

Utjecaj antioksidanasa na oksidacijsku stabilnost svinjske masti

Moslavac Tomislav¹, Stela Jokić¹, Drago Šubarić¹, Krunoslav Aladić²

Originalni znanstveni rad

SAŽETAK

Oksidacija lipida predstavlja glavni problem u životinjskim mastima, ona prouzrokuje važnu promjenu kemijskih, senzorskih i nutritivnih svojstava. Svinjska mast podliježe oksidaciji tijekom proizvodnje, skladištenja i toplinske obrade. U ovom radu istraživana je utjecaj dodatka prirodnih antioksidanasa (ekstrakt ružmarina tip Oxy'Less CS, ekstrakt kadulje, ekstrakt maslinove komine, alfa tokoferol, mješavina tokoferola) i sintetskih antioksidanasa (PG, BHA) na promjenu oksidacijske stabilnosti svinjske masti. Oksidacijska stabilnost masti, sa i bez dodanog antioksidansa, ispitivana je primjenom Testa održivosti na 98 oC. Rezultati testa prikazani su kao vrijednost peroksidnog broja (mmol O₂/kg) nakon određenog vremena držanja uzorka pri temperaturi 98 °C. Rezultati istraživanja pokazuju da veću antioksidacijsku aktivnost ima ekstrakt ružmarina tip Oxy'Less CS, ostvario je veću efikasnost zaštite svinjske masti od oksidacije, u odnosu na druge ispitivane antioksidanse. Sintetski antioksidansi propil galat i butilhidroksianisol uspješno su povećali stabilnost svinjske masti prema oksidaciji pri čemu veće antioksidacijsko djelovanje pokazuje propil galat.

Ključne riječi: svinjska mast, oksidacijska stabilnost, antioksidansi, test održivosti

UVOD

Potrošnja svinjske masti nekada je bila značajno zastupljena u domaćinstvima kontinentalne Hrvatske. Životinjske (animalne) masti i njihovi derivati danas se sve više koriste za razne industrijske namjene, a ne samo za pripremu hrane. Tako industrijski margarin ima sve veću primjenu, a izrađuje se od biljnih i animalnih masti u određenom omjeru pri čemu svinjska mast sudjeluje sa oko 10%. Oplemenjivanje animalne masti u budućnosti će imati sve veći značaj. Svinjska mast proizvodi se iz masnog tkiva najčešće suhim i mokrim postupkom topljenja (Čorbo, 2008.). Sastav svinjske masti čine triacilgliceroli, diacilgliceroli, slobodne masne kiseline, a u manjim udjelima fosfolipidi, steroli, tokoferoli, karotenoidi i liposolubilni vitamini (Gunstone,

2004.). Ova mast sadrži veći udio zasićenih masnih kiselina oko 40% (palmitinska 27%, stearinska 11%, miristinska 2%), mononezasićene oko 50% (oleinska 44%, palmitoleinska) te oko 10% polinezasićenih masnih kiselina (linolna, linolenska, arahidonska, DHA) (Gunstone, 1996.; Rossell, 2001.). Sastav svinjske masti može varirati, ovisno o tome koji dio masnog tkiva se koristi za proizvodnju masti te o ishrani svinja (Hauff i Vetter, 2010.). Hosseini i sur. (2016.) utvrđuju da svinjska mast ima višu termičku stabilnost od biljnih ulja s visokim udjelom polinezasićenih masnih kiselina, a nižu od ulja poput palminog oleina. Masti kao i ulja brzo podliježu nepoželjnim promjenama (enzimski i mikrobiološki procesi, kemijske reakcije) što rezultira njihovim kvarenjem. Tijekom skladištenja životinjskog ma-

1 Prof. dr. sc. Tihomir Moslavac; Izv. prof. dr. sc. Stela Jokić, prof. dr. sc. Drago Šubarić Prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera Osijek, Franje Kuhača 20, 31000 Osijek, Hrvatska

2 Dr. sc. Krunoslav Aladić, Hrvatski veterinarski institut, Veterinarski zavod Vinkovci, Josipa Kozarca 24, 32100 Vinkovci, Hrvatska

Autor za korespondenciju: tihomir.moslavac@ptfos.hr

snog tkiva i njihove masti dolazi do odgovarajućih autolitičkih procesa što utječe na smanjenje njihove kvalitete. Navedeni procesi mogu ići u pravcu oksidacije i hidrolitičke razgradnje. Hidroliza masti je razgradnja koja rezultira porastom kiselosti masti jer raste udio slobodnih masnih kiselina. Mikroorganizmi mogu također uzrokovati kvarenje masti, stvaraju se pigmenti koji daju žutu, crvenu, ružičastu boju mastima. Oksidacijsko kvarenje masti i ulja predstavlja najčešći tip kvarenja, a nastaje djelovanjem kisika iz zraka na nezasićene masne kiseline. Poznata su dva kemijska mehanizma koja su odgovorna za te oksidacijske procese: termooksidacija i fotoooksidacija, a koji će se provesti ovisi o tipu molekule kisika koja će reagirati s uljem. Čimbenici koji utječu na proces oksidacije (proooksidansi) su temperatura, svjetlo, sastav masnih kiselina, ioni metala, pigmenti, fosfolipidi, slobodne masne kiseline (Choe i Min, 2006.). Od svih masti oksidacijskom kvarenju najviše podliježe svinjska mast zbog niskog sadržaja tokoferola (7-27 mg/kg), koji je prirodni antioksidans (Hamilton, 1999.). Autoooksidacijsko kvarenje može nastupiti sporije ili brže što ovisi od sastava masti, uvjeta skladištenja, prisutnosti sastojaka koji ubrzavaju ili usporavaju ovu reakciju oksidacije (Martin-Polvillo, 2004.). Nastali produkti autoooksidacije u vrlo malim udjelima daju neugodan miris čime narušavaju senzorska svojstva ulja i masti (Broadbent i Pike, 2003.). Rezultat oksidiranosti ulja i masti pripisuje se nastanku primarnih i sekundarnih produkata oksidacije (Gray, 1978; Rovellini, 1997.). Oksidacijska stabilnost ili održivost kako animalnih masti tako i biljnih ulja predstavlja vrijeme kroz koje se mogu sačuvati od procesa autoooksidacije. Poznavanje održivosti je važno kako bi se moglo unaprijed utvrditi vrijeme za koje se masti mogu sačuvati od jače izražene oksidacije te za određivanje vremenskog roka njihove primjene. Rezultati istraživanja pokazuju da stabilnost masti ovisi, prije svega, od vrste masti odnosno sastava masnih kiselina kao i od udjela sastojaka koji pokazuju antioksidacijsku aktivnost. Frega i sur. (1999.) utvrđuju da slobodne masne kiseline prisutne u masti, a nastale hidrolitičkom razgradnjom triglicerida, djeluju kao proooksidansi te ubrzavaju oksidacijsko kvarenje i kod većeg udjela smanjuju oksidacijsku stabilnost. Danas se za određivanje oksidacijske stabilnosti najčešće primjenjuju metode temeljene na ubrzanoj oksidaciji ulja i masti, a to su Oven test, AOM test i Rancimat test (Shahidi, 2005.; Suja, 2004.; Abramović, 2006.). Otpornost prema oksidacijskom kvarenju masti može se poboljšati dodatkom antioksidanasa, tvari koje

inhibiraju i usporavaju proces autoooksidacije. Poznati su sintetski i prirodni antioksidansi koji se primjenjuju za stabilizaciju biljnih ulja i animalnih masti (Yanishlieva i Marinova, 2001.; Merrill, 2008.). Danas se intenzivira istraživanje raznih biljnih materijala koji sadrže aktivne sastojke kao što su fenolni spojevi te pokazuju znatna antioksidacijska svojstva u uljima i mastima. Upotrebljavaju se razni ekstrakti začinskih biljaka (kadulje, ružmarina, zelenog čaja, nara, origana, crni biber i dr.) za zaštitu ulja i masti od oksidacijskog kvarenja (Pan, 2007.; Ahn, 2008.). Gramza i sur. (2006.) izvještavaju da visoku antioksidacijsku aktivnost, pokazuje etanolni ekstrakt zelenog čaja u odnosu na aktivnost BHT i ekstrakt crnog čaja u suncokretovom ulju.

Cilj istraživanja ovog rada bio je ispitati utjecaj dodatka prirodnih antioksidanasa (ekstrakta ružmarina, ekstrakta kadulje, ekstrakta maslinove komine, alfa tokoferola, mješavine tokoferola) i sintetskih antioksidanasa (PG, BHA) na promjenu oksidacijske stabilnosti domaće svinjske masti.

MATERIJAL I METODE

Za ispitivanje oksidacijske stabilnosti koristit će se domaća svinjska mast proizvedena suhim postupkom topljenja. Ispitivanje utjecaja dodatka antioksidanasa na oksidacijsku stabilnost svinjske masti provedeno je dodatkom prirodnih antioksidanasa: ekstrakt ružmarina (tip OxyLess® CS), ekstrakt kadulje, ekstrakt maslinove komine, alfa tokoferol, mješavina tokoferola, te sintetskih antioksidanasa propil galat (PG) i butilhidroksianisol (BHA).

OxyLess® CS je ekstrakt dobiven od listova ružmarina koje ima botaničko ime *Romarinus officinalis* L. Specifikacija ekstrakta ružmarina tipa OxyLess CS: udjel karnosolne kiseline 18-22 %, zaštitni faktor (PF) je > 12, suha tvar ekstrakta 92 - 98 %, proizvođač Naturex, Francuska. Ekstrakt maslinove komine proizveden je iz komine masline koji zaostaje kao nusprodukt prešanja samljevenih plodova masline, provedena je ekstrakcija tijekom 96 sati sa dodatkom 65 %-tnog etanola. Ekstrakt kadulje proizveden je iz osušenih i usitnjenih listova kadulje, sa dodatkom 65 %-tnog etanola provedena ekstrakcija tijekom 96 sati. Alfa tokoferol - proizvođač je DSM Nutritional Products Ltd, Switzerland. Mješavina tokoferola 95 sadrži: alfa tokoferol 0-15 %, beta tokoferol 5 %, gama tokoferol 55-75 % i delta tokoferol 20-30 %, proizvođač je DSM Nutritional Products Ltd, Switzerland.

Propil galat (PG) je propilni ester galne kiseline koja je prirodni biljni fenolni spoj. To je umjetni antioksidans E310, u obliku praha sivo-bijele boje.

Točka tališta je 146 do 150 °C, a preporučena količina doziranja je od 20 do 200 ppm. U ispitivanju je upotrijebljen u udjelu od 0,01% računato na masu uzorka svinjske masti. Proizvođač je tvrtka Danisco, Danska. Butilhidroksianisol (BHA) - proizvodi se kemijskom sintezom iz p-metoksifenola i izobutilena, komercijalno je dostupan kao bijele, voštane pahuljice topljive u mastima. Proizvođač je tvrtka Danisco, Danska.

Prije ispitivanja oksidacijske stabilnosti svinjske masti određeni su parametri kvalitete peroksidni broj, slobodne masne kiseline, anisidinski broj, totox broj te jodni broj i saponifikacijski broj primjenom standardnih metoda.

Određivanje slobodnih masnih kiselina (SMK)

Kiselost biljnih ulja i animalnih masti nastaje kao rezultat hidrolize triacilglicerola u prisustvu vode i lipolitičkih enzima (lipaza), a izražena je kao udjel (%) slobodnih masnih kiselina. Nastale slobodne masne kiseline određene su standardnom metodom (HRN EN ISO 660: 2010) koja se temelji na principu titracije s otopinom natrij-hidroksida $c(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ mol/L}$. Rezultat se izražava kao udjel (%) slobodnih masnih kiselina (SMK) izračunat kao oleinska kiselina prema izrazu:

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

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

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

M = molekulska masa oleinske kiseline, $M = 282 \text{ g/mol}$

m = masa uzorka masti za ispitivanje (g)

Određivanje peroksidnog broja (Pbr)

Peroksidni broj je pokazatelj stupnja oksidacijskog kvarenja biljnih ulja i animalnih masti. Određivanje peroksidnog broja je jedna od najviše primjenjivanih metoda za ispitivanje primarnih produkata oksidacije ulja (hidroperoksidi, peroksidi). Peroksidni broj određen je standardnom metodom (HRN EN ISO 3960:2017). Rezultat je izražen kao mmol aktivnog kisika koji potječe iz nastalih peroksida prisutnih u 1 kg masti (mmol O_2/kg). Vrijednost peroksidnog broja (Pbr) izračunava se prema izrazu:

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

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

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

m = masa uzorka masti (g)

Određivanje anisidinskog broja (Abr) i totoks broja (TB)

Anisidinski broj svinjske masti određen je standardnom metodom HRN EN ISO 6885: 2016. kojom se izravno određuje sadržaj neisparljivih karbonilnih spojeva tj. sekundarnih produkata oksidacije. Određivanje ove vrijednosti se temelji na reakciji p-anisidina s višim nezasićenim aldehidima, pri čemu nastaju Schiff-ove baze koje apsorbiraju svjetlost pri valnoj dužini od 350 nm (Dimić i Turkulov, 2000.). Uzorak masti otopljen je u izooktanu (2,2,4-trimetilpentan) uz dodatak p-anisidina i octene kiseline. Anisidinski broj, izražen kao 100 puta vrijednost apsorbanije otopine u reakciji sa p-anisidinom na 350 nm, je izračunat prema sljedećem izrazu:

$$\text{Abr} = 100 \times Q \times \frac{V}{m} \times [1,2 \times (A_1 - A_2 - A_0)]$$

gdje je:

Q - konstanta 0,01 (g/mL);

V - volumen otopine pripremljenog uzorka, 25 mL;

m - masa uzorka u gramima;

A_0 - apsorbanija za neizreagirani uzorak;

A_1 - apsorbanija za izreagirani uzorak;

A_2 - apsorbanija slijepe probe;

1,2 - faktor korekcije za razrjeđenje test otopine dodatkom 1 mL ledene octene kiseline.

Za određivanje ukupne oksidacijske vrijednosti ulja i masti ili totox broja koristi se peroksidni broj (Pbr) u kombinaciji s anisidinskim brojem (Abr). Rezultat totox broja (TB) je izračunat prema izrazu koji je definiran u standardnoj metodi HRN EN ISO 6885:2016:

$$\text{Totox broj} = 2 \text{ Pbr} + \text{Abr}$$

Određivanje jodnog broja (IV)

Jodni broj izražava u postotcima onu količinu joda koju može vezati adicijom na mast (ulje) ili masna kiselina. Princip svih metoda određivanja jodnog broja je da se na mast (ulje) djeluje viškom halogena u otopini, a nakon provedene reakcije adicije, neadrirana količina halogena se retitrira otopinom natrijevog tiosulfata. Obzirom da se jod veže na dvostruke veze masnih kiselina, njegova vrijednost daje uvid u stupanj nezasićenosti ulja ili masti.

U tikvicu je odvagano 0,3 - 0,35 g masti i kao otapalo je dodan kloroform, nakon čega se dolije 25

mL jodnog monobromida. Smjesa je promućkana i ostavljena 30 minuta u tamnom prostoru. Na isti način provodi se i slijepa proba. Nakon završene adicije joda, dodano je 15 mL otopine kalijevog jodida i razrijeđeno prokuhanom i ohlađenom destiliranim vodom. Titracija se provodi dokapavanjem 0,1 M otopine natrijevog tiosulfata uz otopinu škroba kao indikator. Jodni broj je izračunat prema izrazu:

$$IV = \frac{a-b}{c} \times 0,01269 \times 100 \text{ (g I}_2\text{ / 100 g)}$$

gdje je:

a - mL 0,1 M otopine (Na₂S₂O₃) za titraciju slijepa probe;

b - mL 0,1 M otopine (Na₂S₂O₃) za titraciju uzorka;

c - masa ispitivanog uzorka (g).

Određivanje saponifikacijskog broja (SV)

Saponifikacijski broj izražava broj miligrama kalijevog hidroksida koji je potreban za vezanje slobodnih i kao ester ili anhidrid vezanih masnih kiselina u 1 g masti (ulja).

U tikvicu je odvagano točno 2 g uzorka i dodano 25 mL 0,5 M otopine kalij hidroksida. Smjesa je zagrijavana 30 minuta na vodenoj kupelji. Nakon završetka saponifikacije, bistroj vrućoj otopini je dodano nekoliko kapi fenolfaleina, a višak lužine je titriran 0,5 M klorovodičnom kiselinom (HCl) do nestanka crvenog obojenja. Saponifikacijski broj je određen korištenjem izraza:

$$SV = \frac{a-b}{O_k} \times 28,1 \text{ (kg KOH / g)}$$

gdje je:

a - mL 0,5 M otopine HCl utrošenog za slijepu probu;

b - mL 0,5 M otopine HCl utrošenog za uzorak;

O_k - odvaga uzorka (g);

28,1 - broj miligrama KOH sadržanih u 1 mL 0,5 M otopine KOH

Određivanje oksidacijske stabilnosti svinjske masti

Poznavanje oksidacijske stabilnosti (održivosti) biljnih ulja i animalnih masti važno je kako bi se unaprijed moglo odrediti vrijeme za koje se mogu sačuvati od jače izražene oksidacije, bez bitnih promjena njihove kvalitete.

Test održivosti na 98 °C

Test održivosti na 98 °C je postupak za određivanje oksidacijske stabilnosti biljnih ulja i animalnih masti. Primjenom ovog postupka uzorci svinjske masti se zagr-

javaju u termostatu pri temperaturi 98 °C te se prati promjena vrijednosti peroksidnog broja ili senzorske promjene masti uzrokovane oksidacijskim kvarenjem u određenim vremenskim razmacima (satima, danima). Rezultat ispitivanja oksidacijske stabilnosti svinjske masti primjenom ovog testa prikazan je kao vrijednost peroksidnog broja nakon određenog vremena provedbe testa. Razni istraživači ukazuju na dobru korelaciju rezultata dobivenih ovom metodom i AOM metodom (Swift test) i Schaal oven testom, kao i održivost masti pri sobnoj temperaturi (Rade i sur., 2001.). Dobiveni rezultati određivanja oksidacijske stabilnosti ovim testom daju nam približni podatak za procjenu stvarne stabilnosti ili održivosti masti. Ustanovljeno je da jedan sat Testa održivosti na 98 °C odgovara približno 10 do 15 dana čuvanja masti pri sobnoj temperaturi (Oštrić Matijašević i Turkulov, 1980.).

REZULTATI I RASPRAVA

Kvaliteta svinjske masti

U tablici 1 prikazane su početne kemijske karakteristike svinjske masti: slobodne masne kiseline, peroksidni broj, anisidinski broj, Totox broj, saponifikacijski broj i jodni broj koja je korištena za ispitivanje utjecaja dodatka antioksidanasa na promjenu oksidacijske stabilnosti.

Tablica 1. Početne kemijske karakteristike svinjske masti
Table 1. Initial chemical characteristics of pork fat

Parametar kvalitete	
Pbr (mmol O ₂ /kg)	0
SMK (% oleinske kiseline)	0,15
Anisidinski broj	0,53
Totox broj	0,53
Saponifikacijski broj (mg KOH/g)	197,15
Jodni broj (gI ₂ /100g)	67,31

SMK - slobodne masne kiseline (% oleinske kiseline)

Pbr - peroksidni broj (mmol O₂/kg)

Analitički određene i izračunate vrijednosti za parametre slobodne masne kiseline (0,15 %) i peroksidni broj (0 mmol O₂/kg) ukazuju na to da je ispitivana svinjska mast dobre kvalitete jer su vrijednosti u skladu sa Pravilnikom o jestivim uljima i mastima (Narodne novine 41/12.). Dobivene vrijednosti za saponifikacijski broj i jodni broj podudaraju se s literaturnim podacima za svinjsku mast (Shahidi, 2005.).

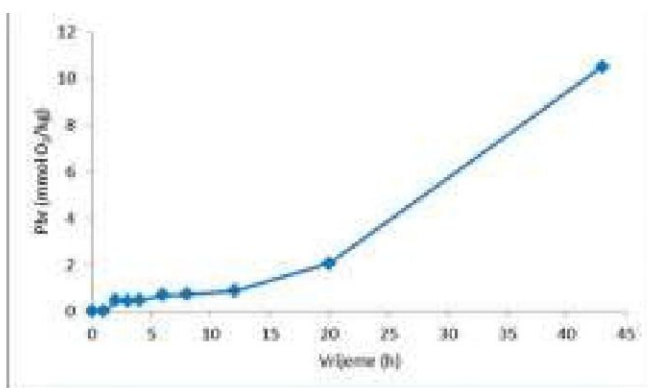
Oksidacijska stabilnost svinjske masti

Test održivosti na 98 °C

Autooksidacijsko kvarenje svinjske masti izazvano metodom ubrzanog kvarenja utjecajem topline dovodi do formiranja primarnih produkata oksidacije

(hidroperoksidi, peroksidi), a izražavaju se kao peroksidni broj. Oksidacijska stabilnost svinjske masti, sa i bez dodatka antioksidanasa određena je Testom održivosti na 98 °C.

Rezultati ispitivanja utjecaja dodatka prirodnih i sintetskih antioksidanasa na promjenu oksidacijske stabilnosti svinjske masti prikazani su u tablici 1. i slikama 1. i 2. Na slici 1. prikazana je promjena oksidacijske stabilnosti svinjske masti bez dodatka antioksidanasa (kontrolni uzorak) tijekom 43 sata Testa održivosti na temperaturi 98 °C. Rezultati pokazuju da je tijekom testa došlo do postepenog porasta vrijednosti peroksidnog broja (Pbr) te je na kraju testa, nakon 43 sata, dobiven Pbr 10,50 mmol O₂/kg.



Graf 1. Oksidacijska stabilnost svinjske masti tijekom 43 sata testa održivosti.

Graph 1. Oxidative stability of pork fat during 43 hours of sustainability test.

Dodatkom prirodnog antioksidansa ekstrakta ružmarina tip Oxy Less CS (0,2 %) postignuta je veća stabilnost tj. otpornost svinjske masti prema oksidacijskom kvarenju, nakon 43 sata testa

vrijednost Pbr je najniža i iznosi 2,17 mmol O₂/kg (Tablica 2.).

Korištenjem antioksidansa mješavine tokoferola (0,05 %) ostvarena je značajna zaštita svinjske masti od oksidacijskog kvarenja, na kraju testa vrijednost Pbr je 7,35 mmol O₂/kg. U mješavini tokoferola dominira gama oblik koji ima veću antioksidacijsku aktivnost u odnosu na alfa i beta oblik te je zaslužan za dobru stabilizaciju svinjske masti.

Dodatkom čistog alfa tokoferola postignuta je slabija zaštita svinjske masti od oksidacije zato što ovaj oblik tokoferola ima manje antioksidacijsko djelovanje u odnosu na druge izomerne oblike tokoferola.

Prirodni antioksidans ekstrakt kadulje dodan u koncentraciji 0,2 % vrlo malo je zaštitio svinjsku mast od oksidacijskog kvarenja, nakon 43 sata testa vrijednost Pbr je 10,10 mmol O₂/kg što je malo niža vrijednost od kontrolnog uzorka.

Primjenom prirodnog antioksidansa ekstrakta maslinove komine, udjela 0,2 %, nije došlo do zaštite svinjske masti od oksidacije. Ovaj ekstrakt nije pokazao antioksidacijsko djelovanje u svinjskoj masti što pokazuje veća vrijednost Pbr (17,86 mmol O₂/kg) u odnosu na kontrolni uzorak (Tablica 2.).

Dodatkom sintetskih antioksidanasa propil galata (PG) i butilhidroksianisola (BHA) u udjelu 0,01 % došlo je do značajne zaštite svinjske masti od oksidacijskog kvarenja (Slika 2.). Veća efikasnost zaštite masti dobivena je primjenom propil galata, nakon 43 sata testa vrijednost Pbr je manja (2,68 mmol O₂/kg) u odnosu na BHA (4,45 mmol O₂/kg).

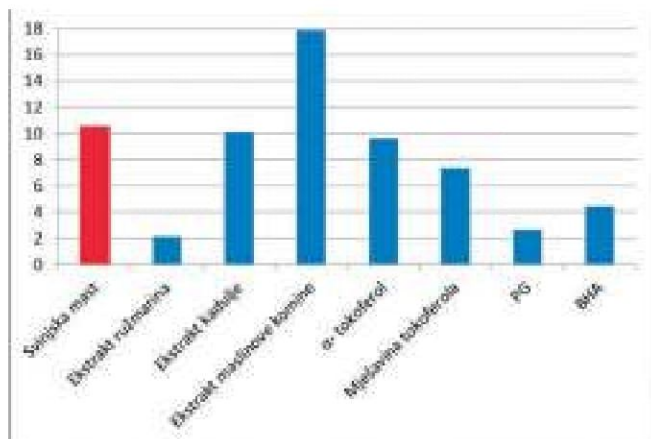
ZAKLJUČAK

Analički je utvrđeno da je svinjska mast proizvedena suhim postupkom dobre kvalitete, osnovni parametri kvalitete peroksidni broj i slobodne ma-

Tablica 2. Oksidacijska stabilnost svinjske masti sa i bez dodanog antioksidansa određena Testom održivosti na 98 °C tijekom 43 sata praćena peroksidnim brojem.

Table 2. Oxidative stability of pork fat with and without added antioxidant determined by the Sustainability test at 98 °C during 43 hours follow of peroxide values.

Uzorak	Udio (%)	Peroksidni broj (mmol O ₂ /kg)									
		0 (sat)	1	2	3	4	6	8	12	20	43 (sata)
Svinjska mast (kontrolni uzorak)			0	0,44	0,46	0,47	0,69	0,72	0,87	2,04	10,50
Ekstrakt ružmarina (Oxy Less CS)	0,2	0	0	0	0,22	0,25	0,27	0,48	0,51	0,79	2,17
Ekstrakt maslinove komine	0,2		0,24	0,54	0,55	0,70	0,78	0,82	0,99	3,21	17,86
Alfa tokoferol	0,05		0,51	0,55	0,58	0,61	1,04	1,24	1,76	3,71	9,66
Mješavina tokoferola	0,05		0,32	0,41	0,48	0,51	0,52	0,54	0,65	2,77	7,35
Ekstrakt kadulje	0,2		0,26	0,44	0,49	0,52	0,53	0,65	0,81	2,30	10,10
Propil galat	0,01		0	0	0,23	0,24	0,26	0,48	0,51	1,01	2,68
BHA	0,01		0	0	0	0	0,25	0,47	0,80	1,22	4,45



Graf 2. Utjecaj antioksidanasa na oksidacijsku stabilnost svinjske masti nakon 43 sata testa održivosti.

Graph 2. Influence of antioxidants on the oxidative stability of pork fat after 43 hours of sustainability test.

LITERATURA

Abramović, H., H. Abram (2006): Effect of added rosemary extract on oxidative stability of *Camelina sativa* oil. *Acta agriculturae Slovenica* 87 (2), 255-261.

Ahn, J.-H., Y.-P. Kim, E.-M. Seo, Y.-K. Choi, H.-S. Kim (2008): Antioxidant effect of natural plant extracts on the microencapsulated high oleic sunflower oil. *Journal of Food Engineering* 84, 327-334.

Broadbent, C.J., O.A. Pike (2003): Oil stability indeks correlated with sensory determination of oxidative stability in canola oil. *Journal of the American Oil Chemists Society* 80, 59-63.

Choe, E., D.B. Min (2006): Mechanisms and Factors for Edible Oil Oxidation. *Compr. Rev. Food Sci. F.* 5, 169-186.

Čorbo, S. (2008): Tehnologija ulja i masti. Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Universitet u Sarajevu, 191-205.

Dimić, E., J. Turkulov (2000): Kontrola kvalitete u tehnologiji jestivih ulja, Tehnološki fakultet, Novi Sad.

Frega, N., Mozzon, M., G. Lercker (1999): Effect of Free Fatty Acids on Oxidative Stability of Vegetable Oil. *Journal of the American Oil Chemists Society* 76 (3), 325-329.

Gramza, A., Khokhar, S., Yoko, S., Gliszczynska-Swiglo, A., Hes, M., J. Korczak (2006): Antioxidant activity of tea extracts in lipids and correlation with polyphenol content. *European Journal of Lipid Science and Technology* 108, 351-362.

Gray, J.I. (1978): Measurement of lipid oxidation: a review. *Journal of the American Oil Chemists Society* 55, 539-546.

Gunstone, F. D. (2004): The Chemistry of Oils and Fats: Sources, Composition, Properties and Uses, Blackwell Publishing, Oxford.

Gunstone, F. D. (1996): Fatty Acid and Lipid Chemistry, Springer Science+Business Media, Dordrecht.

sne kiseline su u skladu s Pravilnikom. Dodatkom ispitivanih prirodnih antioksidanasa, osim ekstrakta maslinove komine, povećana je stabilnost svinjske masti prema oksidacijskom kvarenju. Ekstrakt ružmarina (tip Oxy Less CS) ostvario je veću efikasnost zaštite svinjske masti od oksidacije, nakon testa održivosti dobivena je niža vrijednost peroksidnog broja u odnosu na druge ispitivane antioksidanse. Primjena ekstrakta kadulje neznatno povećava stabilnost ove masti. Mješavina tokoferola pokazuje veću zaštitu svinjske masti od oksidacijskog kvarenja, zbog većeg udjela gama oblika tokoferola, u odnosu na dodatak čistog alfa tokoferola. Sintetski antioksidansi propil galat i butilhidroksianisol uspješno su povećali stabilnost svinjske masti prema oksidaciji pri čemu veće antioksidacijsko djelovanje pokazuje propil galat.

Hamilton, R., J., B. Rossell (1999): Oils and Fats Handbook, vol. 1: Vegetable Oils and Fats, Leatherhead Food RA Publishing, Leatherhead, Surrey, U.K., pp. 1-8.

Hauff, S., W. Vetter (2010): Creation and evaluation of a two-dimensional contour plot of fatty acid methyl esters after off-line coupling of reversed-phase HPLC and GC/EI-MS. *Anal. Bioanal. Chem.* 396, 2695-2707.

Hosseini, H., Ghorbani, M., Meshginfar, N., A.S. Mahoonak (2016): A Review on Frying: Procedure, Fat, Deterioration Progress and Health Hazards. *J. Am. Oil. Chem. Soc.* 93, 445-466.

Yanishlieva, Nedyalka V., Marinova, M. Emma (2001): Stabilisation of edible oils with natural antioxidants. *European Journal of Lipid Science and Technology* 103, 752-767.

Martin-Polvillo, M., Marquez-Ruiz, G., M.C. Dobarganes (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., L.V. Ogden (2008): Oxidative Stability of Conventional and High-Oleic Vegetable Oils with Added Antioxidants. *Journal of the American Oil Chemists Society* 85, 771-776.

Oštrić-Matijašević, B., J. Turkulov (1980): Tehnologija ulja i masti, Tehnološki fakultet, Novi Sad.

Pan, Y., Zhang, X., Wang, H., Liang, Y., Zhu, J., Li, H., Zhang, Z., Q. Wu (2007): Antioxidant potential of ethanolic extract of *Polygonum cuspidatum* and application in peanut oil. *Food Chemistry* 105, 1518-1524.

Pravilnikom o jestivim uljima i mastima, NN 41/12., 2012.

Rade, D., Mokrovčak, Ž, D. Štrucelj (2001): Priručnik za vježbe iz kemije i tehnologije lipida, Zagreb, 2001.

Rossell, B. (2001): Animal Carcass Fats, vol. 2, Oils and Fats Series, Leatherhead Publishing, Leatherhead, U.K.

Rovellini, P., Cortesi, N., E. Fedeli (1997): Ossidazioni dei lipidi. Nota 1. Rivista Italiana delle Sostanze Grasse 74, 181-189.

Shahidi, F. (2005): Bailey's Industrial Oil & Fat Products (Sixth edition), Volume 1, Edible Oil & Fat Products: Chemistry, Properties and Health Effects, Eiley-Interscience publi-

cation, 161-574.

Suja, K.P., Abraham, J.T., Thamizh, S.N., Jayalekshmy, A., C. Arumugan (2004): Antioxidant efficacy of sesame cake extract in vegetable oil protection. Food Chemistry 84, 393-400.

Dostavljeno: 26.6.2018.

Prihvaćeno: 9.7.2018.

The influence of antioxidants on the oxidative stability of pork fat

SUMMARY

Lipid oxidation is a major problem in animal fats, it is the cause of important deteriorative changes in their chemical, sensory and nutritional properties. Pork fat is subject to oxidation during the production, storage and heat treatment. This study researched the effect of natural antioxidants (rosemary extract type OxyLess CS, sage extract, olive pomace extract, alpha tocopherol, mixture tocopherol) and synthetic antioxidants (PG, BHA) on the oxidative stability of pork fat. The oxidative stability of pork fat, with and without added antioxidant, was evaluated using the sustainability test at 98 °C. The results are expressed as peroxide number value (mmol O₂/kg) after keeping the sample for a certain period of time at temperature of 98 °C. The result showed that greater antioxidant activity has a rosemary extract of the type OxyLess CS, has achieved greater efficacy of the protection of pork fat than oxidation, compared to other antioxidants tested. Synthetic antioxidants propyl galate and butylhydroxyanisole have successfully increased the stability of pork fat to oxidation, with a higher antioxidant activity showing propyl galate.

Key words: pork fat, oxidative stability, antioxidants, sustainability test

Auswirkung der antioxidantien auf die oxidationsstabilität von schweineschmalz

ZUSAMMENFASSUNG

Die Lipidoxidation stellt das wichtigste Problem bei tierischen Fetten dar, weil sie bedeutende Veränderungen der chemischen, sensorischen und nutritiven Eigenschaften verursacht. Schweineschmalz ist der Oxidation während der Herstellung, Lagerung und thermischen Behandlung ausgesetzt. In dieser Arbeit wurden die Auswirkungen von zugesetzten natürlichen Antioxidantien (Rosmarinextrakt, Typ OxyLess CS, Salbeiextrakt, Oliventrestereextrakt, Alpha-Tocopherol, Tocopherol-Mischung) und synthetischen Antioxidantien (PG, BHA) auf die Veränderung der Oxidationsstabilität bei Schweineschmalz untersucht. Die Oxidationsstabilität des Fettes, mit und ohne zugesetzten Antioxidantien, wurde anhand des Beständigkeitsstests auf 98 °C untersucht. Die Untersuchungsergebnisse wurden als Wert der Peroxidzahl dargestellt (mmol O₂/kg), nachdem die Probe eine Zeit lang auf einer Temperatur von 98 °C gehalten wurde. Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass das Rosmarinextrakt vom Typ OxyLess CS über eine höhere antioxidative Aktivität verfügt und einen besseren Schutz des Schweineschmalzes vor Oxidation im Vergleich zu anderen untersuchten Antioxidantien bietet. Die synthetischen Antioxidantien wie Propylgallat und Butylhydroxyanisol konnten die Stabilität von Schweineschmalz gegenüber der Oxidation erfolgreich erhöhen, wobei Propylgallat eine stärkere antioxidative Wirkung zeigte.

Schlüsselwörter: Schweineschmalz, Oxidationsstabilität, Antioxidantien, Beständigkeitsstest

La influencia de los antioxidantes sobre la estabilidad a la oxidación de la grasa de cerdo

RESUMEN

La oxidación de lípidos es el problema principal en las grasas animales que causa el cambio importante en las características químicas, sensoriales y nutritivas. La grasa de cerdo está sujeta a la oxidación durante el procesamiento, almacenamiento y el tratamiento térmico. En este trabajo fue investigada la influencia de la añadidura de los antioxidantes naturales (extracto de romero tipo OxyLess CS, extracto de salvia, extracto de orujo de oliva, alfa-tocoferol, mezcla de tocoferol) y de antioxidantes sintéticos (PG, BHA) sobre el cambio de la estabilidad a la oxidación de la grasa de cerdo. La estabilidad a la oxidación de la grasa, con y sin la añadidura de antioxidantes, fue examinada por la Prueba de estabilidad a los 98 °C. Los resultados de la prueba fueron presentados como el índice de peróxido (mmol O₂/kg) después de mantener la muestra a la temperatura de 98 °C por un tiempo. Los resultados muestran que la actividad antioxidante más alta tiene el extracto de romero tipo OxyLess CS porque mostró la eficacia más alta en la protección de la grasa de cerdo de la oxidación, en comparación con otros antioxidantes probados. Los antioxidantes sintéticos el galato de propilo y butilhidroxianisol han aumentado satisfactoriamente la estabilidad de la grasa de cerdo a la oxidación, donde el galato de propilo ha mostrado mayor actividad antioxidante.

Palabras claves: grasa de cerdo, estabilidad a la oxidación, antioxidantes, prueba de estabilidad

Impatto degli antiossidanti sulla stabilità ossidativa dello strutto

RIASSUNTO

L'ossidazione dei lipidi rappresenta il principale problema nei grassi animali poiché determina in essi importanti alterazioni delle proprietà chimiche, sensoriali e nutritive. Lo strutto è soggetto a ossidazione durante la produzione, l'immagazzinamento e il trattamento termico. In questo studio è stato analizzato l'impatto dell'aggiunta di antiossidanti naturali (estratto di rosmarino tipo Oxy'Less CS, estratto di salvia, estratto di sansa d'oliva, α -tocoferolo, miscela di tocoferoli) e sintetici (PG, BHA) sulla stabilità ossidativa dello strutto. La stabilità ossidativa dello strutto, con o senza l'aggiunta di antiossidanti, è stata testata mediante il test di sostenibilità a 98 °C. I risultati del test sono stati illustrati come valore del numero di perossidi (mmol O₂/kg) dopo un certo tempo in cui il campione è stato tenuto alla temperatura di 98°C. I risultati della ricerca hanno dimostrato che l'estratto di rosmarino tipo Oxy'Less CS, risultando più efficace nella protezione dello strutto dall'ossidazione, ha una maggiore efficacia antiossidante rispetto agli altri antiossidanti analizzati. Gli antiossidanti sintetici, come il propile gallato e il butilidrossianisolo, hanno aumentato la stabilità dello strutto all'ossidazione; tra i due, il propile gallato ha mostrato una maggiore efficacia antiossidante.

Parole chiave: strutto, stabilità ossidante, antiossidanti, test di sostenibilità

UPUTE AUTORIMA



U časopisu MESO se objavljuju sve kategorije znanstvenih radova, stručni radovi, autorski pregledi, te izlaganja sa stručnih i znanstvenih skupova, kao i drugi tematski prihvatljivi članci na hrvatskom i engleskom jeziku. Navedene kategorije radova podliježu recenziji.

— Sadržaj i opseg rukopisa —

Naslov rada treba biti što kraći. Ispod naslova navode se imena i prezimena autora. Svaki autor treba navesti: akademski stupanj, naziv i adresu organizacije u kojoj radi, zvanje i funkciju u organizaciji u kojoj je zaposlen. Radi lakšeg kontakta molimo autore da navedu broj telefona, telefaksa i elektroničku adresu (e-mail). Brojevi telefona i telefaksa neće biti objavljeni u časopisu.

Svaki rad mora imati sažetak na hrvatskom i engleskom jeziku. Neposredno ispod sažetka treba navesti tri do pet ključnih riječi.

Autorima citiranima u tekstu navodi se prezime i godina objavljivanja (u zagradi). Ako je citirani rad napisalo više od tri autora, navodi se prezime prvog autora uz oznaku i sur. te godina objavljivanja (u zagradi). U popisu literature autori se navode abecednim redom, i to na sljedeći način:

a) rad u časopisu:

Cvrtila Fleck, Ž., L. Kozačinski, B. Njari, D. Marenčić, G. Mršić, K. Špiranec, D. Špoljarić, M. Jelena Čop, M. Živković, M. Popović (2015): Technological properties and chemical composition of the meat of sheep fed with *Agaricus bisporus* supplement. Vet arhiv 85 (6), 591-600

b) rad u zborniku:

Bratulić, M., N. Cukon, Ž. Cvrtila Fleck, B. Njari, L. Kozačinski (2015): Hygienic and technological aspects of production of traditional fermented sausages in Istra county, Croatia. International scientific conference Hygiene alimentorum XXXVI, Strbske Pleso, 13.15 May, 2015. Proceedings, 236-239

c) zbornik sažetaka:

Pinter, N., L. Kozačinski, B. Njari, B. Mioković, Ž. Cvrtila Fleck, V. Dobranić, I. Filipović, N. Zdolec (2009): Integrirani sustav upravljanja. Znanstveno-stručni sastanak Veterinarska znanost i struka. Zagreb, listopad 2009., Zbornik sažetaka str. 48-49.

d) knjiga:

Njari, B., N. Zdolec (2012): Klaonička obrada i veterinarski pregled / Herak-Perković, Vlasta (ur.). Zagreb; Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2012.

Original rada (do 15 strojem pisanih stranica) treba imati sve slike, crteže i dijagrame. Prilozi (tablice, dijagrami i slike) dostavljaju se zasebno, na posljednjoj stranici rada. Grafikone je potrebno dostaviti i u jednom od grafičkih ili slikovnih formata (*.xls, *.tif ili *.jpg).

Rukopis s priložima (tablice, dijagrami, sheme i crteži) dostavljaju se Uredništvu putem elektroničke pošte na jednu od adresa:

meso@meso.hr / klidija@vef.hr / zcvrtila@vef.hr