

П.О. НЕКРАСОВ, канд. техн. наук, **О.В. ПОДЛІСНА**, аспірант,
Ю.М. ПЛАХОТНА, аспірант, НТУ «ХПІ»

ОКИСНЮВАЛЬНА СТІЙКІСТЬ ЖИРІВ, ЗБАГАЧЕНИХ ДІАЦИЛГЛІЦЕРИНАМИ

Дослідженнями останніх років встановлено, що жири, збагачені діацилгліцерином (ДАГ) в організмі людини засвоюються як джерело енергії і не залишаються у вигляді жирових відкладень. Проте бракує інформації про стійкість до окиснення жирів, збагачених ДАГ, що є важливим фактором для термінів їх придатності. На вирішення цього питання було спрямовано представлену роботу. Здійсненими дослідженнями встановлено, що окиснювальна стійкість жирів, збагачених ДАГ, знаходиться не тільки на рівні з показниками традиційних жирів, а й незначно перевищує їх. Це надає можливість розробляти нові жиромісткі харчові продукти лікувально-профілактичного та функціонального призначення з підвищеним терміном зберігання.

Up-to-date researches proved that diacylglycerol (DAG) fats are utilized as energy source in human organism and prevent fat accumulation. However there is lack of information concerning DAG fats oxidation stability which is the important factor for shelf life. The present work was aimed at the solution of this question. The fulfilled investigations ascertained that DAG fats oxidation stability was not only equal to conventional fats characteristics but was a bit higher. These results make possible to develop novel medioprophyllactic and functional fat-and-oil products with longer shelf life.

Концепція державної політики в області здорового харчування населення визначає, що покращення структури харчування та контроль за безпекою харчових продуктів є основними пріоритетами збереження здоров'я населення та профілактики аліментарно-залежних захворювань.

За останні десятиріччя з огляду на зріст числа хронічних захворювань та встановлення їх причинного зв'язку з незбалансованим харчуванням, до харчових продуктів стали відноситися як до ефективного засобу підтримки фізичного та психічного здоров'я та зниження ризику виникнення різноманітних захворювань. На сьогодні харчова індустрія усього світу намагається створити нові функціональні продукти третього тисячоліття, які стали б важливим фактором у боротьбі з різноманітними захворюваннями, серед яких найпоширенішими є проблеми пов'язані з надлишковою вагою, серцево-судинні хвороби, діабет та рак.

Збільшення споживання жирів вважається основною причиною ожиріння. Останнім часом широко досліджується залежність між гіпертригліцеридемією та коронарною хворобою серця. Одними з факторів ризику розвитку

коронарної хвороби серця вважаються ліпопротеїни низької густини та збагачені триацилгліцеридами, зокрема хіломікрони [1].

Через те, що харчові жири посилюють смакову привабливість їжі, важко дотримуватися раціону з низьким вмістом жиру протягом тривалого часу. Однією з інновацій у цьому напрямку є жирові продукти, збагачені діацилгліцеридами (ДАГ), які допомагають регулювати вагу та є прийнятними заміниками традиційних олій у повсякденному харчуванні. За органолептичними властивостями та показниками безпеки ДАГ олія не відрізняється від традиційної олії, і може використовуватися як харчовий компонент продуктів масложирової галузі [2].

Завдяки тому, що діацилгліцерини містять у собі два залишки жирних кислот, на відміну від головного компонента звичайної традиційної олії – триацилгліцеринів (ТАГ), перші головним чином засвоюються як джерело енергії і не залишаються в організмі у вигляді жирових відкладень. ДАГ-олія легко перетравлюється, приймає активну участь у метаболізмі та не впливає на абсорбцію жиророзчинних вітамінів, таких як А, D, Е або К [3].

Було досліджено механізм дії ДАГ на рівень хіломікронів в організмі людини після вживання їжі та встановлено, що головні продукти травлення ДАГ олії 1(3)-моноацилгліцерини (МАГ) перетворюються в ТАГ в незначній кількості у слизовій тонкого кишківнику. Збільшення рівня хіломікронів після вживання ДАГ олії є меншим у порівнянні з традиційною олією. Тому тривале використання ДАГ олії у харчовому раціоні дозволяє знизити масу жиру, а також підвищити ступінь споживання кисню, ензимну активність β-окиснення у печінці та зменшити секрецію лімфи. Біологічна роль ДАГ полягає у зменшенні транспортування неестерифікованих жирних кислот через печінкову та воротну вену і концентрації ліпідів в артеріальній плазмі після прийому їжі [3].

Встановлено, що повсякденне споживання людиною функціональної ДАГ-олії зменшує накопичення жиру в організмі за рахунок збереження чутливості до інсуліну та толерантності до глюкози. Прискорення окиснення жиру у скелетних м'язах одночасно з пригніченням глюконеогенезу є молекулярними перетвореннями, що лежать в основі сприятливого впливу ДАГ [4].

Вищезазначені властивості ДАГ-олії доводять її значну біологічну та фізіологічну роль для організму людини у попередженні виникнення багатьох захворювань.

У теперішній час вивченню процесів окиснення ТАГ приділяється значна увага [5]. Проте бракує інформації про стійкість до окиснення жирів, збагачених ДАГ, що є важливим фактором для термінів придатності сконструйованих на їх основі харчових продуктів лікувально-профілактичного та функціонального призначення. На вирішення цього питання було спрямовано дану роботу.

Здійснювався комплексний порівняльний аналіз стійкості до окиснення збагачених ДАГ твердих та рідких рослинних жирів, зокрема пальмової та соняшникової олій. Як зразки зіставлення було обрано вказані жири, які в своєму складі не мали ДАГ.

Для одержання жирів, збагачених ДАГ було використано метод ферментативного гліцеролізу під дією ферментативного препарату Novozym 435 («Novozymes», Данія). Novozym 435 являє собою іммобілізовану термостабільну В-ліпазу *Candida antarctica*. Ліпаза була отримана за допомогою глибокого бродіння продуцента *Aspergillus oryzae*, в ДНК якого було впроваджено ген мікроорганізму *Candida antarctica*, що відповідає за синтез вказаного ферменту. Носієм для іммобілізації ліпази є поперечно-зшиті ефіри метакрилової кислоти.

Порядок дій при здійсненні біокаталітичних процесів був наступним. Вихідний жир та гліцерин у мольному співвідношенні 1 : 1 вносили в тригорлу колбу. Колбу поміщали на баню з регульованою температурою та включали перемішуванням зі швидкістю 200 обертів за хвилину під шаром азоту. Коли температура суміші досягала 60 °С у реакційну колбу вносився ферментний препарат у кількості 10 % від маси реакційної суміші і швидкість перемішування підіймалась до 450 об/хв. Реакцію при вказаній температурі проводили протягом 2 годин. Після закінчення реакції суміш декантували і ферментний препарат відокремлювали шляхом центрифугування.

Гліцерин, жирні кислоти і моноацилгліцерини відділяли від цільового продукту шляхом молекулярної дистиляції на спеціально створеній оригінальній установці.

Вміст ДАГ в отриманих жирах було визначено у відповідності із AOCS Official Method Cd 11b-91. Використовувався хроматограф Clarus 500 Gas Chromatography (Perkin-Elmer), оснащений полум'яно-іонізаційним детектором (ПІД). Колонка Restek Rtx-65TG, капілярна; її геометричні параметри: довжина 30 м, 0,25 мм внутрішній діаметр, 0,2 мкм товщина нерухомої фази. Стаціонарна фаза Crossbond 35 % диметил – 65 % діфенилполісилоксан.

Температурна програма 80 °С (0 хв.), 10 °С/хв. до 320 °С (0 хв.), 5 °С/хв. до 360 °С (15 хв.) Температура інжектора – 320 °С, температура детектора – 370 °С . Газ-носії – гелій. Швидкість газу-носія 3 см³/хв. Спліт 1 : 50. Витрата повітря для ПД – 450 см³/хв., витрата водню для ПД – 45 см³/хв. Обсяг проби, що вводився, – 0,5 мкл. Було встановлено, що отримані жири містять 82 – 84 % ДАГ.

Стійкість до окиснення досліджуваних жирів визначали за допомогою прибору 743 Rancimat (Metrohm AG, Швейцарія), робота якого базується на визначенні питомої електропровідності, обумовленою дисоціацією летучих кислот (в основному мурашиної), які утворюються при окислюванні жиру киснем повітря при підвищеній температурі.

Жири піддавались обробці потоком повітря, що мало швидкість 20 літрів на годину, при температурі 120 °С у реакційній пробірці. Леткі продукти окиснення переносились з потоком повітря у вимірювальну комірку, де вони абсорбувались дистильованою водою. При безперервній реєстрації питомої електропровідності вмісту комірки були отримані криві окиснення, за точками перегину яких за допомогою програмного забезпечення прибору 743 Rancimat були оцінені показники окисної стабільності – час індукції.

Статистично оброблені результати 3-х паралельних вимірювань за кожним зразком представлено на рис. 1 та рис. 2.

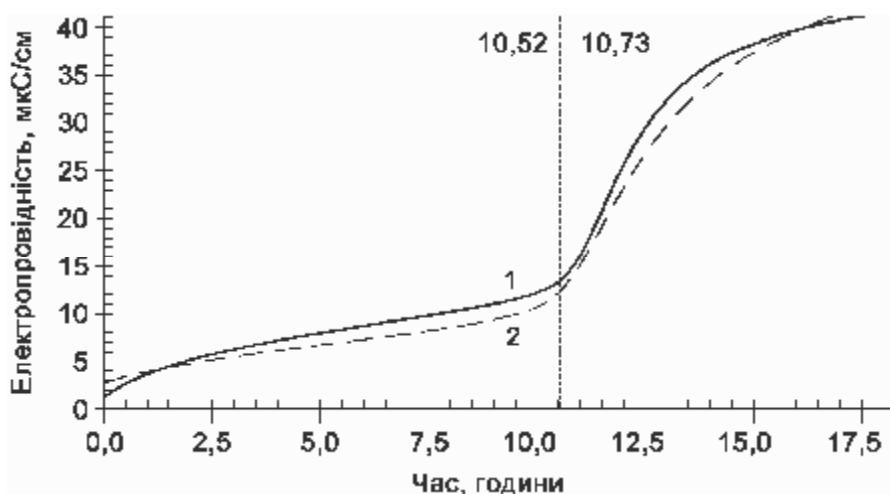


Рис. 1. Результати дослідження окиснювальної стійкості твердих жирів за методом 743 Rancimat:

1 – пальмова олія, збагачена ДАГ; 2 – вихідна пальмова олія

Як свідчать дані рис. 1 час індукції для вихідної пальмової олії становить 10,52 години, а для цієї ж олії, збагаченої ДАГ, – 10,73 години. Для рід-

ких жирів час індукції зменшується (рис. 2), зокрема для вихідної соняшникової олії він становить 6,5 годин, а для збагаченої ДАГ олії – 7,18 години.

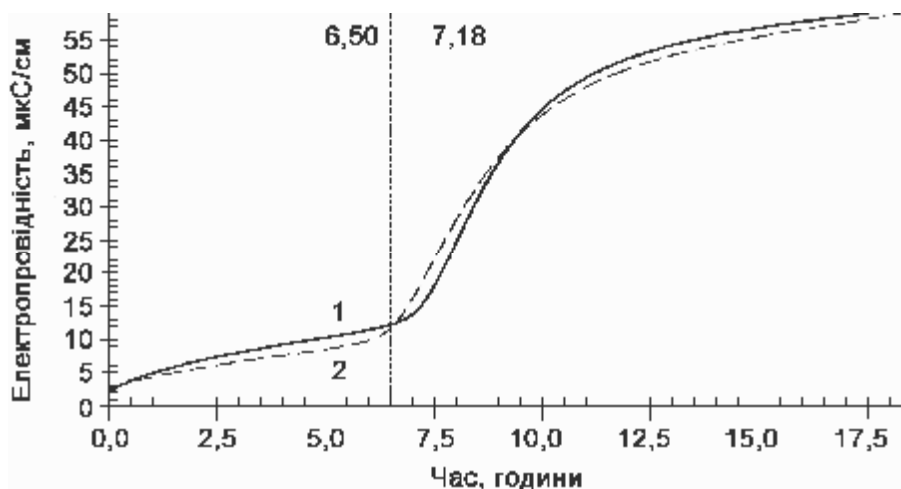


Рис. 2. Результати дослідження окиснювальної стійкості рідких жирів за методом 743 Rancimat:

1 – соняшникова олія, збагачена ДАГ; 2 – вихідна соняшникова олія

Таким чином, окиснювальна стійкість жирів, збагачених ДАГ, знаходиться не тільки на рівні з показниками вихідних жирів, а й незначно перевищує їх. Цей факт може пояснюватись наявністю вільної гідроксильної групи у складі діацилгліцеринів, яка діє як антиоксидант аналогічно зі спиртовою групою цукрів або поліолів, і є фактором підвищення окиснювальної стабільності жирів, збагачених ДАГ. Це надає можливість розробляти нові жиромісткі харчові продукти лікувально-профілактичного та функціонального призначення з підвищеним терміном зберігання.

Список літератури: 1. Remnant-like particle (RLP) cholesterol is an independent cardiovascular disease risk factor in women: results from the Framingham Heart Study / [J. R. McNamara, P. K. Shah, K. Nakajima et al.]. // *Atherosclerosis*. – 2001. – Vol. 154, № 1. – P. 229 – 236. 2. Flickinger B. D. Nutritional characteristics of DAG oil / B. D. Flickinger, N. Matsuo // *Lipids*. – 2003. – Vol. 38. – P. 129 – 132. 3. Matsuo N. Nutritional characteristics and health benefits of diacylglycerol in foods / N. Matsuo // *Food Sci. Technol. Res.* – 2004. – Vol. 10, № 2. – P. 103 – 110. 5. 4. Saito S. Dietary 1,3-diacylglycerol protects against diet-induced obesity and insulin resistance / S. Saito, A. Hernandez-Ono, H. N. Ginsberg // *Metabolism Clinical and Experimental*. – 2007. – Vol. 56, № 11. – P. 1566 – 1575. 5. Wijesundera C. The influence of triacylglycerol structure on the oxidative stability of polyunsaturated oils / C. Wijesundera // *Lipid Technology*. – 2008. – Vol. 20, № 9. – P. 199 – 202.

Надійшла до редколегії 14.05.09