

ORIGINALNI ZNAKSTVENI RAD

Stabilizacija janjeće masti s antioksidansima i sinergistima

Tihomir Moslavac^{1*}, Ivana Flanjak¹, Antun Jozinović², Sandra Budžaki¹, Marta Ostojčić²

Sažetak

Janjeća mast tijekom proizvodnje, skladištenja i toplinske obrade podliježe oksidacijskom kvarenju zbog sastava masnih kiselina i nedostatka sastojaka s antioksidacijskim djelovanjem. U ovom radu istraživana je utjecaj dodatka antioksidanasa (prirodni i sintetski) te sinergista (ekstrakt ružmarina, ekstrakt zelenog čaja, alfa tokoferol, mješavina tokoferola, propil galat, kofeinska kiselina, ružmarinska kiselina) na oksidacijsku stabilnost janjeće masti. Oksidacijska stabilnost masti, sa i bez dodanog antioksidansa i sinergista, ispitivana je primjenom Testa održivosti na 98 °C. Rezultati testa prikazani su kao vrijednost peroksidnog broja nakon određenog vremena držanja masti pri konstantnoj temperaturi 98 °C. Rezultati istraživanja pokazuju da dodani antioksidansi i sinergisti uspješno stabiliziraju janjeću mast, osim α -tokoferola. Od prirodnih antioksidanasa najveću antioksidacijsku aktivnost u janjećoj masti ima ekstrakt zelenog čaja. Postigao je najveću efikasnost zaštite od oksidacijskog kvarenja. Ekstrakt ružmarina u kombinaciji sa sinergistom kofeinska kiselina pokazuje veću razinu zaštite masti od oksidacije u odnosu na čisti ekstrakt ružmarina. Dodatkom mješavine tokoferola postignuta je bolja stabilizacija masti u odnosu na alfa tokoferol. Sintetski antioksidans propil galat uspješno je povećao stabilnost janjeće masti.

Ključne riječi: janjeća mast, oksidacijska stabilnost, test održivosti na 98 °C, antioksidansi, sinergisti

Uvod

Danas su potrošači sve više svjesni uloge masnog tkiva i masnih kiselina u zdravstvenom statusu te su stoga njihovi zahtjevi pri kupnji određenih vrsta mesa sve veći i podložni čestim promjenama. Kod konzumacije masti potrošači pokazuju sve veći interes prema količini i sastavu masti zbog njihovog utjecaja na kvalitetu mesa i nutritivnu vrijednost (Wood i sur., 2004.). Biljna ulja i životinjske masti

imaju značajnu važnost za pravilnu prehranu ljudi jer sadrže esencijalne masne kiseline i liposolubilne vitamine (topljive u mastima) koji se osiguravaju prehranom, pružaju energiju za biološke procese, utječu na okus i doprinose poboljšanju sočnosti mesa (Amaral i sur., 2018.). U janječem trupu udio masnog tkiva prvenstveno ovisi o genotipu, hranidbi i načinu držanja (pašni ili stajski), spolu, dobi živo-

¹ Prof. dr. sc. Tihomir Moslavac, prof. dr. sc. Ivana Flanjak, izv. prof. dr. sc. Antun Jozinović, prof. dr. sc. Sandra Budžaki, Marta Ostojčić, mag. ing. proc; Prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera Osijek, Franje Kuhača 18, 31000 Osijek, Hrvatska

* Autor za korespondenciju: tihomir.moslavac@ptfos.hr

tinja pri klanju i dr. (Mioč i sur., 2012.). Udio masnog tkiva u janjećem trupu predstavlja jedan od kriterija pri ocjeni kakvoće janjećih trupova i polovica, a uz sastav značajno utječe na okus, sočnost, teksturu i vizualna svojstva mesa (Wood i sur., 2008.). Salo se pojavljuje kao masno tkivo ispod kože (potkožno), kao iznutrica, inter- (između mišića) i intramuskularno (unutar mišića). Masnoća je jedan od parametara koji određuje vrijednost janjećeg trupa, uključena je u različite aspekte kvalitete mesa (boja, užečnost, talište, itd.), a poznat je kao hranjiva tvar s brojnim funkcijama za ljudsko tijelo (dobavljač energije, nositelj vitamina topljivih u mastima, sastavni dio stanice membrane itd.). Masne kiseline su važne kao izvor energije, strukturne komponente staničnih membrana, te unutar imunološkog sustava kao signalne molekule i regulatori ekspresije gena (Yaqoob i Calder, 2007.). Prema Woodu i sur. (2008.) ukupni sadržaj lipida u tkivima preživača sastoji se od oko 40 % SFA, 40 % MUFA i 2-25 % PUFA. Iako je meso preživača važan izvor hranjivih tvari, njegov relativno visok sadržaj SFA je kritiziran i povezan s kardiovaskularnim bolestima (Ribeiro i sur., 2011.). Istraživanja potvrđuju da pojedine masne kiseline imaju znatno različite učinke. Tako laurinska kiselina i miristinska kiselina imaju veći učinak na povećanje ukupnog kolesterola od palmitinske kiseline, dok stearinska kiselina ima neutralan učinak na koncentraciju ukupnog seruma kolesterola, uključujući bez vidljivog utjecaja na lipoproteine niske ili visoke gustoće lipoproteina (Daley i sur., 2010.). Više od 90 % sastava masti u organizmu životinje čine trigliceridi, dok preostali dio čine uglavnom fosfolipidi i kolesterol (Grebens, 2004.). Kod proizvodnje životinjske masti koristi se tehnologija termičke prerade masnog tkiva suhim i mokrim postupkom topljenja (Čorbo, 2008.). Životinjska mast ima višu termičku stabilnost od jestivih biljnih ulja s visokim udjelom polinezasićenih masnih kiselina, a nižu od palminog oleina (Hosseini i sur., 2016.). Danas sve veći značaj u 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, anatomski 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. Kanner i Rosenthal (1992.) ukazuju da je najčešći oblik kvarenja lipida autooksidacija, reakcija lipida s kisikom, a mehanizam se može prikazati u tri faze: inicijacija, propagacija i terminacija. Oksidacija lipida uzrokuje gubitak nutritivnih i senzorskih svojstava, te stvaranje potencijalno štetnih spojeva koji narušavaju kvalitetu i smanjuju njegovu održivost. Jedan od takvih proizvoda je malondialdehid, koji se smatra indeksom oksidacijske užečnosti (Cortinas, 2005.). Broncano i sur. (2009.) prikazuju da su razni produkti oksidacije kolesterola opasniji za arterijske stanice od kolesterola i povezani su s koronarnim bolestima, mutagenim aktivnostima i aterosklerozom. Nedavna istraživanja pokazala su da aldehidi i oksisteroli koji nastaju oksidacijom lipida i imaju proupalne, citotoksične i mutagene učinke (Sottero i sur., 2019.). Na proces oksidacije utječu prooksidansi (temperatura, svjetlo, sastav masnih kiselina, ioni metala, pigmenti, fosfolipidi, slobodne masne kiseline) (Choe i Min, 2006.). Životinjska mast je podložna kvarenju zbog niskog udjela tokoferola (7-27 mg/kg), koji imaju svojstva prirodnih antioksidanasa (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 o vrsti masti, sastavu masnih kiselina i udjelu sastojaka koji pokazuju antioksidacijsku aktivnost. Danas se za određivanje oksidacijske stabilnosti (održivosti) masti koriste razne metode temeljene na ubrzanjoj oksidaciji, a to su: Schaal Oven test, Test održivosti na 98 °C, AOM test i Rancimat test (Shahidi, 2005.; Abramović, 2006.). Zaštita i održavanje kvalitete životinjskih masti ovisi o različitim čimbenicima (temperatura skladištenja, propusnost ambalažnog materijala za vlagu i zrak, vrsta stočne hrane tijekom ishrane). Obzirom da su ulja i masti jako osjetljivi na prooksidacijske čimbenike, to je proces koji se ne može zaustaviti, pri čemu se smanjuje trajnost hrane (Riemersma, 2002.). Otpornost životinjske masti prema oksidacijskom kvarenju može se poboljšati dodatkom antioksidanasa i sinergista. Poznati su

sintetski i prirodni antioksidansi koji se primjenjuju za stabilizaciju biljnih ulja i animalnih masti (Yanishlieva i sur., 2001.; Merrill, 2008.). Danas potrošači pokazuju povećano zanimanje za prirodne antioksidanse zbog uvjerenja da su prirodni sastojci hrane efikasniji i zdravstveno sigurniji od sintetičkih, da ti spojevi pokazuju antiaterogeno, antikancerogeno i antitumorsko djelovanje. Uvođenje takvih spojeva u prehrambene proizvode može pridonijeti njihovoj stabilizaciji, ali i zdravlju potrošača (Yanishlieva i sur., 2001). Razni istraživači intenziviraju ispitivanja različitih biljnih materijala koji sadrže aktivne sastojke (fenolni spojevi) te pokazuju značajna antioksidacijska svojstva kod stabilizacije ulja i masti. Koriste se različiti ekstrakti začinskih biljaka za efikasnu zaštitu biljnih ulja i životinjskih masti od oksidacijskog kvarenja (Pan, 2007.; Ahn, 2008.; Gramza, 2006.). Cilj ovog rada bio je ispitati utjecaj dodatka prirodnih i sintetskih antioksidanasa (ekstrakt zelenog čaja, ekstrakt ružmarina, alfa tokoferol, mješavina tokoferola, propil galat), te sinergista (kofeinska kiselina, ružmarinska kiselina) na promjenu oksidacijske stabilnosti svježe proizvedene janjeće masti. Oksidacijska stabilnost masti ispitana je testom ubrzane oksidacije pri konstantnoj temperaturi 98 °C.

Materijal i metode

Ispitivanje utjecaja dodatka prirodnih i sintetskih antioksidanasa te sinergista na promjenu oksidacijske stabilnosti provedeno je sa svježom janječom masti. Mast je proizvedena suhim postupkom topljenja masnog tkiva janjeta starosti pet mjeseci. Istraživanje dodatka antioksidanasa (pojednog i u kombinaciji sa sinergistom) na promjenu oksidacijske stabilnosti provedeno je dodatkom: ekstrakt ružmarina (tip Oxy'Less®CS), ekstrakt zelenog čaja, alfa tokoferol, mješavina tokoferola, propil galat, a utjecaj sinergista dodatkom kofeinske kiseline i ružmarinske kiseline.

- 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.
- Ekstrakt ružmarina tip 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.

- 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 tvrtka Sigma Aldrich.
- Ružmarinska kiselina ima antimutagena, antimikrobna, antiviralna i antioksidacijska svojstva. Proizvođač ružmarinske kiseline je tvrtka Alfa Aesar.
- Propil galat (PG) je fenolni sintetski antioksidans, to je propilni ester galne kiseline. Esteri galne kiseline najčešće se primjenjuju za stabilizaciju biljnih i životinjskih masti jer sprječavaju njihovu oksidaciju. Proizvođač je tvrtka Danisco, Danska.

Prije ispitivanja oksidacijske stabilnosti testom ubrzane oksidacije prvo su analitički određeni osnovni parametri kvalitete janjeće 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, tj. dokazivanje vrste i porijekla ove masti.

Određivanje peroksidnog broja

Određivanje peroksidnog broja (Pbr) jedna je od najviše primjenjivanih metoda za ispitivanje primarnih produkata oksidacije (hidroperoksidi, peroksidi) biljnih ulja i životinjskih masti. Vrijednost ovog broja je pokazatelj stupnja oksidacijskog kvarenja ulja i 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 O₂/kg). Vrijednost peroksidnog broja izračunava se prema izrazu:

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

V₁ = volumen otopine natrij-tiosulfata, c (Na₂S₂O₃) = 0,01 mol/L utrošen za titraciju uzorka masti (mL);
 V₀ = volumen otopine natrij-tiosulfata utrošen za titraciju slijepa probe (mL);
 m = masa uzorka masti (g).

Određivanje slobodnih masnih kiselina

Ako se naruši kvaliteta životinjskih masti procesom kvarenja hidrolitičkom razgradnjom tada dolazi do hidrolize triacilglicerola, u prisustvu vode i lipolitičkih enzima (lipaza), a to rezultira porastom kiselosti masti 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 (NaOH) = 0,1 mol/L;
 M = molekulska masa oleinske kiseline, M = 282 g/mol;
 m = masa uzorka masti za ispitivanje (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 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 izrazu:

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

m_0 – masa uzorka (g);
 m_1 – masa osušenog lijevka (g);
 m_2 – masa lijevka s nečistoćama nakon sušenja (g).

Određivanje jodnog broja

Određivanje jodnog broja provedeno je metodom HRN EN ISO 3961. Princip metode odre-

đivanja jodnog broja je da se na mast djeluje viškom halogena u otopini, a nakon provedene reakcije adicije, neadrirana količina halogena se retitrira 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 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. Proces saponifikacije se provodi kuhanjem uz povratno hladilo u vremenu 30 minuta. Nakon završetka saponifikacije smjesa postane potpuno bistra. Tada se otopini dodaje nekoliko kapi indikatora fenolftaleina i na vruće se titrira višak lužine s 0,5 M kloridnom kiselinom do nestanka crvenog obojenja.

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

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 janjećoj 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 Prilogu XB 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 FAMEWAXTM (30 m duljine, unutar njega promjera 0,32 mm i debljine filma stacionarne faze 0,25 μm). Protok dušika (plin nosioc) iznosio je 1,26 mL/min. Temperatura injektora podešena je na 240 °C uz omjer razdvajanja 1:100, a volumen injektiranja iznosio je 2 μL . Početna temperatura kolone

postavljena je na 120 °C i održavana 5 minuta, zatim se postupno povećavala brzinom 5 °C/min do temperature 220 °C koja se zadržala 20 minuta. Temperatura plameno-ionizacijskog detektora bila je 250 °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 pod 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 janječju mast domaćeg uzgoja najprije se otopilo na temperaturi vrelišta. Analitički su određeni osnovni parametri kvalitete masti prije početka ispitivanja oksidacijske stabilnosti testom ubrzane oksidacije. U staklene čašice izvagana je određena količina antioksidanasa i sinergista u točno određenim udjelima zatim je dodano 20 g janječje masti. Uzorci se homogeniziraju staklenim štapićem te 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 termostat čime započinje ispitivanje oksidacijske stabilnosti masti sa i bez dodanih antioksidanasa i sinergista. Tijekom provedbe testa uzorke masti treba uzorkovati u određenom vremenskom periodu i odrediti vrijednost peroksidnog broja.

Test održivosti na 98 °C

Pripremljeni uzorci janječje masti sa i bez dodanog antioksidansa i sinergista zagrijavaju se u termostatu pri konstantnoj temperaturi 98 °C uz praćenje promjene oksidacijske stabilnosti masti određivanjem peroksidnog broja tijekom određenog vremenskog perioda. Uzorkovanje se provodi u određenim vremenskim razmacima kako bi se odredila vrijednost peroksidnog broja koji ukazuje na stupanj oksidacijskog kvarenja masti. Uzorci se zatim vrata u termostat na daljnju provedbu testa.

Kada se temperatura uzorkovane masti ohladi na sobnu temperaturu, određuje se peroksidni broj. Rezultati testa prikazani su kao vrijednost peroksidnog broja (mmol O₂/kg) tijekom 30 sati trajanja testa ispitivanja oksidacijske stabilnosti janječje masti.

Rezultati i rasprava

Kvaliteta janječje masti

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

Tablica 1. Početne kemijske karakteristike janječje masti

Table 1 Initial chemical characteristics of lamb fat

Parametar kvalitete/ Quality parameter	Vrijednost/ Value
Pbr / PV (mmol O ₂ /kg)	0
SMK (% oleinske kiseline) / FFA (% oleic acid)	0,39
Voda / Moisture (%)	0,22
Netopljive nečistoće / Insoluble impurities (%)	0,49
Jodni broj / Iodine value (gJ ₂ /100g)	38,25
Saponifikacijski broj / Saponification value (mgKOH/g)	194,03

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 janječje masti, peroksidni broj (0 mmol O₂/kg), slobodne masne kiseline (0,39 % oleinske), udio netopljivih nečistoća (0,49 %), udio vode (0,22 %) ukazuju na to da je ispitivana mast dobre kvalitete jer su vrijednosti u skladu sa Pravilnikom o jestivim uljima i mastima (NN 11/19). Izračunate vrijednosti za saponifikacijski broj i jodni broj podudaraju se s literaturnim podacima za janječju mast (Shahidi, 2005.). Jodni broj pokazuje stupanj nezasićenosti biljnih ulja i animalnih masti. Kod usporedbe vidljivo je da janječja mast ima manju vrijednost jodnog broja (38,25 gJ₂/100g) u odnosu na guščju mast (62,47 gJ₂/100g), pileću mast (79,69 gJ₂/100g), svinjsku mast (67,31 gJ₂/100g) i govedeg loja (45,20 gJ₂/100g) što proizlazi iz sastava masnih kiselina, udjela nezasićenih masnih kiselina. Dobi-

na vrijednost saponifikacijskog broja janjeće masti je 194,03 mgKOH/g što je manja od pileće masti (205,98 mgKOH/g) i gušće masti 196,62 mgKOH/g. Jedni broj neizravno pokazuje količinu nezasićenih masnih kiselina u masti, što je više nezasićenih masnih kiselina, to je mast vrijednija. Visoki saponifikacijski broj ukazuje na povećani sadržaj masnih kiselina relativno niske molekulske mase (Gagloev i sur., 2017.).

Sastav masnih kiselina

Sastav masnih kiselina janjeće masti prikazan je u tablici 2. Rezultati analize pokazuju da su od nezasićenih masnih kiselina najzastupljenija mononezasićena oleinska kiselina, ω -9 C18:1,n-9c+t (34,23 %), a od polinezasićenih masnih kiselina dominira linolenska kiselina C18:3,n6 (0,83 %). Od zasićenih masnih kiselina (SFA) udjelom dominiraju stearinska kiselina C18:0 (32,24 %) i palmitinska kiselina C16:0 (24,93 %) te miristinska kiselina C14:0 (3 %). Toplinska obrada masti pokazala je da visok

Tablica 2. Sastav masnih kiselina (% od ukupne masti) janjeće masti

Table 2 Fatty acid composition (% of total fat) of lamb fat

Masna kiselina / Fatty acid	% od ukupne masti / % of total fat
C14:0	3,00
C14:1	0,21
C15:0	0,48
C15:1	0,33
C16:0	24,93
C16:1	0,68
C17:0	1,61
C17:1	0,49
C18:0	32,24
C18:1 n9t + C18:1 n9c	34,23
C18:2 n6c	0,15
C18:2 n6t	0,14
C18:3 n6	0,83
C18:3 n3	0,49
C20:0	0,20
SFA	62,46
MUFA	35,94
PUFA	1,61

SFA - zasićene masne kiseline / saturated fatty acids

MUFA - mononezasićene masne kiseline / monounsaturated fatty acids

PUFA - polinezasićene masne kiseline / polyunsaturated fatty acids

udio zasićenih masnih kiselina (palmitinske i stearinske), čine mast visoko taljivom na temperaturama od +44 do 55 °C s probavljivošću od 68-80 % (Gagloev i sur., 2012.). Dobiveni rezultati sastava masnih kiselina janjeće masti podudaraju se s literaturnim podacima (Gagloev i sur., 2017.). Ukupni udio polinezasićenih masnih kiselina (PUFA) je nizak (1,61 %) dakle manji je u odnosu na gušću mast (12,94 %), goveđi loj (3,04 %) i od pileće masti (15,63 %) prema literaturnim podacima. Janjeća mast ima manji udio (35,94 %) mononezasićene masne kiseline (MUFA) u odnosu na gušću mast 65,26 % i od pileće masti (50,72 %) prema literaturnim podacima. Moslavac i sur. (2019.; 2020.) utvrđuju da mast jazavca i goveđi loj imaju podjednak udio mononezasićene masne kiseline (MUFA) 34-38 %. Kod animalnih masti zapažena je značajna razlika u udjelu zasićenih masnih kiselina (SFA), pri čemu gušća mast ima manji udio (21,80 %) od pileće masti (33,67 %), goveđeg loja (58,99 %) i janjeće masti (62,46 %) te podjednak udio kao mast jazavca (22,42 %). Navedene vrijednosti sastava masnih kiselina odgovaraju literaturnim podacima (Jahan, 2004.; Dominguez, 2019.; Rossell, 2001.; Zalewski, 2009.; Laslo, 2009.).

Oksidacijska stabilnost janjeće masti

Test održivosti na 98 °C

Postupkom ubrzanog kvarenja utjecajem topline provedeno je oksidacijsko kvarenje svježe proizvedene janjeće masti primjenom testa održivosti pri konstantnoj temperaturi 98 °C tijekom 30 sati. Ovo kvarenje masti rezultira stvaranjem primarnih produkata oksidacije (hidroperoksidi, peroksidi), a stupanj kvarenja izražava se preko vrijednosti peroksidnog broja. U tablici 3 prikazani su rezultati ispitivanja utjecaja dodatka prirodnih i sintetskih antioksidanasa te sinergista na promjenu oksidacijske stabilnosti svježe proizvedene domaće janjeće masti. Ispitivana janjeća mast bez dodanog antioksidansa i sinergista (kontrolni uzorak) nakon provedbe testa od 30 sati imala je vrijednost peroksidnog broja (Pbr) 6,05 mmol O₂/kg. Od prirodnih antioksidanasa koji su korišteni za stabilizaciju ove masti dodatkom ekstrakta zelenog čaja (0,2 %) postignuta je najveća efikasnost zaštite masti prema oksidacijskom kvarenju. Ovaj prirodni antioksidans je najbolje stabilizirao i produžio održivost janjeće masti. Nakon 30 sati testa, dobivena vrijednost peroksidnog broja je najniža i iznosi 0,62 mmol O₂/kg u odnosu na druge ispitivane prirodne antioksidanse. Međutim, kombinacijom ekstrakta zelenog čaja (0,2 %) i sinergista

ružmarinske kiseline (0,01 %), postignuta je nešto manja vrijednost Pbr nakon testa (0,51 mmol O₂/kg) što ukazuje na to da je ovaj sinergist poboljšao stabilnost masti. Kod primjene sinergista kofeinska kiselina (0,01 %) uz ekstrakt zelenog čaja još se više povećala stabilnost janjeće masti, nakon testa Pbr je iznosio 0,47 mmol O₂/kg. Dobra efikasnost zaštite ove masti od oksidacijskog kvarenja postignuta je i kod primjene ekstrakta ružmarina tip Oxy'Less®CS (0,2 %). Korištenjem ekstrakta ružmarina na kraju testa vrijednost peroksidnog broja iznosila je 0,97 mmol O₂/kg. Isto zapažanje je potvrđeno dodatkom antioksidansa ekstrakta ružmarina tip Oxy'Less®CS (0,2 %) prilikom određivanja peroksidnog broja goveđeg loja nakon 120 sati testa održivosti, a 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. otpor-

nost svinjske masti prema oksidacijskom kvarenju, nakon 43 sata testa vrijednost Pbr je najniža i iznosila je 2,17 mmol O₂/kg. Ispitivanje utjecaja dodatka sinergista kofeinska kiselina (0,01 %) u kombinaciji s ekstraktom ružmarina pokazuje da je dodatno povećana stabilnost janjeće masti prema oksidacijskom kvarenju. Nakon provedbe 30 sati testa Pbr je imao manju vrijednost (0,49 mmol O₂/kg) u odnosu na čisti dodatak ekstrakta ružmarina. Sinergist ružmarinska kiselina u kombinaciji s ekstraktom ružmarina ne pokazuje zaštitno djelovanje kod stabilizacije janjeće masti. Peroksidni broj nakon testa iznosio je 0,99 mmol O₂/kg, pa možemo reći da ružmarinska kiselina nema sinergističko djelovanje uz ekstrakt ružmarina kod stabilizacije janjeće masti. Dodatkom prirodnog antioksidansa α-tokoferola (0,2 %) nije postignuta zaštita svježje janjeće masti od oksidacijskog kvarenja. Razlog tome je taj što α-tokoferol ima manje antioksidacijsko djelovanje u odnosu na druge izomerne oblike tokoferola. Nakon proved-

Tablica 3. Oksidacijska stabilnost janjeće masti sa i bez dodanog antioksidansa određena testom održivosti na 98 °C tijekom 30 sati praćena peroksidnim brojem

Table 3 Oxidative stability of lamb fat with and without added antioxidant determined by the sustainability test at 98 °C during 30 hours follow of peroxide values

Uzorak / Sample	Peroksidni broj / Peroxide value (mmol O ₂ /kg)						
	0.	2.	4.	6.	9.	24.	30. sat / hour
Janjeća mast (kontrolni uzorak) / Lamb fat (Control sample)	0	0	0	0,43	0,89	3,96	6,05
Ekstrakt ružmarina OxyLess CS / Rosemary extract (0,2 %)	0	0	0	0	0,24	0,68	0,97
Ekstrakt ružmarina (0,2 %) + ružmarinska kiselina (0,01 %) / Rosemary extract + rosemary acid	0	0	0	0	0,37	0,95	0,99
Ekstrakt ružmarina (0,2 %) + kofeinska kiselina (0,01 %) / Rosemary extract + caffeic acid	0	0	0	0	0,24	0,48	0,49
Ekstrakt zelenog čaja / Green tea extract (0,2 %)	0	0	0	0	0	0,59	0,62
Ekstrakt zelenog čaja (0,2 %) + ružmarinska kiselina (0,01 %) / Green tea extract + rosemary acid	0	0	0	0	0,24	0,45	0,51
Ekstrakt zelenog čaja (0,2 %) + kofeinska kiselina (0,01 %) / Green tea extract + caffeic acid	0	0	0	0	0	0,37	0,47
Mješavina tokoferola / Mixture of tocopherols (0,2 %)	0	0	0	0,41	0,79	3,70	4,17
α-tokoferol / α-tocopherol (0,2 %)	0	0	0,47	1,77	2,92	6,67	8,33
PG (0,01 %)	0	0	0	0	0,20	0,22	0,40

PG – propil galat / propyl gallate

be ispitivanja dobivena je veća vrijednost peroksidnog broja u odnosu na kontrolni uzorak. Ista pojava neučinkovitosti α -tokoferola zapažena je kod stabilizacije govedeg loja korištenjem ovog prirodnog antioksidansa (Moslavac i sur., 2019.). Pop i Mihalescu (2017.) istraživali su stabilnost prehrambenih masti peradi (guske, patke, pilići) s prirodnim antioksidansima (α -tokoferol, limunska kiselina). Cilj je bio produžiti njihov rok trajanja tijekom skladištenja u hladnjaku (4 °C) i smrzavanja (-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 %), ostvarena je zaštita svježije janjeće masti od oksidacijskog kvarenja, na kraju testa vrijednost peroksidnog broja iznosila je 4,17 mmol O₂/kg. Kod mješavine tokoferola kao 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 30 sati testa u odnosu na α -tokoferol. Primjena sintetskog antioksidansa propil galata (PG) u udjelu 0,01 %, pokazala se vrlo učinkovita u zaštiti janjeće masti od oksidacijskog kvarenja. Peroksidni broj, nakon 30 sati testa je bio nizak i iznosio je 0,40 mmol O₂/kg.

Zaključak

Svježija janjeća mast proizvedena suhim postupkom topljenja dobre je kvalitete, osnov-

ni parametri kvalitete su u skladu s Pravilnikom o jestivim uljima i mastima. Mast pokazuje dobru otpornost prema oksidacijskom kvarenju prvenstveno zbog visokog udjela zasićenih masnih kiselina i mononezasićenih masnih kiselina. Dodatkom ispitivanih antioksidanasa i sinergista povećana je stabilnost janjeće masti prema oksidacijskom kvarenju, osim kod primjene α -tokoferola gdje je došlo do prooksidacijskog djelovanja. Od prirodnih antioksidanasa ekstrakt zelenog čaja postigao je najbolju efikasnost zaštite janjeće masti od oksidacijskog kvarenja, nakon testa ubrzane oksidacije dobivena je niža vrijednost peroksidnog broja u odnosu na druge ispitivane antioksidanse. Kombinacijom ekstrakta zelenog čaja i sinergista ružmarinska kiselina kao i kofeinska kiselina ostvarena je dodatna stabilnost, otpornost janjeće masti prema oksidaciji. Ekstrakt ružmarina (tip Oxy Less®CS) također osigurava značajnu održivost masti prema oksidacijskom kvarenju. Dodatak sinergista kofeinska kiselina u kombinaciji s ekstraktom ružmarina pokazuje dodatno povećanje stabilnosti janjeće masti prema oksidacijskom kvarenju. Primjena sinergista ružmarinska kiselina uz ekstrakt ružmarina pokazuje prooksidacijsko djelovanje na janječju mast. Dodatak mješavine tokoferola osigurava veću razinu zaštite ove masti u odnosu na primjenu čistog α -tokoferola koji nije doveo do porasta stabilnosti. Sintetski antioksidans propil galat pokazao je najviši stupanj stabilizacije svježije janjeće masti, najveća je zaštita od oksidacijskog kvarenja.

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. DOI:10.14720/aas.2006.87.2.15105
- [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 (2), 327-334. DOI:10.1016/j.jfoodeng.2007.05.029
- [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. doi.org/10.1590/fst.32518
- [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 (1), 59-63. DOI:10.1007/s11746-003-0651-y
- [5] Broncano, J.M., M.J. Petró, 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 (3), 431-437. doi: 10.1016/j.meatsci.2009.06.021.
- [6] Choe, E., D.B. Min (2006): Mechanisms and Factors for Edible Oil Oxidation. *Compr. Rev. Food Sci. F. 5*, 169-186. https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2006.00009.x
- [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 (1), 48-55. doi: 10.1093/ps/84.1.48.
- [8] Daley, C. A., A. Abbott, P. S. Doyle, G. A. Nader, S. Larson (2010): A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and

- grain-fed beef. *Nutrition Journal*, 9, 1–12. DOI: 10.1186/1475-2891-9-10
- [9] Čorbo, S. (2008): Tehnologija ulja i masti. Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Univerzitet u Sarajevu, 2008.
- [10] 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 (10), 429-460. doi: 10.3390/antiox8100429.
- [11] 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.
- [12] Gagloev, A. G., A. N. Negreeva, V. A. Babushkin (2017): Increasing meat productivity and improving quality of lamb meat from fine-wool sheep. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research* 9 (12), 2510-2515.
- [13] Gagloev, A. Ch., A. N. Negreeva, D. A. Frolov (2012): Composition and quality of fat in rams of different genotypes. *Agroindustrial Complex of Upper Volga Region Herald* 4 (20), 24-27.
- [14] 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. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200500330>
- [15] Gray, J.I. (1978): Measurement of lipid oxidation: a review. *Journal of the American Oil Chemists Society* 55, 539-546.
- [16] Grebens, F. (2004): Genetic control of intramuscular fat accretion. In: M. F. W. Pas, M. E. Everts, H. P. Haagsman, eds. (2004) *Muscle Development of Livestock Animals: Physiology, Genetics and Meat Quality*. Wallingford: CABI Publishing, 343–361. <https://doi.org/10.1079/9780851998114.0343>
- [17] Gunstone, F.D. (2004): *The Chemistry of Oils and Fats: Sources, Composition, Properties and Uses*, Blackwell Publishing, Oxford, 2004.
- [18] 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.
- [19] 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. <https://doi.org/10.1007/s11746-016-2791-z>
- [20] 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. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.00799.x>
- [21] Kanner, J., I. Rosenthal (1992): An Assessment of Lipid Oxidation in Foods, *Pure & Appl. Chem.*, 64 (12), 1959-1964. DOI: 10.1351/pac199264121959
- [22] 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.
- [23] Martin-Polvillo, 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.
- [24] 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 (8), 771-776. DOI: 10.1007/s11746-008-1256-4
- [25] Mioč, B., Z. Prpić, Z. Barać, I. Vnučec, (2012): *Istarska ovca hrvatska izvorna pasmina*. Zagreb: Hrvatski savez uzgajivača ovaca i koza.
- [26] Moslavac, T., S. Jokić, D. Šubarić, K. Aladić, A. Konjarević (2020): Utjecaj dodatka antioksidanasa na oksidacijsku stabilnost masti jazavca. *Meso* 22 (1), 46-55. doi:10.31727/m.22.1.4
- [27] 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. <https://doi.org/10.31727/m.21.1.4>
- [28] Moslavac, T., S. Jokić, D. Šubarić, K. Aladić (2018): Utjecaj antioksidanasa na oksidacijsku stabilnost svinjske masti. *Meso*, 20 (4), 317-323. doi:<https://doi.org/10.31727/m.20.4.2>
- [29] 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. DOI 10.1016/j.foodchem.2007.05.039
- [30] 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. <https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1199037>
- [31] Pravilnikom o jestivim uljima i mastima, *Narodne novine* 11/19., 2019.
- [32] Ribeiro, C. V. D. M., D. E. Oliveira, S. O. Juchem, T. M. Silva, É. S. Nalério (2011): Fatty acid profile of meat and milk from small ruminants: a review. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40, 121–137.
- [33] Riemersma, R.A. (2002): Analysis and Possible Significance of Oxidised Lipids in Food. *European Journal of Lipid Science and Technology* 104, 419–420. DOI: 10.1002/1438-9312(200207)104:73.0.CO;2-S
- [34] Rossell, B. (2001): *Animal Carcass Fats*, vol. 2, Oils and Fats Series, Leatherhead Publishing, Leatherhead, U.K.
- [35] Rovellini, P., N. Cortesi, E. Fedeli (1997): Ossidazioni dei lipidi. *Nota 1. Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 74, 181-189.
- [36] 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.
- [37] 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.
- [38] Yaqoob, P., P. C. Calder (2007): Fatty acids and immune function: new insights into mechanisms. *British Journal of Nutrition*, 98 (1), S41–S45. doi: 10.1017/S0007114507832995.
- [39] Yanishlieva, N., V. Marinova, M. Emma (2001): Stabilisation of edible oils with natural antioxidants. *European Journal of Lipid Science and Technology* 103, 752-767. [https://doi.org/10.1002/1438-9312\(200111\)103:11<752::AID-EJLT752>3.0.CO;2-0](https://doi.org/10.1002/1438-9312(200111)103:11<752::AID-EJLT752>3.0.CO;2-0)
- [40] 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. DOI: 10.1017/s0029665199000488
- [41] 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. doi: 10.1016/S0309-1740(03)00022-6.
- [42] Wood, J. D., M. Enser, A. V. Fisher, G. R. Nute, P. R. Sheard, R. I. Richardson, S. I. Hughes, F. M. Whittington (2008) Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, 78 (4), 343–358. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.019>

[43] Zalewski, K., D. Martysiak-Żurrowska, 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/Received: 03.01.2024.

Prihvaćeno/Accepted: 10.02.2024.

Stabilization of lamb fat with antioxidants and synergists

Abstract

Lamb fat during production, storage and heat treatment is subject to oxidative deterioration due to the composition of fatty acids and the lack of ingredients with antioxidant activity. This paper investigated the influence of antioxidants (natural and synthetic) and synergists (rosemary extract, green tea extract, alpha tocopherol, tocopherol mixture, propyl gallate, caffeic acid, rosmarinic acid) on the oxidative stability of lamb fat. Oxidation stability of fat, with and without added antioxidants and synergists, was investigated using the sustainability test at 98 °C. The test results are presented as the value of the peroxide number after a certain time of keeping the fat at a temperature of 98 °C. The results of the study showed that applying antioxidants and synergists successfully stabilises lamb fat, but not α -tocopherol. Of the natural antioxidants, green tea extract has the highest antioxidant activity in lamb fat. It achieved the highest efficiency of protection against oxidative deterioration. Rosemary extract in combination with a synergist caffeic acid shows a higher level of fat protection against oxidation compared to pure rosemary extract. By adding a tocopherol mixture, a better stabilization of the fat was achieved compared to α -tocopherol. The synthetic antioxidant propyl gallate successfully increased the stability of lamb fat.

Keywords: lamb fat, oxidation stability, sustainability test at 98 °C, antioxidants, synergists

Stabilisierung von Lammfett mit Antioxidantien und Synergisten

Zusammenfassung

Lammfett unterliegt während der Herstellung, Lagerung und Wärmebehandlung einem oxidativen Verfall, der auf die Zusammensetzung der Fettsäuren und das Fehlen von Inhaltsstoffen mit antioxidativer Wirkung zurückzuführen ist. In dieser Arbeit wurde der Einfluss von (natürlichen und synthetischen) Antioxidantien und Synergisten (Rosmarinextrakt, Grüntee-Extrakt, Alpha-Tocopherol, Tocopherol-Mischung, Propylgallat, Kaffeesäure, Rosmarinsäure) auf die oxidative Stabilität von Lammfett untersucht. Die Oxidationsstabilität von Fett, mit und ohne zugesetzte Antioxidantien und Synergisten, wurde mit dem Nachhaltigkeitsstest bei 98 °C untersucht. Die Testergebnisse werden als Wert der Peroxidzahl nach einer bestimmten Zeit, in der das Fett bei einer Temperatur von 98 °C gehalten wurde, dargestellt. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die Anwendung von Antioxidantien und Synergisten das Lammfett erfolgreich stabilisiert, nicht aber α -Tocopherol. Von den natürlichen Antioxidantien hat Grüntee-Extrakt die höchste antioxidative Aktivität in Lammfett. Er erreichte die höchste Schutzwirkung gegen oxidativen Verfall. Rosmarinextrakt in Kombination mit dem Synergisten Kaffeesäure zeigt im Vergleich zu reinem Rosmarinextrakt einen höheren Schutz des Fettes vor Oxidation. Durch die Zugabe einer Tocopherol-Mischung wurde eine bessere Stabilisierung des Fettes erreicht als mit α -Tocopherol. Das synthetische Antioxidans Propylgallat erhöhte erfolgreich die Stabilität von Lammfett.

Schlüsselwörter: Lammfett, Oxidationsstabilität, Nachhaltigkeitsstest bei 98 °C, Antioxidantien, Synergisten

Estabilización de la grasa de cordero con antioxidantes y sinergistas

Resumen

La grasa de cordero durante la producción, almacenamiento y tratamiento térmico está sujeta a deterioro oxidativo debido a la composición de ácidos grasos y la falta de ingredientes con actividad antioxidante. Este trabajo investigó la influencia de antioxidantes (naturales y sintéticos) y sinergistas (extracto de romero, extracto de té verde, alfa tocoferol, mezcla de tocoferol, galato de propilo, ácido cafeico, ácido rosmarínico) en la estabilidad oxidativa de la grasa de cordero. La estabilidad de oxidación de la grasa, con y sin antioxidantes y sinergistas añadidos, se investigó utilizando la prueba de sostenibilidad a 98 °C. Los resultados de la prueba se presentan como el valor del número de peróxidos después de cierto tiempo de mantener la grasa a una temperatura de 98 °C. Los resultados del estudio mostraron que la aplicación de antioxidantes y sinergistas estabiliza con éxito la grasa de cordero, pero no el α -tocoferol. De los antioxidantes naturales, el extracto de té verde tiene la mayor actividad antioxidante en la grasa de cordero. Logró la mayor eficiencia de protección contra el deterioro oxidativo. El extracto de romero en combinación con el sinergista ácido cafeico muestra un nivel más alto de protección de la grasa contra la oxidación en comparación con el extracto de romero puro. Al agregar una mezcla de tocoferol, se logró una mejor estabilización de la grasa en comparación con el alfa tocoferol. El antioxidante sintético galato de propilo aumentó con éxito la estabilidad de la grasa de cordero.

Palabras claves: grasa de cordero, estabilidad de oxidación, prueba de sostenibilidad a 98 °C, antioxidantes, sinergistas

Stabilizzazione del grasso di agnello con antiossidanti e sinergizzanti

Riassunto

Il grasso di agnello durante la produzione, la conservazione e il trattamento termico è soggetto a deterioramento ossidativo a causa della composizione degli acidi grassi e della mancanza di ingredienti con attività antiossidante. Questo articolo ha studiato l'influenza dell'aggiunta di antiossidanti (naturali e sintetici) e sinergizzanti (estratto di rosmarino, estratto di tè verde, alfa tocoferolo, miscela di tocoferolo, propile gallato, acido caffeico, acido rosmarino) sulla stabilità ossidativa del grasso di agnello. La stabilità all'ossidazione dei grassi, con e senza l'aggiunta di antiossidanti e sinergizzanti, è stata testata utilizzando il test di stabilità (sostenibilità) a 98 °C. I risultati del test sono presentati come valore del numero di perossidi dopo che il grasso è stato mantenuto per un certo tempo a una temperatura costante di 98 °C. I risultati della ricerca mostrano che gli antiossidanti e i sinergizzanti aggiunti stabilizzano con successo il grasso dell'agnello, ad eccezione dell' α -tocoferolo. Tra gli antiossidanti naturali, la più alta attività antiossidante rispetto al grasso di agnello è stata evidenziata dall'estratto di tè verde, che ha fatto registrare la massima efficienza di protezione contro il deterioramento ossidativo. L'estratto di rosmarino, in combinazione con l'acido caffeico sinergizzante, mostra un livello più elevato di protezione dei grassi contro l'ossidazione rispetto all'estratto di rosmarino puro. Aggiungendo una miscela di tocoferolo si è ottenuta una migliore stabilizzazione del grasso rispetto all'alfa-tocoferolo. L'antiossidante sintetico propile gallato ha aumentato con successo la stabilità del grasso di agnello.

Parole chiave: grasso di agnello, stabilità all'ossidazione, test di stabilità (sostenibilità) a 98 °C, antiossidanti, sinergizzanti