

## Oksidacijska stabilnost biljnih ulja s dodatkom antioksidansa

### Sažetak

Oksidacija lipida je prepoznata kao glavni problem u jestivim uljima, ona uzrokuje važnu promjenu kemijskih, senzorskih i nutritivnih svojstava. Sintetski antioksidans je jeftiniji od prirodnog, ali je generalno prihvaćeno da prirodni antioksidansi imaju snažnije, efikasnije i zdravstveno sigurnije djelovanje nego sintetski. Oksidacijska stabilnost različitih smjesa biljnih ulja, sa i bez dodanog sintetskog i prirodnog antioksidansa, ispitivana je primjenom Rancimat testa. Istraživana je smjesa suncokretovog ulja (50%) i ostalih vrsta biljnih ulja (50%): sojino ulje, ulje kukuruzne klice, repičino ulje i ulje sjemenki. U ovom radu istraživana je utjecaj sintetskog antioksidansa propil galata (0,01%) i prirodnog ekstrakta ružmarina Oxy'Less<sup>®</sup>CS i StabilEnhance<sup>®</sup>OSR (udjela 0,3%) na oksidacijsku stabilnost smjese suncokretovog ulja i ostalih vrsta biljnih ulja (50:50). Oksidacija smjese dvije vrste ulja (50:50) inducirana je i mjerena primjenom Rancimat metode (uzorak 3,0 g, temperatura 120 °C, protok zraka 9 L/h). Rezultat oksidacije ulja izražen je indukcijom periodom (IP) i zaštitnim faktorom (PF). Stabilnost smjese ulja proporcionalna je indukcijom periodu. Prirodni antioksidans ekstrakt ružmarina efikasnije povećava stabilnost smjese suncokretovog ulja i ostalih ispitivanih ulja (50:50) u testiranim dozama u odnosu na propil galat. Rezultat istraživanja pokazuje da visoku antioksidacijsku aktivnost, mjerenu kao indukcijom period, ima ekstrakt ružmarina Oxy'Less<sup>®</sup>CS (0,3%) u odnosu na propil galat i StabilEnhance<sup>®</sup>OSR u svim smjesama ulja.

**Ključne riječi:** biljna ulja, oksidacijska stabilnost, prirodni antioksidansi, propil galat

### Uvod

Oksidacijska stabilnost ili održivost biljnih ulja i masti predstavlja vrijeme kroz koje se mogu sačuvati od procesa autooksidacije. Oksidacijsko kvarenje ulja je najčešći tip kvarenja, a predstavlja proces oksidacije ugljikovodikovog lanca masne kiseline. Poznavanje održivosti ulja važno je kako bi se moglo unaprijed odrediti vrijeme za koje se ulje može sačuvati od jače izražene oksidacije, bez bitnih promjena kvalitete, te za definiranje roka upotrebe ulja. Hoće li će proces autooksidacije ulja nastupiti brže ili polaganije ovisi o sastavu ulja, uvjetima čuvanja, prisutnosti sastojaka koji ubrzavaju ili usporavaju tu reakciju oksidacije (Martin-Polvillo, 2004.). Produkti autooksidacije u malim količinama daju uljima neugodan miris i okus, narušavaju senzorska svojstva ulja (Broadbent i Pike, 2003.). Analitičke metode koje se danas u praksi najčešće primjenjuju za određivanje oksidacijske stabilnosti ulja su: test ubrzane oksidacije ulja (Rancimat test i OSI indeks) i Schaal oven test (Shahidi, 2005.). Istraživanja Farhoosha i sur. (2008.) pokazuju da kinetički parametri

oksidacije biljnih ulja primjenom Rancimat testa utječu na održivost ulja. Povećanje brzine oksidacije ulja povezano je s porastom temperature tijekom testa ubrzane oksidacije ulja. Održivost biljnih ulja može se poboljšati dodatkom antioksidansa, a to su tvari koje inhibiraju, usporavaju autooksidaciju ulja. Poznati su razni sintetski i prirodni antioksidansi koji se primjenjuju za oksidacijsku stabilizaciju biljnih ulja (Yanishlieva i Marinova, 2001.; Merrill, 2008.). Sintetski antioksidans je jeftiniji od prirodnog, ali je generalno prihvaćeno da prirodni antioksidansi imaju snažnije, efikasnije i zdravstveno sigurnije djelovanje nego sintetski. Bera i sur. (2006.) istraživali su termičku stabilnost sintetskih antioksidansa (TBHQ, BHT, EQ) i prirodnog (ajowan ekstrakt) u lanenom ulju. Utvrdili su da TBHQ ima veću termičku stabilnost, ali prirodni se više preferira zbog privlačnog začinskog mirisa i okusa. U zadnjih pet godina, istražuju se različiti biljni materijali koji sadrže fenolne spojeve te pokazuju uspješna antioksidacijska svojstva u biljnim uljima. Tako se koriste razni ekstrakti začinskih biljaka (klinčića, cimeta, origana, kadulje, ružmarina, crnog papra) za uspješnu zaštitu od oksidacijskog kvarenja ulja kikirikija, visoko-oleinskog suncokretovog ulja kao i drugih ulja (Pan, 2007.; Ahn, 2008.). Gramza i sur. (2006.) izvještavaju da visoku antioksidacijsku aktivnost, mjerenu kao indukcijom period, ima etanolni ekstrakt zelenog čaja u odnosu na aktivnost BHT i ekstrakt crnog čaja u suncokretovom ulju.

Cilj istraživanja ovog rada bio je ispitati oksidacijsku stabilnost ili održivost različitih vrsta biljnih ulja i njihovih kombinacija (smjese dvije vrste ulja), te utjecaj prirodnog antioksidansa ekstrakta ružmarina (Oxy'Less<sup>®</sup>CS i StabilEnhance<sup>®</sup>OSR udjela 0,3%) i sintetskog antioksidansa propil galata (0,01%) na produženje oksidacijske stabilnosti smjese dvije vrste ulja.

### Materijal i metode

Za ispitivanje oksidacijske stabilnosti koristit će se sljedeće vrste biljnih ulja: suncokretovo ulje, ulje kukuruzne klice, repičino ulje, sojino ulje i ulje sjemenki grožđa. Smjese dvije vrste ulja pripremljene su miješanjem suncokretovog ulja (50%) i ostalih pojedinih vrsta ulja (50%), tako da smo dobili sljedeće uzorke: ulje kukuruzne klice (50%) + suncokretovo ulje (50%), repičino ulje (50%) + suncokretovo ulje (50%), sojino ulje (50%) + suncokretovo ulje (50%), ulje sjemenki grožđa (50%) + suncokretovo ulje (50%).

Ispitivanje utjecaja antioksidansa na održivost navedenih smjesa ulja provedeno je dodatkom sintetskog antioksidansa propil galata (0,01%) i dodatkom prirodnog antioksidansa ekstrakta ružmarina (Oxy'Less<sup>®</sup>CS i StabilEnhance<sup>®</sup>OSR udjela 0,3%).

Oxy'Less<sup>®</sup>CS - ekstrakt ružmarina u praškastoj formulaciji, dobiven iz *Rosmarinus officinalis* L., udio karnosolne kiseline 18-22%, suhi ekstrakt 92-98%, proizvođač Naturex, Francuska.

StabilEnhance<sup>®</sup>OSR - ekstrakt ružmarina u tekućoj formulaciji, dobiven iz *Rosmarinus officinalis* L., udio karnosolne kiseline min. 5%, proizvođač Naturex, Francuska.

<sup>1</sup> doc. dr. sc. Tihomir Moslavac, Katica Volmut – studentica; Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek  
<sup>2</sup> prof. dr. sc. Đani Benčić, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Propil galat - sintetski antioksidans, proizvođač firma Danisco, Danska.

Ispitivanje određenih parametara kvalitete biljnih ulja korištenih za izradu smjese ulja provedeno je primjenom standardnih metoda.

### Određivanje slobodnih masnih kiselina (SMK)

Kiselost ulja, koja je rezultat hidrolize triacilglicerola, izražena je kao udjel (%) slobodnih masnih kiselina. Slobodne masne kiseline određene su standardnom metodom (ISO 660: 1996) koja se temelji na principu titracije s otopinom natrij-hidroksida  $c(\text{NaOH}) = 0,1$  mol/L. Rezultat se izražava kao udjel (%) slobodnih masnih kiselina (SMK) izračunat kao oleinska kiselina prema formuli:

$$\text{SMK (\% oleinske)} = V \cdot c \cdot M / 10 \cdot m$$

V = utrošak otopine natrij-hidroksida za titraciju uzorka (mL)

c = koncentracija otopine natrij-hidroksida za titraciju,  $c(\text{NaOH}) = 0,1$  mol/L

M = molekulska masa oleinske kiseline, M = 282 g/mol

m = masa uzorka ulja za ispitivanje (g)

### Određivanje peroksidnog broja (Pbr)

Peroksidni broj je pokazatelj stupnja oksidacijskog kvarenja biljnih ulja. Određivanje peroksidnog broja je jedna od najviše primjenjivanih metoda za ispitivanje primarnih produkata oksidacije ulja i masti. Peroksidni broj ulja određen je standardnom metodom (ISO 3960:1998). Rezultat je izražen kao mmol aktivnog kisika koji potječe iz nastalog peroksida prisutnih u 1 kg ulja (mmol  $\text{O}_2$ /kg). Peroksidni broj (Pbr) izračunava se prema formuli:

$$\text{Pbr} = (V_1 - V_0) \cdot 5 / m \quad (\text{mmol } \text{O}_2 / \text{kg})$$

$V_1$  = volumen otopine natrij-tiosulfata,  $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,01$  mol/L utrošen za titraciju uzorka ulja (mL)

$V_0$  = volumen otopine natrij-tiosulfata utrošen za titraciju slijepe probe (mL)

m = masa uzorka ulja (g)

### Određivanje oksidacijske stabilnosti ulja (Rancimat test)

Poznavanje oksidacijske stabilnosti ili održivosti ulja je važno kako bi se unaprijed moglo odrediti vrijeme za koje se ulje može sačuvati od jače izražene oksidacije, bez bitnih promjena kvalitete, naročito senzorskih svojstava. Oksidacijska stabilnost ulja sa i bez dodanog antioksidansa određena je testom ubrzane oksidacije ulja - Rancimat testom (ISO 6886:1996). Taj test temelji se na ubrzanom kvarenju ulja pri povišenim temperaturama uz konstantan dovod zraka, pri čemu se induksijski period određuje na osnovi količine izdvojenih kratkolančanih hlapljivih organskih kiselina. Indukcijski period (vrijeme u satima) ukazuje na otpornost ulja prema oksidaciji. Što je induksijski period duži, to je održivost ulja veća. Korišten je automatski uređaj za određivanje oksidacijske stabilnosti ulja Rancimat model 743 (Metrohm, Švicarska) kod sljedećih uvjeta rada: masa uzorka ulja

3,0 g, temperatura 120 °C, protok zraka 9 L/h. Dobiveni rezultat je izražen kao induksijski period (IP) u satima. Djelovanje antioksidansa (prirodnog i sintetskog) na poboljšanje održivosti istraživanih smjesa biljnih ulja određeno je stabilizacijskim ili zaštitnim faktorom (PF) (protection factors) izračunom prema formuli (Yanishlieva i Marinova, 2001.):

$$\text{PF} = \text{IP}_{\text{inh}} / \text{IP}_0$$

$\text{IP}_{\text{inh}}$  = induksijski period uzorka ulja s dodatkom antioksidansa (h)

$\text{IP}_0$  = induksijski period uzorka ulja bez antioksidansa (h)

Zaštitni faktor (PF) označava koliko se puta poveća održivost nekog ulja ili masti dodatkom antioksidansa.

Vrijeme indukcije (indukcijski period) predstavlja broj sati potreban da ulje dostigne vrijednost peroksidnog broja 5 mmol/kg.

Duži induksijski period (IP) ukazuje na snažniju aktivnost antioksidansa, a veća vrijednost zaštitnog faktora (PF) od 1,0 ukazuje na bolju zaštitu ulja od autooksidacije (Gramza, 2006.).

### Rezultati i rasprava

Parametri kvalitete (slobodne masne kiseline, peroksidni broj) i održivost odabranih vrsta biljnih ulja korištenih za izradu smjese dvije vrste ulja izneseni su u tablici 1.

Tablica 1. Parametri kvalitete i održivost biljnih ulja korištenih za izradu smjese ulja

Biljno ulje	SMK (% oleinske)	Pbr (mmol $\text{O}_2$ /kg)	IP (h)
1. Suncokretovo ulje	0,05	0,20	2,54
2. Ulje kukuruzne klice	0,11	0,75	4,79
3. Repičino ulje	0,07	0,86	4,30
4. Sojino ulje	0,19	0,96	3,27
5. Ulje sjemenki grožđa	0,09	1,96	2,64

SMK - slobodne masne kiseline izražene kao % oleinske kiseline

Pbr - peroksidni broj, mmol  $\text{O}_2$ /kg

IP - induksijski period u satima (h); Rancimat test (3,0 g, 120 °C, 9 L/h)

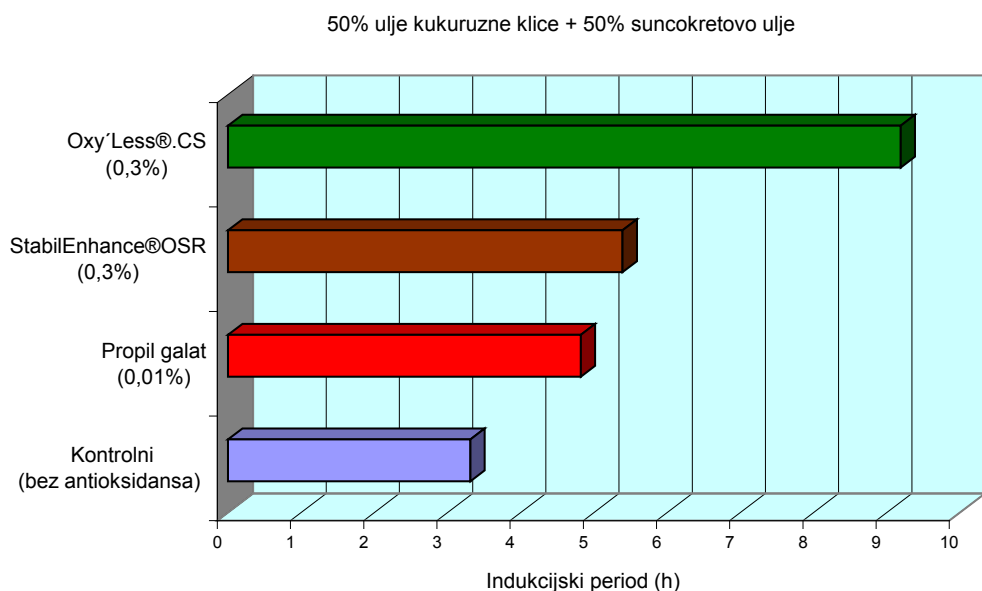
Dobivene vrijednosti za slobodne masne kiseline (SMK) i peroksidnog broja (Pbr) ukazuju na to da su odabrane vrste biljnih ulja vrlo dobre kvalitete te su u skladu s *Pravilnikom o temeljnim zahtjevima za jestiva ulja i masti (Narodne novine 39/99.)*. Oksidacijska stabilnost ulja izražena induksijskim periodom (u satima) dobivenim Rancimat testom (120 °C, 9 L/h) pokazuje da su biljna ulja dobre održivosti i otpornosti prema oksidacijskom kvarenju. Podatci za održivost sojinog ulja su u skladnosti s istraživanjima Farhoosha (2007.) koji je ispitivao utjecaj parametara provedbe Rancimat testa na oksidacijsku stabilnost sojinog ulja.

### Oksidacijska stabilnost smjese ulja

Rezultati istraživanja oksidacijske stabilnosti smjese dvije vrste ulja (50:50), te utjecaj prirodnog antioksidansa ekstrakta ružmarina (Oxy'Less®CS i StabilEnhance®OSR udjela 0,3%) i sintetskog antioksidansa propil galata (0,01%) na produženje održivosti ili stabilnosti smjese ulja prikazani su u grafikonima 1-4 i tablici 2.

Rezultati utjecaja navedenih antioksidansa na oksidacijsku stabilnost smjese ulja kukuruzne klice i suncokretovog ulja (50:50) vidljivi su u grafikonu 1 i tablici 2.

**Graf 1. Utjecaj antioksidansa na oksidacijsku stabilnost smjese ulja kukuruzne klice i suncokretovog ulja (50:50), izražen kao induksijski period dobiven primjenom Rancimat testa.**

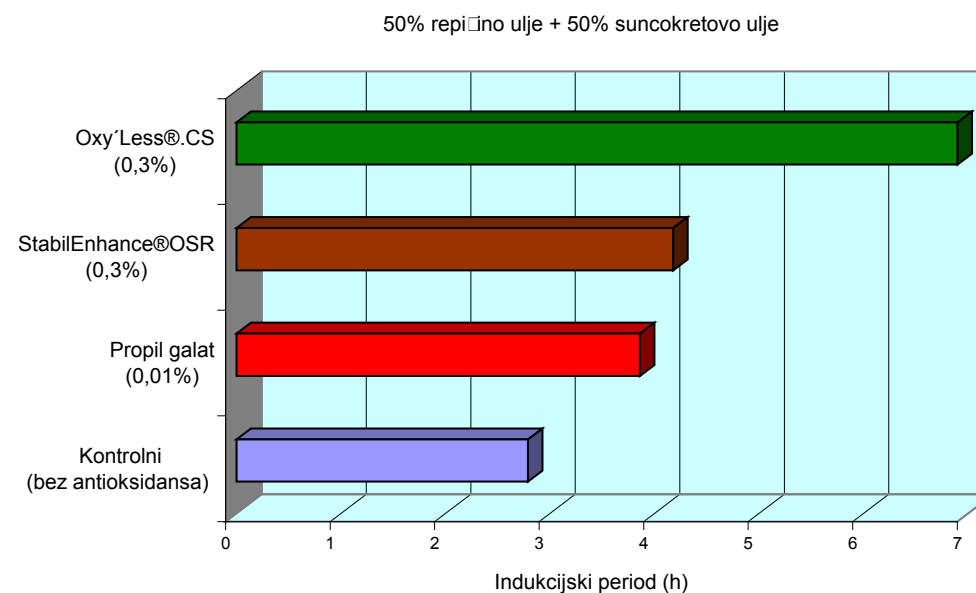


U grafikonu 1 vidljivo je da dodatak prirodnog antioksidansa ekstrakta ružmarina Oxy'Less®CS i StabilEnhance®OSR (udjela 0,3%) više produžuje vrijeme induksijskog perioda (u satima) u odnosu na antioksidacijsku aktivnost sintetskog antioksidansa propil galata (0,01%), čime je ta smjesa ulja bolje zaštićena od oksidacijskog kvarenja. Ekstrakt ružmarina Oxy'Less®CS pokazuje daleko veću efikasnost zaštite te smjese ulja od procesa aoutooksidacije, što je izraženo dužim induksijskim periodom (IP) 9,19 (h) (tablica 2). Kontrolni uzorak smjese ulja bez dodanog antioksidansa imao je induksijski period 3,31 (h). Stabilnost smjese ulja je proporcionalna induksijskom periodu (IP), veći IP znači bolju oksidacijsku stabilnost. Chu i Hsu(1999.) su istraživali utjecaj ekstrakta ružmarina, askorbil palmitata i tokoferola na stabilnost ulja kikirikija primjenom OSI testa. Spoznali su da sva tri antioksidansa povećavaju vrijednost OSI indeksa, a najveći utjecaj na porast održivosti ulja imao je ekstrakt ružmarina. Također, Merrill i sur. (2008.) izvješćuju o oksi-

dacijskoj stabilnosti konvencionalnih i visoko-oleinskih biljnih ulja te o utjecaju antioksidansa (ekstrakt ružmarina, askorbil palmitat, TBHQ i smjesa tokoferola) na stabilnost ulja primjenom OSI testa (110 °C, protok zraka 2,5 ± 0,2 mL/sek.). Ulje kukuruzne klice pokazuje odličnu održivost, a dodani antioksidansi uspješno produžuju stabilnost ulja. Frankel i sur. (1996.) utvrđuju da ekstrakt ružmarina, karnosolna i ružmarinska kiselina bolje štite ulje kukuruzne klice od primjene karnosola.

U grafikonu 2 vidljiv je utjecaj antioksidansa na oksidacijsku stabilnost smjese repičinog ulja i ulja suncokreta (50:50).

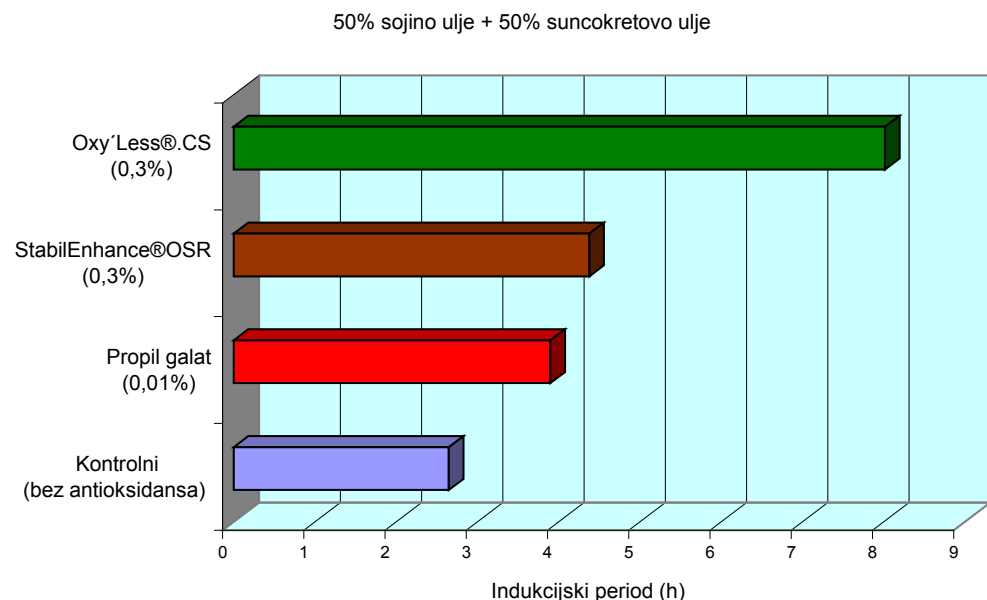
**Graf 2. Utjecaj antioksidansa na oksidacijsku stabilnost smjese repičinog ulja i suncokretovog ulja (50:50), izražen kao induksijski period dobiven primjenom Rancimat testa.**



Stabilnost smjese ulja bez dodatka antioksidansa (kontrolni uzorak) izražena induksijskim periodom (IP) bila je 2,79 (h). Dodatkom ekstrakta ružmarina (0,3%) postignuta je veća održivost te smjese ulja kod navedenih uvjeta Rancimat testa u odnosu na aktivnost propil galata (0,01%). Održivost smjese ulja porasla je do vrijednosti IP 6,90 (h) primjenom Oxy'Less®CS što ukazuje na veću antioksidacijsku aktivnost tog ekstrakta ružmarina u odnosu na StabilEnhance®OSR gdje je induksijski period 4,18 (h) (tablica 2). Veća vrijednost induksijskog perioda ukazuje na veću otpornost smjese ulja na oksidacijsko kvarenje. Nguyen i sur. (1999.) izvješćuju da je ekstrakt ružmarina bolji antioksidans za veću održivost repičinog ulja nego suncokretovog ulja.

Rezultati istraživanja utjecaja antioksidansa na stabilnost smjese sojinog ulja i suncokretovog ulja (50:50) izneseni su u grafikonu 3. i tablici 2.

Graf 3. Utjecaj antioksidansa na oksidacijsku stabilnost smjese sojinog ulja i suncokretovog ulja (50:50), izražen kao induksijski period dobiven primjenom Rancimat testa.



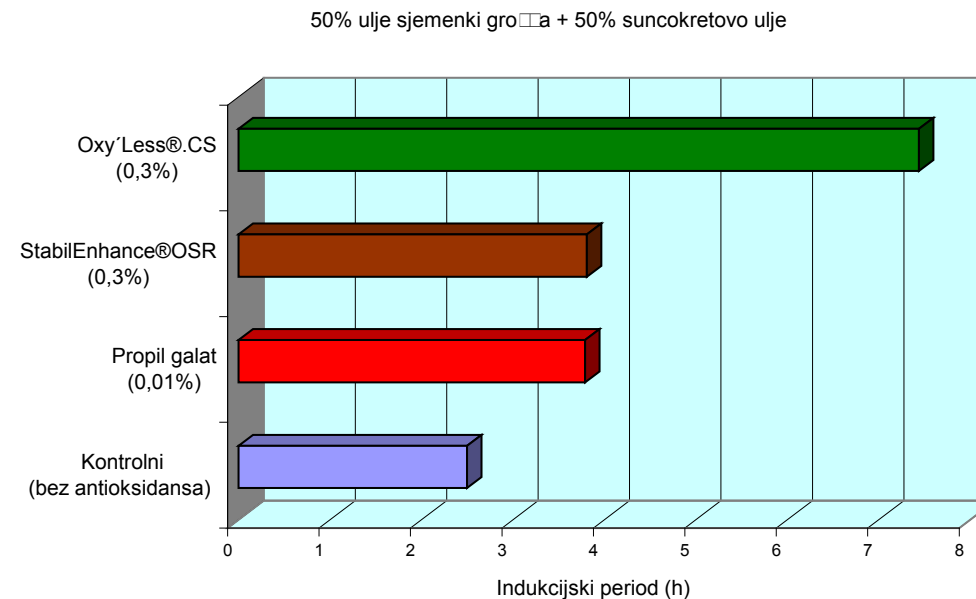
Vrijednost induksijskog perioda kontrolnog uzorka smjese ulja bez dodanog antioksidansa bila je 2,65 (h). Dodatkom ekstrakta ružmarina Oxy'Less®CS u smjesu ulja došlo je do znatnog porasta dužine induksijskog perioda (IP) koja iznosi 8,02 (h), što nam ukazuje na veću otpornost smjese ulja prema oksidaciji. Održivost smjese ulja dodatkom sintetskog antioksidansa propil galata malo je manja u odnosu na dobivenu održivost s ekstraktom ružmarina StabilEnhance®OSR. Warner (2005.) utvrđuje veću efikasnost zaštite sojinog ulja od autooksidacije dodatkom prirodnog antioksidansa.

Oksidacijska stabilnost smjese ulja grožđanih sjemenki i suncokretovog ulja (50:50) sa i bez antioksidansa prikazana je u grafikonu 4. i tablici 2.

Kontrolni uzorak smjese ulja imao je nisku vrijednost induksijskog perioda 2,50 (h) u navedenim uvjetima Rancimat testa (120 °C, 9 L/h). Znatn porast održivosti smjese ulja, izražen kao tri puta veći induksijski period, dobiven je primjenom ekstrakta ružmarina Oxy'Less®CS i iznosi 7,44 (h). Međutim, u grafikonu 4. vidljivo je da je održivost smjese ulja približno jednaka kada se koristi StabilEnhance®OSR i propil galat, dobivene su slične vrijednosti induksijskog perioda, znači da im je podjednaka antioksidacijska aktivnost u toj smjesi ulja.

Djelovanje korištenih antioksidansa na poboljšanje oksidacijske stabilnosti istraživanih smjesa biljnih ulja, izraženo stabilizacijskim ili zaštitnim faktorom (PF), izneseno je u tablici 2. Vrijednosti zaštitnog faktora (PF) u svim ispitivanim smjesama ulja pokazuju da ekstrakt ružmarina Oxy'Less®CS (0,3%) ima daleko veću efikasnost zaštite ulja od procesa

Graf 4. Utjecaj antioksidansa na oksidacijsku stabilnost smjese ulja sjemenki grožđa i suncokretovog ulja (50:50), izražen kao induksijski period dobiven primjenom Rancimat testa.



autooksidacije zbog snažnije antioksidacijske aktivnosti. Erkan i sur. (2008.) izvještavaju da ekstrakt ružmarina ima veliku antioksidacijsku aktivnost zbog visokog udjela fenolnih tvari. Tako ovaj antioksidans ostvaruje tri puta veću održivost smjese sojinog i suncokretovog ulja gdje je postignut PF od 3,026. Martinez-Tome i sur. (2001.) ukazuju da je ekstrakt ružmarina efikasniji u zaštiti rafiniranog maslinovog ulja u odnosu na sintetske antioksidanse propil galat (PG), BHA, BHT. Ekstrakt ružmarina StabilEnhance®OSR (0,3%) najviše povećava održivost (1,65 puta) smjese sojinog i suncokretovog ulja, pri čemu je vrijednost PF 1,652, u odnosu na druge ispitivane smjese ulja. Sintetski antioksidans propil galat (0,01%) pokazao je veću efikasnost porasta održivosti kod smjese ulja sjemenki grožđa i suncokretovog ulja, pri čemu je PF 1,516. Stoga propil galat pokazuje veću zaštitu te smjese ulja od oksidacijskog kvarenja u odnosu na zaštitu drugih ispitivanih smjesa ulja. Silva i sur. (2001.) izvješćuju da je efikasnija primjena propil galata u zaštiti od oksidacije rafiniranog suncokretovog ulja u odnosu na primjenu tokoferola.

Tablica 2. Utjecaj antioksidansa na oksidacijsku stabilnost smjese dvije vrste ulja (50:50) izražen kao induksijski period (IP) i zaštitni faktor (PF).

Smjesa dvije vrste ulja (50:50)	Kontrolni uzorak	Propil galat (0,01%)	Ekstrakt ružmarina				
			StabilEnhance®OSR (0,3%)		Oxy'Less®CS (0,3%)		
			IP (h)	PF	IP (h)	PF	
1. KUK-SUN	3,31	4,82	1,456	5,39	1,628	9,19	2,776
2. REP-SUN	2,79	3,86	1,383	4,18	1,498	6,90	2,473

3. SOJ-SUN	2,65	3,90	1,471	4,38	1,652	8,02	3,026
4. GRO-SUN	2,50	3,79	1,516	3,81	1,524	7,44	2,976

KUK-SUN: ulje kukuruzne klice + suncokretovo ulje (50:50)

REP-SUN: repičino ulje + suncokretovo ulje (50:50)

SOJ-SUN: sojino ulje + suncokretovo ulje (50:50)

GRO-SUN: ulje sjemenki grožđa + suncokretovo ulje (50:50)

### Zaključak

Na osnovi rezultata istraživanja oksidacijske stabilnosti smjese dvije vrste biljnih ulja, bez i sa dodatkom antioksidansa, mogu se izvesti sljedeći zaključci:

- Prirodni antioksidans ekstrakt ružmarina Oxy'Less<sup>®</sup>CS smanjuje oksidaciju ispitivanih smjesa biljnih ulja, odnosno značajno povećava održivost ili oksidacijsku stabilnost smjesa ulja u odnosu na StabilEnhance<sup>®</sup>OSR i propil galat.
- Oksidacijska stabilnost biljnih ulja proporcionalna je indukcijskom periodu, duži IP (u satima) ukazuje na snažniju aktivnost antioksidansa.
- Primjena prirodnog antioksidansa ekstrakta ružmarina Oxy'Less<sup>®</sup>CS (0,3%) pokazuje znatno veću vrijednost indukcijskog perioda u svim smjesama biljnih ulja u odnosu na ekstrakt ružmarina StabilEnhance<sup>®</sup>OSR (0,3%) i propil galat (0,01%).
- Ekstrakt ružmarina Oxy'Less<sup>®</sup>CS pokazuje veću efikasnost zaštite svih ispitivanih smjesa ulja od autooksidacije, tako da tri puta povećava održivost smjese sojinog i suncokretovog ulja, te smjese ulja sjemenki grožđa i suncokretovog ulja.
- Ekstrakt ružmarina StabilEnhance<sup>®</sup>OSR efikasnije štiti smjesu sojinog i suncokretovog ulja od oksidacije u odnosu na zaštitu drugih smjesa ulja.
- Propil galat najviše povećava održivost smjese ulja sjemenki grožđa i suncokretovog ulja i to za 1,516 puta u odnosu na održivost smjesa drugih biljnih ulja.

### Literatura

- Ahn, J-H., Kim, Y-P., Seo, E-M., Choi, Y-K., Kim, H-S. (2008.): Antioxidant effect of natural plant extracts on the microencapsulated high oleic sunflower oil. *Journal of Food Engineering* 84: 327-334.
- Bera, D., Lahiri, D., Nag, A. (2006.): Studies on a natural antioxidant for stabilization of edible oil and comparison with synthetic antioxidants. *Journal of Food Engineering* 74: 542-545.
- Broadbent, C.J., Pike, O.A. (2003.): Oil stability indeks correlated with sensory determination of oxidative stability in canola oil. *Journal of the American Oil Chemists Society* 80: 59-63.
- Chu, Y.H., Hsu, H.F. (1999): Effects of antioxidants on peanut oil stability. *Food Chemistry* 66 (1): 29-34.
- Erkan, N., Ayranci, G., Ayranci, E. (2008.): Antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus Officinalis* L.) extract, blackseed (*Nigella sativa* L.) essential oil, carnosic acid, rosmarinic acid and sesamol. *Food Chemistry* 110: 76-82.
- Farhoosh, R. (2007.): The Effect of Operational Parameters of the Rancimat Method on the Determination of the Oxidative Stability Measures and Shelf-Life Prediction of Soybean Oil. *Journal of the American Oil Chemists Society* 84: 205-209.
- Farhoosh, R., Niazmand, R., Rezaei, M., Sarabi, M. (2008.): Kinetic parameter determination of vegetable oil oxidation under Rancimat test conditions. *European Journal of Lipid Science and Technology* 110 (6): 587-592.
- Frankel, E.N., Huang, S-W., Aeschbach, R., Prior, E. (1996.): Antioxidant activity of rosemary extract and its constituents carnosic acid, carnosol and rosmarinic acid in bulk oil and oil-in-water emulsion, *Journal of Agriculture Food Chemistry*

44: 131-135.

- Gramza, A., Khokhar, S., Yoko, S., Gliszczynska-Swiglo, A., Hes, M., Korczak, J. (2006.): Antioxidant activity of tea extracts in lipids and correlation with polyphenol content. *European Journal of Lipid Science and Technology* 108: 351-362.
- Martinez-Tome, M., Jimenez, A.M., Ruggieri, S., Frega, N., Strabbioli, R., Murcia, M.A. (2001.): Antioxidant properties of Mediterranean spices compared with common food additives. *Journal Food Prot* 64 (9): 1412-1419.
- Martin-Polillo, M., Marquez-Ruiz, G., Dobarganes, M.C. (2004.): Oxidative stability of sunflower oils differing in unsaturation degree during long-term storage at room temperature. *Journal of the American Oil Chemists Society* 81: 577-583.
- Merrill, L.I., Pike, O.A., Ogden, L.V. (2008.): Oxidative Stability of Conventional and High-Oleic Vegetable Oils with Added Antioxidants. *Journal of the American Oil Chemists Society* 85: 771-776.
- Nguyen, N.T.T., Pokorny, J., Korczak, J. (1999.): Antioxidant activities of rosemary and sage extracts in rapeseed and sunflower oils. *Czech. J. Food Science* 17: 121-126.
- Pan, Y., Zhang, X., Wang, H., Liang, Y., Zhu, J., Li, H., Zhang, Z., Wu, Q. (2007.): Antioxidant potential of ethanolic extract of *Polygonum cuspidatum* and application in peanut oil. *Food Chemistry* 105: 1518-1524.
- Silva, F.A.M., Borges, F., Ferreira, M.A. (2001.): Effects of phenolic propyl esters on the oxidative stability of refined sunflower oil. *Journal of Agriculture Food Chemistry* 49 (8): 3936-3941.
- Shahidi, F. (2005.): *Bailey's Industrial Oil & Fat Products (Sixth edition), Volume 1, Edible Oil & Fat Products: Chemistry, Properties and Health Effects*, Eiley-Interscience publication: 269-513.
- Warner, K. (2005.): Effects on the flavor and oxidative stability of stripped soybean and sunflower oils with added pure tocopherols. *Journal of Agriculture Food Chemistry* 53: 9906-9910.
- Yanishlieva, Nedyalka V., Marinova, Emma M. (2001): Stabilisation of edible oils with natural antioxidants. *European Journal of Lipid Science and Technology* 103: 752-767.

### Scientific study

## Oxidative stability of vegetable oils with added antioxidants

### Summary

*Lipid oxidation has been recognized as the major problem affecting edible oils, as it is the cause of important deteriorative changes in their chemical, sensory and nutritional properties. Synthetic antioxidants are less expensive than natural ones. It is generally accepted that natural antioxidants are more potent, efficient and safer than synthetic antioxidants. The oxidative stability of different vegetable oil blends, with or without added synthetic and natural antioxidants, was evaluated using the Rancimat test conditions. Blends of sunflower oil (50%) and other oil varieties (50%) were researched: soybean, corn, rapeseed and grape seed. In this study, the antioxidant effect of propyl gallate (0.01%) in blends of sunflower oil and other oil (50:50) was compared to that of natural rosemary extract Oxy'Less<sup>®</sup>CS and StabilEnhance<sup>®</sup>OSR (0.3%). The oxidation was induced and measured using Rancimat method (sample 3.0 g, temperature 120 °C, airflow 9 L/h). The following results are expressed as induction period (IP) and protection factors (PF). Stability is proportional to the induction period. Natural antioxidants rosemary extract increase the stability of blends of sunflower oil and other oil (50:50) at dosage tested more efficiently than propyl gallate. The results showed the highest antioxidant activity, measured as an induction period, with rosemary extract Oxy'Less<sup>®</sup>CS (0.3%), compared to propyl gallate and StabilEnhance<sup>®</sup>OSR activity in all oil blends.*

**Key words:** vegetable oils, oxidative stability, natural antioxidants, propyl gallate