

Utjecaj dodatka antioksidanasa na oksidacijsku stabilnost pileće masti

Tihomir Moslavac^{1*}, Stela Jokić¹, Ivana Flanjak¹, Ljiljana Primorac¹, Milica Cvijetić Stokanović¹, Jelena Mutić¹

Sažetak

Pileća mast podliježe oksidacijskom kvarenju tijekom proizvodnje, skladištenja i toplinske obrade. U ovom radu istraživana je utjecaj dodatka prirodnih i sintetskih antioksidanasa (ekstrakt zelenog čaja, ekstrakt ružmarina, ekstrakt kadulje, ekstrakt rtanjskog čaja, alfa tokoferol, mješavina tokoferola, TBHQ (terc-butilhidrokinon), kofeinska kiselina i ružmarinska kiselina) na promjenu oksidacijske stabilnosti pileće masti. Oksidacijska stabilnost masti, sa i bez dodanog antioksidansa, ispitivana je primjenom Schaal Oven testa. Rezultati testa prikazani su kao vrijednost peroksidnog broja nakon određenog vremena držanja masti pri temperaturi 63 °C. Rezultati istraživanja pokazuju da dodani antioksidansi uspješno stabiliziraju pileću mast, osim α -tokoferola i mješavine tokoferola. Od prirodnih antioksidanasa najveću antioksidacijsku aktivnost u pilećoj masti ima ekstrakt ružmarina. Postigao je najveću efikasnost zaštite od oksidacije, u odnosu na druge ispitivane antioksidanse. Ekstrakti zelenog čaja, rtanjskog čaja i kadulje imaju podjednaku razinu zaštite masti. Sintetski antioksidans TBHQ uspješno je povećao stabilnost pileće masti, a kofeinska kiselina i ružmarinska kiselina su manje efikasane.

Ključne riječi: pileća mast, oksidacijska stabilnost, antioksidansi, Schaal Oven test

Uvod

Danas su sadržaj i sastav masti od velike važnosti za potrošače zbog njihovog utjecaja na kvalitetu mesa i nutritivnu vrijednost (Wood i sur., 2004.). Lipidi imaju vitalnu važnost za pravilnu prehranu ljudi, pružaju energiju za biološke procese, sadrže esencijalne masne kiseline i vitamine topljive u mastima koji se osiguravaju prehranom, utječu na okus i doprinose poboljšanju sočnosti

mesa (Amaral i sur., 2018.). Kod proizvodnje životinjske masti najčešće se koristi tehnologija termičke prerade masnog tkiva suhim i mokrim postupkom topljenja (Čorbo, 2008.). Hosseini i sur. (2016.) utvrđuju da životinjska mast ima višu termičku stabilnost od jestivih biljnih ulja s visokim udjelom polinezasićenih masnih kiselina, a nižu od palminog oleina. Sve veći industrijski značaj u

¹ Prof. dr. sc. Tihomir Moslavac, Prof. dr. sc. Stela Jokić, Izv. prof. dr. sc. Ivana Flanjak, Prof. dr. sc. Ljiljana Primorac, Milica Cvijetić Stokanović, dipl. ing., Jelena Mutić, student: Prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera Osijek, Franje Kuhača 18, 31000 Osijek, Hrvatska

*Autor za korespondenciju: prof. dr. sc. Tihomir Moslavac, tihomir.moslavac@ptfos.hr

prehrambenoj industriji ima industrijski margarin, a izrađuje se od mješavine biljnih i životinjskih masti. Sastav životinjske masti čine triacilgliceroli, slobodne masne kiseline, fosfolipidi, steroli, tokoferoli, karotenoidi i liposolubilni vitamini (Gunstone, 2004.). Fizikalno-kemijska svojstva životinjske masti prvenstveno ovise o profilu masnih kiselina. Različiti čimbenici poput vrste, ishrana, anatomska mjesta utječu na sastav masnih kiselina masnog tkiva (Wood i sur., 1999.). Životinjske masti brzo podliježu nepoželjnim promjenama što rezultira njihovim kvarenjem. Skladištenjem životinjskog masnog tkiva i njihove masti dolazi do autolitičkih procesa koji utječu na smanjenje njihove kvalitete. Najčešći oblik kvarenja lipida je autooksidacija, reakcija lipida s kisikom, a mehanizam se može prikazati u tri faze: inicijacija, propagacija i terminacija (Kanner i Rosenthal, 1992.). Oksidacija lipida uzrokuje gubitak nutritivnih i senzorskih svojstava, kao i stvaranje potencijalno štetnih spojeva koji ugrožavaju kvalitetu i smanjuju njegovu održivost. Jedan od takvih proizvoda je malondialdehid, koji se smatra indeksom oksidacijske užeglosti (Cortinas, 2005.). Proizvodi oksidacije kolesterola također su opasniji za arterijske stanice od kolesterola i povezani su s koronarnim bolestima, mutagenim aktivnostima i aterosklerozom (Broncano i sur., 2009.). Nedavna istraživanja pokazala su da aldehidi i oksisteroli nastaju oksidacijom lipida i imaju proupalne, citotoksične i mutagene učinke (Sottero i sur., 2019.). Na proces oksidacije utječu temperatura, svjetlo, sastav masnih kiselina, ioni metala, pigmenti, fosfolipidi, slobodne masne kiseline (Choe i Min, 2006.). Životinjska mast je podložna kvarenju zbog niskog sadržaja tokoferola (7-27 mg/kg), koji je prirodni antioksidans (Hamilton, 1999.; Martin-Polvillo, 2004.). Nastali produkti oksidacijskog kvarenja masti u vrlo malim udjelima daju neugodan miris čime narušavaju senzorska svojstva (Broadbent i Pike, 2003.; Gray, 1978.; Rovellini, 1997.). Oksidacijska stabilnost životinjskih masti predstavlja vrijeme kroz koje se mogu sačuvati od procesa autooksidacije i određivanje vremenskog roka njihove primjene. Stabilnost masti ovisi od vrste masti, sastava masnih kiselina i udjela sastojaka koji pokazuju antioksidacijsku aktivnost. Frega i sur. (1999.) ukazuju da slobodne masne kiseline prisutne u masti, nastale hidrolitičkom razgradnjom triacilglicerola, ubrzavaju oksidacijsko kvarenje i kod većeg udjela smanjuju oksidacijsku stabilnost. Za određivanje oksidacijske

stabilnosti masti koriste se razne metode temeljene na ubrzanoj oksidaciji, a to su Schaal Oven test, AOM test i Rancimat test (Suja, 2004.; Shahidi, 2005.; Abramović, 2006.). Održavanje kvalitete životinjskih masti ovisi o različitim čimbenicima (temperatura skladištenja, propusnost ambalažnog materijala za vlagu i zrak, vrsta stočne hrane). Budući da su lipidi jako osjetljivi na prooksidacijske čimbenike, to je proces koji se ne može zaustaviti, a time se smanjuje trajnost hrane (Riemersma, 2002.). Primjenom antioksidanasa može se poboljšati otpornost životinjske masti prema oksidacijskom kvarenju. Poznati su sintetski i prirodni antioksidansi koji se primjenjuju za stabilizaciju biljnih ulja i animalnih masti (Yanishlieva i Marinova, 2001.; Merrill, 2008.). Prirodni antioksidansi stekli su povećano zanimanje zbog uvjerenja da su prirodni sastojci hrane bolji i sigurniji od sintetičkih, da ti spojevi pokazuju antiaterogeno, antikancerogeno i antitumorsko djelovanje. Ugradnja takvih spojeva u proizvode može pridonijeti stabilizaciji prehrambenih proizvoda, ali i zdravlju potrošača (Yanishlieva, 2001). Danas mnogi istraživači intenziviraju ispitivanja biljnih materijala koji sadrže aktivne sastojke (fenolni spojevi) te pokazuju značajna antioksidacijska svojstva u uljima i mastima. Primjenjuju se različiti ekstrakti začinskih biljaka za zaštitu ulja i masti od oksidacijskog kvarenja (Pan, 2007.; Ahn, 2008.; Gramza, 2006.).

Cilj istraživanja ovog rada bio je ispitati utjecaj dodatka prirodnih i sintetskih antioksidanasa: ekstrakt zelenog čaja, ekstrakt ružmarina tip OxyLess®CS, ekstrakt kadulje, ekstrakt rtanjskog čaja, alfa tokoferol, mješavina tokoferola, TBHQ (terc-butilhidrokinon), kofeinska kiselina i ružmarinska kiselina na promjenu oksidacijske stabilnosti svježe proizvedene pileće masti. Oksidacijska stabilnost pileće masti ispitana je Schaal Oven testom ubrzane oksidacije.

Materijal i metode

Kod ispitivanja utjecaja dodatka prirodnih i sintetskih antioksidanasa na promjenu oksidacijske stabilnosti korištena je svježa pileća mast proizvedena suhim postupkom topljenja masnog tkiva. Istraživanje dodatka antioksidanasa (pojednog i u kombinaciji) na promjenu oksidacijske stabilnosti provedeno je dodatkom: ekstrakt zelenog čaja,

ekstrakt rtanjskog čaja, ekstrakt kadulje, ekstrakt ružmarina (tip Oxy'Less®CS), alfa tokoferol, mješavina tokoferola, TBHQ (terc-butilhidrokinon), kofeinska kiselina i ružmarinska kiselina.

- Ekstrakt zelenoga čaja proizveden je iz lišća biljke *Camellia sinensis* L. Udjel epigalokatehin galata (EGGG) je veći od 45 %, udjel ukupnih polifenola veći je od 98 %, udjel kofeina manji je od 0,5 %, udjel katehina veći je od 80 %, proizvođač Naturex, Francuska.
- Oxy'Less®CS je ekstrakt dobiven od listova ružmarina koje ima botaničko ime *Romarinus officinalis* L. Specifikacija ekstrakta ružmarina tipa Oxy'Less®CS: udjel karnosolne kiseline 18-22 %, zaštitni faktor (PF) je > 12, suha tvar ekstrakta 92 - 98 %, proizvođač Naturex, Francuska.
- Ekstrakt kadulje proizveden je iz osušenih i usitnjenih listova kadulje, s dodatkom 65 %-tnog etanola provedena je ekstrakcija tijekom 96 sati. Nakon toga je uklonjeno otapalo u rotavaporu i dobiven ekstrakt.
- Ekstrakt rtanjskog čaja proizveden je iz listova rtanjskog čaja (*Satureja montana* L.) koji se ubraja u aromatične ljekovite biljke. Ima antioksidacijsko djelovanje zbog prisustva karvakrola, fenola, cimola i drugih spojeva.
- Alfa tokoferol korišten u istraživanju proizvod je DSM Nutritional Products Ltd, Švicarska.
- Mješavina tokoferola ima sastav: alfa tokoferol 0-15 %, beta tokoferol 5 %, gama tokoferol 55-75 % i delta tokoferol 20-30 %, proizvođač je DSM Nutritional Products Ltd, Švicarska.
- Kofeinska kiselina se smatra prevladavajućim polifenolom. Ima jako dobro antioksidacijsko djelovanje. Proizvođač kofeinske kiseline je firma Sigma.
- Ružmarinska kiselina ima antimutagena, antimikrobna, antiviralna i antioksidacijska svojstva. Proizvođač ružmarinske kiseline je firma Alfa Aesar.
- Terc-butilhidrokinon (TBHQ) je fenolni sintetički antioksidans. Pri višim temperaturama pokazuje citotoksično ponašanje, a pri niskim koncentracijama pokazuje citoprotektivna svojstva. Proizvođač je firma Acros Organics.

Prije ispitivanja oksidacijske stabilnosti testom ubrzane oksidacije prvo su analitički određeni osnovni parametri kvalitete pileće masti: peroksidni broj, slobodne masne kiseline, udio vode, udio netopljivih nečistoća da bi se utvrdila sukladnost

prema Pravilniku o jestivim uljima i mastima (NN 11/19) primjenom standardnih metoda. Također su određeni parametri jodni broj i saponifikacijski broj koji ukazuju na identifikaciju ove masti.

Određivanje slobodnih masnih kiselina

Tijekom procesa kvarenja hidrolitičke razgradnje dolazi do hidrolize triacilglicerola kod životinjskih masti, u prisustvu vode i lipolitičkih enzima (lipaza), to rezultira porastom kiselosti koja se izražava kao udjel (%) slobodnih masnih kiselina. Ovom vrstom kvarenja masti nastaju slobodne masne kiseline koje se određuju standardnom metodom (HRN EN ISO 660: 2010), a temelji se na principu titracije s otopinom natrij-hidroksida c (NaOH) = 0,1 mol/L. Rezultat analize 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

Peroksidni broj je pokazatelj stupnja oksidacijskog kvarenja ulja i masti. Određivanje peroksidnog broja jedna je od najviše primjenjivanih metoda za ispitivanje primarnih produkata oksidacije (hidroperoksidi, peroksidi) biljnih ulja i životinjskih masti. 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 slijepo probe (mL);

m = masa uzorka masti (g).

Određivanje udjela vode

Udio vode i tvari hlapljivih na 105 °C u životinjskoj masti određen je standardnom metodom HRN EN ISO 662. Metoda se temelji na isparavanju vode i hlapljivih tvari zagrijavanjem u sušioniku.

Udio vlage izračunava se:

$$\% \text{ vlage i hlapljivih tvari} = (m_1 - m_2 / m_1 - m_0) \cdot 100$$

m_0 – masa staklene čaše (g);

m_1 – masa staklene čaše i uzorka prije sušenja (g);

m_2 – masa staklene čaše i uzorka nakon sušenja (g).

Određivanje udjela netopljivih nečistoća

Udio netopljivih nečistoća u životinjskoj masti određen je standardnom metodom HRN EN ISO 663. Uzorak masti se tretira organskim otapalom petrol-eterom i otopina se filtrira kroz lijevak sa perforiranim dnom, uz ispiranje taloga istim otapalom. Zaostali talog je osušen do konstantne mase i izvagan. Udio netopljivih nečistoća računa se prema formuli:

$$\% \text{ netopljive nečistoće} = (m_2 - m_1 / m_0) \cdot 100$$

m_0 – masa uzorka (g);

m_1 – masa osušenog lijevka (g);

m_2 – masa lijevka s nečistoćama nakon sušenja (g).

Određivanje jodnog broja

Jodni broj predstavlja onu količinu joda (%) koja se može vezati adicijom na životinjsku mast, biljno ulje ili masnu kiselinu. Određivanje jodnog broja provedeno je metodom HRN EN ISO 3961. Princip metode određivanja jodnog broja je da se na mast djeluje viškom halogena u otopini, a nakon provedene reakcije adicije, neadmirana količina halogena se retitira otopinom natrijevog tiosulfata. Jod se veže na dvostruke veze nezasićenih masnih kiselina, stoga njegova vrijednost daje uvid u stupanj nezasićenosti ulja i masti.

Jodni broj (IV) izračunat je prema izrazu:

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

a – mL 0,1 M otopine ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) za titraciju slijepa probe;

b – mL 0,1 M otopine ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) za titraciju uzorka;

c – masa ispitivanog uzorka (g).

Određivanje saponifikacijskog broja

Određivanje saponifikacijskog broja (broja osapunjenja) provedeno je metodom HRN EN ISO 3657. U Erlenmayerovu tikvicu (250 mL) izvagano je 2 g uzorka i dodano 25 mL alkoholne otopine 0,5 M KOH. Saponifikacija se obavlja kuhanjem uz povratno hladilo oko 30 minuta. Nakon završetka saponifikacije smjesa postane potpuno bistra.

Tada se otopini dodaje nekoliko kapi fenolftaleina i na vruće se titrira višak lužine s 0,5 M kloridnom kiselinom do nestanka crvenog obojenja.

$$\text{Broj osapunjenja} = \frac{28,052 \cdot (a-b) \cdot f}{0} \text{ mgKOH/1g}$$

a – utrošak 0,5 M HCl za slijepu probu (mL);

b – utrošak 0,5 M HCl za uzorak (mL);

O – odvaga uzorka (g);

f – faktor = 0,5 M HCl;

28,052 = mg KOH sadržanih u 1 mL 0,5 M alkoholne otopine KOH.

Određivanje sastava masnih kiselina

U pilećoj masti određen je sastav masnih kiselina tako da se prvo napravila priprema metilnih estera masnih kiselina koji su pogodni za analizu plinskom kromatografijom. Metil esteri masnih kiselina pripremljeni su sa metanolnom otopinom KOH na sobnoj temperaturi prema proceduri opisanoj u Ankesu X B uredbe komisije EZ br. 796/2002 (EZ, 2002). Odjeljivanje dobivenih metil estera masnih kiselina provedeno je na Shimadzu plinskom kromatografu GC-2010 Plus sa plameno-ionizacijskim detektorom i kapilarnoj koloni SH-Rtx-Wax (30 m duljine, unutarnjeg promjera 0,25 mm i debljine filma stacionarne faze 0,25 μm). Protok dušika (plin nosioc) iznosio je 1,33 mL/min. Temperatura injektora podešana je na 250 °C uz omjer razdvajanja 1:10, a volumen injektiranja iznosio je 2 μL . Početna temperatura kolone postavljena je na 110 °C i održavana 2 minute, zatim se postupno povećavala brzinom 10 °C/min do 175 °C koja se zadržala 8 minuta, nakon čega je uslijedilo postupno povećanje brzinom 5 °C/min do 210 °C, zadržavanje 5 minuta i porast temperature do krajnje temperature 230 °C brzinom od 5 °C/min. Konačna temperatura zadržana je 7 minuta. Temperatura plameno-ionizacijskog detektora bila je 300 °C. Identifikacija odijeljenih metilnih estera masnih kiselina postignuta je na osnovi usporedbe vremena zadržavanja s vremenima zadržavanja certificiranog referentnog standarda (Supelco FAME Mix, C4-C24, St. Louis, SAD) analiziranim u istim uvjetima. Rezultati su izraženi kao postotak identificirane masne kiseline u ukupnim masnim kiselinama (%).

Određivanje oksidacijske stabilnosti masti

Poznavanje oksidacijske stabilnosti ili održivosti životinjskih masti važno je da bi se unaprijed moglo odrediti vrijeme za koje se ovi proizvodi mogu sačuvati od jače izraženog oksidacijskog kvarenja, bez značajnih promjena njihove kvalitete.

Priprema uzoraka

Svježe proizvedenu pileću mast, domaćeg uzgoja pilića otopilo se na temperaturi vrelišta. Osnovni parametri kvalitete masti analitički su određeni prije početka ispitivanja oksidacijske stabilnosti testom ubrzane oksidacije. U staklene čašice izvagana je određena količina antioksidanasa u točno određenim udjelima zatim je dodano 40 g pileće masti. Nakon dodavanja, promiješalo se staklenim štapićem. Uzorci se zagrijavaju na temperaturu 70 °C i održavaju na toj temperaturi uz stalno miješanje 30 minuta. Miješanje se provodi kako bi nastala homogena smjesa s antioksidansima, zatim se uzorci hlade na sobnu temperaturu. Uzorci u čašama prekriju se satnim stakalcem i stavljaju u sušionik čime započinje ispitivanje oksidacijske stabilnosti pileće masti sa i bez dodanih antioksidanasa. Uzorke masti treba uzorkovati svakih 24 sata i odrediti peroksidni broj tijekom 6 dana testa.

Schaal Oven test

Prethodno pripremljeni uzorci pileće masti sa i bez dodanog antioksidansa se zagrijavaju u

termostatu pri konstantnoj temperaturi 63 °C uz praćenje promjene oksidacijske stabilnosti masti određivanjem peroksidnog broja tijekom šest dana. Uzorkovanje se provodi svakih 24 sata kako bi se odredila vrijednost peroksidnog broja koji ukazuje na stupanj oksidacijskog kvarenja pileće masti. Uzorci se zatim vrte u termostat na daljnju provedbu testa. Kada se temperatura uzorkovane masti spusti na sobnu temperaturu, određuje se peroksidni broj. Rezultati Schaal Oven testa prikazani su kao vrijednost peroksidnog broja (mmol O₂/kg) tijekom šest dana trajanja testa ispitivanja oksidacijske stabilnosti pileće masti.

Rezultati i rasprava

Kvaliteta pileće masti

U tablici 1 prikazane su analitički određene kemijske karakteristike svježe proizvedene pileće masti: peroksidni broj, slobodne masne kiseline, udio vode, udio netopljivih nečistoća te vrijednosti za identifikaciju masti: jodni broj i saponifikacijski broj.

Tablica 1. Početne kemijske karakteristike pileće masti

Table 1 Initial chemical characteristics of chicken fat

Parametar kvalitete/ Quality parameter	Vrijednost/ Value
Pbr / PV (mmol O ₂ /kg)	0
SMK (% oleinske kiseline) / FFA (% oleic acid)	0,34
Voda / Moisture (%)	0,39
Netopljive nečistoće / Insoluble impurities (%)	0,48
Jodni broj / Iodine value (gJ ₂ /100g)	79,69
Saponifikacijski broj / Saponification value (mgKOH/g)	205,98

SMK - slobodne masne kiseline (% oleinske kiseline) / FFA - free fatty acids (% oleic acid)

Pbr - peroksidni broj (mmol O₂/kg) / PV - peroxide value

Analitički određene i izračunate vrijednosti osnovnih parametara kvalitete svježe pileće masti, peroksidni broj (0 mmol O₂/kg), slobodne masne kiseline (0,34 % oleinske), udio netopljivih nečistoća (0,48 %), ukazuju na to da je ispitivana mast dobre kvalitete jer su vrijednosti u skladu s Pravilnikom o jestivim uljima i mastima (NN 11/19), osim udjela vode koji je nešto povećan. Izračunate vrijednosti za jodni broj i saponifikacijski broj podudaraju se s literaturnim podacima za pileću mast (Shahidi, 2005.). Jodni broj pokazuje stupanj nezasićenosti ulja i masti. Potrebno je naglasiti da

pileća mast ima nešto veću vrijednost jodnog broja (79,69 gJ₂/100g) u odnosu na svinjsku mast (67,31) i goveđi loj (45,20) što proizlazi iz sastava masnih kiselina, udjela nezasićenih masnih kiselina. Dobivena vrijednost saponifikacijskog broja je 205,98 mg KOH/g masti.

Sastav masnih kiselina

Sastav masnih kiselina pileće masti prikazan je u tablici 2. Rezultati analize pokazuju da su najzastupljenija mononezasićena oleinska kiselina, ω-9 C18:1 (43,15 %) i polinezasićena linolna masna

kiselina, ω -6 C18:2 (14,68 %), a od zasićenih masnih kiselina udjelom dominiraju palmitinska kiselina C16:0 (26,97 %), palmitooleinska kiselina C16:1 (7,57 %) i stearinska kiselina C18:0 (5,53 %). Ukupni udio polinezasićenih masnih kiselina (PUFA) je veći (15,63 %) u odnosu na goveđi loj (3,04 %). Moslavac i sur. (2019.; 2020.) utvrđuju da mast jazavca i goveđi loj imaju podjednak udio mononezasićene masne kiseline (MUFA) 34-38 %, a pileća mast veći udio (50,72 %). Zapažena je značajna razlika u udjelu zasićenih masnih kiselina (SFA), pri čemu pileća mast ima niži udio (33,67 %) od goveđeg loja (58,99 %),

ali nešto veći od masti jazavca (22,42 %). Navedene vrijednosti sastava masnih kiselina odgovaraju literaturnim podacima (Jahan, 2004.; Dominguez, 2019.; Rossell, 2001.; Zalewski, 2009.; Laslo, 2009.).

Oksidacijska stabilnost pileće masti Schaal Oven test

Postupkom ubrzanog kvarenja utjecajem topline provedeno je oksidacijsko kvarenje svježe proizvedene pileće masti primjenom Schaal Oven testa pri 63 °C tijekom šest dana. Ovo kvarenje masti rezultira stvaranjem primarnih produkta-

Tablica 2. Sastav masnih kiselina (% od ukupne masti) pileće masti
Table 2 Fatty acid composition (% of total fat) of chicken fat

Masna kiselina / Fatty acid	% od ukupne masti / % of total fat
C14:0	0,50
C16:0	26,97
C16:1	7,57
C18:0	5,53
C18:1 n9t + C18:1 n9c	43,15
C18:2 n6c	14,68
C18:3 n6	0,18
C18:3 n3	0,77
C22:0	0,67
SFA	33,67
MUFA	50,72
PUFA	15,63

SFA - zasićene masne kiseline / saturated fatty acids

MUFA- mononezasićene masne kiseline / monounsaturated fatty acids

PUFA- polinezasićene masne kiseline / polyunsaturated fatty acids

ta oksidacije (hidroperoksidi, peroksidi), a stupanj kvarenja izražava se preko vrijednosti peroksidnog broja (Pbr).

U tablici 3 prikazani su rezultati ispitivanja utjecaja dodatka prirodnih i sintetskih antioksidansa na promjenu oksidacijske stabilnosti domaće pileće masti. Dodatkom prirodnog antioksidansa ekstrakta ružmarina tip Oxy'Less®CS (0,2 %) postignuta je najveća efikasnost zaštite svježe pileće masti prema oksidacijskom kvarenju. Dakle, ovaj antioksidans je najbolje stabilizirao i produžio održivost pileće masti. Nakon 6 dana Schaal Oven testa, dobivena vrijednost peroksidnog broja je najniža i iznosi 1,05 mmol O₂/kg u odnosu na druge ispitivane prirodne antioksidanse. Isto zapažanje je potvrđeno dodatkom antioksidansa ekstrakta ružmarina tip Oxy'Less®CS (0,2 %) prilikom odre-

đivanja peroksidnog broja goveđeg loja nakon 120 sati testa održivosti. Dobivena vrijednost Pbr iznosila je 1,41 mmol O₂/kg kako navode Moslavac i sur. (2019.). Također, Moslavac i sur. (2018.) su u svom istraživanju dodatkom prirodnog antioksidansa ekstrakta ružmarina tip Oxy'Less®CS (0,2 %) postigli veću stabilnost tj. otpornost svinjske masti prema oksidacijskom kvarenju, nakon 43 sata testa vrijednost Pbr je najniža i iznosila je 2,17 mmol O₂/kg. Kombinacijom antioksidansa ekstrakta ružmarina tipa Oxy'Less®CS (0,2 %) s kofeinskom kiselinom (0,01 %) također je postignut dobar rezultat, jer je peroksidni broj nakon 6 dana Schaal Oven testa iznosio 1,28 mmol O₂/kg. Vidljivo je da je ostvarena nešto lošija zaštita svježe pileće masti prema oksidacijskom kvarenju u odnosu na samo dodan ekstrakt ružmarina tip Oxy'Less®CS. Primjena sintetskog antioksi-

dansa terc-butilhidrokinona (TBHQ) u udjelu 0,01 %, pokazala se vrlo učinkovita u zaštiti pileće masti od oksidacijskog kvarenja. Peroksidni broj, nakon 6 dana Schaal Oven testa je bio nizak i iznosio je 1,00 mmol O₂/kg. Efikasnost zaštite postignuta je kao i kod primjene ekstrakta ružmarina tip Oxy'Less®CS (0,2 %). Korištenjem ekstrakta zelenog čaja (0,2 %), ostvarena je značajna zaštita svježeg pileće masti od oksidacijskog kvarenja, na kraju testa vrijednost peroksidnog broja iznosila je 2,56 mmol O₂/kg. Još bolja zaštita pileće masti postignuta je kombinacijom ekstrakta zelenog čaja (0,2 %) i kofeinske kiseline (0,01 %), pri čemu je nakon provedbe testa Pbr imao manju vrijednost (1,88 mmol O₂/kg). Podjednak učinak zaštite pileće masti od oksidacijskog kvarenja kao ekstrakt zelenog čaja, imao je i ekstrakt rtanjskog čaja (0,2 %), kojemu je peroksidni broj nakon 6 dana Schaal Oven testa iznosio 2,86 mmol O₂/kg. Antioksidans ružmarinska kiselina (0,2 %) pokazuje slične vrijednosti kao ekstrakt zelenog čaja i ekstrakt rtanjskog čaja. Peroksidni broj nakon 6 dana Schaal Oven testa iznosio je 2,49 mmol O₂/kg. Kofeinska kiselina udjela 0,2 % dodana u pileću mast pokazuje izvrsnu zaštitu prema oksidacijskom kvarenju, jer je peroksidni broj nakon testa imao vrijednost 1,49 mmol O₂/kg, dakle efikasnija zaštita od ružmarinske kiseline. Prirodni antioksidans ekstrakt kadulje (0,2 %)

pokazuje dobru zaštitu od oksidacijskog kvarenja, jer je peroksidni broj nakon testa iznosio 2,53 mmol O₂/kg, dakle podjednako kao ekstrakt zelenog čaja. Moslavac i sur. (2019.) u svojim istraživanjima utvrđuju da je prirodni antioksidans ekstrakt kadulje dodan u govedu loj (0,2 %), manje efikasno zaštitio ovu mast od oksidacijskog kvarenja. Nakon 120 sati testa održivosti vrijednost Pbr je iznosila 8,14 mmol O₂/kg. Također, istraživanje istog autora Moslavac i sur. (2018.) prikazuju da prirodni antioksidans ekstrakt kadulje dodan u koncentraciji 0,2 % vrlo malo štiti svinjsku mast od oksidacijskog kvarenja, nakon 43 sata testa vrijednosti Pbr je iznosio 10,10 mmol O₂/kg. Dodatkom antioksidansa α-tokoferola (0,2 %) nije postignuta zaštita svježeg pileće masti od oksidacijskog kvarenja kao niti s mješavinom tokoferola. Razlog tome je taj što α-tokoferol ima manje antioksidacijsko djelovanje u odnosu na druge izomerne oblike tokoferola. Nakon provedbe ispitivanja dobivena je skoro šest puta veća vrijednost peroksidnog broja (17,26 mmol O₂/kg) u odnosu na mješavinu tokoferola. Ista pojava neučinkovitosti α-tokoferola zapažena je kod stabilizacije govedeg loja primjenom ovog prirodnog antioksidansa (Moslavac i sur., 2019.). Pop i Mihalescu (2017.) istraživali su stabilnost triju prehrambenih masti peradi (guske, patke, pilići) s prirodnim antioksidansima (α-tokoferol, limuinska

Tablica 3. Oksidacijska stabilnost pileće masti sa i bez dodanog antioksidansa određena Schaal Oven testom održivosti na 63 °C tijekom 6 dana praćena peroksidnim brojem

Table 3 Oxidative stability of chicken fat with and without added antioxidant determined by the Schaal Oven sustainability test at 63 °C during 6 days follow of peroxide values

Uzorak/ Sample	Peroksidni broj / Peroxide value (mmol O ₂ /kg)						
	0.	1.	2.	3.	4.	5.	6. dan/days
Pileća mast (kontrolni uzorak)/ Chicken fat (Control sample)	0	1,03	1,02	1,76	2,75	2,66	3,14
Ekstrakt zelenog čaja/ Green tea extract (0,2 %)	0	0,50	0,50	0,98	1,00	2,03	2,56
Ekstrakt rtanjskog čaja/ Satureja montana L. extract (0,2 %)	0	0,51	0,76	1,58	2,05	2,52	2,86
Ekstrakt zelenog čaja (0,2 %) + kofeinska kiselina (0,01 %) / Green tea extract + caffeic acid	0	0,52	0,51	1,01	1,01	1,76	1,88
Ružmarinska kiselina/ Rosemary acid (0,2 %)	0	0,77	1,00	2,05	2,31	2,58	2,49
Kofeinska kiselina/ Caffeic acid (0,2 %)	0	0,49	0,52	0,75	1,00	1,30	1,49
TBHQ (0,01 %)	0	0,25	0,51	0,51	1,01	1,00	1,00
α-tokoferol/ α-tocopherol (0,2 %)	0	3,03	5,70	7,91	11,45	16,26	17,26
Mješavina tokoferola/ Mixture of tocopherols (0,2 %)	0	0,99	1,55	1,93	2,41	3,11	3,63
Ekstrakt kadulje/ Sage extract (0,2 %)	0	1,00	1,01	1,52	2,03	2,30	2,53
Ekstrakt ružmarina/ Rosemary extract (0,2 %)	0	0,50	0,51	0,84	1,02	1,01	1,05
Ekstrakt ružmarina (0,2 %) + kofeinska kiselina (0,01 %) / Rosemary extract + caffeic acid	0	0,49	0,51	0,51	1,01	1,23	1,28

kiselina). Cilj je bio produžiti njihov rok trajanja tijekom skladištenja u hladnjaku (4 °C) i zamrzavanja (-20 °C). Rezultati su pokazali da se dodatkom α -tokoferola (0,1 %) i limunske kiseline (0,1 %) u pileću mast tijekom skladištenja 480 dana u hladnjaku i u smrznutom stanju postigla zaštita od oksidacijskog kvarenja. Korištenjem mješavine tokoferola (0,2 %), nije ostvarena zaštita svježeg pileće masti od oksidacijskog kvarenja, na kraju testa vrijednost peroksidnog broja iznosila je 3,63 mmol O₂/kg. Kod ovog prirodnog antioksidansa prevladava oblik γ -tokoferola koji ima veću antioksidacijsku aktivnost u odnosu na α i β oblik tokoferola, te je zaslužan za značajno nižu vrijednost Pbr nakon 6 dana testa u odnosu na α -tokoferol.

Zaključak

Svježa pileća mast proizvedena suhim postupkom dobre je kvalitete, osnovni parametri kvalitete su u skladu s Pravilnikom o jestivim ulji-

ma i mastima. Ova mast pokazuje dobru otpornost prema oksidacijskom kvarenju prvenstveno zbog visokog udjela mononezasićenih masnih kiselina. Dodatkom ispitivanih antioksidanasa povećana je stabilnost pileće masti prema oksidacijskom kvarenju, osim kod primjene α -tokoferola i mješavine tokoferola. Ekstrakt ružmarina (Oxy Less®CS), sa i bez dodatka kofeinske kiseline, od prirodnih antioksidanasa postigao je veću efikasnost zaštite pileće masti od oksidacijskog kvarenja, nakon testa ubrzane oksidacije dobivena je niža vrijednost peroksidnog broja u odnosu na druge ispitivane antioksidanse. Dodatak ekstrakta zelenog čaja i ekstrakta rtanjskog čaja osigurava približnu razinu zaštite ove masti kao i primjena ružmarinske kiseline i ekstrakta kadulje. Efikasnija zaštita masti ostvarena je kombinacijom ekstrakta zelenog čaja i kofeinske kiseline koja ima sinergistički učinak. Sintetski antioksidans TBHQ pokazao se najviše učinkovit kod stabilizacije pileće masti, a kofeinska i ružmarinska kiselina pružaju manju stabilizaciju.

Literatura

- [1] **Abramović, H., H. Abram (2006):** Effect of added rosemary extract on oxidative stability of *Camelina sativa* oil. *Acta agriculturae Slovenica* 87 (2), 255-261.
- [2] **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.
- [3] **Amaral, A.B., M.V. da Silva, S.C.S. da Lannes (2018):** Lipid oxidation in meat: Mechanisms and protective factors-A review. *Food Sci. Technol.* 38, 1-15.
- [4] **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.
- [5] **Broncano, J.M., M.J. Petrón, V. Parra, M.L. Timón (2009):** Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation of free cholesterol oxidation products (COPs) in *Latissimus dorsi* muscle of Iberian pigs. *Meat Sci.* 83, 431-437.
- [6] **Choe, E., D.B. Min (2006):** Mechanisms and Factors for Edible Oil Oxidation. *Compr. Rev. Food Sci. F.* 5, 169-186.
- [7] **Cortinas, L., A. Barroeta, C. Villaverde, J. Galobart, F. Guardiola, M. D. Baucells (2005):** Influence of the Dietary Polyunsaturation Level on Chicken Meat Quality: Lipid Oxidation. *Poultry Science* 84, 48-55.
- [8] **Čorbo, S. (2008):** Tehnologija ulja i masti. Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Univerzitet u Sarajevu, 2008.
- [9] **Domínguez, R., M. Pateiro, M. Gagaoua, F.J. Barba, W. Zhang, J. M. Lorenzo (2019):** Review A Comprehensive Review on Lipid Oxidation in Meat and Meat Products, *Antioxidants* 8, 429-460.
- [10] **EC, Commission Regulation (EC) No 796/2002 of 6 May 2002 amending Regulation (EEC) No 2568/91 on the characteristics of olive oil and olive-pomace oil and on the relevant methods of analysis and the additional notes in the Annex to Council Regulation (EEC) No 2658/87 on the tariff and statistical nomenclature and on the Common Customs Tariff. *Off. J. Eur. Comm.* 2002, L128, 8-28.**
- [11] **Frega, N., M. Mozzon, 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.
- [12] **Gramza, A., S. Khokhar, S. Yoko, A. Gliszczynska-Swiglo, M. Hes, 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.
- [13] **Gray, J.I. (1978):** Measurement of lipid oxidation: a review. *Journal of the American Oil Chemists Society* 55, 539-546.
- [14] **Gunstone, F.D. (2004):** The Chemistry of Oils and Fats: Sources, Composition, Properties and Uses, Blackwell Publishing, Oxford, 2004.
- [15] **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, 1999.
- [16] **Hosseini, H., M. Ghorbani, N. Meshginfar, A.S. Mahoonak (2016):** A Review on Frying: Procedure, Fat, Deterioration Progress and Health Hazards. *J. Am. Oil. Chem. Soc.* 93, 445-466.
- [17] **Jahan, K., A. Paterson, C.M. Spickett (2004):** Fatty acid composition, antioxidants and lipid oxidation in chicken breasts from different

- production regimes. *International Journal of Food Science and Technology* 39, 443-453.
- [18] **Kanner, J., I. Rosenthal (1992):** An Assessment of Lipid Oxidation in Foods, *Pure & Appl. Chem.*, 64 (12), 1959-1964.
- [19] **Laslo, C., F. Pop (2009):** The study of chemical composition for animal fats during storage. *Carpathian Journal of Food Science and Technology* 1 (2), 1-10.
- [20] **Martin-Polillo, M., G. Marquez-Ruiz, 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.
- [21] **Merrill, L.I., O.A. Pike, 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.
- [22] **Moslavac, T., S. Jokić, D. Šubarić, K. Aladić, A. Konjarević (2020):** Utjecaj dodatka antioksidanasa na oksidacijsku stabilnost masti jazavca. *Meso* 22 (1), 46-55.
- [23] **Moslavac, T., S. Jokić, D. Šubarić, J. Babić, A. Jozinović, Š. Grgić, A. Mrgan (2019):** Utjecaj dodatka antioksidanasa na oksidacijsku stabilnost govedeg loja. *Meso* 21 (1), 52-61.
- [24] **Pan, Y., X. Zhang, H. Wang, Y. Liang, J. Zhu, H. Li, Z. Zhang, Q. Wu (2007):** Antioxidant potential of ethanolic extract of *Polygonum cuspidatum* and application in peanut oil. *Food Chemistry* 105, 1518-1524.
- [25] **Pop, F., L. Mihalescu (2017):** Effects of α -tocopherol and citric acid on the oxidative stability of alimentary poultry fats during storage at low temperatures. *International Journal of Food Properties* 20 (5), 1085-1096.
- [26] **Pravilnikom o jestivim uljima i mastima, Narodne novine 11/19., 2019.**
- [27] **Riemersma, R.A. (2002):** Analysis and Possible Significance of Oxidised Lipids in Food. *European Journal of Lipid Science and Technology* 104, 419-420.
- [28] **Rossell, B. (2001):** Animal Carcass Fats, vol. 2, Oils and Fats Series, Leatherhead Publishing, Leatherhead, U.K.
- [29] **Rovellini, P., N. Cortesi, E. Fedeli (1997):** Ossidazioni dei lipidi. Nota 1. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 74, 181-189.
- [30] **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, 161-574, 2005.
- [31] **Sottero, B., G. Leonarduzzi, G. Testa, S. Gargiulo, G. Poli, F. Biasi (2019):** Lipid oxidation derived aldehydes and oxysterols between health and disease. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 121, 1700047.
- [32] **Suja, K.P., J.T. Abraham, S.N. Thamizh, A. Jayalekshmy, C. Arumughan (2004):** Antioxidant efficacy of sesame cake extract in vegetable oil protection. *Food Chemistry* 84, 393-400.
- [33] **Yanishlieva, N., V. Marinova, M. Emma (2001):** Stabilisation of edible oils with natural antioxidants. *European Journal of Lipid Science and Technology* 103, 752-767.
- [34] **Wood, J.D., M. Enser, A.V. Fisher, G.R. Nute, R.I. Richardson, P.R. Sheard (1999):** Manipulating meat quality and composition. *Proc. Nutr. Soc.* 58 (2), 363-370.
- [35] **Wood, J., R. Richardson, G. Nute, A. Fisher, M. Campo, E. Kasapidou, P. Sheard, M. Enser (2004):** Effects of fatty acids on meat quality: A review. *Meat Sci.* 66, 21-32.
- [36] **Zalewski, K., D. Martysiak-Zurrowska, M. Chylinska-Ptak, M., B. Nitkiewicz (2009):** Characterization of Fatty Acid Composition in European Beaver (*Castor fiber L.*). *Polish J. of Environ. Stud.* 18 (3), 493-499.

Dostavljeno: 27.08.2021.

Prihvaćeno: 30.09.2021.

Effect of antioxidants on oxidative stability of chicken fat

Abstract

Chicken fat is subject to oxidative deterioration during production, storage and heat treatment. This study examined the effect of natural and synthetic antioxidants (green tea extract, rosemary extract, sage extract, *Satureja montana L.* extract, α -tocopherol, tocopherol blend, TBHQ, caffeic acid, rosemary acid) on the oxidative stability of chicken fat. The oxidative stability of fat, with and without added antioxidant, was evaluated using the Schaal Oven test. The test results were expressed as the peroxide value after keeping the samples for a certain period of time at the temperature of 63 oC. The results of the study showed that applying antioxidants successfully stabilises chicken fat, except in the case of α -tocopherol and tocopherol mixtures. From all natural antioxidants the rosemary extract demonstrated the highest antioxidant activity in chicken fat. Compared to other tested antioxidants, it was more efficient in achieving a greater protection from oxidation. Green tea, *Satureja montana L.* tea and sage extract have the same level of fat protection. The synthetic antioxidant TBHQ successfully increased the stability of chicken fat, while caffeic acid and rosemary acid were less efficient.

Key words: chicken fat, oxidative stability, antioxidants, Schaal Oven test

Wirkung von Antioxidantien auf die oxidative Stabilität von Hühnerfett

Zusammenfassung

Hühnerfett unterliegt bei der Herstellung, Lagerung und Wärmebehandlung einem oxidativen Verfall. In dieser Studie wurde die Wirkung natürlicher und synthetischer Antioxidantien (Grüntee-Extrakt, Rosmarin-Extrakt, Salbei-Extrakt, Winterbohnen-Extrakt, α -Tocopherol, Tocopherol-Mischung, TBHQ, Kaffeesäure, Rosmarinsäure) auf die oxidative Stabilität von Hühnerfett untersucht. Die oxidative Stabilität von Fett, mit und ohne zugesetztes Antioxidans, wurde mit dem Schaal-Ofen-Test bewertet. Die Testergebnisse wurden als Peroxidwert ausgedrückt, nachdem die Proben über einen bestimmten Zeitraum bei einer Temperatur von 63 °C gelagert wurden. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass der Einsatz von Antioxidantien das Hühnerfett erfolgreich stabilisiert, mit Ausnahme von α -Tocopherol und Tocopherolmischungen. Von allen natürlichen Antioxidantien zeigte der Rosmarinextrakt die höchste antioxidative Aktivität im Hühnerfett. Im Vergleich zu den anderen getesteten Antioxidantien war er effizienter in der Erzielung eines größeren Schutzes vor Oxidation. Grüner Tee, Winterbohnen-Extrakt und Salbeixtrakt haben das gleiche Niveau an Fettschutz. Das synthetische Antioxidans TBHQ erhöhte erfolgreich die Stabilität von Hühnerfett, während Kaffeesäure und Rosmarinsäure weniger effizient waren.

Schlüsselwörter: Hühnerfett, oxidative Stabilität, Antioxidantien, Schaal-Ofen-Test

Efecto de la adición de antioxidantes sobre la estabilidad oxidativa de la grasa de pollo

Resumen

La grasa de pollo está sujeta al deterioro oxidativo durante la producción, el almacenamiento y el tratamiento térmico. En este trabajo fue investigado el efecto de la adición de antioxidantes naturales y sintéticos (el extracto de té verde, el extracto de romero, el extracto de salvia, el té de Rtanj, el alfa tocoferol, la mezcla de tocoferol, el TBHQ (terbutil hidroquinona), el ácido cafeico y el ácido de romero) sobre el cambio en la estabilidad oxidativa de grasa de pollo. La estabilidad oxidativa de la grasa, con y sin antioxidantes añadidos, fue examinada mediante la prueba de Schaal. Los resultados de la prueba fueron mostrados como el valor del índice de peróxido después de un cierto tiempo de mantener la grasa a una temperatura de 63 °C. Los resultados del estudio muestran que, además del α -tocopherol y una mezcla de tocoferoles, los antioxidantes añadidos estabilizan la grasa de pollo con éxito. Entre los antioxidantes naturales, el extracto de romero tiene la mayor actividad antioxidante en la grasa de pollo. En la relación con otros antioxidantes probados, logró la mayor eficiencia de protección contra la oxidación. Los extractos de té verde, té de Rtanj y té de salvia tienen el mismo nivel de protección de las grasas. El antioxidante sintético TBHQ ha aumentado con éxito la estabilidad de la grasa de pollo, y el ácido cafeico y el ácido de romero fueron menos efectivos.

Palabras claves: grasa de pollo, estabilidad oxidativa, antioxidantes, prueba de Schaal

L'impatto degli antiossidanti sulla stabilità ossidativa del grasso del pollo

Riassunto

Il grasso del pollo è soggetto all'irrancidimento ossidativo durante la produzione, l'immagazzinamento e il trattamento termico. In questo studio è stato analizzato l'impatto dell'aggiunta di antiossidanti naturali e sintetici [estratto di tè verde, estratto di rosmarino, estratto di salvia, estratto di santoreggia mon-

tana, α -tocoferolo, miscela di tocoferoli, TBHQ (terz-butil-idrochinone), acido caffeico e acido rosmarinico] sulla stabilità ossidativa del grasso del pollo. La stabilità ossidativa del grasso del pollo, con o senza l'aggiunta di antiossidanti, è stata testata mediante il test di Schaal Oven. I risultati del test sono stati illustrati come valore del numero di perossidi dopo un certo tempo in cui il campione è stato tenuto alla temperatura di 63°C. I risultati dello studio dimostrano che gli antiossidanti aggiunti riescono a stabilizzare efficacemente il grasso del pollo, ad eccezione dell' α -tocoferolo e della miscela di tocoferoli. Tra gli antiossidanti naturali, la maggiore attività antiossidante sul grasso del pollo è stata esercitata dall'estratto di rosmarino, il quale ha conseguito una maggiore efficacia antiossidante rispetto agli altri antiossidanti impiegati. Gli estratti di tè verde, di santoreggia montana e di salvia offrono un identico livello di protezione antiossidante. L'antiossidante sintetico TBHQ (terz-butil-idrochinone) ha aumentato la stabilità ossidativa del grasso del pollo, mentre gli acidi caffeico e rosmarinico si sono rivelati meno efficaci.

Parole chiave: grasso del pollo, stabilità ossidativa, antiossidanti, test di Schaal Oven