

Aldona Jasińska-Stępnik, Loretta Karwańska

Katedra Biochemii i Analizy Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Wpływ kompozycji tokoferoli na zmiany oksydacyjne prób triacylogliceroli oleju słonecznikowego

Effect of tocopherols composition on the oxidizing changes of triacylglycerol samples of sunflower oil

Słowa kluczowe: Vitapherol T-70, tokoferole, triacyloglicerole, liczba nadtlenkowa

Procesom rozpadu triacylogliceroli w tłuszczach można zapobiegać poprzez dobór rodzaju i optymalnej ilości przeciwutleniacza o dużej skuteczności antyoksydacyjnej. Związki witaminy E-aktywne, w tym tokoferole, są najczęściej stosowanymi przeciwutleniaczami w przemyśle tłuszczowym. Tokoferole wykazują największą aktywność przeciwutleniającą w stężeniach, w jakich występują w naturze, względnie przy suplementacji w ilości 0,03–0,1%.

W pracy badano skuteczność przeciwutleniającą mieszaniny tokoferoli zawartych w preparacie Vitapherol T-70 w stosunku do prób triacylogliceroli oleju słonecznikowego przechowywanych w zróżnicowanych warunkach temperaturowych. Wyniki badań porównano z równocześnie prowadzonymi oznaczeniami stabilności oksydacyjnej prób triacylogliceroli, gdy jako przeciwutleniacz zastosowano γ -tokoferol.

Preparat Vitapherol T-70 okazał się bardziej skutecznym przeciwutleniaczem niż γ -tokoferol, ale mniej skutecznym od natywnych przeciwutleniaczy oleju słonecznikowego.

Key words: Vitapherol T-70, tocopherols, triacylglycerols, peroxide number

The process of triacylglycerols decomposition in fat can be prevented by the choice of type and quantity of antioxidant with large antioxidant effectiveness. The vitamin-E-active compounds, including tocopherols, are most often applied antioxidants in the manufacture of edible fats and oils. Tocopherols show the highest antioxidant activity at concentration appearing in the nature or with 0.03–0.10% addition.

This paper describes a study on the antioxidant effectiveness of tocopherols mixture included in Vitapherol T-70 preparation towards the triacylglycerols samples of sunflower oil stored at diversified temperature conditions. The obtained data were compared with simultaneously conducted determinations in which γ -tocopherol was applied. Vitapherol T-70 preparation displayed more effective antioxidant in relation to γ -tocopherol, but less effective in comparison to native antioxidant of sunflower oil.

Wstęp

Produkty żywnościowe, w tym oleje roślinne, już w czasie produkcji, a także podczas ich przechowywania, ulegają złożonym procesom utleniania. Ważnym czynnikiem opóźniającym proces utleniania triacylogliceroli tłuszczów są natywne przeciwutleniacze — przede wszystkim związki witamino-E-aktywne. Ich zawartość w produktach zależy m.in. od sposobu otrzymywania oleju oraz rodzaju i jakości surowca.

Oleje roślinne pozyskuje się z nasion wielu gatunków roślin — na światowym rynku surowcowym dominują: palma, soja, rzepak i słonecznik. Olej otrzymywany z tych gatunków cechuje różna kompozycja kwasów tłuszczowych, która decyduje o wartości odżywczej oraz przydatności w różnych procesach technologicznych.

Surowcem do produkcji oleju słonecznikowego są nasiona gatunku *Helianthus annuus*. Olej słonecznikowy zawiera 48–74% kwasu linolowego, 14–40% kwasu oleinowego, 4–9% kwasu palmitynowego, 1–7% kwasu stearynowego. Zawartość związków witamino-E-aktywnych w oleju słonecznikowym wynosi 40–60 mg/100 g.

Triacyloglicerole zawarte w olejach stanowią do 98% masy wszystkich komponentów tłuszczowych, a pozostałe 2% to wolne kwasy tłuszczowe, związki fenolowe, w tym tokoferole i sterole, fosfolipidy, woski, skwalen i inne węglowodory (Beardsell i in. 2002).

Ilość związanych i wolnych kwasów tłuszczowych w oleju roślinnym zależy od surowca i zwiększa się wraz ze wzrostem stopnia dojrzałości nasion. Maksymalna zawartość kwasów tłuszczowych występuje w nasionach najbardziej dojrzałych.

Z uwagi na zabiegi technologiczne niezbędne przy produkcji olejów roślinnych znaczna ilość natywnych tokoferoli zostaje usuwana, np. w procesie odwaniania oleju i pozostaje w produktach ubocznych po dezodoryzacji.

Kondensaty podezodoryzacyjne, a także ekstrakty roślinne (rozmaryn, oregano, mięta) (Abdalla, Roozen 1999; Abdalla i in. 1999; Marinova, Yanishlieva 1996) są bogatym źródłem związków witamino-E-aktywnych, dlatego wzrasta zainteresowanie możliwością wykorzystania tych surowców do wzbogacania żywności w naturalne antyoksydanty i substancje biologicznie czynne. Pozyskane związki witamino-E-aktywne mogą stanowić źródło naturalnych przeciwutleniaczy, wykorzystywanych do stabilizacji triacylogliceroli zawartych zarówno w żywności, jak i w preparatach kosmetycznych i farmaceutycznych.

Kontrola zawartości związków witamino-E-aktywnych w produktach spożywczych jest jednym z elementów oceny zachodzących zmian oksydacyjnych, a zdolność hamowania procesów utleniania triacylogliceroli zależy m.in. od składu jakościowego i ilościowego tokochromanoli. Ustalenie odpowiedniego stężenia antyoksydanta w próbie pozwala na skuteczną ochronę tłuszczu przed rozkładem triacylogliceroli, a przekroczenie optymalnej ilości przeciwutleniacza może spowodować obniżenie jego aktywności, a nawet doprowadzić do zjawiska prooksydacji.

Celem podjętych badań było określenie efektywności przeciwutleniającej preparatu Vitapherol T-70 w środowisku triacylogliceroli oleju słonecznikowego w odniesieniu do prób stabilizowanych γ -tokoferolem i prób oleju słonecznikowego.

Material i metody

Do badań użyto:

- olej słonecznikowy wyprodukowany przez krajowe zakłady przemysłu tłuszczowego — zawartość witaminy E — 54 mg/100 g;
- kwasy tłuszczowe: palmitynowy — 3,86%, stearynowy — 7,13%, oleinowy — 21,53%, linolowy — 65,37%, linolenowy — 0,65%;
- preparat Vitapherol T-70 — koncentrat mieszaniny tokoferoli (70% tokoferoli i 30% oleju roślinnego) firmy Danisco, Dania;
- standardy tokoferoli o czystości 95%, wyprodukowane przez Calbiochem.

Czystość używanych odczynników odpowiadała wymogom metod analitycznych i instrumentalnych, jakimi posługiwano się w pracy.

Olej oczyszczono z naturalnych przeciwutleniaczy i innych substancji towarzyszących stosując kolumnę chromatograficzną o długości 50 cm i średnicy 2,5 cm. Wypełnienie kolumny stanowiła warstwa 1 cm bezwodnego siarczanu sodu, 12 cm tlenku glinu — wcześniej aktywowanego przez 3 godziny w temp. 300°C oraz 1 cm bezwodnego siarczanu sodu (wg Marinova 1992).

Próby naważono (płytki Petriego, \varnothing 14 cm) w ilości:

- 100 g oleju słonecznikowego pozbawionego tokoferoli — stabilizowanego preparatem Vitapherol T-70 (0,03%);
- 100 g oleju słonecznikowego pozbawionego tokoferoli — stabilizowanego γ -tokoferolem (0,03%).

Jako próby kontrolne przyjęto — olej słonecznikowy z naturalną zawartością tokoferoli i olej słonecznikowy pozbawiony tokoferoli (100g, płytki Petriego).

Próby termostatowano w 4, 20 i 60°C. W pierwszej dobie badań próby przechowywane w temp. 60°C uzyskały wysoką wartość liczby nadtlenkowej, dlatego ustalono dodatkową temperaturę przechowywania prób, która wynosiła 40°C (test Schaala 37–75°C).

Liczbę nadtlenkową, wyrażoną liczbą Lea, oznaczono wg PN-ISO 3960 (1996).

Tokoferole rozdzielono i oznaczano ilościowo używając aparatu HPLC (Waters), który wyposażony był w pompę gradientu fazy ruchomej (Waters — model 600) i kolumnę LiChrosorb Si 60 (250 mm, 5 μ m). Fazę ruchomą stanowił n-heksan z 1,4-dioksanem w stosunku objętościowym 97:3 (v/v) o szybkości przepływu 1,5 cm³/min. Stosowano detektor fluorescencyjny (WatersTM 474) przy wzbudzeniu $\lambda_{\max} = 290$ nm i emisji $\lambda_{\max} = 330$ nm. Zawartość tokoferoli obliczono na podstawie krzywych kalibracyjnych wykonanych dla standardów tokoferoli.

Oznaczenia prowadzono w minimum trzech powtórzeniach, a do interpretacji wyników przyjęto ich średnią arytmetyczną.

Wyniki

Vitapherol T-70 firmy Danisco to preparat zawierający mieszaninę tokoferoli, której 60% sumy tokoferoli stanowi homolog γ .

Preparat poddano jakościowej i ilościowej analizie chromatograficznej HPLC i stwierdzono, że oznaczona zawartość tokoferoli zgodna jest z ilością deklarowaną przez producenta (tab. 1).

Tabela 1
Zawartość tokoferoli w preparacie Vitapherol T-70 — *Content of tocopherols in Vitapherol T-70 preparation*

Tokoferol <i>Tocopherol</i>	Zawartość — <i>Content</i> [mg/g]	% sumy tokoferoli % of total tocopherols
α	141,42	20
β	12,00	2
γ	420,00	60
δ	120,86	18
Suma — <i>Sum</i>	694,28	100

Oznaczono zawartość tokoferoli w oleju słonecznikowym i w oleju pozbawionym antyoksydantów (TAG), uzyskane wyniki podano w tabeli 2.

Tabela 2
Zawartość tokoferoli w oleju słonecznikowym i w oleju pozbawionym przeciwutleniaczy
Content of tocopherols in sunflower oil and in sunflower oil without antioxidants

Tokoferol <i>Tocopherol</i>	Olej słonecznikowy — <i>Sunflower oil</i>		Olej pozbawiony tokoferoli <i>Sunflower oil deprived of tocopherols</i> [mg/100 g]
	[mg/100 g]	[%]	
α	35,16	86	1,14
β	2,33	6	—
γ	2,80	7	—
δ	0,48	1	—
Suma — <i>Sum</i>	40,77	100	—

W próbach oleju słonecznikowego oznaczono sumę tokoferoli w ilości 40,77 mg/100 g, gdzie dominującym homologiem był α -tokoferol (35,16 mg/100 g).

Uzyskany substrat — TAG (przeznaczony do dalszych badań), wyeluowany z kolumny, zawierał małe ilości α -tokoferolu (1,14 mg/100 g), które uwzględniono w ocenie stabilności oksydacyjnej prób.

Zmianę dynamiki oksydacji triacylogliceroli oleju słonecznikowego pozbawionego naturalnych przeciwutleniaczy, a następnie stabilizowanego preparatem tokoferoli, określano liczbą nadtlenków tworzących się w czasie przechowywania prób w różnych warunkach temperaturowych (4–60°C) bez dostępu światła. Początkowa wartość liczby nadtlenkowej oleju słonecznikowego wynosiła 0,2, natomiast oleju pozbawionego natywnych przeciwutleniaczy 0,4.

Próby oleju słonecznikowego z naturalną zawartością przeciwutleniaczy zachowywały najdłuższy czas przydatności konsumpcyjnej — LOO przekraczającą wartość 2 w przypadku prób przechowywanych w 4°C oznaczono w 72 dobie, natomiast dla prób przechowywanych w 20, 40 i 60°C odpowiednio w 42, 9 i 1 dobie (tab. 3).

Tabela 3
Dynamika oksydacji prób triacylogliceroli oleju słonecznikowego podczas przechowywania
Dynamic of sunflower oil triacylglycerols oxidation stored

Próba Sample	Doba — Day											
	LOO = 2				LOO = 5				LOO = 10			
	4°C	20°C	40°C	60°C	4°C	20°C	40°C	60°C	4°C	20°C	40°C	60°C
Olej słonecznikowy <i>Sunflower oil</i>	72	42	9	1	98	61	14	3	120	79	21	4
TAG triacyloglicerole oleju słonecznikowego <i>TAG triacylglycerols of sunflower oil</i>	13	4	1	1	17	6	2	1	19	9	2	1
TAG z dodatkiem preparatu testowego <i>TAG supplemented with tested preparation</i>	58	40	8	1	92	53	11	2	101	72	19	3
TAG z dodatkiem γ -tokoferolu <i>TAG supplemented with γ-tocopherol</i>	53	36	8	1	91	50	12	2	98	67	16	3

Skuteczność antyoksydacyjna zarówno preparatu, jak i γ -tokoferolu (dodanego w ilości 0,03%, zalecanej jako optymalna dla ochrony triacylogliceroli przed utlenianiem) w stosunku do triacylogliceroli oleju słonecznikowego była mniejsza niż natywnych tokoferoli zawartych w oleju słonecznikowym.

Obliczono współczynnik ochronny W_o , który wyraża stosunek czasu uzyskania przez próby liczby nadtlenkowej równej 2, do czasu przydatności konsumpcyjnej oleju słonecznikowego (tab. 4).

Tabela 4

Wartości współczynnika ochronnego (W_o) obliczonego dla termostatowanych prób triacylogliceroli oleju słonecznikowego w stosunku do prób oleju słonecznikowego stabilizowanego natywnymi przeciwutleniaczami ($LOO = 2$) — *Value of the protection coefficient (W_o) calculated for stabilized samples of triacylglycerols of sunflower oil in relation to samples of sunflower oil ($LOO = 2$)*

Próba Sample	Współczynnik ochronny Protection coefficient (W_o)		
	4°C	20°C	40°C
Olej słonecznikowy <i>Sunflower oil</i>	1,00 doba 72	1,00 doba 42	1,00 doba 9
TAG triacyloglicerole oleju słonecznikowego <i>TAG triacylglycerols of sunflower oil</i>	0,18 doba 13	0,10 doba 4	0,11 doba 1
TAG z dodatkiem preparatu testowego <i>TAG supplemented with tested preparation</i>	0,81 doba 58	0,95 doba 40	0,89 doba 8
TAG z dodatkiem γ -tokoferolu <i>TAG supplemented with γ-tocopherol</i>	0,74 doba 53	0,86 doba 36	0,89 doba 8

Skuteczność przeciwutleniaczy (preparat, γ -tokoferol) dodanych do prób triacylogliceroli oleju słonecznikowego przechowywanych w temperaturze 4, 20 i 40°C była porównywalna, a wartości współczynnika W_o obliczone dla prób przechowywanych w tej samej temperaturze były zbliżone.

Szybkość zmian oksydacyjnych w próbach termostatowanych w 60°C była duża i uniemożliwiała obliczenie współczynnika W_o .

Zawartość tokoferoli w próbach termostatowanych w 4, 20, 40 i 60°C oznaczono wówczas, gdy wartość liczby nadtlenkowej wynosiła około 2, 5 i 10 (tab. 3 i 5).

Początkowa zawartość tokoferoli w badanym oleju słonecznikowym przekraczała 40 mg/100 g, w tym 86% sumy tokoferoli stanowił homolog α , natomiast zawartość γ -tokoferolu wynosiła 7%.

Zastosowanie kolumny z tlenkiem glinu umożliwiło w 97% usunięcie tokoferoli z oleju. Pozostała ilość, tj. 1,14 mg α -tokoferolu w 100 g oleju, nie miała dużego wpływu na ocenę dynamiki utleniania triacylogliceroli stabilizowanych preparatem oraz γ -tokoferolem. Termostatowane próby triacylogliceroli oleju słonecznikowego z tak małą ilością α -tokoferolu szybko ulegały utlenieniu i w krótkim czasie (od 1 do 13 dób) traciły przydatność konsumpcyjną ($LOO = 2$), natomiast ubytek α -tokoferolu wynosił 50–95%.

Vitapherol T-70 to mieszanina tokoferoli i oleju roślinnego, w tym 60% sumy tokoferoli stanowi homolog γ .

Najmniejszy i wyrównany ubytek γ -tokoferolu (o ok. 5–6%) oznaczono w próbach, których liczba nadtlenkowa nie przekroczyła wartości 2, a temperatura przechowywania wynosiła 4°C. Podwyższenie temperatury przechowywania prób do 20°C spowodowało 30–50% rozpad γ -tokoferolu (w próbach oleju, w których liczba nadtlenkowa wzrosła do wartości 2).

Tabela 5

Procent ubytku tokoferoli w stabilizowanych próbach triacylogliceroli oleju słonecznikowego i oleju słonecznikowego — *Percent of the tocopherols depletion in stabilized TAG samples and in samples of sunflower oil*

A — tokoferol — *tocopherol* [mg/100 g]

B — % ubytku — *depletion %*

LOO		0		2		5		10	
		A	B	A	B	A	B	A	B
Temperatura 4°C — <i>Temperature 4°C</i>									
Vitapherol T-70	α	6,08	0	5,67	6,7	3,16	48,0	2,28	62,5
	β	0,52	0	0,42	19,2	0,34	34,6	0,17	67,3
	γ	18,05	0	17,09	5,3	9,93	45,0	9,26	48,7
	δ	5,20	0	4,99	4,0	3,14	39,6	2,61	49,8
	suma	29,85	0	28,17	5,6	16,57	44,5	14,32	52,0
γ -tokoferol — γ -tocopherol		29,65	0	28,11	5,2	16,17	45,5	14,02	52,7
Olej słonecznikowy <i>Sunflower oil</i>	α	35,16	0	34,56	1,7	23,63	32,8	23,10	34,3
	β	2,33	0	2,11	9,4	2,01	13,7	1,72	26,2
	γ	2,80	0	2,62	6,4	1,66	40,7	1,51	46,1
	δ	0,48	0	0,41	14,6	0,40	16,7	0,34	29,2
	suma	40,77	0	39,7	2,6	28,03	31,2	26,67	34,6
TAG*	α	1,14	0	0,60	47,4	0,59	48,3	0,50	56,1
Temperatura 20°C — <i>Temperature 20°C</i>									
Vitapherol T-70	α	6,08	0	4,63	23,8	1,78	70,7	0,91	85,0
	β	0,52	0	0,30	42,3	0,12	76,9	0,09	82,7
	γ	18,05	0	9,20	49,0	7,94	56,0	7,75	57,1
	δ	5,20	0	3,89	25,2	1,56	70,0	1,07	79,4
	suma	29,85	0	18,02	39,6	11,4	61,8	9,82	67,1
γ -tokoferol — γ -tocopherol		29,65	0	18,00	39,3	11,40	61,6	9,12	69,2
Olej słonecznikowy <i>Sunflower oil</i>	α	35,16	0	27,96	20,5	16,48	53,1	16,42	53,3
	β	2,33	0	1,92	17,6	1,08	53,6	0,51	78,1
	γ	2,80	0	1,87	33,2	1,17	58,2	0,78	72,1
	δ	0,48	0	0,39	18,8	0,29	41,7	0,21	56,3
	suma	40,77	0	32,14	21,2	19,01	53,4	17,92	56,0
TAG*	α	1,14	0	0,58	49,1	0,09	92,1	0,05	95,6

Ciąg dalszy tabeli 5

A — tokoferol — *tocopherol* [mg/100 g]B — % ubytku — *depletion* %

LOO		0		2		5		10	
		A	B	A	B	A	B	A	B
Temperatura 40°C — <i>Temperature 40°C</i>									
Vitapherol T-70	α	6,08	0	3,01	50,5	2,11	65,3	1,92	68,4
	β	0,52	0	0,22	57,7	0,07	86,5	0,05	90,4
	γ	18,05	0	4,85	73,1	4,68	74,1	4,07	77,5
	δ	5,20	0	2,04	60,8	1,66	68,1	1,51	71,0
	suma	29,85	0	10,10	66,2	8,52	71,5	7,55	74,7
γ -tokoferol — γ -tocopherol		29,65	0	8,75	70,5	8,42	71,6	7,51	74,7
Olej słonecznikowy <i>Sunflower oil</i>	α	35,16	0	17,76	49,5	15,56	55,7	13,58	61,4
	β	2,33	0	1,43	38,6	1,05	54,9	0,77	67,0
	γ	2,80	0	1,56	44,3	1,20	57,1	0,69	75,4
	δ	0,48	0	0,33	31,3	0,30	37,5	0,17	64,6
	suma	40,77	0	21,80	46,5	18,11	55,6	15,21	62,7
TAG*		α	1,14	0	0,05	95,6	0,04	96,5	0,05
Temperatura 60°C — <i>Temperature 60°C</i>									
Vitapherol T-70	α	6,08	0	–	–	5,31	12,7	3,56	41,4
	β	0,52	0	–	–	0,31	40,4	0,14	73,1
	γ	18,05	0	–	–	0,98	94,6	0,79	95,6
	δ	5,20	0	–	–	0,12	97,7	0,12	97,7
	suma	29,85	0	–	–	6,72	77,5	4,61	84,6
γ -tokoferol — γ -tocopherol		29,65	0	–	–	8,12	72,6	8,14	72,5
Olej słonecznikowy <i>Sunflower oil</i>	α	35,16	0	–	–	8,31	76,4	6,56	81,3
	β	2,33	0	–	–	0,31	86,7	0,14	94,0
	γ	2,80	0	–	–	0,98	65,0	0,79	71,8
	δ	0,48	0	–	–	0,12	75,0	0,12	75,0
	suma	40,77	0	–	–	9,72	76,2	7,61	81,3
TAG*		α	1,14	0	–	0,01	99,1	0,01	99,1

TAG* — triacyloglicerole oleju słonecznikowego — *triacylglycerols of sunflower oil*

W przypadku prób termostatowanych w 40°C (LOO = 2) najmniejszy rozpad γ -tokoferolu oznaczono w próbach oleju słonecznikowego (44,3%), natomiast w próbach TAG stabilizowanych preparatem Vitapherol T-70 i γ -tokoferolem ich ubytek przekraczał 70%.

Czas przechowywania prób oleju słonecznikowego oraz TAG z dodatkiem mieszaniny tokoferoli zawartych w preparacie i TAG z γ -tokoferolem wpływał na dynamikę rozpadu tokoferoli. W próbach, których wartość liczby nadtlenkowej

przekraczała 5 i 10 γ -tokoferol ulegał rozpadowi w 40–80%, niezależnie od substratu, który opóźniał proces utleniania triacylogliceroli, np. w temperaturze przechowywania prób 40°C, których wartość LOO równa była 10, rozpad γ -tokoferolu zawartego w oleju słonecznikowym wynosił 75% (21 doba), w preparacie 77% (19 doba), a ubytek γ -tokoferolu dodanego do TAG oleju słonecznikowego przekraczał 74% (16 doba).

Ubytek γ -tokoferolu w termostatowanych próbach oleju słonecznikowego był porównywalny z ubytkiem γ -tokoferolu zawartego w preparacie i dodanego jako czysty związek do prób, w których opóźniał utlenianie triacylogliceroli oleju.

Zawartość sumy tokoferoli w próbach malała stopniowo, proporcjonalnie do dynamiki tworzenia się nadtlenuków w czasie utleniania triacylogliceroli.

W przypadku prób, których wartość LOO wynosiła około 2, a temperatura przechowywania 4°C rozpad sumy tokoferoli zawartych w preparacie wynosił 5,6%, a rozpad dodanego do TAG γ -tokoferolu 5,2%, natomiast gdy temperatura termostatowania prób wynosiła 20°C ubytek sumy tokoferoli wynosił odpowiednio 39,6 i 39,3%, a w temperaturze 40°C: 66,2 i 70,5%.

Dynamika zmian zawartości tokoferoli w oleju słonecznikowym była mniejsza w porównaniu do tempa ubytku tokoferoli dodanych do TAG oleju słonecznikowego. W temperaturze przechowywania 4°C rozpad sumy natywnych tokoferoli przy wartości LOO ok. 2 wynosił 2,6%, a w temperaturze 20 i 40°C odpowiednio 21,2 i 46,5%.

Natywne tokoferole zawarte w oleju słonecznikowym skuteczniej opóźniały proces utleniania triacylogliceroli oleju niż sumaryczna ilość tokoferoli zawartych w preparacie.

Wnioski

Próby oleju słonecznikowego z naturalną zawartością przeciwutleniaczy zachowywały najdłuższy czas przydatności konsumpcyjnej. Skuteczność dodanych przeciwutleniaczy (preparat Vitapherol T-70, γ -tokoferol) do prób triacylogliceroli oleju słonecznikowego była porównywalna, a ich wartości współczynnika ochronnego W_o były zbliżone.

Rozpad γ -tokoferolu oraz tokoferoli zawartych w preparacie Vitapherol T-70 — użytych do stabilizacji procesów utleniania triacylogliceroli oleju słonecznikowego — był porównywalny w danej temperaturze przechowywania prób, jednak kompozycja natywnych tokoferoli oleju słonecznikowego skuteczniej opóźniała proces utleniania, a dynamika zmian ich zawartości w oleju była mniejsza w porównaniu do tempa ubytku tokoferoli dodanych do triacylogliceroli oleju słonecznikowego.

Skuteczność przeciwutleniająca preparatu Vitapherol T-70 w stosunku do triacylogliceroli oleju słonecznikowego była mniejsza niż natywnych tokoferoli zawartych w oleju słonecznikowym, natomiast porównywalna była z aktywnością przeciwutleniającą γ -tokoferolu.

Literatura

- Abdalla A.E., Roozen J.P. 1999. Effect of plant extracts on the oxidative stability of sunflower oil and emulsion. *Food Chemistry*, 64: 323-329.
- Abdalla A.E., Tirzite D., Tirzitis G., Roozen J.P. 1999. Antioxidant activity of 1,4-dihydropyridine derivatives in β -carotene-methyl linoleate, sunflower oil and emulsions. *Food Chemistry*, 66: 189-195.
- Beardsell D., Francis J., Ridley D. 2002. Health promoting constituents in plant derived edible oils. *Journal of Food Lipids*, 9 (1): 1-34.
- Korczak J., Janitz W., Heś M., Nogala-Kałucka M., Gogolewski M. 1999. Stabilizacja oleju rzepakowego przy wykorzystaniu naturalnych przeciwutleniaczy. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XX: 569-577.
- Marinova E.M., Yanishlieva N.V. 1992. Effect of temperature on the antioxidative action of inhibitors in lipid autooxidation. *J. Sci. Food Agric.*, 60: 313-318.
- PN-ISO 3960: 1996. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby nadtlenkowej.
- Szukalska E. 2003. Wybrane zagadnienia utleniania tłuszczów. *Tłuszcze Jadalne*, 38, 1-2: 42-57.