

Stabilizacija pureće masti s antioksidansima

Tihomir Moslavac¹, Stjepan Jelaš^{1*}, Ana-Marija Gotal Skoko¹, Antun Jozinović¹,
Hrvoje Krajina²

Sažetak

Oksidacija purećih lipida je jedan od najvažnijih procesa koji mogu promijeniti okus i miris mesa puretine. Pureća mast tijekom proizvodnje, skladištenja i toplinske obrade podliježe oksidacijskom kvarenju zbog sastava masnih kiselina i nedostatka sastojaka s antioksidacijskim djelovanjem. U ovom radu istraživao je utjecaj dodatka prirodnih antioksidanasa (ekstrakt ružmarina, ekstrakt primorskog vriska, ekstrakt lavande, ekstrakt kamilice, ekstrakt komorača, ekstrakt jabuke sorte Idared i Bobovec, ekstrakt zelenog čaja, mješavina tokoferola, kofeinska kiselina, ružmarinska kiselina) i sintetskih (propil galat, butilhidroksianisol) na oksidacijsku stabilnost pureće 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 (96. sati) pri konstantnoj temperaturi 63 °C. Rezultati istraživanja pokazuju da dodani antioksidansi uspješno stabiliziraju pureću mast, osim ekstrakta lavande, ekstrakta jabuke (sorte Idared, Bobovec). Od prirodnih antioksidanasa najveću antioksidacijsku aktivnost u purećoj masti ima ekstrakt ružmarina. Postigao je najveću efikasnost zaštite od oksidacijskog kvarenja. Ekstrakt primorskog vriska i mješavina tokoferola također osiguravaju značajnu stabilnost masti prema oksidacijskom kvarenju. Ekstrakt zelenog čaja više usporava oksidacijsko kvarenje u odnosu na ekstrakt kamilice. Dodatak kofeinske kiseline pokazuje veću razinu stabilnosti pureće masti nego ružmarinska kiselina. Sintetski antioksidansi propil galat i BHA pokazuju visok stupanj stabilizacije svježe pureće masti.

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

Uvod

U najrazvijenijim zemljama svijeta meso peradi preuzima vodeći položaj u potrošnji svih vrsta mesa. To je rezultat niza čimbenika, a najvažniji su: vrlo kratko trajanje tova, visoka koncentracija

žive mase peradi u peradnjaku, velika reproduktivna moć rasplodnih jata, izvrsna konverzija hrane, nutritivna vrijednost mesa peradi, relativno niska prodajna cijena te prikladnost mesa peradi za

¹ Prof. dr. sc. Tihomir Moslavac, izv. prof. dr. sc. Antun Jozinović, Ana-Marija Gotal Skoko, mag. ing. techn. aliment., Prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera Osijek, Franje Kuhača 18, 31000 Osijek, Hrvatska
Stjepan Jelaš^{1*} - student Prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera Osijek, Franje Kuhača 18, 31000 Osijek, Hrvatska

² Hrvoje Krajina, dr. med. vet., Hrvatski veterinarski institut, Veterinarski zavod Vinkovci, Josipa Kozarca 24, 32100 Vinkovci.

* Autor za korespondenciju: Tihomir.Moslavac@ptfos.hr

suvremeni način prehrane ljudi putem tzv. “brze hrane”. 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. Potrošači kod konzumacije masti 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.). Oksidacija masnog tkiva je jedan od najvažnijih procesa koji mogu promijeniti okus i miris mesa puretine. Udio masnog tkiva u trupu životinja predstavlja jedan od kriterija pri ocjeni kakvoće trupova, a uz sastav značajno utječe na okus, sočnost, teksturu i vizualna svojstva mesa (Wood i sur., 2008.). Masnoća je jedan od parametara koji određuje vrijednost trupa, uključena je u različite aspekte kvalitete mesa (boja, užeglost, talište, itd.), poznata je i 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.). Iako je životinjsko meso važan izvor hranjivih tvari, njegov relativno visok sadržaj zasićenih masnih kiselina 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.). 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, anatomsko mjesto 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 užeglosti (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 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 (Jahan i sur., 2004.). Danas se za određivanje oksidacijske stabilnosti animalnih masti i biljnih ulja koriste razne metode temeljene na ubrzanoj 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. 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. 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 na promjenu oksidacijske stabilnosti svježih proizvedenih purećih masti. Oksidacijska stabilnost masti ispitana je testom ubrzane oksidacije Schaal Oven test pri konstantnoj temperaturi 63 °C.

Materijal i metode

Ispitivanje utjecaja dodatka prirodnih i sintetskih antioksidanasa na promjenu oksidacijske stabilnosti provedeno je sa svježom purećom masti. Mast je proizvedena suhim postupkom topljenja masnog tkiva purece. Ispitivanje utjecaja pojedinog prirodnog antioksidansa na promjenu oksidacijske stabilnosti provedeno je dodatkom: ekstrakta primorskog vriska, ekstrakta lavande, ekstrakta kamilice, ekstrakta komorača, ekstrakta ružmarina (SCF-CO₂), ekstrakta ružmarina (tip Oxy'Less®CS), ekstrakta jabuke sorte Idared i sorte Bobovec, ekstrakta zelenog čaja, kofeinske kiseline, ružmarinske kiseline, mješavine tokoferola, te sintetskih antioksidanasa propil galata i butilhidroksianisola (BHA).

- 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.
- 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.
- Ekstrakt primorskog vriska - dobiven ekstrakcijom superkritičnim fluidom (SCF) na Prehrambeno-tehnološkom fakultetu Osijek (PTF), koristi se ekološki superkritični CO₂ kao ekstrakcijsko otapalo, zelena tehnologija.
- Ekstrakt lavande - dobiven ekstrakcijom superkritičnim fluidom (SCF-CO₂) na PTF Osijek.
- Ekstrakt kamilice - dobiven ekstrakcijom superkritičnim fluidom (SCF-CO₂) na PTF Osijek.
- Ekstrakt komorača - dobiven ekstrakcijom superkritičnim fluidom (SCF-CO₂) na PTF Osijek.
- Ekstrakt ružmarina - dobiven ekstrakcijom superkritičnim fluidom (SCF-CO₂) na PTF Osijek.
- Ekstrakt jabuke sorte Idared - dobiven ultrazvučnom ekstrakcijom s 50 % etanolom.
- Ekstrakt jabuke sorte Bobovec - dobiven ultrazvučnom ekstrakcijom s 50 % etanolom.
- Kofeinska kiselina se smatra prevladavajućim polifenolom, to je žuta krutina, a strukturno se klasificira kao hidroksicimetna kiselina. Molekula se sastoji od fenolnih i akrilnih funkcionalnih skupina. Pokazuje jako dobro antioksidacijsko djelovanje. Proizvođač kofeinske kiseline je tvrtka Sigma Aldrich.
- Ružmarinska kiselina sadrži polifenolne hidroksilne grupe, sekundarni je fenolni metabolit, prirodni je antioksidans sa snažnim antioksidacijskim djelovanjem te 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 stabi-

lizaciju biljnih i životinjskih masti jer sprječava njihovu oksidaciju. Proizvođač je tvrtka Danisco, Danska.

- Butilhidroksianisol (BHA) je sintetski antioksidans.

Prije ispitivanja oksidacijske stabilnosti pureće masti testom ubrzane oksidacije (Schaal Oven test) analitički su određeni osnovni parametri kvalitete: peroksidni broj, slobodne masne kiseline, udio vode, udio netopljivih nečistoća da bi se primjenom standardnih metoda utvrdila sukladnost prema Pravilniku o jestivim uljima i mastima (NN 11/19). Također su određeni parametri jedni 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:

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

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 slijepe probe (mL);

m = masa uzorka masti (g).

Određivanje slobodnih masnih kiselina

Ako se naruši kvaliteta životinjskih masti procesom kvarenja hidrolitičkom razgradnjom u prisustvu vode i lipolitičkih enzima (lipaza), tada dolazi do hidrolize triacilglicerola, 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 masti (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 vode izračunava se:

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

m₀ – masa staklene čaše (g);

m₁ – masa staklene čaše i uzorka prije sušenja (g);

m₂ – 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:

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

m₀ – masa uzorka masti (g);

m₁ – masa osušenog lijevka (g);

m₂ – masa lijevka s nečistoćama nakon sušenja (g).

Određivanje jednog broja

Određivanje jednog broja provedeno je metodom HRN EN ISO 3961. Princip metode određivanja jednog broja je da se na mast djeluje viškom halogena u otopini, a nakon provedene reakcije adicije, neadirana količina halogena se retitriira 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 (Na₂S₂O₃) za titraciju slijepe probe;

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

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 masti 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.

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

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

b - utrošak 0,5 M HCl za uzorak masti (mL);

O - odvaga uzorka (g);

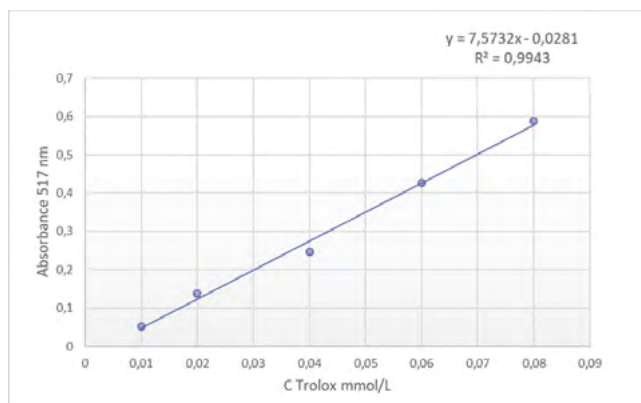
f - faktor = 0,5 M HCl;

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

Određivanje antioksidacijske aktivnosti primjenom DPPH metode

Uklanjanje ili vezanje slobodnih radikala je glavni mehanizam djelovanja antioksidanasa u hrani. Nekoliko metoda je razvijeno za određivanje antioksidacijske aktivnosti na osnovi uklanjanja sintetskih radikala u polarnom organskom otapalu pri sobnoj temperaturi. Najčešće korištene metode su: 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) i 2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolin-sulfonska kiselina) (ABTS) radikale. Za svaki uzorak provedena su tri mjerenja. Uklanjanje DPPH radikala, DPPH metodom, praćeno je smanjenjem apsorbancije pri 517 nm, do koje dolazi zbog smanjenja količine antioksidansa ili reakcije s radikalima. Određivanje antioksidacijske aktivnosti DPPH metodom temeljenoj na redukciji slobodnih DPPH radikala antioksidansom koji služi kao donor vodika ili elektrona. Redukcija DPPH• radikala u molekulu DPPH dovodi do promjene boje otopine od izrazito ljubičaste do žute, što se detektira spektrofotometrijskim smanjenjem apsorbancije pri valnoj duljini $\lambda = 517$ nm. Do smanjenja apsorbancije tijekom vremena reakcije, dolazi zbog smanjenja količine DPPH• radikala uslijed reakcije s antioksidansima (Brand-Williams i sur., 1995; Lončarić i sur., 2023).

Postupak: Otpipetirano je 0,2 mL ekstrahiranog uzorka te dodano 3 mL otopine DPPH (apsorbancija mjerena na 517 nm mora biti oko 1), dobro promiješana reakcijska smjesa ostavljena je 15 minuta. Nakon toga izmjerena je apsorbancija pri 517 nm. Za slijepu probu umjesto uzorka dodan je etanol.



Grafikon 1. Kalibracijska krivulja troloxa

Graph 1 Trolox calibration curve

Rezultati su preračunati iz kalibracijske krivulje troloxa.

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 proizvedena pureća mast domaćeg uzgoja dobivena je postupkom suhog topljenja masnog tkiva na temperaturi vrelišta. Analitički su određeni osnovni parametri kvalitete masti prije početka ispitivanja oksidacijske stabilnosti testom ubrzane oksidacije. U staklene čašice izvađena je određena količina antioksidanasa u točno određenim udjelima zatim je dodano 20 g pureće 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 termostatsku čime započinje ispitivanje oksidacijske stabilnosti masti sa i bez dodanih antioksidanasa. Tijekom provedbe testa uzorke masti treba uzorkovati u određenom vremenskom periodu (svakih 24 sata) i odrediti vrijednost peroksidnog broja.

Schaal Oven test (Test održivosti na 63 °C)

Pripremljeni uzorci pureće masti sa i bez dodanog antioksidansa zagrijavaju se u termostatu.

tu pri konstantnoj temperaturi 63 °C uz praćenje promjene oksidacijske stabilnosti masti određivanjem peroksidnog broja tijekom određenog vremenskog perioda. Uzorkovanje se provodi u određenim vremenskim razmacima (svakih 24 sata) kako bi se odredila vrijednost peroksidnog broja koji ukazuje na stupanj oksidacijskog kvarenja masti. Uzorci se zatim vrte u termostatu na daljnju provedbu testa. Kada se temperatura uzorkovane masti spusti na sobnu temperaturu, određuje se vrijednost peroksidnog broja. Rezultati provedbe testa ubrzane oksidacije prikazani su kao vrijednost peroksidnog broja (mmol O₂/kg) tijekom 4 dana (96 sati) trajanja testa ispitivanja oksidacijske stabilnosti pureće masti.

Tablica 1. Početne kemijske karakteristike pureće masti

Table 1 Initial chemical characteristics of turkey fat

Parametar kvalitete/ Quality parameter	Vrijednost/ Value
Pbr / PV (mmol O ₂ /kg)	2,24
SMK (% oleinske kiseline) / FFA (% oleic acid)	0,93
Voda / Moisture (%)	0,45
Netopljive nečistoće / Insoluble impurities (%)	0,54
Jodni broj / Iodine value (gJ ₂ /100g)	75,50
Saponifikacijski broj / Saponification value (mgKOH/g)	212,67

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

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

line (SMK) imaju nešto veće vrijednosti od max. propisanih Pravilnikom o jestivim uljima i mastima (NN 11/19). Također su nešto veće vrijednosti za udio netopljivih nečistoća (0,54 %) i udio vode (0,45 %) u odnosu na Pravilnik. Izračunate vrijednosti za saponifikacijski broj i jodni broj podudaraju se s literaturnim podacima za pureću mast (Shahidi, 2005.). Jodni broj pokazuje stupanj nezasićenosti biljnih ulja i animalnih masti. Kod usporedbe vidljivo je da pureća mast ima veću vrijednost jodnog broja (75,50 gl₂/100g) u odnosu na janječju mast (38,25 gl₂/100g), guščju mast (62,47 gl₂/100g), svinjsku mast (67,31 gl₂/100g) i govedeg loja (45,20 gl₂/100g), a manju od pileće masti (79,69 gl₂/100g), što proizlazi iz sastava masnih kiselina i udjela nezasićenih masnih kiselina. Dobivena vrijednost saponifikacijskog broja pureće masti je 212,67 mgKOH/g što je veće od janjeće masti 194,03 mgKOH/g, pileće masti (205,98 mgKOH/g) i guščje masti 196,62 mgKOH/g.

Rezultati i rasprava

Kvaliteta pureće masti

U tablici 1 prikazane su analitički određene kemijske karakteristike svježe proizvedene pureće masti dobivene tehnološkim postupkom suhim topljenjem masnog tkiva: peroksidni broj, slobodne masne kiseline, udio netopljivih nečistoća, udio vode, te vrijednosti za identifikaciju masti jodni broj i saponifikacijski broj.

Analitički određene i izračunate vrijednosti osnovnih parametara kvalitete svježe pureće masti, parametri koji ukazuju na vrstu kvarenja masti peroksidni broj (Pbr) i slobodne masne kise-

Jodni broj 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.).

Oksidacijska stabilnost pureće masti

Schaal Oven test

Postupkom ubrzanog kvarenja utjecajem topline provedeno je oksidacijsko kvarenje svježe proizvedene pureće masti primjenom testa održivosti (Schaal Oven test) pri konstantnoj temperaturi 63 °C tijekom 96 sati u sušioniku. Ovo kvarenje masti rezultira stvaranjem primarnih produkata oksidacije (hidroperoksidi, peroksidi), a stupanj kvarenja izražava se preko vrijednosti peroksidnog broja. Rezultati istraživanja utjecaja dodatka antioksidanasa (prirodnih i sintetskih) na promjenu oksidacij-

ske stabilnosti svježije proizvedene domaće pureće masti prikazani su u tablici 2. Od prirodnih antioksidanasa korišteni su: ekstrakt primorskog vriska, ekstrakt lavande, ekstrakt kamilice, ekstrakt komorača, ekstrakt ružmarina (tip OxyLess CS), ekstrakt ružmarina (SCF-CO₂), ekstrakt jabuke sorte Idared i sorte Bobovec, ekstrakt zelenog čaja, kofeinska kiselina, ružmarinska kiselina, mješavina tokoferola u udjelu 0,2 %, a od sintetskih antioksidanasa propil galat (PG) i butilhidroksianisol (BHA) u udjelu 0,01 %. Ispitivana pureća mast bez dodanog antioksidanasa (kontrolni uzorak) nakon provedbe testa od 96 sati imala je vrijednost peroksidnog broja (Pbr) 15,05 mmol O₂/kg. Od ispitivanih prirodnih antioksidanasa koji su korišteni za stabilizaciju ove masti dodatkom ekstrakta ružmarina (SCF-CO₂) postignuta je najveća efikasnost zaštite masti prema oksidacijskom kvarenju. Ovaj prirodni antioksidans je najbolje stabilizirao i produžio održivost pureće masti. Nakon 96 sati testa, dobivena vrijednost peroksidnog broja je najniža i iznosi 2,99 mmol O₂/kg u odnosu na druge ispitivane prirodne i sintetske antioksidanse. Nešto malo slabiju zaštitu od oksidacijskog kvarenja masti pokazuje dodatak ekstrakta ružmarina tip Oxy'Less®CS, nakon provedbe testa peroksidni broj je 3,66 mmol O₂/kg. Isto zapažanje efikasnog antioksidacijskog djelovanja potvrđeno je dodatkom antioksidanasa ekstrakta ružmarina tip Oxy'Less®CS (0,2 %) prilikom stabilizacije goveđeg loja nakon 120 sati testa održivosti, kako navode Moslavac i sur. (2019.). Također, Moslavac i sur. (2018.) su u svom istraživanju dodatkom prirodnog antioksidanasa ekstrakta ružmarina tip Oxy'Less®CS (0,2 %) postigli veću stabilnost tj. otpornost svinjske masti prema oksidacijskom kvarenju te pileće masti (Moslavac i sur., 2021.) i gušće masti (Moslavac i sur., 2022.). Ispitivanje utjecaja dodatka kofeinske kiseline (0,01 %) pokazuje da je znatno povećana stabilnost pureće masti prema oksidacijskom kvarenju u odnosu na ružmarinsku kiselinu. Nakon provedbe 96 sati testa kod dodatka kofeinske kiseline Pbr je imao manju vrijednost (4,60 mmol O₂/kg) u odnosu na ružmarinsku kiselinu (7,26 mmol O₂/kg). Prirodni antioksidans ekstrakt primorskog vriska pokazuje u uvjetima ovog testa podjednaku razinu stabilizacije pureće masti kao i kofeinska kiselina. Dodatkom mješavine tokoferola postignuta je značajna zaštita svježije pureće masti od

oksidacijskog kvarenja. Nakon provedbe ispitivanja ovim testom dobivena je znatno manja vrijednost peroksidnog broja (5,57 mmol O₂/kg) u odnosu na kontrolni uzorak. Međutim pojava neučinkovitosti mješavine tokoferola zapažena je kod stabilizacije pileće masti korištenjem ovog prirodnog antioksidanasa (Moslavac i sur., 2021.). Kod mješavine tokoferola kao prirodnog antioksidanasa prevladava oblik γ-tokoferola koji ima veću antioksidacijsku aktivnost u odnosu na α- i β- oblik. Pop i Mihalescu (2017.) istraživali su stabilnost 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 u smrznutom stanju (-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. Također Laslo i Pop (2009.) utvrđuju promjenu kemijskog sastava životinjske masti tijekom skladištenja. Primjena sintetskih antioksidanasa propil galata (PG) i butilhidroksianisola (BHA) u udjelu 0,01 %, pokazala se vrlo učinkovita u zaštiti pureće masti od oksidacijskog kvarenja. Dodatkom PG ostvarena je bolja stabilizacija masti, nakon 96 sati testa Pbr je bio niži i iznosio je 3,78 mmol O₂/kg u odnosu na BHA (4,11 mmol O₂/kg). Podjednaki antioksidacijski učinak pokazuje PG i ekstrakt ružmarina (tip OxyLess CS). Primjena ekstrakta zelenog čaja efikasnije je zaštitila pureću mast (11,72 mmol O₂/kg) od oksidacijskog kvarenja u odnosu na ekstrakt kamilice (13,87 mmol O₂/kg). Ekstrakt komorača nije usporio oksidaciju pureće masti, Pbr nakon testa ima podjednaku vrijednost kao kontrolni uzorak. Ekstrakt lavande, ekstrakt jabuke sorte Idared i sorte Bobovec korišteni u ovom istraživanju ne pokazuju antioksidacijsku aktivnost, nisu stabilizirali pureću mast, Pbr je nakon testa veći u odnosu na kontrolni uzorak.

U tablici 3 prikazana je antioksidacijska aktivnost prirodnih antioksidanasa prema DPPH metodi. Najveću antioksidacijsku aktivnost prema DPPH metodi ima mješavina tokoferola zatim primorski vrisak, ekstrakt ružmarina (SCF-CO₂), tradicionalne sorte jabuka 'Bobovec' i 'Idared', kamilica, lavanda te komorač koji je pokazao najmanju antioksidacijsku aktivnost.

Tablica 2. Oksidacijska stabilnost pureće masti sa i bez dodanog antioksidansa određena testom održivosti na 63 °C (Schaal Oven) tijekom 96 sati praćena peroksidnim brojem

Table 2 Oxidative stability of turkey fat with and without added antioxidant determined by the sustainability test at 63 °C (Schaal Oven) during 96 hours follow of peroxide values

Uzorak / Sample	Peroksidni broj / Peroxide value (mmol O ₂ /kg)				
	0.	24.	48.	72.	96. sat/hour
Pureća mast (kontrolni uzorak) / Turkey fat (Control sample)	2,24	3,56	4,88	8,76	15,05
Ekstrakt primorski vrisak /Coastal scream extract (0,2 %)		2,91	3,09	4,13	4,77
Ekstrakt lavande / Lavender extract (0,2 %)		4,07	5,77	10,93	17,79
Ekstrakt kamilice / Chamomile extract (0,2 %)		4,05	5,22	8,26	13,87
Ekstrakt komorača / Fennel extract (0,2 %)		3,47	5,60	8,77	15,07
Ekstrakt ružmarina (OxyLess CS) /Rosemary extract (0,2 %)		3,04	3,34	3,37	3,66
Ekstrakt ružmarina (SCF-CO ₂) / Rosemary extract (0,2 %)		2,42	2,49	2,70	2,99
Ekstrakt jabuke (Idared) / Apple extract (0,2 %)		4,21	5,48	9,57	16,91
Ekstrakt jabuke (Bobovec) / Apple extract (0,2 %)		3,37	5,66	9,05	16,02
Ekstrakt zelenog čaja /Green tea extract (0,2 %)		3,94	4,61	7,36	11,72
Kofeinska kiselina / Caffeic acid (0,2 %)		3,32	4,05	4,09	4,60
Ružmarinska kiselina / Rosmarinic acid (0,2 %)		3,37	3,73	5,22	7,26
Mješavina tokoferola / Mixture of tocopherols (0,2 %)		3,33	3,56	5,12	5,57
PG (0,01 %)		3,44	3,49	3,69	3,78
BHA (0,01 %)		2,97	3,13	3,73	4,11

PG - propil galat / propyl gallate; BHA – butilhidroksianisol / butylhydroxyanisole

Tablica 3. Antioksidacijska aktivnost prirodnih antioksidanasa prema DPPH metodi (mmol trolox/L)

Table 3 Antioxidant activity of natural antioxidants according to the DPPH method (mmol trolox/L)

	DPPH	AVG	SD
Komorač/ Fennel extract	0,309		
	0,288	0,300	0,01
	0,301		
Kamilica/ Chamomile extract	0,932		
	0,877	0,906	0,03
	0,909		
Primorski vrisak/ Coastal scream extract	2,351		
	2,369	2,365	0,01
	2,374		
Lavanda/ Lavender extract	0,272		
	0,322	0,302	0,03
	0,312		
Mješavina tokoferola/ Mixture of tocopherols	4,992		
	5,013	5,006	0,01
	5,013		
Ekstrakt ružmarina/ Rosemary extract (SCF-CO ₂)	1,849		
	1,986	1,916	0,07
	1,913		
Idared	1,116		
	1,248	1,194	0,07
	1,218		
Bobovec	1,383		
	1,413	1,403	0,02
	1,413		

Slijepa proba: 1,067

Zaključak

Svježa pureća mast proizvedena suhim postupkom topljenja pokazuje dobru otpornost prema oksidacijskom kvarenju prvenstveno zbog visokog udjela zasićenih masnih kiselina i mononezasićenih masnih kiselina. Dodatkom ispitivanih antioksidanasa povećana je stabilnost pureće masti prema oksidacijskom kvarenju, osim kod primjene ekstrakta lavande i ekstrakta jabuke sorte Idared i sorte Bobovec gdje je došlo do prooksidacijskog djelovanja. Od prirodnih antioksidanasa ekstrakt ružmarina (SCF-CO₂) postigao je najbolju efikasnost zaštite pureće masti od oksidacijskog kvarenja, nakon testa ubrzane oksidacije dobivena je niža vrijednost peroksidnog broja u odnosu na druge ispitivane antioksidanse. Ekstrakt ružmarina (tip OxyLess®CS), ekstrakt primorskog vrisaka i mješavina tokoferola također osiguravaju značajnu stabilnost masti prema oksidacijskom kvarenju.

Ekstrakt zelenog čaja više usporava oksidacijsko kvarenje u odnosu na ekstrakt kamilice. Dodatak kofeinske kiseline pokazuje veću razinu stabilnosti pureće masti prema oksidacijskom kvarenju nego ružmarinska kiselina. Primjena ekstrakta lavande i ekstrakta jabuke (sorte Idared i Bobovec) ne pokazuje antioksidacijsku aktivnost već prooksidacijsko djelovanje na pureću mast. Sintetski antioksidansi propil galat i BHA pokazuju visok stupanj stabilizacije svježe pureće masti, s tim da je propil galat nešto efikasniji u zaštiti od oksidacijskog kvarenja. Najveću antioksidacijsku aktivnost prema DPPH metodi imala je mješavina tokoferola zatim primorski vrisak, ekstrakt ružmarina SCF-CO₂, tradicionalne sorte jabuka 'Bobovec' i 'Idared', kamilica, lavanda te komorač koji je pokazao najmanju antioksidacijsku aktivnost.

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] Brand-Williams, W., M.E. Cuvelier, C. Berset (1995): Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT Food Sci. Technol.* 28, 25-30.
- [5] 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
- [6] 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 (3), 431-437. doi: 10.1016/j.meatsci.2009.06.021.
- [7] 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
- [8] 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.
- [9] 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
- [10] Čorbo, S. (2008): Tehnologija ulja i masti. Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Univerzitet u Sarajevu, 2008.
- [11] 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.
- [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. https://doi.org/10.1002/ejlt.200500330
- [13] Gray, J.I. (1978): Measurement of lipid oxidation: a review. *Journal of the American Oil Chemists Society* 55, 539-546.
- [14] 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

- [15] Gunstone, F.D. (2004): The Chemistry of Oils and Fats: Sources, Composition, Properties and Uses, Blackwell Publishing, Oxford, 2004.
- [16] 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.
- [17] 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>
- [18] 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>
- [19] Kanner, J., I. Rosenthal (1992): An Assessment of Lipid Oxidation in Foods, *Pure & Appl. Chem.*, 64 (12), 1959-1964. DOI: 10.1351/pac199264121959
- [20] 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.
- [21] Lončarić, A., I. Flanjak, T. Kovač, I. Tomac, A.-M.G. Skoko, M.S. Babojelić, G. Fruk, S.Z. Zrinušić, D. Čiček, J. Babić et al. (2023): Unveiling Apple Diversity: The Quality of Juice Produced from Old vs. Commercial Apple Cultivars. *Plants* 12, 3733. doi: [10.3390/plants12213733](https://doi.org/10.3390/plants12213733)
- [22] 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.
- [23] 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
- [24] Moslavac, T., S. Jokić, D. Šubarić, J. Babić, A. Jozinović, Š. Grgić, A. Mrgan (2019): Utjecaj dodatka antioksidanasa na oksidacijsku stabilnost goveđeg loja. *Meso* 21 (1), 52-61. <https://doi.org/10.31727/m.21.1.4>
- [25] Moslavac, T., S. Jokić, I. Flanjak (2022): Stabilizacija gušćje masti s antioksidansima i sinergistima. *Meso* 24 (5), 436-446.
- [26] Moslavac, T., S. Jokić, I. Flanjak, Lj. Primorac, M. Cvijetić Stokanović, J. Mutić (2021): Utjecaj dodatka antioksidanasa na oksidacijsku stabilnost pileće masti. *Meso* 23 (5), 400-410.
- [27] 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>
- [28] 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
- [29] 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>
- [30] Pravilnikom o jestivim uljima i mastima, *Narodne novine* 11/19., 2019.
- [31] 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.
- [32] 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
- [33] Rovellini, P., N. Cortesi, E. Fedeli (1997): Ossidazioni dei lipidi. Nota 1. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 74, 181-189.
- [34] 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.
- [35] 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.
- [36] 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.
- [37] 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)
- [38] 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
- [39] 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.
- [40] 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>

Dostavljeno/Received: 27.11.2024.

Prihvaćeno/Accepted: 13.12.2025.

Stabilization of turkey fat with antioxidants

Abstract

Oxidation of turkey lipids is one of the most important processes that can change the taste and smell of the turkey meat. Turkey 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 addition of natural antioxidants (rosemary extract, sea buckthorn extract, lavender extract, chamomile extract, fennel extract, apple extract of Idared and Bobovec varieties, green tea extract, mixture of tocopherols, caffeic acid, rosmarinic acid) and synthetic ones (propyl gallate, butylhydroxyanisole) on the oxidative stability of turkey fat. Oxidation stability of fat, with and without added antioxidants, was investigated using the Schaal Oven test. The test results are presented as the value of the peroxide number after a certain time (96. hours) of keeping the fat at a temperature of 63 °C. The results of the study showed that applying antioxidants successfully stabilizes turkey fat, but not lavender extract, apple extract (varieties Idared, Bobovec). Of the natural antioxidants, rosemary extract has the highest antioxidant activity in turkey fat. It achieved the highest efficiency of protection against oxidative deterioration. Sea buckthorn extract and mixed tocopherols also provide significant stability of the fat against oxidative deterioration. Green tea extract slows down oxidative deterioration more than chamomile extract. The addition of caffeic acid shows a higher level of stability of turkey fat than rosmarinic acid. Synthetic antioxidants propyl gallate and BHA show a high degree of stabilization of fresh turkey fat.

Keywords: turkey fat, oxidation stability, Schaal Oven test, antioxidants

Stabilisierung von Putenfett mit Antioxidantien

Zusammenfassung

Die Oxidation von Putenfett ist einer der wichtigsten Prozesse, die den Geschmack und den Geruch von Putenfleisch verändern können. Putenfett unterliegt während der Herstellung, Lagerung und Wärmebehandlung aufgrund der Fettsäurezusammensetzung und des Mangels an Inhaltsstoffen mit antioxidativer Wirkung einem oxidativen Verfall. In dieser Arbeit wurde der Einfluss des Zusatzes von natürlichen Antioxidantien (Rosmarinextrakt, Sanddornextrakt, Lavendelextrakt, Kamillenextrakt, Fenchelextrakt, Apfelextrakt der Sorten Idared und Bobovec, Grüntee-Extrakt, Tocopherolmischung, Kaffeesäure, Rosmarinsäure) und synthetischen Antioxidantien (Propylgallat, Butylhydroxyanisol) auf die Oxidationsstabilität von Putenfett untersucht. Die Oxidationsstabilität von Fett, mit und ohne zugesetzte Antioxidantien, wurde mit dem Schaal-Ofen-Test untersucht. Die Testergebnisse werden als Wert der Peroxidzahl nach einer bestimmten Zeit (96 Stunden), in der das Fett bei einer Temperatur von 63 °C gehalten wurde, dargestellt. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass der Einsatz von Antioxidantien das Putenfett erfolgreich stabilisiert, nicht aber Lavendelextrakt und Apfelextrakt (Sorten Idared, Bobovec). Von den natürlichen Antioxidantien hat der Rosmarinextrakt die höchste antioxidative Aktivität im Putenfett. Er erreicht die höchste Schutzwirkung gegen oxidativen Verfall. Sanddornextrakt und gemischte Tocopherole sorgen ebenfalls für eine signifikante Stabilität des Fetts gegen oxidativen Verfall. Grüntee-Extrakt verlangsamt den oxidativen Verfall stärker als Kamillenextrakt. Der Zusatz von Kaffeesäure führt zu einer höheren Stabilität des Putenfetts als Rosmarinsäure. Die synthetischen Antioxidantien Propylgallat und BHA zeigen einen hohen Grad an Stabilisierung von frischem Putenfett.

Schlüsselwörter: Putenfett, Oxidationsstabilität, Schaal-Ofen-Test, Antioxidantien

Estabilización de grasa de pavo con antioxidantes

Resumen

La oxidación de los lípidos de pavo es uno de los procesos más importantes que pueden alterar el sabor y el aroma de la carne de pavo. La grasa de pavo, durante su producción, almacenamiento y tratamiento térmico, está sujeta a deterioro oxidativo debido a la composición de los ácidos grasos y la falta de componentes con acción antioxidante. En este estudio se investigó el efecto de la adición de antioxidantes naturales (extracto de romero, extracto de mejorana, extracto de lavanda, extracto de manzanilla, extracto de hinojo, extracto de manzana de las variedades Idared y Bobovec, extracto de té verde, mezcla de tocoferoles, ácido cafeico, ácido rosmarínico) y sintéticos (galato de propilo, BHA) sobre la estabilidad oxidativa de la grasa de pavo. La estabilidad oxidativa de la grasa, con y sin antioxidantes añadidos, se evaluó utilizando la prueba del horno de Schaal. Los resultados de la prueba se presentaron como el valor del índice de peróxidos después de un tiempo determinado de conservación de la grasa (96 horas) a una temperatura constante de 63 °C. Los resultados del estudio muestran que los antioxidantes añadidos estabilizan eficazmente la grasa de pavo, excepto el extracto de lavanda y el extracto de manzana (variedades Idared y Bobovec). Entre los antioxidantes naturales, el extracto de romero presentó la mayor actividad antioxidante en la grasa de pavo, logrando la mayor eficacia en la protección contra el deterioro oxidativo. El extracto de mejorana y la mezcla de tocoferoles también proporcionaron una estabilidad significativa frente al deterioro oxidativo. El extracto de té verde ralentiza más el deterioro oxidativo en comparación con el extracto de manzanilla. La adición de ácido cafeico mostró un mayor nivel de estabilidad de la grasa de pavo que el ácido rosmarínico. Los antioxidantes sintéticos, como el galato de propilo y el BHA, demostraron un alto grado de estabilización de la grasa fresca de pavo.

Palabras claves: grasa de pavo, estabilidad oxidativa, prueba del horno de Schaal, antioxidantes

Stabilizzazione del grasso di tacchino con antiossidanti

Riassunto

L'ossidazione dei lipidi del tacchino è uno dei processi più importanti che possono modificare il sapore e l'aroma della carne di tacchino. Il grasso di tacchino è soggetto a deterioramento ossidativo durante la produzione, lo stoccaggio e il trattamento termico a causa della sua composizione in acidi grassi e della mancanza di ingredienti con attività antiossidante. In questo lavoro è stato studiato l'effetto dell'aggiunta di antiossidanti naturali (estratto di rosmarino, estratto di santoreggia montana, estratto di lavanda, estratto di camomilla, estratto di finocchio, estratto di mela varietà Idared e Bobovec, estratto di tè verde, tocoferoli misti, acido caffeico, acido rosmarínico) e sintetici (propile gallato, butilidrossianisolo o BHA) sulla stabilità ossidativa del grasso di tacchino. La stabilità ossidativa dei grassi, con e senza antiossidanti aggiunti, è stata esaminata utilizzando il test di Schaal Oven. I risultati del test vengono presentati come valore di perossido dopo un certo tempo di permanenza del grasso (96 ore) a una temperatura costante di 63 °C. I risultati della ricerca dimostrano che gli antiossidanti aggiunti stabilizzano con successo il grasso di tacchino, ad eccezione dell'estratto di lavanda e dell'estratto di mela (varietà Idared, Bobovec). Tra gli antiossidanti naturali impiegati nel grasso di tacchino, l'estratto di rosmarino è quello con la più alta attività antiossidante, è quello che ha raggiunto la massima efficienza di protezione contro il deterioramento ossidativo. Anche l'estratto di santoreggia montana e i tocoferoli misti forniscono una notevole stabilità al grasso contro il deterioramento ossidativo. L'estratto di tè verde rallenta il deterioramento ossidativo più dell'estratto di camomilla. L'aggiunta di acido caffeico mostra un livello di stabilità del grasso di tacchino più elevato rispetto all'acido rosmarínico. Gli antiossidanti sintetici propile gallato e BHA mostrano un elevato grado di stabilizzazione del grasso fresco di tacchino.

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