

І. П. Петік¹, к.техн.н., О. А. Литвиненко², к.техн.н., ст.наук.співроб.,
М. С. Пономарьова³, к.економ.н., доцент, А. М. Діхтярь³, к.техн.н., доцент,
С. С. Андрєєва³, к.техн.н., доцент, І. С. Баландіна⁴, к.економ.н., доцент,
А. О. Карюк⁴, ст.викл.

ВПЛИВ КОНЦЕНТРАЦІЇ БЕТА-КАРОТИНУ І ХЛОРОФІЛУ НА ШВИДКІСТЬ ОКИСНЕННЯ ЇХНІХ ОЛІЙНИХ РОЗЧИНІВ

¹ Український науково-дослідний інститут олій та жирів
Національної академії аграрних наук України, Харків

² Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків

³ Державний біотехнологічний університет, Харків

⁴ Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова,
Харків

Ключові слова: хлорофіл, бета-каротин, антиоксидант, прооксидант, прискорене окиснення, диференційна скануюча калориметрія.

Вступ

Важливим завданням олійножирової промисловості є забезпечення якості рослинних олій, як під час виробництва, так і при зберіганні. Всі олійножирові продукти схильні до окиснювального псування. Основним фактором, що впливає на ступінь окиснення олій, є жирнокислотний склад, а саме наявність ненасичених жирних кислот та їх сумісне розташування в молекулі триацилгліцерину. На стійкість до окиснення жирних кислот та олій загалом впливає також присутність супутніх речовин – фосфоліпідів, токоферолів, каротиноїдів, хлорофілу. Ці сполуки залежно від їх складу та кількості, можуть гальмувати процес окиснення або, навпаки, прискорювати його [1, 2].

Біологічна ефективність та харчова цінність олій залежить від складу, умов та термінів зберігання. В результаті окиснювальних процесів у оліях можуть накопичуватися первинні (пероксида та гідропероксида) та вторинні (карбонільні сполуки, полімери) продукти окиснення, що погіршує органолептичні та фізико-хімічні показники, а також стабільність олії при зберіганні [3]. Продукти окиснення призводять до зміни основних органолептичних характеристик продукту (смак, запах) та зниження його харчової цінності. Крім того, продукти окиснення можуть становити небезпеку для здоров'я людини. Тому швидкість процесу окиснення і характеристика ступеня окиснення олій визначається не лише показником «пероксидне число», що відображає вміст у олії первинних продуктів окиснення, а й цілим комплексом показників [1,4]. Отже, дослідження, направлені на прогнозування термінів придатності олій та продукції на їхній основі, дозволять виявити залежність тривалості зберігання від складу сировини, прогнозувати термін зберігання продукції, оптимізувати ряд технологічних процесів виробництва.

Наукові дослідження щодо виявлення закономірностей впливу речовин, супутніх рослинним оліям, на окислювальне псування олійної продукції є актуальними. Результати таких досліджень потрібні виробництву через необхідність прогнозування

термінів придатності такої продукції, у тому числі нерафінованих олій, вітамінізованих олій і розчинів жиророзчинних біологічно активних сполук.

Дослідження існуючих рішень проблеми

В роботі [5] наведено результати досліджень щодо впливу жирнокислотного складу, а також складу ізомерів токоферолів на стабільність до окислювального псування олій рижику і дескурайнії софії в темряві та при світлі. Показано, вміст токоферолів позитивно впливає на збільшення періоду індукції за умови окиснення при світлі. Але залишилися невирішеними питання, пов'язані з впливом інших супутніх речовин, зокрема фосфоліпідів і жиророзчинних барвників (хлорофілу і каротиноїдів) на стабільність до окиснення. Варіантом подолання відповідних труднощів може бути зміна матеріалів дослідження з рафінованих на нерафіновані. Саме такий підхід використано в роботі [6], де представлено огляд антиоксидантних властивостей полярних, неполярних і амфіфільних ліпідів, зокрема фосфоліпідів які містяться в харчових оліях. В роботі залишається невизначеним питання комплексних механізмів антиоксидантної та прооксидантної дії супутніх речовин, що омилуються (фосфоліпідів) та супутніх речовин, що неомилуються (фітостеринів, рослинних барвників тощо).

Питання впливу вмісту натуральних (токоферол, антоціани) та синтетичних (бутилокситолуол, бутилоксіанізол, пропілгалат) антиоксидантів, важких металів, а також моно- і диацилгліцеролів на період індукції окиснення тригліцеролів соєвої олії розглянуто в роботі [7]. Представлено огляд механізмів реакцій натуральних і синтетичних антиоксидантів з вільними радикалами. Спробою дослідити вплив хлорофілу на динаміку окиснення гарбузової олії є результати роботи [8], де змодельовано термічний окисний стрес гарбузової олії за температури 120 °C. Разом з високим вмістом токоферолів гарбузова олія характеризується наявністю хлорофілу. Це може знижувати антиоксидантні властивості олії під час зберігання або термічної обробки, сприяючи утворенню токсичних продуктів окиснення. Але у вказаній роботі залишилося невизначеним питання щодо з'ясування власне взаємозв'язку між вмістом супутніх речовин і стабільністю олії до окисного псування. В роботі [9] досліджено вплив біологічно активних речовин рисової олії на її стійкість до окиснення. Встановлено, що аномально високий вміст вітаміну Е в рисовій олії навіть при значній кількості γ -оризанолу чинить прооксидантну дію під час прискореного окиснення. Відповідно до розглянутих робіт, супутні речовини олій, зокрема жиророзчинні барвники, надають різного впливу на стабільність до окиснення ліпідів. Їхня дія може бути як антиоксидантною, так і прооксидантною. У роботі [10] показано, що ріпакова олія, очищена на колонці з кремнієвою кислотою, не містила жодних хлорофілів і не утворювала летких сполук у просторі над олією під впливом світла за 10 °C. Але очищена ріпакова олія з добавкою хлорофілу і ріпакова олія рафінована, вибілена та дезодорована утворювали леткі сполуки за наведених умов експерименту.

Бета-каротин уповільнює окиснення олії шляхом часткового поглинання світла, інактивації сенсibilізаторів та нейтралізації вільних радикалів. Сира пальмова олія та червоний пальмовий олеїн містять 450–750 ppm каротиноїдів. У сирій оливковій олії вміст бета-каротину становить 1,2–2,9 ppm та лютеїну 0,8–2,2 ppm [11]. В роботі не визначено, який вміст бета-каротину є ефективним щодо гальмування окисних процесів. В роботі [12] визначено, що в присутності хлорофілів бета-каротин чинить

гальмуючу дію на окисні процеси соєвої олії, що зберігалася на світлі. Припускається, що такі антиокисні процеси відбуваються, головним чином, за рахунок передачі енергії синглетного кисню каротиноїдам без утворення продуктів окиснення. Але залишилося невирішеним питання щодо впливу на окисну стабільність олій різного співвідношення рослинних барвників. Таким чином, недостатньо наукових даних щодо впливу міnorних компонентів на стабільність до окиснення рослинних олій. Відсутні дані щодо впливу окремого і сумісного вмісту жиророзчинних барвників хлорофілу і бета-каротину на період індукції прискореного окиснення рафінованої соняшникової олії. Таким чином, є доцільним встановлення залежності впливу жиророзчинних барвників на стабільність до окиснення соняшникової олії. Така розробка дозволить раціоналізувати ряд технологічних процесів олієжирового виробництва, визначати залежності тривалості зберігання олійної продукції від складу і вмісту жиророзчинних барвників. Крім того, на основі отриманих даних перспективним буде прогнозування термінів зберігання олійної продукції, збагаченої жиророзчинними барвниками.

Мета та основні задачі дослідження

Метою дослідження є визначення впливу вмісту жиророзчинних барвників на період індукції окиснення їхніх олійних розчинів. Це дасть змогу прогнозувати термін придатності олійних розчинів жиророзчинних барвників. Також отримані дані будуть корисними для обґрунтування рафінації олій нетрадиційними способами для збереження біологічно активних речовин в оліях.

Для досягнення поставленої мети необхідним є вирішення таких задач:

- визначити показники якості матеріалів дослідження – соняшникової олії, олійного концентрату хлорофілу, олійного концентрату бета-каротину;
- визначити вплив сумісного вмісту барвників хлорофілу і бета-каротину на період індукції прискореного окиснення рафінованої соняшникової олії.

Матеріали та методи досліджень

Під час досліджень використано наступні матеріали:

- олія соняшникова рафінована, вибілена та дезодорована (виробництво Україна), згідно з ДСТУ 4492;
- олійний концентрат хлорофілу (виробництво Україна), згідно з реєстраційним посвідченням UA/1556/02/01;
- олійний концентрат бета-каротину (виробництво Україна), згідно з UA/2685/01/01.

Визначення кислотного та пероксидного чисел, масової частки вологи та летких речовин, а також вміст бета-каротину і хлорофілу в зразках олії соняшникової та олійних концентратів хлорофілу і бета-каротину проведено згідно стандартних методик.

Зразки розчинів жиророзчинних барвників різної концентрації в олії соняшниковій рафінованій дезодорованій отримували шляхом змішування розрахованої кількості олійних екстрактів барвників і олії соняшникової. Отримані розчини піддавали експозиції за температури 40 °C протягом 10 хвилин з подальшою гомогенізацією зі швидкістю не менш ніж 1000 об./хв. протягом 5 хвилин.

Визначання періоду індукції зразків олій, що досліджувалися, проведено методом диференціальної скануючої калориметрії за температури +110 °C згідно з рекомендаціями [13]. Маса зразка для дослідження становить від 5 мг до 15 мг.

Ізотермічний період індукції є часом між початком подачі кисню у вимірювальний осередок і початком реакції окиснення. На початок окиснення вказує різке збільшення тепла, що виділяється, яке можна спостерігати на кривій залежності теплового потоку від температури. Закінчення періоду індукції окиснення речовини зразку відзначається підвищенням ентальпії реакції внаслідок збільшення швидкості реакції окиснення ненасичених ліпідів із молекулами кисню. Термін придатності зразку олії прямо пропорційний величині індукційного періоду окиснення. В дослідженнях щодо визначення впливу вмісту хлорофілу А і бета-каротину на період індукції прискореного окиснення соняшникової олії застосовано двохфакторні експерименти. У кожному досліді виконано трикратне повторення. Статистичні моделі означених залежностей розраховано за допомогою апроксимації експериментальних даних шляхом побудови лінії тренду. Обробку одержаних даних та побудовання графічних залежностей виконано з використанням пакетів Microsoft Excel (США) і Stat Soft Statistica v 6.0 (США).

Результати дослідження

Визначено фізико-хімічні показники і вміст жиророзчинних барвників в зразках олії соняшникової рафінованої дезодорованої, олійних концентратах хлорофілу і бета-каротину, що досліджувалися. Результати дослідження наведено в табл. 2 і 3.

Таблиця 2 – Фізико-хімічні показники досліджуваних зразків олійної сировини

Фізико-хімічні показники	Досліджувані зразки		
	олія соняшникова	концентрат хлорофілу	концентрат бета-каротину
Кислотне число, мг KOH /г	0,110±0,005	0,87±0,04	1,07±0,05
Пероксидне число, ммоль $\frac{1}{2}O$ /кг	0,200±0,011	0,44±0,02	0,61±0,03
Масова частка вологи та летких речовин, %	0,0150±0,0005	0,130±0,005	0,070±0,004

Таблиця 3 – Вміст жиророзчинних барвників в зразках олії соняшникової рафінованої дезодорованої, олійних концентратах хлорофілу і бета-каротину

Найменування жиророзчинних барвників	Досліджувані зразки		
	олія соняшникова	олійний концентрат хлорофілу	олійний концентрат бета-каротину
Хлорофіл, г/л	—	10,70±0,50	0,012±0,006
Бета-каротин, г/л	—	0,015±0,006	3,62±0,16

Відповідно до результатів експериментів (табл. 2, 3), досліджувані зразки олійної сировини відповідають вимогам, встановленим у відповідній нормативній документації – ДСТУ 4492; UA/1556/02/01; UA/2685/01/01.

Досліджено двохфакторну залежність періоду індукції прискореного окиснення олійних розчинів жиророзчинних барвників у рафінованій соняшниковій олії від вмісту хлорофілу А і бета-каротину. За допомогою рівняння (1) представлено апроксимаційну залежність періоду індукції прискореного окиснення олійних розчинів жиророзчинних барвників у рафінованій соняшниковій олії (IP , хв.) від сумісного вмісту хлорофілу А (C_{ch} , г/л) і бета-каротину (C_{bc} , г/л).

$$IP(c_{ch}, c_{bc}) = 326,8048 + 128,3354 \cdot c_{ch} + 1091,6377 \cdot c_{bc} - 5343,3472 \cdot c_{ch}^2 - 4700,1145 \cdot c_{ch} \cdot c_{bc} + 66,6837 \cdot c_{bc}^2. \quad (1)$$

Поверхню отриманої залежності періоду індукції прискореного окиснення олійних розчинів жиророзчинних барвників у рафінованій соняшниковій олії від сумісного вмісту жиророзчинних барвників представлено на рис. 1.

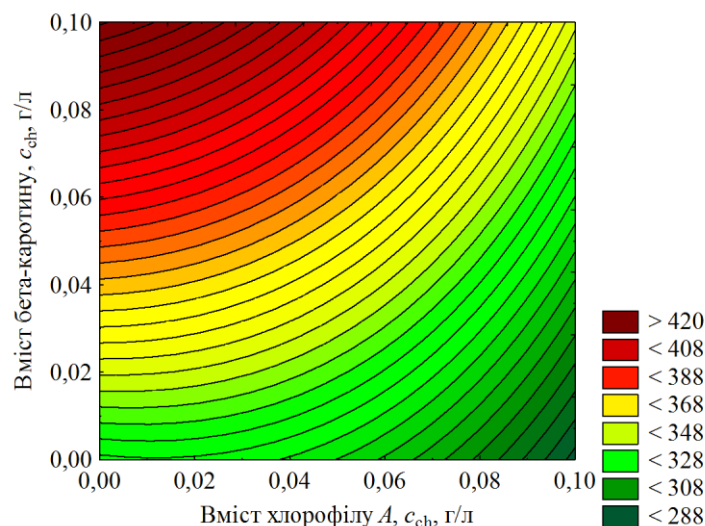


Рисунок 1 – Залежність періоду індукції прискореного окиснення олійних розчинів жиророзчинних барвників від сумісного вмісту жиророзчинних барвників

Апроксимаційна залежність (1) адекватно описує періоди індукції прискореного окиснення розчинів жиророзчинних барвників у рафінованій соняшниковій олії в інтервалах вмісту хлорофілу A $0 \dots 0,10$ г/л і бета-каротину $0 \dots 0,1$ г/л. Результати проведених досліджень свідчать про певний компенсуючий вплив бета-каротину на прооксидантну дію хлорофілу A у розчині рафінованої соняшnikової олії. Наприклад, присутність в олійному розчині $0,05$ г/л хлорофілу A незначним чином впливає на антиоксидантну дію бета-каротину. За умови додавання в цю систему $0,05$ г/л бета-каротину період індукції прискореного окиснення буде таким же, як в олійному розчині без хлорофілу A (371 і 373 хв. відповідно). За умови додавання в цю систему $0,10$ г/л бета-каротину період індукції прискореного окиснення буде на $8,4$ % меншим, ніж в олійному розчині без хлорофілу A (408 і 445 хв. відповідно). За умови окремого вмісту хлорофілу A на рівні $0,10$ г/л період індукції прискореного окиснення розчину знижується на 14 % відносно контрольного зразку. У разі додавання до цього розчину $0,5$ г/л бета-каротину період індукції практично не знижується порівняно з контрольним зразком (зниження на 3 %). У разі збільшення концентрації бета-каротину у розчині до $0,10$ г/л період індукції зростає на 8 % порівняно з контрольним зразком.

Висновки

1. Визначено показники якості (кислотне число, пероксидне число, масову частку води та летких речовин), а також вміст жиророзчинних барвників в об'єктах дослідження – соняшниковій олії, олійних концентратах хлорофілу та бета-каротина.

Зразки олійної сировини, що досліджувалися, відповідають вимогам, встановленим у відповідній нормативній документації – ДСТУ 4492/CAS 8001-21-6; UA/1556/02/01/CAS 479-61-8; UA/2685/01/01/CAS 7235-40-7. За складом жирних кислот зразок олії соняшникової відповідає вимогам ДСТУ 4492/CAS 8001-21-6. За складом жирних кислот олійних концентратів хлорофілу і бета-каротину ідентифіковано олійні основи концентратів – це кукурудзяна і соняшникова олії відповідно.

2. Визначено вплив сумісного вмісту барвників хлорофілу і бета-каротину на період індукції прискореного окиснення рафінованої соняшникової олії. Доведено компенсуючий вплив бета-каротину на прооксидантну дію хлорофілу *A* у розчині рафінованої соняшникової олії. Вміст в олійному розчині 0,05 г/л хлорофілу *A* незначним чином впливає на антиоксидантну дію 0,05 г/л бета-каротину (період індукції 371 і 373 хв. відповідно). Вміст в олійній системі 0,10 г/л бета-каротину і 0,05 г/л хлорофілу *A* призводить до зменшення періоду індукції прискореного окиснення на 8,4 % порівняно з олійним розчином 0,10 г/л бета-каротину без хлорофілу *A* (період індукції 408 і 445 хв. відповідно).

Література

1. Wang, D., Xiao, H., Lyu, X., Chen, H. et al. Lipid oxidation in food science and nutritional health: A comprehensive review // *Oil Crop Science*. 2023. 8. 1. 35–44.
2. Rashid, F., Ahmed, Z., Hussain, S., Huang, J.-Y. et al. *Linum usitatissimum* L. seeds: Flax gum extraction, physicochemical and functional characterization // *Carbohydrate Polymers*. 2019. 215. 29–38.
3. Gharby, S., Hajib, A., Ibourki, M., Sakar, El. H. et al. Induced changes in olive oil subjected to various chemical refining steps: A comparative study of quality indices, fatty acids, bioactive minor components, and oxidation stability kinetic parameters // *Chemical Data Collections*. 2021. Vol. 33. P. 100702.
4. Petik, P., Stankevych, S., Zabrodina, I., Zhulinska, O. et al. Determination of fat-soluble dyes influence on the oxidation induction period of their oil solutions // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023. 3(6 (123)). 13–21.
5. Saveliev, D., Hryhorenko, O., Mykhailova, E., Kravtsov et al. Development of technology for obtaining fat compositions with increased oxidative stability // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2022. 1/6 (121). 33–39.
6. Abad, A., Shahidi, F. Fatty acid, triacylglycerol and minor component profiles affect oxidative stability of camelina and sophia seed oils // *Food Bioscience*. 2021. 40. 100849.
7. Wang, D., Xiao, H., Lyu, X., Chen, H. et al. Lipid oxidation in food science and nutritional health: A comprehensive review // *Oil Crop Science*, 2023. 8. 1. 35–44.
8. Maszewska, M., Florowska, A., Dłużewska, E., Wroniak, M. et al. Oxidative Stability of Selected Edible Oils // *Molecules*. 2018. 23 (7). 1746.

9. Yuan, L., Xu, Z., Tan, Ch.-P., Liu, Yu. at al. Biohazard and dynamic features of different polar compounds in vegetable oil during thermal oxidation // *LWT*. 2021. 146. 111450.
10. Li, X., Yang, R., Lv, Ch., Chen, L. et al. Effect of Chlorophyll on Lipid Oxidation of Rapeseed Oil // *European journal of lipid science and technology*. 2018. 121. 4. e1800078.
11. Ayu, D. F., Andarwulan, N., Hariyadi, P., Purnomo, E. H. Effect of tocopherols, tocotrienols, β -carotene, and chlorophyll on the photo-oxidative stability of red palm oil // *Food Science and Biotechnology*. 2016. 30. 25(2). 401–407.
12. Ashenafi, E.L., Nyman, M.C., Shelley, J.T., Mattson, N.S. Spectral properties and stability of selected carotenoid and chlorophyll compounds in different solvent systems // *Food Chemistry Advances*. 2023. 2. 100178.
13. Setting Up a DSC Oxygen Induction Time Procedure. DSC Online Help. Retrieved from [https://folk.ntnu.no/deng/fra_nt/other%20stuff/DSC_manuals/QDSC/Setting_Up_a_DSC_Oxygen_Induction_Time_Procedure.htm](https://folk.ntnu.no/deng/fra_nt/other%20stuff/DSC_manuals/QDSC/Setting_Up_a_DSC_Oxygen_Induction_Time_Procedure.htm#top) (2023).

Bibliography (transliterated)

1. Wang, D., Xiao, H., Lyu, X., Chen, H. at al. Lipid oxidation in food science and nutritional health: A comprehensive review // *Oil Crop Science*. 2023. 8. 1. 35–44.
2. Rashid, F., Ahmed, Z., Hussain, S., Huang, J.-Y. at al. *Linum usitatissimum* L. seeds: Flax gum extraction, physicochemical and functional characterization // *Carbohydrate Polymers*. 2019. 215. 29–38.
3. Gharby, S., Hajib, A., Ibourki, M., Sakar, El. H. at al. Induced changes in olive oil subjected to various chemical refining steps: A comparative study of quality indices, fatty acids, bioactive minor components, and oxidation stability kinetic parameters // *Chemical Data Collections*. 2021. Vol. 33. P. 100702.
4. Petik, P., Stankevych, S., Zabrodina, I., Zhulinska, O. at al. Determination of fat-soluble dyes influence on the oxidation induction period of their oil solutions // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023. 3(6 (123). 13–21.
5. Saveliev, D., Hryhorenko, O., Mykhailova, E., Kravtsov et al. Development of technology for obtaining fat compositions with increased oxidative stability // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2022. 1/6 (121). 33–39.
6. Abad, A., Shahidi, F. Fatty acid, triacylglycerol and minor component profiles affect oxidative stability of camelina and sophia seed oils // *Food Bioscience*. 2021. 40. 100849.
7. Wang, D., Xiao, H., Lyu, X., Chen, H. at al. Lipid oxidation in food science and nutritional health: A comprehensive review // *Oil Crop Science*,. 2023. 8. 1. 35–44.
8. Maszewska, M., Florowska, A., Dłużewska, E., Wroniak, M. et al. Oxidative Stability of Selected Edible Oils // *Molecules*. 2018. 23 (7). 1746.

9. Yuan, L., Xu, Z., Tan, Ch.-P., Liu, Yu. at al. Biohazard and dynamic features of different polar compounds in vegetable oil during thermal oxidation // LWT. 2021. 146. 111450.
10. Li, X., Yang, R., Lv, Ch., Chen, L. et al. Effect of Chlorophyll on Lipid Oxidation of Rapeseed Oil // European journal of lipid science and technology. 2018. 121. 4. e1800078.
11. Ayu, D.F., Andarwulan, N., Hariyadi, P., Purnomo, E.H. Effect of tocopherols, tocotrienols, β -carotene, and chlorophyll on the photo-oxidative stability of red palm oil // Food Science and Biotechnology. 2016. 30. 25(2). 401–407.
12. Ashenafi, E.L., Nyman, M.C., Shelley, J.T., Mattson, N.S. Spectral properties and stability of selected carotenoid and chlorophyll compounds in different solvent systems // Food Chemistry Advances. 2023. 2. 100178.
13. Setting Up a DSC Oxygen Induction Time Procedure. DSC Online Help. Retrieved from [https://folk.ntnu.no/deng/fra_nt/other%20stuff/DSC_manuals/QDSC/Setting_Up_a_DSC_Oxygen_Induction_Time_Procedure.htm](https://folk.ntnu.no/deng/fra_nt/other%20stuff/DSC_manuals/QDSC/Setting_Up_a_DSC_Oxygen_Induction_Time_Procedure.htm#top) (2023).

УДК 665.3: 541.127

І. П. Петік, к.техн.н., О. А. Литвиненко, к.техн.н., ст.наук.співроб.,
М. С. Пономарьова, к.економ.н., доцент, А. М. Діхтярь, к.техн.н., доцент,
С. С. Андрєєва, к.техн.н., доцент, І. С. Баландіна, к.економ.н., доцент,
А. О. Карюк, ст.викл.

ВПЛИВ КОНЦЕНТРАЦІЇ БЕТА-КАРОТИНУ І ХЛОРОФІЛУ НА ШВИДКІСТЬ ОКИСНЕННЯ ЇХНІХ ОЛІЙНИХ РОЗЧИНІВ

Об'єктом дослідження є період індукції прискореного окиснення олійних розчинів жиророзчинних барвників хлорофілу та бета-каротину. Досліджено вплив вмісту жиророзчинних барвників на період індукції прискореного окиснення їхніх розчинів в олії соняшниковій рафінованій. Особливість роботи полягає у встановленні апроксимаційних графічних та математичних залежностей терміну періоду індукції прискореного окиснення рафінованої соняшникової олії від сумісного вмісту хлорофілу і бета-каротину. Це є важливим для прогнозування термінів придатності олійних розчинів жиророзчинних барвників.

Визначено, що хлорофіл А практично не виявляє прооксидантної дії за умови його вмісту до 0,05 г/л. Вміст хлорофілу А на рівні 0,10 г/л призводить до зменшення терміну періоду індукції на 14 %; 0,20 г/л – на 36 %; 0,30 г/л – на 48 %. Вміст бета-каротину на рівні 0,10 г/л призводить до збільшення терміну періоду індукції на 35 %; 0,20 г/л – на 47 %; 0,30 г/л – на 54 %. Вміст в олійній системі 0,10 г/л бета-каротину і 0,05 г/л хлорофілу А призводить до зменшення терміну періоду індукції прискореного окиснення на 8,4 % порівняно з олійним розчином 0,10 г/л бета-каротину без хлорофілу А. Отримані дані пояснюються тим, що існує компенсуючий вплив антиоксиданту бета-каротину на прооксидантну дію хлорофілу А в олійному розчині. Особливістю отриманих результатів є можливість прогнозування термінів придатності олійних розчинів жиророзчинних барвників. З практичної точки зору результати

досліджень дозволяють розробляти олійні системи з урахуванням окремої та сумісної особливостей реакційної здатності щодо окиснення хлорофілу і бета-каротину. Прикладним аспектом використання наукового результату є можливість розширення асортименту олійної продукції підвищеної харчової цінності з різним вмістом хлорофілу і бета-каротину.

Ключові слова: хлорофіл, бета-каротин, антиоксидант, прооксидант, прискорене окиснення, диференційна скануюча калориметрія.

I. P. Petik, E. A. Litvinenko, M. S. Ponomarova, A. M. Dikhtyar, S. S. Andrieieva,
I. S. Balandina, A. O. Kariyk

THE INFLUENCE OF BETA-CAROTENE AND CHLOROPHYLL CONCENTRATION ON THE OXIDATION RATE OF THEIR OIL SOLUTIONS

The object of the study is the induction period of accelerated oxidation of oil solutions of fat-soluble dyes chlorophyll and beta-carotene. The effect of the content of fat-soluble dyes on the induction period of accelerated oxidation of their solutions in sunflower oil was studied. The peculiarity of the work consists in establishing the approximation graphical and mathematical dependencies of the induction period of accelerated oxidation of refined sunflower oil on the combined content of chlorophyll and beta-carotene. This is of interest for predicting the shelf life of oil solutions of the specified fat-soluble dyes. It was determined that chlorophyll A has virtually no prooxidant effect provided that its content in the oil solution is up to 0.05 g/l. The content of chlorophyll A at the level of 0.10 g/l leads to a decrease in the induction period by 14 %; 0.20 g/l – by 36 %; 0.30 g/l – by 48 %. The content of beta-carotene at the level of 0.10 g/l leads to an increase in the induction period by 35 %; 0.20 g/l – by 47 %; 0.30 g/l – by 54 %. The content of 0.10 g/l beta-carotene and 0.05 g/l chlorophyll A in the fat system leads to a decrease in the induction period of accelerated oxidation by 8.4 % compared to an oil solution of 0.10 g/l beta-carotene without chlorophyll A. The obtained data are explained by the fact that there is a compensating effect of the antioxidant beta-carotene on the prooxidant action of chlorophyll A in the oil solution. A special feature of the obtained results is the possibility of predicting the shelf life of oil solutions of fat-soluble dyes. From a practical point of view, the results of the studies allow us to substantiate the composition of fat systems taking into account the joint features of the reactivity to oxidative destruction of chlorophyll and beta-carotene. The applied aspect of using the scientific result is the possibility of expanding the range of fat products of increased nutritional value with different contents of chlorophyll and beta-carotene.

Keywords: chlorophyll, beta-carotene, antioxidant, prooxidant, accelerated oxidation, differential scanning calorimetry.