уваги приділяється виготовленню продуктів для здорового харчування збагачених необхідними нутрієнтами згідно з рекомендаціями Всесвітньої організації охорони здоров'я. Документом ФАО/ВОЗ «Жири та жирні кислоти в харчуванні людини» 2010 р. (<http://www.fao.org/3/a-i1953e.pdf>) рекомендовано обмежувати в дієті пальмітинову (C₁₆), міристинову (C₁₄) і лауринову (C₁₂) жирні кислоти, оскільки ці насичені кислоти викликають підвищення рівня ліпопротеїдів низької щільності (ЛПНЩ), так званого «поганого холестерину». Тому для фритюру бажано використовувати жири ненасиченого складу, з обмеженою кількістю поліненасичених жирних кислот.

Смаження у фритюрі відбувається при досить високих температурах (160...195 °C), коли в жирі починаються хімічні перетворення, такі як окислення (взаємодія кисню повітря з гарячою поверхнею фритюру), гідроліз (взаємодія фритюру з парами води), полімеризація (термічний розклад фритюру) [3]. При цьому здатність різних жирів до цих перетворень може дуже суттєво відрізнятись. При виборі фритюру виробник продуктів швидкого харчування повинен враховувати такі важливі параметри, як засвоюваність жиру організмом людини, а також його поведінку в процесі сильного розігріву адже далеко не кожен жир можна піддавати тривалому впливу високих температур. Важливий фактор – економічність фритюру, що використовують [4].

На українському ринку з'являються все більше і більше фритюрних жирів різних марок. Жири тваринного походження мають високі температури плавлення внаслідок того, що в їх склад входить велика кількість насичених жирних кислот. Тому на поверхні приготовлених продуктів, де в якості фритюру використовуються тваринні жири, при охолодженні утворюється тверда жирова плівка. Але це не єдиний недолік. В організмі людини високоплавкі тваринні жири засвоюються набагато гірше, ніж жири з більш низькими температурами плавлення. А вживання в їжу великої кількості насичених жирних кислот веде до підвищення змісту рівня холестерину в крові, що є фактором ризику серцево-судинних захворювань. Тому використовувати такі жири як фритюр не рекомендується [5].

Відомо багато жирів рослинного походження, які можна застосовувати в якості фритюру. В основному це тропічні олії – пальмова і кокосова, які

внаслідок високої стійкості до окислення рекомендується використовувати для смаження. Але за своїми фізико-хімічними властивостями ці жири наближені до тваринних.

Альтернативою рідким рослинним оліям можуть служити фритюрні жири одержані за новою технологією, а саме, етерифікацією жирних кислот спиртами високої молекулярної маси, що допомагає подолати проблему термічного псування жирів. Дані фритюрні жири можуть не тільки замінити рідкі рослинні олії, а й мати над ними ряд переваг. Такий спосіб модифікування жирів дозволяє отримати конкурентоспроможний продукт, а спеціально підібраний молекулярний склад даного фритюрного жиру дозволяє збільшувати час і температуру експлуатації продукту і допомагає уникати таких небажаних ефектів, як потемніння і димлення фритюру [6].

Відомо, що жири в травному тракті людини піддаються гідролітичному розщепленню. Метаболічна трансформація традиційної олії передбачає стадію гідролізу, яка каталізується ферментом – панкреатичною ліпазою з утворенням вільних жирних кислот (СЖК) і 2-моноацілгліцеринів (2-МАГ), які згодом абсорбуються в кишечнику, в результаті чого відбувається синтез ТАГ метаболічним шляхом з 2-МАГ. Якщо продуктом гідролізу є 1-моноацілгліцерини, то в процесі метаболізму вони розпадаються до гліцерину і вільних жирних кислот, і абсорбуються клітинами кишечника, минаючи наступний ресинтез ТАГ. У результаті, в процесі травлення не утворюється надмірна кількість жирових частинок в сироватці крові, які відкладаються в клітинах жирової тканини. Для модифікації жирової сировини пропонується її перебудова, а саме алкільних груп з отриманням похідних жирних кислот, що мають певні функціональні властивості. Мета цієї перебудови полягає в перетворенні жирової сировини в ефіри жирних кислот одноатомних спиртів, які зменшують ресинтез жиру в організмі людини.

Суттєвою перевагою нового модифікованого жиру є мінімізація хімічних змін, що відбуваються під час смаження. Оскільки новий продукт не містить трьохатомного спирту – гліцерину, то під час термічного впливу не відбувається утворення токсичних гліцидолових ефірів [7].

Мета роботи

Об'єктом дослідження є показники якості модифікованих жирів.

Метою роботи є дослідження фізико-хімічних показників модифікованих жирів. Для досягнення поставленої мети треба вирішити наступні задачі:

- визначити показники якості модифікованих жирів, а саме: температура плавлення, в'язкість (кінематична і динамічна), густину.

- визначити антиоксидантну стабільність модифікованого фритюрного жиру в порівнянні з традиційними фритюрними жирами.

Виклад основного матеріалу

Безпека продукції швидкого харчування у великій мірі залежить від складу і термічної стабільності фритюрного жиру [8]. В даний час виробники часто використовують в якості фритюрного жиру найбільш дешеві рослинні олії, у багатьох підприємствах індустрії харчування практично відсутній оперативний контроль вмісту токсичних продуктів окислення у фритюрному жирі та готовій продукції, не дотримуються допустимі терміни використання фритюрного жиру.

На території України діє ДСТУ 4335:2004 «Жири кондитерські, кулінарні, хлібопекарські та для молочної промисловості». Відповідно до цього документу основні фізико-хімічними показниками таких жирів наведено у табл. 1.

Таблиця 1 – Фізико-хімічні показники кулінарних жирів відповідно до ДСТУ 4335:2004

Назва показника	Норма для кулінарного жиру
Кислотне число, мг КОН/г, не більше	0,4
Температура плавлення, °С	28,00–36,00
Температура застигання, °С	–

Результати попередніх досліджень [6] встановили раціональні параметри проведення процесу модифікації і одержання кулінарного (фритюрного) жиру – ефірів жирних кислот та високомолекулярних спиртів.

Одним з основних критеріїв модифікованих жирів є температура плавлення. Температура плавлення є важливим показником властивостей жирів: чим вона нижча, тим жир легше засвоюється людським організмом і володіє більш високими смаковими властивостями, оскільки не залишає салістого присмаку після вживання. Але дуже низька температура плавлення також є технологічно незручною – вироби, виготовлені на такому жирі, гірше зберігаються і втрачають свій товарний вигляд за підвищення температури навколишнього середовища [9]. Результати дослідження температур плавлення отриманих ефірів представлені у табл. 2.

Оскільки нормативного стандарту на фритюрний жир немає, а є ДСТУ 4335:2004 «Жири кондитерські, кулінарні, хлібопекарські та для молочної промисловості. Загальні технічні умови» згідно якому температура плавлення кулінарних жирів, а отже і фритюрних нормується від 28 до 36 °С. Отримані дані температури плавлення зразків ефірів: цетиловий ефір олеїнової кислоти, цетил-стеариловий ефір олеїнової кислоти від 29,6 до 34,65 °С відповідають нормативам. Інші одержані

зразки, а саме цетиловий ефір стеаринової кислоти і цетил-стеариловий ефір стеаринової кислоти з температурами плавлення відповідно 56,1 °С і 54,55 °С, кваліфікуються як сировина для жирових продуктів.

Таблиця 2 – Температури плавлення зразків ефірів

№	Назва ефіру	Температура плавлення, °С
1	Цетиловий ефір стеаринової кислоти	56,1
2	Цетиловий ефір олеїнової кислоти	29,6
3	Цетил-стеариловий ефір стеаринової кислоти	54,55
4	Цетил-стеариловий ефір олеїнової кислоти	34,65

Для нового продукту важливо визначити показники густини та в'язкості та порівняти одержані значення з показниками для традиційних фритюрних жирів. Значення густини, одержаних зразків при $t = 65$ °С наведено в табл. 3.

Таблиця 3 – Показники густини

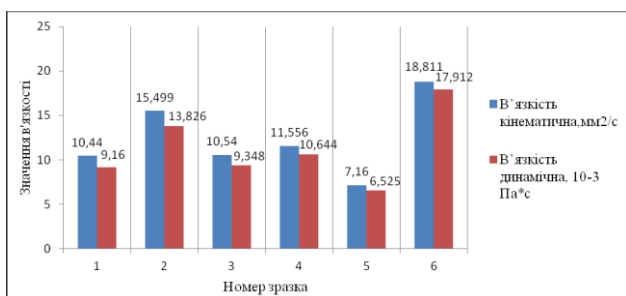
№	Назва ефіру	Густина, кг/м ³
1	Цетиловий ефір стеаринової кислоти	877,36
2	Цетиловий ефір олеїнової кислоти	892,09
3	Цетил-стеариловий ефір стеаринової кислоти	886,87
4	Цетил-стеариловий ефір олеїнової кислоти	921,12
5	Етиловий ефір стеаринової кислоти	911,35
6	Соняшникова олія	927,00

Встановлено, що густина одержаних зразків ефірів є меншою за густину традиційного фритюру.

В'язкість суттєво впливає на залишковий вміст олії у продукті. Чим більше в'язкість, тим більша кількість жиру залишиться у готовому продукті. В'язкість зростає з тривалим використанням олії (реакція полімеризації). Наприклад, у соєвої олії в'язкість зростає у 4 рази після 60 год використання; у оливкової олії у 2 рази після 16 год смаження. З точки зору здорового харчування наявність великої кількості жиру у продукті є негативним фактором, тому бажано щоб фритюрна олія мала низьку початкову в'язкість [10].

Кінематична в'язкість переважної більшості рідких рослинних олій становить 38–52 мм²/с (при 20 °С). Визначили в'язкість ефірів при $t = 65$ °С. При такій температурі рафінована соняшникова олія має в'язкість – 17,77 мм²/с. Порівняння показників в'язкості зразків ефірів і соняшникової олії наведено на рис. 1.

Таким чином, всі зразки ефірів мають значно нижчу кінематичну в'язкість у порівнянні з соняшниковою олією, яку досить часто використовують у якості фритюру. Оскільки, ефіри жирних кислот та високомолекулярних спиртів мають низьку в'язкість при $t = 65\text{ }^{\circ}\text{C}$ у порівнянні з традиційним жиром, то під час смаження продукт менше поглинатиме такий фритюрний жир, що зменшить калорійність готової страви.



Номер зразка: 1 – цетиловий ефір стеаринової кислоти, 2 – цетиловий ефір олеїнової кислоти, 3 – цетил-стеариловий ефір стеаринової кислоти, 4 – цетил-стеариловий ефір олеїнової кислоти, 5 – етиловий ефір стеаринової кислоти, 6 – соняшникова олія

Рис. 1 – Показники кінематичної і динамічної в'язкості при $65\text{ }^{\circ}\text{C}$

При смаженні у фритюрі, співвідношення жиру до продукту 4:1 – 5:1 дозволяє прискорити процес смаження, підтримувати нижчі температури фритюру ($150\text{--}160\text{ }^{\circ}\text{C}$), знижувати швидкість його термічного розкладання і окислення, а отже, і витрати [11,12]. Однією з важливих особливостей фритюрної олії є стійкість до розщеплення. Одним з видів втрат при смаженні є летючі компоненти: вуглеводи, кетони, альдегіди, спирти та ін. Продукти розщеплення олії залишають фритюрницю, тим самим відбувається втрата фритюрної олії. В умовах безперервного смаження, жир постійно видаляється з ванної для смаження з готовим продуктом, і частково випаровується у вигляді вторинних продуктів окислення. Цей процес безпосередньо впливає на економічну складову технології. За своєю природою ефіри є легколеткими речовинами, тому доцільно визначити випаровуваність отриманого продукту. Для оцінки кількісної втрати модифікованого фритюру було проведено дослідження щодо втрат жиру в $\text{г}/\text{м}^2$ вільної поверхні при температурі $190\text{ }^{\circ}\text{C}$. Результати дослідження показників випаровуваності ефірів наведено у табл. 4.

Безперечно, чим менше показник випаровуваності тим краще. За результатами зразки № 3 та № 4 мають найменшу випаровуваність при довготривалому застосуванні.

Таблиця 4 – Випаровуваність зразків ефірів жирних кислот та високомолекулярних спиртів

№	Назва ефіру	Випаровуваність, $\text{г}/\text{м}^2 \cdot \text{год}$ при $190\text{ }^{\circ}\text{C}$
1	Цетиловий ефір стеаринової кислоти	41,85
2	Цетиловий ефір олеїнової кислоти	80,94
3	Цетил-стеариловий ефір стеаринової кислоти	18,65
4	Цетил-стеариловий ефір олеїнової кислоти	22,53
5	Етиловий ефір стеаринової кислоти	174,26

Встановлено, що втрати модифікованих фритюрних жирів за рахунок випаровування складають від 22,53 до $80,94\text{ г}/\text{м}^2 \cdot \text{год}$.

Проведені дослідження щодо визначення фізико-хімічних показників є досить важливими для технологічної складової процесу імерсійного смаження. За всіма параметрами одержані зразки можуть бути визначені як кулінарні (фритюрні) жири, або можуть слугувати компонентом для жирових продуктів.

Одним із найважливіших параметрів фритюрних жирів є окислювальна стабільність. Наслідком окислення є неприємний смак і запах, що характерні для прогрітих олій та жирів, а також втрата функціональних та поживних властивостей [13,14]. Характеристикою процесу окислення фритюрних жирів є період індукції. Визначення окислювальної стабільності олій і жирів проведено у приладі «Rancimat», і засновано на прискореному окисленні зразка при підвищеній температурі в потоці повітря. Стійкість до окислювання визначали при температурі $110\text{ }^{\circ}\text{C}$, за нормативним документом ДСТУ EN ISO 6886:2019 «Жири тваринні і рослинні та олії. Визначення стійкості до окислення (метод прискореного окислення)».

Результати дослідження наведено на рис. 2–5, та узагальнено у табл. 5.

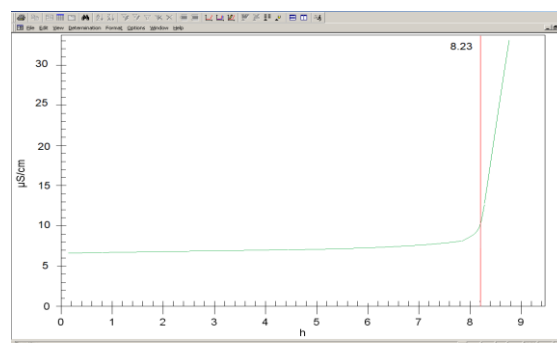


Рис. 2 – Результати дослідження окислювальної стабільності цетилового ефіру олеїнової кислоти

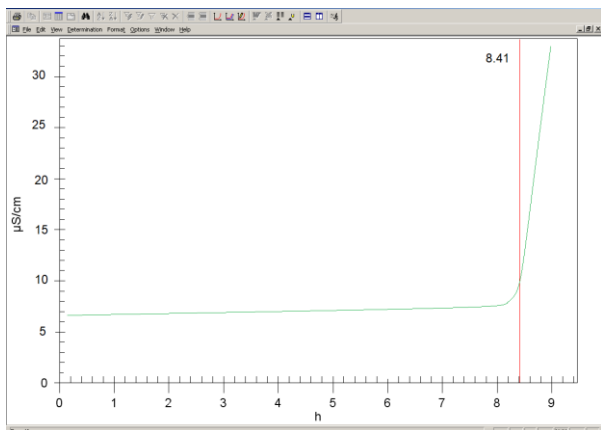


Рис. 3 – Результати дослідження окислювальної стабільності цетил-стеарилового ефіру олеїнової кислоти

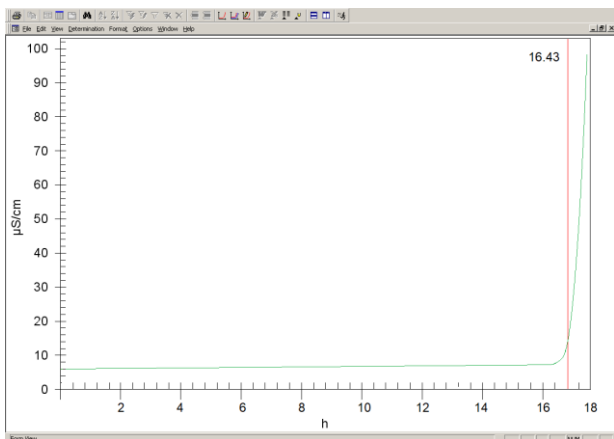


Рис. 4 – Результати дослідження окислювальної стабільності цетилового ефіру стеаринової кислоти

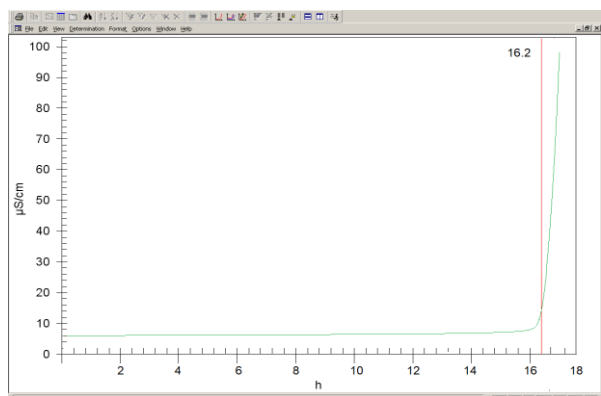


Рис. 5 – Результати дослідження окислювальної стабільності цетил-стеарилового ефіру стеаринової кислоти

Досліджені ефіри високомолекулярних спиртів насичених та ненасичених жирних кислот погано піддаються окисленню. За довідковими даними тривалість окислення соняшникової олії при 110 °C складає 2 год 43 хв [15].

Таблиця 5 – Час окислення зразків ефірів жирних кислот та високомолекулярних спиртів

№	Назва ефіру	Температура дослідження	Час окислення
1	Цетиловий ефір стеаринової кислоти	110 °C	16,43
2	Цетиловий ефір олеїнової кислоти	110 °C	8,23
3	Цетил-стеариловий ефір стеаринової кислоти	110 °C	16,20
4	Цетил-стеариловий ефір олеїнової кислоти	110 °C	8,41

Результати дослідження свідчать, про те, що одержані модифіковані жири у 3,4–6,8 разів мають вищу антиоксидантну стабільність і можуть використовуватися 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» [16] виявляють достатню термічну стійкість до окислення порівняно з традиційною жирною сировиною.

Висновки

В результаті проведених досліджень:

– встановлено, що температура плавлення модифікованих жирів кваліфікує їх як жири кулінарні, та сировина для жирових продуктів.

– встановлено, що 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 поглинати такий фритюрний жир, що зменшить калорійність готового продукту.

– встановлено, що втрати модифікованих фритюрних жирів за рахунок випаровування складають від 22,53 до 80,94 г/м²·год.

– визначено антиоксидантну стабільність зразків ефірів, що у 3,4–6,8 разів вища за соняшкову олію та 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 традиційною жирною сировиною.

Список літератури

1. Рудакова М. Ю., Николаева Ю. В. Повышение безопасности продуктов питания, жаренных во фритюре. *Продовольственные технологии*. 2017. 1. С. 21–26.
2. Самойлов А. В. Исследование фритюрных жиров в технологии картофеля фри. *Масложировая промышленность*. 2013. 3. С. 18–19.
3. Ипатова Л. Г. *Жировые продукты для здорового питания. Современный взгляд*. Москва: ДеЛи принт, 2009. 396 с.
4. Pedreschi F., Moyano P., Kaack K., Granby K. Color changes and acrylamide formation in fried potato slices. *Food Res. Intl.* 2005. 38. P. 1–9.
5. Boskou G., Salta F. N., Chiou A., Troullidou E., Andrikopoulos N. K. Content of trans, trans-2,4-decadienal in deep-fried and panfried potatoes. *Eur. J. Lipid Sci Technol.* 2006. 108. P. 109–15.
6. Udovenko O., Gladkiy F., Shkredov I., Havriushenko K., Litvinenko O., Kunitsia K. Technology of culinary (frying) fats. *EUREKA: Life Sciences*. 2020. 3. P. 10–17.
7. Wei-wei Cheng, Guo-qing Wang, Zeng-she Liu. Glycidyl Fatty Acid Esters in Refined Edible Oils: A Review on Formation, Occurrence, Analysis, and Elimination Methods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2017. P. 263–281. doi: 10.1111/1541-4337.12251.
8. Мазалова Л. М. Качество фритюрного жира как залог безопасности продукции. *Пищевая промышленность*. 2006. № 3. С. 50–53.
9. Kerrihard Adrian L., Nagy K., Craft Brian D., Beggio Maurizio Pegg Ronald B. Oxidative Stability of Commodity Fats and Oils: Modeling Based on Fatty Acid Composition. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 2015. 92. Iss. 8. P. 1153–1161. doi: 10.1007/s11746-015-2686-4.
10. Wang T., Jiang Y., Hammond E. Effect of randomization on the oxidative stability of corn oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 2005. 82 (2). P. 111–117. doi: 10.1007/s11746-005-1051-z.
11. Tarmizi Azmil Haizam Ahmad, Razali Ismail. Comparison of the Frying Stability of Standard Palm Olein and Special Quality Palm Olein. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 2008. 85. Iss. 3. P. 245–251. doi: 10.1007/s11746-007-1184-8.
12. Rudzińska Magdalena, Hassanein Minar M. M., Adel G. Abdel-Razek, Ratusz Katarzyna, Siger Aleksander. Blends of rapeseed oil with black cumin and rice bran oils for increasing the oxidative stability. *J. Food Sci. Technol.* 2016. 53(2). P. 1055–1062. doi: 10.1007/s13197-015-2140-5.
13. Wang T., Jiang Y., Hammond E. Effect of randomization on the oxidative stability of corn oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 2005. 82 (2). P. 111–117. doi: 10.1007/s11746-005-1051-z.
14. Miyazawa T., Shibata A., Sookwong P., Kawakami Y., Eitsuka T., Asai A., Oikawa S., Nakagawa K. Antiangiogenic and anticancer potential of unsaturated vitamin E (tocotrienol). *J. Nutr. Biochem.* 2009. Iss. 20 (2). P. 79–86.
15. Удовенко О. О., Куниця К. В., Литвиненко О. А., Гладкий Ф. Ф. Розробка кулінарних жирів підвищеної окисної стабільності. *Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях*. – Харків: НТУ «ХПІ».

2018. № 26 (1302). Т. 2. С. 100–108. doi:10.20998/2413-4295.2018.26.39.

16. Гладкий Ф. Ф., Литвиненко О. А., Гаврюшенко К. О., Удовенко О. О. ТУ У 20.5-1225000194-001:2019 «Жири модифіковані рослинні кондитерські, кулінарні, хлібопекарські та для молочної промисловості». 2019. 27 с.

References (transliterated)

1. Rudakova M. Yu., Ny'kolaeva Yu. V. Povysheny'e bezopasnosti' produktov py'tany'ya, zharennyx vo fry'tyure [Improving the safety of deep-fried food]. *Prodovol'stvennyye texnologiy' [Food technology]*, 2017, 1, pp. 21–26.
2. Samojlov A. V. Y'ssledovany'e fry'tyurnyx zhy'rov v texnologiy' kartofelya fry' [Research of deep-frying fats in French fries technology]. *Maslozhyrovaya promyshlennost' [Oil and fat industry]*, 2013, 3, pp. 18–19.
3. Ipatova L. G. Zhy'rovye produkty dlya zdorovogo py'tany'ya [Fatty foods for a healthy diet]. *Sovremennyj vzglyad [A modern look]*, M.: DeLy pry'nt, 2009, 396 p.
4. Pedreschi F., Moyano P., Kaack K., Granby K. Color changes and acrylamide formation in fried potato slices. *Food Res. Intl.*, 2005, 38, pp. 1–9.
5. Boskou G., Salta F. N., Chiou A., Troullidou E., Andrikopoulos N. K. Content of trans, trans-2,4-decadienal in deep-fried and pan-fried potatoes. *Eur. J. Lipid Sci Technol.*, 2006, 108, pp. 109–15.
6. Udovenko O., Gladkiy F., Shkredov I., Havriushenko K., Litvinenko O., Kunitsia K. Technology of culinary (frying) fats. *EUREKA: Life Sciences*, 2020, 3, pp. 10–17.
7. Wei-wei Cheng, Guo-qing Wang, Zeng-she Liu. Glycidyl Fatty Acid Esters in Refined Edible Oils: A Review on Formation, Occurrence, Analysis, and Elimination Methods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2017, P. 263–281, doi: 10.1111/1541-4337.12251.
8. Mazalova L. M. Kachestvo fritjurnogo zhira kak zalog bezopasnosti produkci [The quality of frying fat as a guarantee of product safety]. *Pishhevaja promyshlennost' [Food industry]*, 2006, no. 3, pp. 50–53.
9. Kerrihard Adrian L., Nagy K., Craft Brian D., Beggio Maurizio Pegg Ronald B. Oxidative Stability of Commodity Fats and Oils: Modeling Based on Fatty Acid Composition. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 2015, 92, Iss. 8, pp. 1153–1161, doi: 10.1007/s11746-015-2686-4.
10. Wang T., Jiang Y., Hammond E. Effect of randomization on the oxidative stability of corn oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 2005, 82 (2), pp. 111–117, doi: 10.1007/s11746-005-1051-z.
11. Tarmizi Azmil Haizam Ahmad, Razali Ismail. Comparison of the Frying Stability of Standard Palm Olein and Special Quality Palm Olein. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 2008, 85, Iss. 3, pp. 245–251, doi: 10.1007/s11746-007-1184-8.
12. Rudzińska Magdalena, Hassanein Minar M. M., Adel G. Abdel-Razek, Ratusz Katarzyna, Siger Aleksander. Blends of rapeseed oil with black cumin and rice bran oils for increasing the oxidative stability. *J. Food Sci. Technol.*, 2016, 53 (2), pp. 1055–1062, doi: 10.1007/s13197-015-2140-5.
13. Wang T., Jiang Y., Hammond E. Effect of randomization on the oxidative stability of corn oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 2005, 82 (2), pp. 111–117, doi: 10.1007/s11746-005-1051-z.
14. Miyazawa T, Shibata A, Sookwong P, Kawakami Y, Eitsuka T, Asai A, Oikawa S, Nakagawa K. Antiangiogenic and

- anticancer potential of unsaturated vitamin E (tocotrienol). *J. Nutr. Biochem.*, 2009, Iss. 20 (2), pp. 79–86.
15. Udovenko O. O., Kunicja K. V., Litvinenko O. A., Gladkiy F. F. Rozrobka kulinarnih zhiriv pidvishhenoi okisnoi stabil'nosti [Development of culinary fats with increased oxidation stability.]. *Visnik NTU «HPI», Serija: Novi rishennja v suchasni tehnologijah [Bulletin of NTU "KhPI", Series: New solutions in modern technologies]*. Kharkiv: NTU «KhPI», 2018, no. 26 (1302), 2, pp. 100 – 108, doi:10.20998/2413-4295.2018.26.39.
16. Gladkiy F. F., Litvinenko O. A., Gavrjushenko K. O., Udovenko O. O. TU U 20.5-1225000194-001:2019 «Zhy`ry` mody`fikovani rosly`nni kondy`ters`ki, kulinarni, xlibopekars`ki ta dlya molochnoyi promy`slovosti» [“Modified vegetable confectionery, culinary, baking and dairy fats”], 2019, 27 p.

Відомості про авторів (About authors)

Удовенко Олександр Олександрович – аспірант, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», кафедра технології жирів та продуктів бродіння, м. Харків, Україна; e-mail: aleksey.udovenko@gmail.com

Oleksiy Udovenko – postgraduate student, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Department of Fats and Fermentation Products, Kharkiv, Ukraine; e-mail: aleksey.udovenko@gmail.com

Гладкий Федір Федорович – доктор технічних наук, професор, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», професор кафедри технології жирів та продуктів бродіння, м. Харків, Україна; e-mail: gladky2009@gmail.com

Fedir Gladkiy – Doctor of Technical Sciences, Professor, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Professor of the Department of Fats and Fermentation Products, Kharkiv, Ukraine; e-mail: gladky2009@gmail.com

Шкредов Іван Володимирович – магістрант, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», кафедра технології жирів та продуктів бродіння, м. Харків, Україна; e-mail: john.shkredov@gmail.com

Ivan Shkredov – Master's student, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Department of Fat and Fermentation Products, Kharkiv, Ukraine; e-mail: john.shkredov@gmail.com

Гаврюшенко Катерина Олександрівна – аспірантка, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», кафедра технології жирів та продуктів бродіння, м. Харків, Україна; e-mail: katealefarova@gmail.com

Katerina Havriushenko – postgraduate student, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Department of Fats and Fermentation Products, Kharkiv, Ukraine; e-mail: katealefarova@gmail.com

Будь ласка, посилайтесь на цю статтю наступним чином:

Удовенко О. О., Гладкий Ф. Ф., Шкредов І. В., Гаврюшенко К. О. Показники якості модифікованих жирів нового покоління. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях.* – Харків: НТУ «ХПІ». 2020. № 3 (5). С. 66-72. doi:10.20998/2413-4295.2020.01.10.

Please cite this article as:

Udovenko O., Gladkiy F., Shkredov I., Havriushenko K. Quality indicators of modified fats of the new generation. *Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: New solutions in modern technology.* – Kharkiv: NTU "KhPI", 2020, no. 3 (5), pp. 66-72, doi:10.20998/2413-4295.2020.01.10.

Пожалуйста, ссылайтесь на эту статью следующим образом:

Удовенко А. А., Гладкий Ф. Ф., Шкредов И. В., Гаврюшенко К. А. Показатели качества модифицированных жиров нового поколения. *Вестник Национального технического университета «ХПИ». Серия: Новые решения в современных технологиях.* – Харьков: НТУ «ХПИ». 2020. № 3 (5). С. 66-72. doi:10.20998/2413-4295.2020.01.10.

АННОТАЦІЯ Проведено дослідження по визначенню показників якості модифікованих жирів отриманих шляхом естерифікації жирних кислот спиртами високої молекулярної маси. Альтернативою жидким рослинним маслам можуть виступати фритюрні жири отримані за новою технологією, а саме, естерифікацією жирних кислот спиртами високої молекулярної маси, що допомагає подолати проблему термічної порчи жирів. Таким способом модифікації жирів дозволяє отримати конкурентоспроможний продукт, а спеціально підібраний молекулярний склад даного фритюрного жиру дозволяє збільшувати час і температуру експлуатації продукту і допомагає уникнути небажаних ефектів, як потемніння і димлення фритюра. Метою роботи - дослідження фізико-хімічних показників модифікованих жирів. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі: визначити показники якості модифікованих жирів, а саме: температуру плавлення, в'язкість (кінематична і динамічна), щільність; визначити антиоксидантну стабільність модифікованого фритюрного жиру порівняно з традиційними фритюрними жирами. Визначення окислювальної стабільності масел і жирів проведено на пристрої «Rapimat», і оснований на прискореному окисненні зразка при підвищеній температурі в потоці повітря. Стійкість до окислення визначали при температурі 110 °С, за нормативним документом ГОСТ EN ISO 6886:2019 «Жири тваринні і рослинні і масла. Визначення стійкості до окислення (метод прискореного окислення)». Встановлено, що температура плавлення модифікованих жирів кваліфікує їх як жири кулінарні, і сировина для жирів продуктів. Встановлено, що щільність отриманих зразків ефірів менше щільності традиційного фритюра. Виявлено, що всі зразки ефірів мають значно менше кінематичну в'язкість порівняно з підсонячним маслом, яке часто використовують як фритюр. Таким чином, в час жарки продукт буде менше поглинати такої фритюрний жир, що зменшить калорійність готового продукту. Встановлено, що втрати продукту за рахунок випаровування становлять від 3,46 до 11,38 %. Антиоксидантна стабільність зразків ефірів в 3,4–6,8 раз вище підсонячного масла, що дозволить ефективно використовувати їх як кулінарні (фритюрні) жири.

Ключові слова: фритюрний жир; показники якості; окислення; температура плавлення; модифікований жир

Надійшла (received) 26.08.2020