

## УДК 637. 285.05.07

Димань Т.М., Загоруй Л.П. (Україна, Біла Церква)

**АНТИОКСИДАНТНІ ВЛАСТИВОСТІ РОСЛИННИХ ОЛІЙ У МОЛОЧНОМУ ЖИРІ**

З погіршенням екологічної ситуації пов'язано забруднення харчових продуктів численними ксенобіотиками, що призводить до забруднення внутрішнього середовища організму людини цими речовинами. Тому для населення України проблема підвищення рівня здоров'я, зниження захворюваності і збільшення тривалості життя в останні роки набула особливо важливого значення. Фахівці в галузі охорони здоров'я вважають, що в умовах неблагополучної екологічної ситуації, неповноцінного харчування до раціону необхідно включати біологічно активні речовини, які допомагають перебігу в організмі природних фізіологічних процесів, звільнюють його від шлаків і токсинів. Продукти рослинного походження є багатим джерелом таких речовин, зокрема алкалоїдів, глікозидів, фенольних сполук, флавоноїдів, фенілпропаноїдів та ін. [1].

Відомо, що поліфенольні сполуки рослин характеризуються протизапальною, антимікробною, антивірусною, капіляропротекторною, радіозахисною та антиканцерогенною дією. Одним із напрямів досліджень у галузі поліфенолів є вивчення їх здатності діяти як акцептори вільних радикалів та інгібітори ланцюгових реакцій. З цією властивістю фенольних сполук великою мірою пов'язана їх антиоксидантна властивість стосовно жирів, яка має важливе практичне значення. З огляду на це, перспективним напрямом стає пошук нових джерел біологічно активних речовин і створення широкої гами натуральних продуктів модифікованого хімічного складу, збагачених есенціальними харчовими речовинами.

Метою нашої роботи було дослідження антиокиснювальних властивостей низки рослинних олій за їхнього додавання до молочного жиру, а також токсикологічна та мікробіологічна оцінка вершкового масла з біоантиоксидантами.

Методика досліджень. Як біологічні добавки використовували рослинні олії із зародків пшениці, насіння гарбуза, плодів шипшини, кісточок винограду, амаранту, обліпихи. Їх вносили в молочний жир у кількості 0,5 % до маси жиру. Контролем слугував жир без добавки. Антиоксидантні властивості добавок досліджували в умовах прискорено-кінетичного окиснення – за температури 102 °С у сушильній шафі з вільним доступом кисню повітря. Проби молочного жиру зберігали впродовж трьох діб. Якість жиру оцінювали за органолептичними показниками, накопиченням пероксидів, карбонільних сполук, які реагують з 2-тіобарбітуровою кислотою (2-ТБК) та кислотністю [2].

Ефективність дії досліджуваних біоантиоксидантів визначали за формулою:

$$E = r_a / r_0$$

де  $r_a$  – час, протягом якого пероксидне число в дослідній пробі досягло значення 1,0 см<sup>3</sup> 0,01 н Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;  $r_0$  – час, протягом якого пероксидне число в контролі досягло значення 1,0 см<sup>3</sup> 0,01 н Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;  $r_a / r_0$  – показує, у скільки разів підвищується стійкість жиру до окиснення в разі додавання до нього інгібітора [3].

Як об'єкт для токсикологічної оцінки і мікробіологічного аналізу використовували вершкове масло, виготовлене в лабораторних умовах методом збивання. На зберігання було закладено проби солодковершкового масла з масовою часткою жиру 75 % із застосуванням біоантиоксидантів і без них (контроль). Рослинні добавки вносили в кількості 0,5 % до маси продукту. Дослідні проби масла зберігали за температури 4±2 °С. Досліджували масло одразу після виготовлення та після трьох діб зберігання. Саме такий строк придатності до споживання передбачено ДСТУ 4399:2005 для масла у спожитковому пакуванні за температури не вищої ніж 6 °С. Токсикологічну оцінку вершкового масла здійснювали експресним методом за використання тест-культури – вільчастої інфузорії *Tetrachymena pyriformis* (штам WH-14) [4]. Мікробіологічну оцінку здійснювали за кількістю мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ), бактерій групи кишкових паличок (колі форми), дріжджів та пліснявих грибів, наявністю бактерій роду *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* та *Staphylococcus aureus*.

Результати досліджень та їх обговорення. Свіжий молочний жир у розплавленому стані мав жовтий колір та приємний помірно виражений смак та запах, притаманний свіжому молочному жиру, прозорий без осаду. Пероксидне число його становило 0,14 см<sup>3</sup> 0,01 н Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Внесені рослинні олії із зародків пшениці та обліпихи надали пробам молочного жиру жовтішого забарвлення, із плодів шипшини – рожевого, а рослинна олія із насіння гарбуза – зеленуватого відтінку. У пробах жиру з рослинною олією із зародків пшениці відмічали запах свіжоспеченого хліба. Олії з кісточок винограду та амаранту істотно на органолептичних показниках жиру не позначилися.

Завдяки вмісту природних антиоксидантів молочний жир характеризувався високою стабільністю. Індукційний період у контрольній пробі завершився через 32 год зберігання в умовах прискорено-кінетичного окиснення. Тимчасом у всіх пробах з добавками пероксидне число становило менше 1, а індукційний період завершився через 40–56 год зберігання (рис. 1).

Очевидно, висока стабілізуюча дія доданих олій зумовлена комплексом фізіологічно цінних речовин з антиоксидантною дією (вітамін Е, каротиноїди, біофлавоноїди), які містяться у досліджуваних оліях.

Як видно з рис. 1, пероксидне число найінтенсивніше збільшувалося у пробі з олією з амаранту та без добавок. Так, за першу добу зберігання воно зросло у контролі у 5,9 раза, за другу добу – у 5,5 раза та за третю добу – у 2 рази, а у пробі з амарантом – відповідно у 6,1; 14,4 та 1,2 раза. Мірою подовження строку зберігання жиру накопичення в ньому пероксидів відбувалося повільніше. Найкращими антиоксидантами виявлено рослинні олії із зародків пшениці, із плодів шипшини та насіння гарбуза. Їх додавання до молочного жиру знизило накопичення пероксидів у 4,1–6,2 раза впродовж двох діб зберігання, а під кінець зберігання (три доби) – у 2,2–3,8 раза. Дещо гіршу стабілізуючу дію виявили олії обліпихова та із кісточок винограду, вони інгібували накопичення первинних продуктів окиснення в середньому 1,4–2,9 раза.

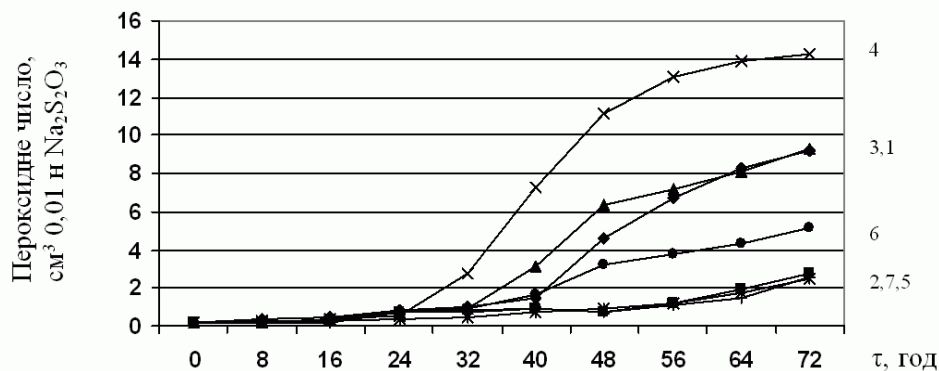


Рисунок 1 – Зміна пероксидного числа молочного жиру з рослинними оліями (0,5 %) в умовах прискорено-кінетичного окиснення: 1 – без добавок; 2 – з насіння гарбуза; 3 – з кісточок винограду; 4 – з амаранту; 5 – із зародків пшениці; 6 – обліпиховою; 7 – з плодів шипшини

Розрахунки ефективності антиокиснювальної дії досліджених рослинних олій наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

#### Антиоксидантна ефективність нетрадиційних рослинних олій у молочному жирі

Олія, 0,5 %	t2	t1	t1 / t2
з насіння гарбуза	32	52	1,6
з кісточок винограду	32	34	1,0
з амаранту	32	28	–
з зародків пшениці	32	54	1,7
обліпихова	32	35	1,1
з плодів шипшини	32	53	1,7

Рослинні олії з плодів шипшини, зародків пшениці та насіння гарбуза мали найвищі антиокиснювальні властивості. Вони підвищили стійкість молочного жиру до окиснення відповідно в 1,6 і 1,7 раза. Використання обліпихової олії для інгібування окиснення молочного жиру мало низьку ефективність, а олія амаранту та кісточок винограду характеризувалися проокиснювальною дією.

З огляду на те, що пероксиди одночасно утворюються і руйнуються, пероксидне число не завжди дає повну уяву про перебіг окиснювальних процесів у молочному жирі. Тому проводили пробу з 2-ТБК, яка дає змогу визначити окисненість жиру і на початковій, і на пізніх стадіях. У результаті окиснювальних перетворень у молочному жирі накопичувалась певна кількість

карбонільних сполук – моно- і діальдегідів, які взаємодіють з 2-ТБК. На спектрограмах усіх проб молочного жиру з біодобавками та контролю вищий максимум поглинання спостерігали за довжини хвилі 532–535 нм, який відображає переважно вміст діальдегідів (рис. 2). На третю добу зберігання у контрольній пробі він був у 2,3 раза вищим максимуму поглинання за довжини хвилі 448–452 нм, який відповідає моноальдегідам. Найменшу кількість карбонільних сполук виявлено у пробах жиру з олією із насіння гарбуза, плодів шипшини та зародків пшениці.

Як відомо, в харчових жирах, у тому числі в молочному жирі, процеси окиснення і гідролізу можуть перебігати і самостійно, незалежно один від одного, і паралельно один одному. Тому, крім величини пероксидних чисел і окисненості, вивчали динаміку зміни кислотності молочного жиру (табл.2). На початку зберігання молочного жиру вона становила 1,3 °К.

Кислотність жиру без добавок за першу добу зберігання збільшилась у 1,2 раза, і була нижчою, ніж у більшості проб з добавками. Інтенсивніше наростала кислотність у пробах з додаванням олії із зародків пшениці та обліпихи і становила 1,94 і 1,82 °К, що відповідно у 1,3 та 1,2 раза більше, ніж у контролі.

Найвищі значення кислотності після трьох діб зберігання спостерігали у пробах молочного жиру з рослинною олією амаранту та обліпихи, найнижчі – у жирі з олією із насіння гарбуза та зародків пшениці. У більшості проб молочного жиру з біодобавками встановлено прямопропорційну залежність між умістом продуктів окиснення і гідролізу.

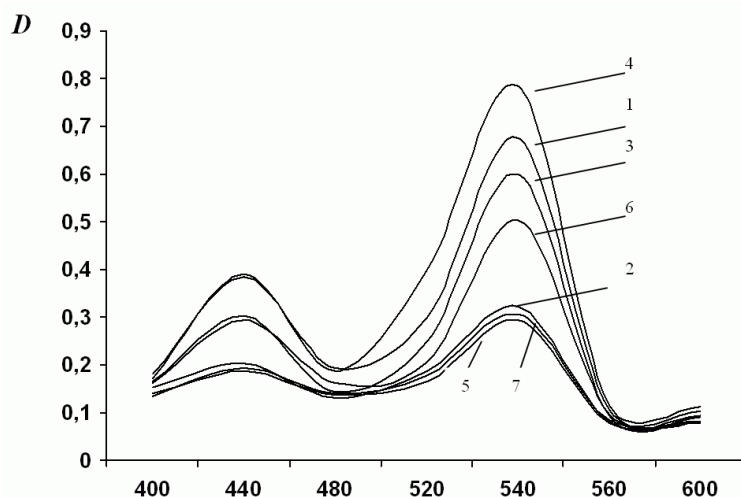


Рисунок 2 – Спектрограми продуктів окиснення молочного жиру з рослинними оліями (0,5 %) після 3-х діб зберігання в умовах прискорено-кінетичного окиснення: 1 – без добавок; 2 – з насіння гарбуза; 3 – з кісточок винограду; 4 – з амаранту; 5 – із зародків пшениці; 6 – обліпиховою; 7 – з плодів шипшини

Таблиця 2

**Зміна кислотності молочного жиру в умовах прискорено-кінетичного окиснення (102±2 °С), °К, M±m, n=3**

Проба молочного жиру з рослинною олією	Кислотність, °К		
	тривалість зберігання, год		
	24	48	72
контрольна (без добавок)	1,55±0,023	2,2±0,04	2,9±0,06
з насіння гарбуза	1,55±0,023	2,15±0,035***	2,4±0,04***
з кісточок винограду	1,56±0,052	2,0±0,06***	2,8±0,04***
з амаранту	1,72±0,072	2,25±0,035	3,3±0,05
із зародків пшениці	1,94±0,057	2,17±0,032***	2,5±0,04***
обліпиховою	1,82±0,069	2,06±0,058***	2,8±0,03***
з плодів шипшини	1,4±0,04***	1,82±0,069***	2,55±0,049***

\*\*\*–P<0,001 порівняно з показниками молочного жиру без добавок

Мікробіологічні дослідження свіжовиготовленого вершкового масла з біодобавками показали, що вміст мікроорганізмів усіх нормованих груп не перевищував допустимих рівнів: кількість

МАФАНМ була в межах від 1 x 10<sup>2</sup> до 15 x 10<sup>2</sup> КУО/г; бактерії групи кишкової палички були відсутні в 0,01 г усіх досліджуваних проб масла; сальмонел, стафілококів, лістерій, дріжджів та пліснявих грибів виявлено не було. Під час зберігання проб масла за температури 4+2 °С загальна кількість мікроорганізмів у всіх досліджуваних пробах істотно не збільшилася і залишилася в межах норми. Таким чином, проведені дослідження довели відповідність мікробіологічних характеристик вершкового масла з біоантиоксидантами мікробіологічним нормативам, встановленим для даної групи продуктів.

Для оцінки токсичності масла з біодобавками проводили посів лабораторної культури *Tetrachymena rugiformis* у флакони з досліджуваним продуктом. Через 1, 4, 6 та 24 год посіви переглядали під мікроскопом з метою виявлення загиблих інфузорій чи їх змінених форм. Фіксували також зміну їхньої рухливості та пригніченням росту. Під час досліду інфузорія у пробах жиру була активною, добре розмножувалась і не мала ніяких відхилень від норми. Поведінкова реакція інфузорій свідчила про нетоксичність проб вершкового масла з біоантиоксидантами.

Отже, внесення у молочний жир рослинних добавок дало змогу сповільнити накопичення в ньому пероксидних та карбонільних сполук. Серед досліджених біодобавок найвищу антиокиснювальну активність мали рослинні олії із зародків пшениці, плодів шипшини та насіння грабуза. Ці добавки з високою ефективністю дії можна використовувати у виробництві вершкового і топленого масла у кількості 0,5 % до маси продукту, що дасть змогу підвищити їхню стійкість під час зберігання, забезпечити кращі смакові якості та розширити асортимент біологічно повноцінних жировмісних продуктів. Вершкове масло з біоантиоксидантами за токсикологічною оцінкою та мікробіологічними показниками відповідає встановленим в Україні нормам і є безпечним для здоров'я людини.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Morimitsu Y. Antioxidative compounds in spices and herbs // J. Food Hyg. Soc. Japan. – 2001. – Vol. 42, № 2. – P. 63–70.
2. Инихов Г.С., Брио Н.П. Методы анализа молока и молочных продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1971. – 423 с.
3. Руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности / Под. ред. В.П. Ржехина, А.Г. Сергеева. – Л., 1967.
4. Методичні вказівки (мікрометод) щодо використання інфузорії *Tetrachymena Piriformis* для токсико-біологічної оцінки сільськогосподарських продуктів та води / П.В. Микитюк, Н.В. Букалова, В.І. Джміль та ін. – Біла Церква, 2004. – 22 с.