

# Parametri kvalitete i rok trajanja narezanog Dalmatinskog pršuta pakiranog u vakuum

---

Peternel, Lea

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:081214>

*Rights / Prava:* [Attribution-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-13**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology](#)



**Sveučilište u Zagrebu**  
**Prehrambeno – biotehnološki fakultet**  
**Preddiplomski studij Prehrambena tehnologija**

**Lea Peternel**

7693/PT

**PARAMETRI KVALITETE I ROK TRAJANJA NAREZANOG  
DALMATINSKOG PRŠUTA PAKIRANOG U VAKUUM**

**ZAVRŠNI RAD**

**Predmet:** Laboratorij za tehnologiju mesa i ribe

**Mentor:** Doc. dr. sc. Nives Marušić Radovčić

**Zagreb, rujan 2021.**

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

**Sveučilište u Zagrebu**  
**Prehrambeno-biotehnološki fakultet**  
**Preddiplomski sveučilišni studij Prehrambena tehnologija**

**Zavoda za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo**  
**Laboratorij za tehnologiju mesa i ribe**

**Znanstveno područje: Biotehničke znanosti**  
**Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija**

**Parametri kvalitete i rok trajanja narezanog Dalmatinskog pršuta pakiranog u vakuum**

*Lea Peternel, 0058213623*

**Sažetak:** Cilj rada bio je ispitati utjecaj različitih ambalažnih materijala, sintetskog (laminat PA/PE i PPcast) i biomaterijala (PLA) na boju, senzorske karakteristike, pH vrijednost, udio vode te stupanj oksidacije masti u pršutu pakiranog u vakuum i čuvanog tijekom 6 mjeseci u hladnjaku pri 4°C. Boja je određena spektrofotometrom, senzorske karakteristike pomoću hedonističke skale, pH vrijednost je izmjerena pH-metrom te je TBARS testom određen stupanj oksidacije masti. Na kraju je provedena statistička analiza dobivenih rezultata. Rezultati su izraženi kao srednja vrijednost ± standardna pogreška. Rezultati ispitivanja udjela vode, pH, boje, senzorskih karakteristika te stupnja oksidacije masti pokazali su kako je ambalažni materijal PA/PE najbolji za očuvanje ispitanih parametara kvalitete pršuta, za razliku od PLA i PP cast ambalažnog materijala gdje je došlo do značajnog narušavanja parametara kvalitete kroz kraći vremenski period.

**Ključne riječi:** biomaterijal, Dalmatinski pršut, parametri kvalitete, skladištenje, vakuum pakiranje

**Rad sadrži:** 27 stranica, 6 slika, 5 tablica, 29 literaturnih navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je u tiskanom i elektroničkom obliku pohranjen u knjižnici Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb**

**Mentor:** Doc. dr. sc. Nives Marušić Radovčić

**Pomoć pri izradi:** Mag. ing. Ivna Poljanec

**Rad predan:** 1.rujna 2021.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Bachelor thesis

**University of Zagreb**  
**Faculty of Food Technology and Biotechnology**  
**University undergraduate study Food Technology**

**Department of Food Engineering**  
**Laboratory for Meat and Fish Technology**

**Scientific area: Biotechnical Sciences**  
**Scientific field: Food Technology**

**Quality parameters and shelf-life of sliced Dalmatian dry-cured ham packed in vacuum**

***Lea Peternel, 0058213623***

**Abstract:** The aim of this study was to examine the influence of different packaging materials, synthetic (PA/PE laminate and PP cast) and biomaterials (PLA) on color, sensory characteristics, pH value, water content and the degree of fat oxidation in dry-cured ham packaged in vacuum and stored for 6 months in a refrigerator at 4 ° C. The color was determined with a spectrophotometer, the sensory characteristics using a hedonistic scale, the pH value was measured with a pH meter and the degree of fat oxidation was determined by the TBARS test. Finally, a statistical analysis of the obtained results was performed. Results are expressed as mean  $\pm$  standard error. The results of this study showed that PA/PE packaging material is the best for preserving the tested quality parameters: water content, pH, color, sensory characteristics and fat oxidation of dry-cured ham, while PLA and PP cast packaging material showed a significant reduction in quality parameters throughout shorter period of time.

**Keywords:** biomaterial, Dalmatian dry-cured ham, storage, vacuum packaging, quality parameters

**Thesis contains:** 27 pages, 6 figures, 5 tables, 29 references

**Original in:** Croatian

**Thesis is in printed and electronic form deposited in the library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb**

**Mentor:** Assistant Profesor Nives Marušić Radovčić, PhD

**Technical support and assistance:** Ivna Poljanec, MSc

**Defence date:** September 1<sup>st</sup> 2021

# SADRŽAJ

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | UVOD .....  | 1  |
| 2     | TEORIJSKI DIO.....  | 2  |
| 2.1   | Dalmatinski pršut.....  | 2  |
| 2.1.1 | Tehnološka proizvodnja Dalmatinskog pršuta.....   | 2  |
| 2.1.2 | Opis gotovog proizvoda .....  | 3  |
| 2.1.3 | Pravila označavanja Dalmatinskog pršuta .....   | 4  |
| 2.1.4 | Boja pršuta .....   | 5  |
| 2.1.5 | Oksidacija masti i metode određivanja stupnja oksidacije.....                               | 6  |
| 2.1.6 | Tiobarbiturna kiselina u određivanju stupnja oksidacije masti .....                         | 7  |
| 2.1.7 | Senzorska analiza .....   | 7  |
| 2.2   | Vakuum pakiranje i ambalažni materijali .....   | 8  |
| 2.2.1 | Sintetski polimeri.....   | 8  |
| 2.2.2 | Biopolimeri.....  | 9  |
| 3     | EKSPERIMENTALNI DIO .....   | 10 |
| 3.1   | Materijali.....   | 10 |
| 3.2   | Metode .....  | 10 |
| 3.2.1 | Pakiranje pršuta .....  | 10 |
| 3.2.2 | Određivanje pH narezanog pršuta.....  | 12 |
| 3.2.3 | Određivanje udjela vode .....   | 12 |
| 3.2.4 | Određivanje boje narezanog pršuta.....  | 13 |
| 3.2.5 | Određivanje stupnja oksidacije masnih kiselina - TBARS test.....                            | 14 |
| 3.2.6 | Senzorska analiza .....   | 14 |
| 3.2.7 | Statistička obrada podataka .....   | 15 |
| 4     | REZULTATI I RASPRAVA.....   | 16 |
| 4.1   | Utjecaj ambalažnog materijala i pakiranja u vakuumu na pH vrijednost narezanog pršuta ..... | 16 |
| 4.2   | Utjecaj ambalažnog materijala i pakiranja u vakuum na udio vode narezanog pršuta .....      | 17 |
| 4.3   | Utjecaj ambalažnog materijala i pakiranja u vakuumu na boju narezanog pršuta .....          | 18 |
| 4.4   | Utjecaj ambalažnog materijala i pakiranja na oksidaciju masti narezanog pršuta .....        | 20 |
| 4.5   | Senzorska analiza narezanog pršuta .....  | 21 |
| 5     | ZAKLJUČAK .....   | 24 |
| 6     | LITERATURA .....  | 25 |

# 1 UVOD

Naziv proizvoda »DALMATINSKI PRŠUT« registriran je kao oznaka zemljopisnog podrijetla, rješenjem Ministarstva poljoprivrede (klasa: UP/I 310-26/12-01/04, ur. broj: 525- 08/0497-12-4) od 10. srpnja 2012. godine. Dalmatinski pršut je trajni suhomesnati proizvod od svinjskog buta s kosti, kožom i potkožnim masnim tkivom, bez zdjeličnih kosti, suho soljen morskom soli, dimljen blagim izgaranjem tvrdog drva bukve (*Fagus sp.*), hrasta (*Quercus sp.*) ili graba (*Carpinus sp.*) te podvrgnut procesu sušenja i zrenja u trajanju od najmanje godinu dana (Kos i sur., 2015).

Za pakiranje pršuta najčešće se koristi pakiranje u vakuumu. Vakuum pakiranje je jedna od najčešćih metoda pakiranja, ne samo pršuta već i velikog broja prehrambenih proizvoda. Vakuum pakiranje mesa namijenjeno je usporavanju oksidacijskih reakcija i inhibiranju mikrobiološkog rasta eliminiranjem kisika u kontaktu s proizvodom. Postupak vakuumpakiranja sastoji se od istiskivanja zraka iz ambalaže bez dodatka drugog plina. Ambalažni materijali koji se pritom koriste su laminati kao što je poliamid/polietilen (PA/PE) ili neka druga kombinacija koja u svom sastavu ima i etilen vinil alkohol (EVAL) ili neki drugi kopolimer s niskom propusnošću na kisik (Garcia-Esteban i sur., 2004; Vujković i sur., 2007).

Porastom trendova o ekološkoj osviještenosti danas se poseže za ambalažnim materijalima koji su biorazgradivi. Primjer takvog biorazgradivog materijala je polimer mliječne kiseline (polilaktid, PLA) kojeg karakteriziraju dobra barijerna svojstva na arome, ali i visoka propusnost na kisik i vodenu paru (Rhim i sur., 2009). Trajnost i kvalitetu ovakvih materijala još je potrebno ispitati budući da ne postoji znanstvena literatura koja prati utjecaj biomaterijala na trajnost i kvalitetu upakiranog proizvoda. Također, u provedenim istraživanjima pokazalo se da sintetski materijali imaju puno bolje rezultate prilikom očuvanja trajnosti i kvalitete proizvoda od biorazgradivih materijala, stoga poznavanje materijala poput PLA na trajnost pakiranog pršuta od velike je važnost za procjenu mogućnosti plasmana takvog proizvoda na tržište te mogućnost primjene biorazgradivih materijala za skladištenje pršuta kroz duži vremenski period.

Cilj ovog završnog rada je ispitati utjecaj različitih ambalažnih materijala, sintetskog (laminat PA/PE i PPcast) i biomaterijala (PLA) na boju, senzorske karakteristike, pH vrijednost, udio vode te stupanj oksidacije masti u pršutu pakiranog u vakuum i čuvanog tijekom 6 mjeseci u hladnjaku pri 4°C.

## 2 TEORIJSKI DIO

### 2.1 Dalmatinski pršut

„Dalmatinski pršut“ je trajni suhomesnati proizvod od svinjskog buta s kosti, kožom i potkožnim masnim tkivom, bez zdjeličnih kosti, suho soljen morskom soli, dimljen blagim izgaranjem tvrdog drva bukve, hrasta ili graba te podvrgnut procesu sušenja i zrenja u trajanju od najmanje godinu dana. Proizvodnja dalmatinskog pršuta smije se odvijati isključivo unutar administrativnih granica sljedećih županija: Ličko-senjska, Zadarska, Šibensko-kninska, Splitsko-dalmatinska i Dubrovačko-neretvanska (Kos i sur., 2015).

#### 2.1.1 Tehnološka proizvodnja Dalmatinskog pršuta

Tehnološki postupak proizvodnje započinje kontrolom kvalitete sirovine (buta) (Kos i sur., 2015). But je dio polovice s najvećim udjelom mišićnog tkiva uz najmanji udio ukupnog masnog tkiva (Ukmar i sur., 2008). Jedan od najvećih problema u tradicionalnoj proizvodnji je neujednačena kvaliteta butova što u konačnici utječe na kvalitetu gotovog proizvoda. Neujednačena kvaliteta butova rezultat je različitog genotipa, dobi, spola i tjelesne mase, postupanja sa svinjama ante i post mortem, morfoloških osobina svinja, odnosa mišićnog i masnog tkiva u butu (Krvavica, 2006). Prema istraživanju Ukmar i sur. (2008) utvrđeno je da najveći udio u svinjskim polovicama čini but, slijede ga leđni dio, plećka i rebreni dio. Također je utvrđeno da se najkvalitetnije meso nalazi u butu (Ukmar i sur., 2008). Za proizvodnju Dalmatinskog pršuta but mora biti odvojen od svinjske polovice između zadnjeg slabinskog kralješka (v. lumbales) i prvog križnog kralješka (v. sacrales). Moraju biti odstranjena zdjelična kost, odnosno bočna kost (os ilium), sjedna kost (os ishii), preponska kost (os pubis), križna kost (os sacrum) te repni kralješci (v. caudales). S medijalne i lateralne strane but ima kožu i potkožno masno tkivo koje mjereno okomito ispod glave bedrene kosti, treba iznositi najmanje 15 mm, a poželjno je da debljina slanine s kožom bude 20-25 mm. But mora biti crvenkasto-ružičaste boje, suhe površine i kompaktne strukture, a 7 vrijednost pH mjerena u području poluopnastog mišića (m. semimembranosus) treba iznositi između 5,5 i 6,1. Ne smije se koristiti niti jedan oblik konzerviranja osim hlađenja (1-4°C) te vrijeme od klanja svinja do soljenja ne smije biti kraće od 24 niti dulje od 96 sati. Masa obrađenog buta mora iznositi najmanje 11 kg. Prije početka soljenja potrebno je masažom istisnuti zaostalu krvi iz cijelog buta, posebno iz femoralne arterije smještene u brazdi muskulature s medijalne strane (Kos i sur., 2015).

### 2.1.2 Opis gotovog proizvoda

Vanjski izgled pršuta mora biti pravilno oblikovan, bez pukotina, zarezotina i visećih dijelova mišića i kože te bez velikih nabora na koži. Gotovi proizvod mora biti ugodne arome na fermentirano, usoljeno, suho i dimljeno svinjsko meso, bez stranih mirisa (katran, nafta, svježe meso, mokra ili suha trava), a miris dima mora biti blago izražen. Okus mora biti blago slankast ili slan. Konzistencija mekana dok tvrda konzistencija nije prihvatljiva kao ni minimalna topivost. Sadržaj vode mora biti od 40 do 55 %, aktivitet vode ( $a_w$ ) ispod 0,93 te sadržaj soli (NaCl) 4,5 do 7,5 %. Masa dalmatinskog pršuta u trenutku stavljanja zajedničkog vrućeg žiga (postupak kojim se odobrava stavljanje pršuta na tržište) mora iznositi najmanje 6,5 kg (Kos i sur.,2015).

Prema Pravilniku o mesnim proizvodima (Pravilnik, 2018) pršut je trajni suhomesnati proizvod od svinjskog buta s kostima, s ili bez kože i potkožnog masnog tkiva, s ili bez nogice, bez repa, s ili bez zdjeličnih kostiju. Proizvodi se postupkom suhog soljenja ili salamurenja, uz mogućnost dodatka drugih začina ili začinskog bilja, nakon čega slijede procesi sušenja i zrenja, s ili bez provedbe postupka dimljenja. Proces postupka proizvodnje mora trajati najmanje devet mjeseci. Nakon sušenja i zrenja, pršut se može stavljati na tržište otkošten. Pršut nije dozvoljeno proizvoditi upotrebom arome dima (Pravilnik, 2018). U Hrvatskoj postoje četiri vrste autohtonih pršuta, a to su Istarski koji je ujedno i nositelj Zaštićene oznake izvornosti na EU i nacionalnoj razini te Krčki, Dalmatinski i Drniški koji su nositelji Zaštićene oznake geografskog porijekla (Gaćina, 2017). Zahvaljujući lakoj dostupnosti morskoj soli i sredozemnoj klimi, Dalmatinci su uz pomoć starih Rimljana i njihovih vještina konzerviranja mesa s vremenom razvili postupak proizvodnje ovog autohtonog prehrambenog suvenira koji je postao dio tradicije (Kos i sur., 2015; Gaćina, 2017). Dalmatinski pršut je trajni suhomesnati proizvod od svinjskog buta s kosti, kožom i potkožnim masnim tkivom, bez zdjeličnih kosti, suho soljen morskom soli, dimljen blagim izgaranjem tvrdog drva bukve (*Fagus sp.*), hrasta (*Quercus sp.*) ili graba 4 (*Carpinus sp.*) te podvrgnut procesu sušenja i zrenja u trajanju od najmanje godinu dana. Dalmatinski pršut prikazan je na slici 1.





Slika 1. Dalmatinski pršut (Anonymus 1 ,2021)

### 2.1.3 Pravila označavanja Dalmatinskog pršuta

Zajednički znak „Dalmatinskog pršuta“ grafički je prikazan na slici 2. znak ima ovalni oblik pečata unutar kojeg se nalaze tri lavlje glave, a na gornjem vanjskom obodu piše „Dalmatinski pršut“. Zajednički znak „Dalmatinskog pršuta“ se po završetku faze zrenja nanosi kao vrući žig na kožu onih pršuta za koje je ovlašteno tijelo utvrdilo da su proizvedeni u skladu s ovom specifikacijom i posjeduju sva propisana fizikalno-kemijska i senzorska svojstva.



Slika 2. Grafički prikaz zajedničkog znaka „Dalmatinskog pršuta“ (Anonymus 2, 2021)

Osim zajedničkog znaka, vrući žig sadrži i šifru proizvođača koja je istovjetna kontrolnom veterinarskom broju objekta. Svi primjerci vrućeg žiga čuvaju se pri Udruzi dalmatinski pršut. Prilikom stavljanja na tržište cijelog proizvoda ili bilo koje vrste pakovine koja sadrži komade ili nereske proizvoda, proizvod se mora, osim podacima predviđenim zakonskom regulativom, označiti i natpisom "Dalmatinski pršut" te zajedničkim znakom proizvoda. Natpis "Dalmatinski pršut" mora biti jasno čitljiv i neizbrisiv te mora veličinom, vrstom i bojom slova (tipografijom) biti jasnije istaknut od bilo kojeg drugog natpisa uključujući zajednički znak, broj proizvodne šarže (serije) te zaštitni znak, slike i natpise proizvođača. Uz oznaku zemljopisnog podrijetla "Dalmatinski pršut" nije dozvoljeno navođenje drugih termina poput pridjeva: pravi, tradicionalni, obrtnički, tipični, autohtoni, domaći i slično, kao ni termina koji označavaju toponime vezane uz područje proizvodnje (Kos i sur., 2015).

#### 2.1.4 Boja pršuta

Boja mesa vrlo je važna te njenim određivanjem možemo zaključiti do kakvih promjena dolazi što je njihov uzrok. Boja je glavna kada govorimo o preferenciji potrošača te jedan od bitnijih parametara prilikom senzorskog određivanja (Yiu i sur., 2001). U pršutima boja je jedna od najvažnijih karakteristika koja privlači potrošače (Pérez-Palacios i sur., 2011). Dalmatinski pršut odlikuje se jednoličnom crvenom bojom mišićnog tkiva i bijelom do ružičasto-bijelom bojom masnog tkiva (Kos i sur., 2015). Boja pršuta uglavnom ovisi o kemijskom stanju i koncentraciji pigmenata te o mišićnoj strukturi (Costa i sur., 2008). Pigment uglavnom odgovoran za boju mesa je protein mioglobin (Yiu i sur., 2001). Sadržaj pigmenta mioglobina koji je svojstven mišićnom tkivu uglavnom ovisi o pasmini svinje, njenoj starosti te o prehrambenom statusu (Honikel, 1998). Pršuti proizvedeni od mlađih svinja su najčešće bljeđih nijansi crvene boje, jer je količina mioglobina fiziološki niža u mišićima mlađih životinja (Karolyi, 2009). Za formiranje karakteristične crvene boje mišićnog tkiva pršuta odgovorna je reakcija mioglobina s nitritnim oksidom pri čemu nastaje nitrozomioglobin. Otprilike 10 do 40 % mioglobina transformira se u nitrozomioglobin čija je boja vrlo stabilna, jer se NO skupina veže na željezo u hemu i time blokira oksidacijska i redukcijska svojstva mioglobina (Krvavica, 2006). Koncentracija mioglobina je različita u različitim mišićima. Prema Yiu i sur. (2001) može se vidjeti kako koncentracija mioglobina, kod svinja pasmine hampshire, u mišiću *biceps femoris* iznosi 5,06 mg/g, a u vanjskom mišiću *semimembranosus* iznosi 4,05 mg/g. Različite kemijske karakteristike pršuta na kraju procesa zrenja imaju utjecaj na boju. Tim karakteristikama pripadaju sadržaj soli i vode,  $a_w$  i pH vrijednost (Pérez-Alvarez i sur., 1998). Također, razdoblje prije klanja te samo klanje i naknadna obrada utječu na brzinu i opseg pada pH i temperature i posljedično utječu na boju. Na boju mesa također utječu procesi oksigenacije i oksidacije koji

se javljaju tijekom skladištenja i distribucije proizvoda (Honikel, 1998). Boja može biti izmjerena od strane senzorskog panela (subjektivna procjena) ili instrumentalno pomoću spektrofotometra (objektivna procjena). Referentna metoda mjerenja boje mesa (Honikel, 1998) koristi trodimenzionalan  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  spektar boja. Parametar  $L^*$  predstavlja mjeru svjetlosti mesa koja je iskazana vrijednostima od 0 do 100 (0 = crno; 100 = bijelo). Vrijednost parametra  $a^*$  je mjera crvenosti mesa iskazana vrijednostima od -60 do 60, a iskazuje spektar od crvene do zelene boje, pri čemu veća vrijednost  $a^*$  parametra karakterizira crvenije meso. Vrijednost  $b^*$  parametra ukazuje na spektar nijansi između plave i žute boje, a njegova veća vrijednost označava izraženost žutog dijela spektra (Honikel, 1998).

#### 2.1.5 Oksidacija masti i metode određivanja stupnja oksidacije

Masti su vrlo važan dio ljudske prehrane. Sadrže energiju važnu za odvijanje bioloških procesa u našem tijelu te sadrže velik broj tvari poput esencijalnih masnih kiselina i vitamina topivih u mastima. Sastav i sadržaj masti vrlo je važan za potrošače, jer su masti odgovorne za mnoge poželjne karakteristike mesa i mesnih proizvoda, odnosno odgovorni su za okus, nježnost i sočnost mesa (Domínguez i sur., 2019). Međutim, masti imaju i negativnu stranu. Masti, osim što su primarno odgovorni za poželjnu aromu isto tako su odgovorni i za neželjenu aromu. Masti prolaze kroz proces oksidacije (Cheng, 2016). Oksidacijski procesi ne samo da smanjuju nutritivnu vrijednost mesa zbog gubitka esencijalnih masnih kiselina već postupno utječu na smanjivanje senzorskih kvaliteta. To uključuje promjene na boji, teksturi, mirisu i okusu (Domínguez i sur., 2019). Osim što oksidacija masti utječe na smanjenje roka trajanja, povećanje neugodnog okusa, promjenu funkcionalnih i senzorskih karakteristika može stvoriti i kancerogene tvari. Jedan od produkata oksidacije masti je malondialdehid te se smatra da je kancerogen (Cheng, 2016). Iako oksidacija masti u većini slučajeva ima negativan učinak na meso i mesne proizvode, oksidacija može doprinijeti razvoju poželjnih aroma što se i događa tijekom faze zrenja ili sušenja prilikom čega nastaje ugodna aroma pršuta (Domínguez i sur., 2019).

Oksidacija masti događa se enzimskim i neenzimskim reakcijama, a te kompleksne reakcije u mesu objašnjavaju se nizom reakcija. Najvažniji mehanizam oksidacije masti u mesu je autooksidacija, kontinuirani niz reakcija slobodnih radikala. Također se pokazalo da kisikovi slobodni radikali često uzrokuju biološka oštećenja masti, nukleinskih kiselina, enzima i proteina, posebno reagiraju s polinezasićenim masnim kiselinama i tako nastaju peroksidi u stanicama (Cheng, 2016).

Kako je već pokazano da oksidacija masti ima pozitivne i negativne utjecaje na kvalitetu mesa i mesnih proizvoda važno je moći odrediti stupanj oksidacije masti kako bi se uspostavile mjere

za njeno smanjenje. Zbog mnogih faktora koji utječu na oksidaciju te zbog složenih reakcija i interakcija koje se događaju tijekom oksidacije masti nemoguće je razviti jednu metodu mjerenja stupnja oksidacije masti. Kao što je već ranije navedeno, najvažniji primarni produkti su hidroperoksidi. Oni su vrlo nestabilni pa se vrlo brzo raspadaju stvarajući sekundarne produkte. Zbog toga, metode mjerenja stupnja oksidacije masti generalno se mogu podijeliti na one metode koje mjere promjene u primarnim produktima (promjene u masnim kiselinama i nastanak hidroperoksida i konjugiranih diena/triena) i promjene u sekundarnim produktima (nastanak karbonila, aldehida, hlapljivih komponenti i malondialdehida) (Domínguez i sur., 2019).

#### 2.1.6 Tiobarbiturna kiselina u određivanju stupnja oksidacije masti

Dosad su razvijene i primjenjivane mnoge metode za određivanje primarnih i sekundarnih produkata oksidacije (Reitznerová i sur., 2017). Test tiobarbiturne kiseline (TBA test) jedan je od najčešće korištenih metoda za mjerenje stupnja oksidacije masti u hrani nastale tijekom prerade i/ili pohrane određivanjem sekundarnih produkata lipidne oksidacije npr. malondialdehida (MDA) (Šimat i sur., 2009). Malondialdehid najčešće se koristi kao oksidacijski marker, jer je jedan od najzastupljenijih aldehida koji nastaju tijekom sekundarnih reakcija oksidacije lipida i njegova koncentracija u mesu može biti 300  $\mu\text{M}$  ili više (Reitznerová i sur., 2017). Taj sekundarni produkt lipidne oksidacije nezasićenih masnih kiselina, jedan je od najvažnijih produkata oksidacije koji se smatra kancerogenim i uzročnikom mutacija. Tiobarbiturna kiselina (TBA), zahvaljujući svojoj reaktivnosti, osobito 16 s karbonilnim spojevima (aldehidi, ketoni) te s kiselinama, esterima, amidima, šećerima i pirimidinskim spojevima ima široku primjenu (Šimat i sur., 2009).

Reakcijom malondialdehida (MDA) s 2-tiobarbiturnom kiselinom (TBA) pri niskom pH i visokoj temperaturi nastaje ružičasto fluorescentni kompleks TBA-MDA koji se zatim određuje spektrofotometrijski (Šimat i sur., 2009; Fernández i sur., 1997). Vidljiva i ultraljubičasta spektrofotometrija pigmenta ima primarni maksimum pri 532-535 nm te sekundarni pri 245-305 nm. Intenzitet obojenja je mjera koncentracije MDA. Prilikom određivanja koncentracije MDA uspoređuje se apsorbancija TBA-MDA kompleksa sa standardom napravljenim od 1,1,3,3 tetraetoksipropana (TEP) ili 1,1,3,3 tetrametoksipropana (TMP), jer se MDA može dobiti kiselim hidrolizom iz TMP ili TEP u ekvimolekularnoj reakciji. Brzina reakcije TBA s malondialdehidom ovisi o koncentraciji otopine TBA, temperaturi i pH.

#### 2.1.7 Senzorska analiza

Kvantitativna deskriptivna analiza (QDA, engl. *quantitative descriptive analysis*) predstavlja metodu senzorske analize kojom članovi panela utvrđuju postoji li određeno pojedinačno

svojstvo u ocjenjivanom prehrambenom proizvodu te, ukoliko postoji, koliki je njegov intenzitet. Intenzitet senzorskog svojstva iskazuje se primjenom različitih ljestvica.

## 2.2 Vakuumpakiranje i ambalažni materijali

Vakuumpakiranje je metoda koja se primjenjuje za pakiranje velikog broja prehrambenih proizvoda kojima je potrebna zaštita od utjecaja kisika tijekom skladištenja. Osim što vakuumpakiranje čuva izvorni okus i ostala senzorska svojstva proizvoda, također pridonosi uštedi prostora i energije tijekom skladištenja, prijevoza i distribucije. Vakuumpakiranje mesa namijenjeno je usporavanju oksidacijskih reakcija i inhibiranju mikrobiološkog rasta smanjenjem količine kisika u kontaktu s proizvodom. Kod pakiranja u vakuumu, uklanja se zrak iz prostora pakovine u fleksibilnoj ambalaži nepropusnoj na kisik, te se time stvaraju anaerobni ili mikroaerofilni sustavi. Kisik zaostao u ambalaži prelazi ugljikov dioksid zbog respiracije mesnog tkiva i bakterijske aktivnosti. (Vujković i sur., 2007). U komercijalne svrhe, pršut se najčešće pakira u vakuumu. Ambalažni materijali koji se pritom koriste su laminati kao što je poliamid/polietilen, PA/PE, ili neka druga kombinacija koja u svom sastavu ima i etilen vinil alkohol (EVAL) i neki drugi kopolimer s niskom propusnošću na kisik (Garcia-Esteban i sur., 2004; Vujković i sur., 2007). U znanstvenoj literaturi vakuumpakiranje se navodi kao efikasna metoda pakiranja procesuiranih mesnih proizvoda u očuvanju originalne kvalitete namirnice (Garcia-Esteban i sur., 2004; Gök i sur., 2008; Cilla i sur., 2006a). Prema literaturnim navodima, senzorska (boja i tekstura), fizikalno-kemijska (pH, oksidacija lipida) i mikrobiološka kvaliteta upakiranog proizvoda mogu se značajno mijenjati ovisno o primijenjenoj metodi i materijalu za pakiranje (Aksu i sur., 2005; Cilla i sur., 2006a).

Iako se konvencionalni sintetski materijali u novije vrijeme nastoje zamijeniti s prirodnijim i ekološki prihvatljivijim alternativama (kao što su poli(mliječna kiselina), PLA, poli(hidroksi butirat), PHB i sl.), potrebno je detaljno ispitati njihov utjecaj na trajnost upakiranog proizvoda. Naime, često su ovi materijali slabijih barijernih svojstava u odnosu na sintetske polimere, a također su i skuplji i komercijalno teže dostupni. Prema našim saznanjima, iako se nastoji smanjiti uporaba sintetskih polimera, do danas ne postoji znanstvena literatura koja prati utjecaj biomaterijala na trajnost upakiranih mesnih proizvoda. Poznavanje utjecaja materijala kao što je PLA na trajnost upakiranog pršuta, od velike je važnosti za procjenu mogućnosti plasmana takvog proizvoda na tržište i mogućnost primjene biorazgradivih materijala za skladištenje pršuta kroz određeni vremenski period.

### 2.2.1 Sintetski polimeri

Sintetske polimere koji se najčešće koriste za pakiranje hrane čine uglavnom poliolefini, preko 90% i to: polietilen (PE) i to različite vrste polietilena kao što su polietilen visoke gustoće

(HDPE) i polietilen niske gustoće (LDPE) polipropilen (PP) polietilen tereftalat (PET), polistiren (PS) i polivinil klorid (PVC) (Finnigan, 2009). Upotreba sintetičkih polimera prisutna je u svim pakiranjima hrane jer oni osiguravaju mehaničku, kemijsku i mikrobnu zaštitu okoliša i omogućuju prikaz proizvoda. Laminat kombinacije PA/PE služi za pakiranje smrznutih ribljih prerađevina, gdje PA u laminatu osigurava otpornost prema masnoćama i dobru barijeru prema kisiku. Lijevani polipropilen (PP cast) film odlikuje se dobrom poroznošću i svilenkastom površinom (Vujković i sur., 2007).

### 2.2.2 Biopolimeri

Biomaterijale možemo definirati kao sintetske i prirodne materijale koji svoju primjenu nalaze u biološkom okruženju. Biomaterijale dijelimo na metalne, keramičke i staklaste, polimerne, kompozitne i biorazgradive

Biopolimeri ili biorazgradivi plastični materijali su polimerni materijali kod kojih je najmanje jedan korak u postupku razgradnje ide kroz metabolizam organizama koji se pojavljuju u prirodi. Pod odgovarajućim uvjetima vlažnosti, temperature i raspoloživosti kisika, bio razgradnja dovodi do fragmentacije ili dezintegracije plastike bez toksičnih ili ekološki štetnih ostataka (Rhim i sur., 2013). Oni imaju potencijal da smanje upotrebu ili u nekim okolnostima u potpunosti zamjene neke tradicionalne polimerne ambalažne materijale za specifične namjene (Nur Hanani i sur., 2014). Kemijskom sintezom moguće je dobiti veliki spektar biopoliestera. Teorijski, svi dosadašnji ambalažni materijali mogu se zamijeniti novim vrstama dobivenim od obnovljivih monomera, ali je pitanje ekonomske opravdanosti. Najpoznatiji biopolimer iz ove grupe je polimljična kiselina (PLA). U posljednjih nekoliko desetljeća PLA se intenzivno istražuju kako bi se zamijenili klasični polimeri dobiveni iz fosilnih goriva, s jednakim ili boljim kemijskim, mehaničkim i biološkim svojstvima. Budući da se ubraja u skupinu biorazgradivih poliostera koja ima potencijalno hidrolizirajuće veze, PLA može konkurirati petrokemijsko dobivenim polimerima (Sodergard i Stolt, 2002).

## **3 EKSPERIMENTALNI DIO**

### **3.1 Materijali**

Istraživanje je provedeno na uzorcima narezanog Dalmatinskog pršuta iste šarže proizvodnje (Smjeli d.o.o.). Pršut je proizveden prema proizvođačkoj specifikaciji za Dalmatinski pršut od svježih butova s kosti te kožom i potkožnim masnim tkivom. Nakon faze soljenja butova morskom soli (0-5 °C i 80-90 % RH) slijedila je faza prešanja. Sušenje isprešanih butova provedeno je u komorama uz primjenu hladnog dimljenja (< 22 °C). Nakon faze dimljenja i sušenja pršuti su premješteni u komore za zrenje u trajanju od otprilike godinu dana.

Za pakiranje pršuta korištenjsljedeći ambalažni materijali: laminat sastava poliamid/polietilen, PA 20µm /PE 70µm (PA/PE), izrađen od rebraste i glatke strane (Status, Hrvatska), poli(mliječna kiselina) (PLA 40µm, NATIVIA® NTSS, Taghleef Industries, Mađarska) i i lijevani polipropilen (PPcast 28 µm, Aluflexpack, Hrvatska).

### **3.2 Metode**

#### **3.2.1 Pakiranje pršuta**

Pršut je pakiran u u vrećice vakuum metodom (uređaj za vakuum pakiranje, Lavezzini medium economy series, Promag d.o.o., Hrvatska). U svaku vrećicu zapakirano je po 100 g narezanog pršuta. Kontrolni uzorci pršuta pakirani su u PA/PE vrećicama u atmosferi zraka. Budući da su odabrana tri materijala za pakiranje i kontrolno pakiranje, uzorci su podijeljeni u četiri serije: 1) pakirani u PA/PE, 2) pakirani u PLA , 3) pakirani u PPcast te 4) kontrolni uzorak PA/PE na zraku. Upakirani uzorci skladišteni su pri temperaturi od 4 °C kroz 6 mjeseci, odnosno do trenutka kada su uočeni prvi znaci neprihvatljivosti uzoraka. Analize su provedene svakog mjeseca uzimajući po četiri pakovine vakuumski pakiranih uzoraka pršuta, te po četiri pakovinekontrolnog uzorka. Provedene su analize boje i senzorska analiza te je određen udio vode, pH i oksidacija masti. Na slici 3. se nalazi uređaj za vakuum pakiranje koji je korišten za pakiranje pršuta.



Slika 3. Uređaj za vakuum pakiranje (Lavezzini medium economy series, Promag d.o.o., Hrvatska, Anonymus 3, 2021)



### 3.2.2 Određivanje pH narezanog pršuta

Suspencija za određivanje pH je pripravljena miješanjem 2 g homogeniziranog uzorka pršuta sa 18 mL destilirane vode kroz 20 s u homogenizatoru (Polytron PT 10-35 GT, Kinematica AG, Švicarska). Elektroda je kalibrirana sa standardnim puferima pH 4,01 i 7,00 ekvilibriranim na 25 °C za mjerenja. pH uzoraka mjenen je u triplikatu korištenjem digitalnog pH metra (benchtop sensION tm + MM374, Hach Company, Loveland, CO, USA). Na slici 4. se nalazi slika pH metar korištenog za mjerenje pH uzoraka pršuta.



Slika 4. Uređaj za mjerenje pH (benchtop sensION tm + MM374, Hach Company, Loveland, CO, USA) (Anonymus 4, 2021)

### 3.2.3 Određivanje udjela vode

Udio vode određen je gravimetrijskom metodom (ISO 1442:1997). U niske aluminijske zdjelice stavljen je kvarcni pijesak (oko 5 grama) i stakleni štapić te je stavljen u sušionik na temperaturu od 103 °C. Posudice su sušene 30 minuta. Nakon toga poklopljene posudice iz sušionika hlade se u eksikatoru do sobne temperature (30 min), a potom im se određuje masa ( $m_0$ ). U izvagane i osušene aluminijske posudice dodano je oko 3 g uzorka homogeniziranog uzorka, lagano pomiješano s kvarcnim pijeskom staklenim štapićem. Posudice su poklopljene i izvagane ( $m_1$ ). Posudice s uzorkom otklopljene su i stavljene u sušionik na 2,5 h na zadanu temperaturu, nakon čega su poklopljene i hladene u eksikatoru (30 min) i vagane ( $m_2$ ). Postupak je ponavljan sve dok se dva uzastopna mjerenja (nakon 1 sat sušenja) nisu razlikovala više od 0,1%.

Udio vode izračunata je prema formuli:

$$\text{udiovode (\%)} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100$$

gdje je:

m<sub>0</sub>- odvaga aluminijske posudice, pijeska i staklenog štapića (g)

m<sub>1</sub>-odvaga aluminijske posudice, uzorka, pijeska i staklenog štapića prije sušenja (g)

m<sub>2</sub>- odvaga aluminijske posudice, uzorka, pijeska i staklenog štapića nakon sušenja (g)

### 3.2.4 Određivanje boje narezanog pršuta

Instrumentalno mjerenje boje mesa provedeno je spektrofotometrijski pomoću kolorimetra Konica Minolta CM-700d (slika 5.)(Osaka, Japan). Referentna metoda mjerenja boje mesa (Honikel, 1998) koristi trodimenzionalan  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  spektar boja. Izmjerene su  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  vrijednosti (CIE, 1976). Svaka prikazana vrijednost predstavlja srednju vrijednost od deset mjerenja po uzorku. Boja je mjerena na način da se pokušavalo izbjeći zone sa masnim tkivom tako da vrijednosti boje prezentiraju pravu boju mišićnog tkiva pršuta. Boja je mjerena za kontrolne uzorke pršuta pakiranog u atmosferi zraka, te za uzorke zapakirane u vakuumu u različitoj ambalaži.



Slika 5. Spektrofotometar Konica Minolta (CM-700d, Minolta, Japan) (Anonymous 5, 2021)

### 3.2.5 Određivanje stupnja oksidacije masnih kiselina - TBARS test

Stupanj oksidacije masnih kiselina u uzorcima pršuta određen je pomoću TBARS testa prema Bruna i sur. (2001). Odvagano je 5 g uzorka te dodano 10 mg butiliranog hidroksitoluena (BHT) i 20 mL 5%-tne otopine trikloroetene kiseline (TCA), homogenizirano na ultraturaxu i centrifugirano tijekom 10 min na 12000 rpm na 4 °C. Dobiveni supernatant profiltriran je preko filter papira te korišten za daljnja istraživanja. U tube od 15 mL dodano je slijedećim redoslijedom: 4 mL TCA za slijepu probu, 4 mL otopine 1,1,3,3-tetrametoksipropanola (TMP) za kalibracijsku krivulju, 4 mL centrifugiranog uzorka. U tube je dodano 4 mL 0,02 M tiobarbiturne kiseline (TBA) te ostavljeno 1 h na 100 °C. Nakon navedene inkubacije, očitana je apsorbancija na 532 nm na spektrofotometru (Helios β, Spectronic Unicam, Cambridge, UK). Koncentracija malondialdehida (MDA) u uzorcima izračunata je pomoću kalibracijske krivulje, a rezultati izraženi kao mg MDA/kg pršuta.

### 3.2.6 Senzorska analiza

Senzorska analiza provedena je od strane treniranog panela (5 članova). Ocjenjivanje je provedeno svaki mjesec u razdoblju od 5 mjeseci uz prisustvo svih članova panela. Uzorci su kodirani troznamenkastom šifrom i prezentirani pri sobnoj temperaturi (22-25 °C). Na numeričkoj skali (1-9) ocjenjivani su atributi: boja mišićnog tkiva, boja masnog tkiva, izgled, miris, okus, negativna aroma (off-flavour), tekstura i sveukupna dopadljivost. Pritom je ocjena 1 predstavljala najnižu, a 9 najvišu ocjenu za pojedini senzorski atribut, osim u slučaju senzorskog ocjenjivanja negativne arome (off-flavoura) pršuta gdje je ocjena 1 predstavljala potpuno odsustvo negativne arome, a 9 snažno prisustvo negativne arome. U tablici 1. prikazana je hedonistička skala korištena za ocjenjivanje uzoraka pršuta.

**Tablica 1.** Senzorski list za ocjenu pršuta

|                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Boja mišićnog tkiva           | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Boja masnog tkiva             | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Izgled                        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Miris                         | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Okus                          | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| off-flavour (negativna aroma) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Tekstura                      | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Sveukupna dopadljivost        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |

\*1 najniža, a 9 najviša ocjena za pojedini senzorski atribut; 1-3 nije prihvatljivo; 4-5- prihvatljivo; 6-7 dobro; 8-9 jako dobro

### 3.2.7 Statistička obrada podataka

Statistička analiza provedena je primjenom računalnog programa SPSS 17.0 (SPSS Inc., (StatSoft Inc, Tulsa, Oklahoma, SAD). Rezultati su izraženi kao srednja vrijednost  $\pm$  standardna pogreška. Za utvrđivanje razlika među skupinama: (i) razlika između vremena skladištenja i ii) razlika između vrsta ambalažnog materijala) u parametrima boje i senzorske analize provedena je jednofaktorska ANOVA sa definiranom statističkom značajnosti od 0,05. Kada je utvrđena statistički značajna razlika između skupina (vremena skladištenja ili vrsta ambalažnog materijala) ( $p < 0,05$ ) proveden je *posthoc* Tukey test.

## 4 REZULTATI I RASPRAVA

### 4.1 Utjecaj ambalažnog materijala i pakiranja u vakuumu na pH vrijednost narezanog pršuta

U kontrolnim uzorcima pakiranim u atmosferi zraka određen je pad pH vrijednosti kroz period skladištenja od 3 mjeseca. U tablici 2. izmjerene pH vrijednosti u kontrolnom uzorku na početku su iznosile 6,21 a nakon 3 mjeseca izmjeren je pad pH vrijednost od 6,06. Isti trend određen je i na pastrmi pakiranoj u atmosferi zraka (Gök i sur., 2008) te se može pretpostaviti da je pad pH vrijednosti narezanog pršuta rezultat formiranja kiselina djelovanjem mikroorganizama, poput bakterija mliječne kiseline (Gök i sur., 2008). U uzorcima pakiranim u vakuumu, određen je značajan ( $p < 0,05$ ) pad pH vrijednosti u slučaju pakiranja u sva tri ambalažna materijala, moguće zbog prisutnosti male količine zraka kod PLA i PPcast ambalažnog materijala zbog čega je kao i u slučaju kontrolnih uzoraka, došlo do pada pH vrijednosti uslijed formiranja kiselina djelovanjem mikroorganizama. Unatoč padu pH vrijednosti, uzorci pakirani u vakuum imali su više pH vrijednosti u prva četiri mjeseca skladištenja u PA/PE ambalaži te u prva dva mjeseca skladištenja u slučaju PLA.

**Tablica 2.** Rezultati određivanja pH u narezanom pršutu pakiranom u vakuum u tri različita ambalažna materijala tijekom 6 mjeseci skladištenja+ kontrolni uzorak (srednja vrijednost  $\pm$  standardna pogreška).

| Ambalažni materijal   | pH vrijednost tijekom skladištenja (mjeseci) |                                  |                               |                                  |                                |                               |                              | p-vrijednost |
|-----------------------|--|----------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------|
|                       | 0  | 1                                | 2                             | 3                                | 4                              | 5                             | 6                            |              |
| PA/PE-zrak (kontrola) | 6,21 $\pm$ 0,00 <sup>b</sup>                 | 6,24 $\pm$ 0,01 <sup>b,2</sup>   | 6,22 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>  | 6,06 $\pm$ 0,03 <sup>a,1</sup>   | /                              | /                             | /                            | 0,000        |
| PA/PE                 | 6,21 $\pm$ 0,00 <sup>c</sup>                 | 6,14 $\pm$ 0,04 <sup>abc,1</sup> | 6,15 $\pm$ 0,05 <sup>bc</sup> | 6,13 $\pm$ 0,01 <sup>abc,2</sup> | 6,13 $\pm$ 0,02 <sup>abc</sup> | 6,07 $\pm$ 0,00 <sup>ab</sup> | 6,04 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup> | 0,000        |
| PLA                   | 6,21 $\pm$ 0,00 <sup>c</sup>                 | 6,21 $\pm$ 0,01 <sup>c,2</sup>   | 6,13 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>  | 6,05 $\pm$ 0,00 <sup>a,1</sup>   | /                              | /                             | /                            | 0,000        |
| PPcast                | 6,21 $\pm$ 0,00 <sup>c</sup>                 | 6,19 $\pm$ 0,01 <sup>c,2</sup>   | 6,13 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>  | 6,09 $\pm$ 0,00 <sup>a,12</sup>  | /                              | /                             | /                            | 0,000        |
| p-vrijednost          | /  | 0,047                            | 0,133                         | 0,000                            |                                |                               |                              |              |

\*Različita slova (a,b,c) u istom redu označavaju statistički značajnu razliku ( $p < 0,05$ ). Različiti brojevi (1,2,3) u istom stupcu označavaju statistički značajnu razliku ( $p < 0,05$ ).

#### 4.2 Utjecaj ambalažnog materijala i pakiranja u vakuum na udio vode narezanog pršuta

Udio vode jedan je od pokazatelja kvalitete pršuta, pršuti s većom količinom vode podložniji su kvarenjima. Prema specifikacijama udio vode u dalmatinskom pršutu mora biti 40 do 55% (Kos i sur., 2015). Iz tablice 3. možemo vidjeti značajan ( $p < 0,05$ ) pad udjela vode kroz 6 mjeseci skladištenja, budući da je došlo do kvarenja uzoraka pakiranih u PLA, PPcast i kontrolnoj ambalaži mjeren je tijekom 3 mjeseca skladištenja udio vode. Dobiveni rezultati ukazuju da je u PLA ambalaži već nakon mjesec dana došlo do isušivanja pršuta, a nakon 3 mjeseca značajno su narušena senzorska svojstva pršuta jer PLA ambalaža ima veću propusnost na vodenu paru u usporedbi s ostalim ambalažnim materijalima. Usporedbom 3 ambalažna materijala iz tablice 3. vidimo da je kroz 4 mjeseca skladištenja uzorak pakiran u PLA ambalažni materijal izgubio najveći udio vode, čak za 11,54% te možemo zaključiti kako je propusnost za vodenu paru kod tog materijala najveća. Zatim slijedi PP cast ambalažni materijal, a uzorak pakiran u PA/PE ambalažnom materijalu je izgubio udio vode od tek 5,33% kroz 6 mjeseci skladištenja.

**Tablica 3.** Rezultati određivanja udjela vode (%) u narezanom pršutu vakuum pakiranom u tri različita ambalažna materijala (PA/PE laminat, PLA i PP cast) (srednja vrijednost  $\pm$  standardna pogreška).

| Ambalažni materijal   | Udio vode (%) tijekom skladištenja (mjeseci) |                                 |                                 |                                 |                               |                               |                               | p-vrijednost |
|-----------------------|--|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------|
|                       | 0  | 1                               | 2                               | 3                               | 4                             | 5                             | 6                             |              |
| PA/PE-zrak (kontrola) | 47,31 $\pm$ 0,08                             | 47,83 $\pm$ 0,34 <sup>2</sup>   | 47,04 $\pm$ 1,33 <sup>2</sup>   | 45,56 $\pm$ 0,33 <sup>3</sup>   | /                             | /                             | /                             | 0,128        |
| PA/PE                 | 47,31 $\pm$ 0,08 <sup>c</sup>                | 47,19 $\pm$ 0,14 <sup>c,2</sup> | 45,46 $\pm$ 0,2 <sup>bc,2</sup> | 44,97 $\pm$ 0,45 <sup>b,3</sup> | 44,74 $\pm$ 0,18 <sup>b</sup> | 44,46 $\pm$ 0,70 <sup>b</sup> | 41,98 $\pm$ 0,90 <sup>a</sup> | 0,000        |
| PLA                   | 47,31 $\pm$ 0,08 <sup>c</sup>                | 39,71 $\pm$ 0,07 <sup>b,1</sup> | 35,84 $\pm$ 0,2 <sup>a,1</sup>  | 35,77 $\pm$ 0,22 <sup>a,1</sup> | /                             | /                             | /                             | 0,000        |
| PPcast                | 47,31 $\pm$ 0,08 <sup>b</sup>                | 47,08 $\pm$ 0,53 <sup>b,2</sup> | 46,78 $\pm$ 0,43 <sup>b,2</sup> | 42,93 $\pm$ 0,19 <sup>a,2</sup> | /                             | /                             | /                             | 0,000        |
| p- vrijednost         | /  | 0,000                           | 0,000                           | 0,000                           | 0,000                         | 0,000                         | 0,000                         |              |

\*Različita slova (a,b,c) u istom redu označavaju statistički značajnu razliku ( $p < 0,05$ ). Različiti brojevi (1,2,3) u istom stupcu označavaju statistički značajnu razliku ( $p < 0,05$ ).

#### 4.3 Utjecaj ambalažnog materijala i pakiranja u vakuumuna boju narezanog pršuta

Boja mesa je jedna od najvažnijih senzorskih pokazatelja kvalitete te također ima važnu marketinšku ulogu. Primjenom vakuuma pri pakiranju mesnih proizvoda također se uspoređuju negativne promjene boje mesnih proizvoda koja se smatra jednim od najvažnijih faktora u donošenju odluke o kupnji proizvoda (Morales i sur., 2013). U tablici 4. prikazani su rezultati instrumentalnog određivanja boje narezanog pršuta pakiranog u tri različita ambalažna materijala.

U kontrolnim uzorcima nije određena statistički značajna ( $p < 0,05$ ) promjena svjetline ( $L^*$ ) kroz tri mjeseca skladištenja.  $a^*$  i  $b^*$  parametri statistički su se značajno ( $p < 0,05$ ) smanjivali kroz 3 mjeseca skladištenja u kontrolnim uzorcima. U uzorcima pakiranima u PA/PE ambalažu u vakuumu,  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  statistički su se značajno ( $p < 0,05$ ) smanjivali kroz 6 mjeseci skladištenja. Najznačajnije promjene određene su nakon 4 mjeseca skladištenja u PA/PE ambalaži kad je izmjeren porast  $L^*$  i sniženje  $a^*$  i  $b^*$  vrijednosti. Kod pršuta pakiranog u PLA, izmjeren je statistički značajan ( $p < 0,05$ ) pad vrijednosti parametara  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  kroz tri mjeseca skladištenja. Svjetlina pršuta pakiranih u PPcast nije se značajno ( $p < 0,05$ ) mijenjala kroz tri mjeseca, dok je nakon drugog mjeseca skladištenja došlo do značajnog pada ( $p < 0,05$ ) crvenosti ( $a^*$ ) i žutine ( $b^*$ ) pršuta. Slično rezultatima ovog istraživanja, Parra i sur. (2010) su

odredili konstantne vrijednosti parametara  $L^*$  i  $b^*$ , te uočili blagi pad  $a^*$  vrijednosti kroz 4 mjeseca skladištenja narezanog vakuumski pakiranog Iberijskog pršuta u PA/PE. Nadalje, Garcia-Esteban i sur. (2004) odredili su porast  $L^*$ , te blagi pad  $a^*$  i  $b^*$  vrijednosti kroz dva mjeseca skladištenja Serrano pršuta u vakuumu.

Prema statističkoj obradi podataka, vrsta ambalažnog materijala utjecala je na parametre  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  tijekom skladištenja. Svjetlina pršuta nije bila pod značajnim ( $p > 0,05$ ) utjecajem vrste ambalažnog materijala za pakiranje u prva dva mjeseca skladištenja, dok su nakon trećeg mjeseca određene značajne ( $p < 0,05$ ) razlike u svjetlini kriški pršuta između ambalažnih materijala, s najvišom svjetlinom izmjerenom na pršutu pakiranom u PLA. Pršuti pakirani u PLA također su imali i najmanji intenzitet crvene boje ( $a^*$ ) kroz tri mjeseca skladištenja. Možemo pretpostaviti da su najviše vrijednosti svjetline i najmanje vrijednosti crvenosti posljedica diskoloracije radi najveće propusnosti ove ambalaže. Boja pršuta blijedi kao posljedica oksidacije nitrozilmioglobina ( $MbFe(II)NO$ ) s obzirom na to da je ovaj spoj izrazito nestabilan u prisutnosti kisika (Parra i sur., 2012). Najmanja vrijednost parametra žutine ( $b^*$ ) u prva dva mjeseca izmjerena je na pršutu pakiranom u PA/PE.

**Tablica 4.** Rezultati instrumentalnog određivanja boje narezanog pršuta pakiranog u vakuumu u tri različita ambalažna materijala (PA/PE, PLA i PPcast) (srednja vrijednost  $\pm$  standardna pogreška).

| Ambalažni materijal   | Parametar boje | Vrijeme skladištenja (mjeseci) |                                   |                                   |                                  |                               |                               |                               |                      |
|-----------------------|----------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------|
|                       |                | 0                              | 1                                 | 2                                 | 3                                | 4                             | 5                             | 6                             | <i>p</i> -vrijednost |
| PA/PE-zrak (kontrola) | $L^*$          | 53,67 $\pm$ 0,40 <sup>a</sup>  | 54,13 $\pm$ 0,53 <sup>a</sup>     | 56,01 $\pm$ 0,47 <sup>ab</sup>    | 57,89 $\pm$ 0,82 <sup>b,12</sup> | /                             | /                             | /                             | 0,080                |
|                       | $a^*$          | 13,02 $\pm$ 0,56 <sup>b</sup>  | 12,05 $\pm$ 0,36 <sup>ab,12</sup> | 11,25 $\pm$ 0,56 <sup>ab,23</sup> | 10,37 $\pm$ 0,62 <sup>a,2</sup>  | /                             | /                             | /                             | 0,009                |
|                       | $b^*$          | 15,35 $\pm$ 0,51 <sup>b</sup>  | 14,83 $\pm$ 0,89 <sup>b,2</sup>   | 13,42 $\pm$ 0,85 <sup>ab,12</sup> | 10,99 $\pm$ 0,40 <sup>a</sup>    | /                             | /                             | /                             | 0,000                |
| PA/PE                 | $L^*$          | 53,67 $\pm$ 0,40 <sup>a</sup>  | 54,93 $\pm$ 0,55 <sup>ab</sup>    | 54,71 $\pm$ 0,72 <sup>ab</sup>    | 55,11 $\pm$ 0,72 <sup>ab,1</sup> | 56,78 $\pm$ 0,53 <sup>b</sup> | 56,34 $\pm$ 0,66 <sup>b</sup> | 56,18 $\pm$ 0,45 <sup>b</sup> | 0,009                |
|                       | $a^*$          | 13,02 $\pm$ 0,56 <sup>b</sup>  | 13,24 $\pm$ 0,40 <sup>b,2</sup>   | 13,07 $\pm$ 0,59 <sup>b,3</sup>   | 12,10 $\pm$ 0,39 <sup>ab,2</sup> | 10,87 $\pm$ 0,45 <sup>a</sup> | 10,91 $\pm$ 0,35 <sup>a</sup> | 10,76 $\pm$ 0,25 <sup>a</sup> | 0,000                |
|                       | $b^*$          | 15,35 $\pm$ 0,51 <sup>c</sup>  | 11,99 $\pm$ 0,30 <sup>b,1</sup>   | 11,36 $\pm$ 0,43 <sup>ab,1</sup>  | 11,16 $\pm$ 0,41 <sup>ab</sup>   | 9,90 $\pm$ 0,52 <sup>a</sup>  | 9,79 $\pm$ 0,38 <sup>a</sup>  | 9,40 $\pm$ 0,36 <sup>a</sup>  | 0,000                |
| PLA                   | $L^*$          | 53,67 $\pm$ 0,40 <sup>a</sup>  | 54,25 $\pm$ 0,76 <sup>a</sup>     | 57,97 $\pm$ 0,27 <sup>b</sup>     | 59,89 $\pm$ 0,75 <sup>b,2</sup>  | /                             | /                             | /                             | 0,000                |

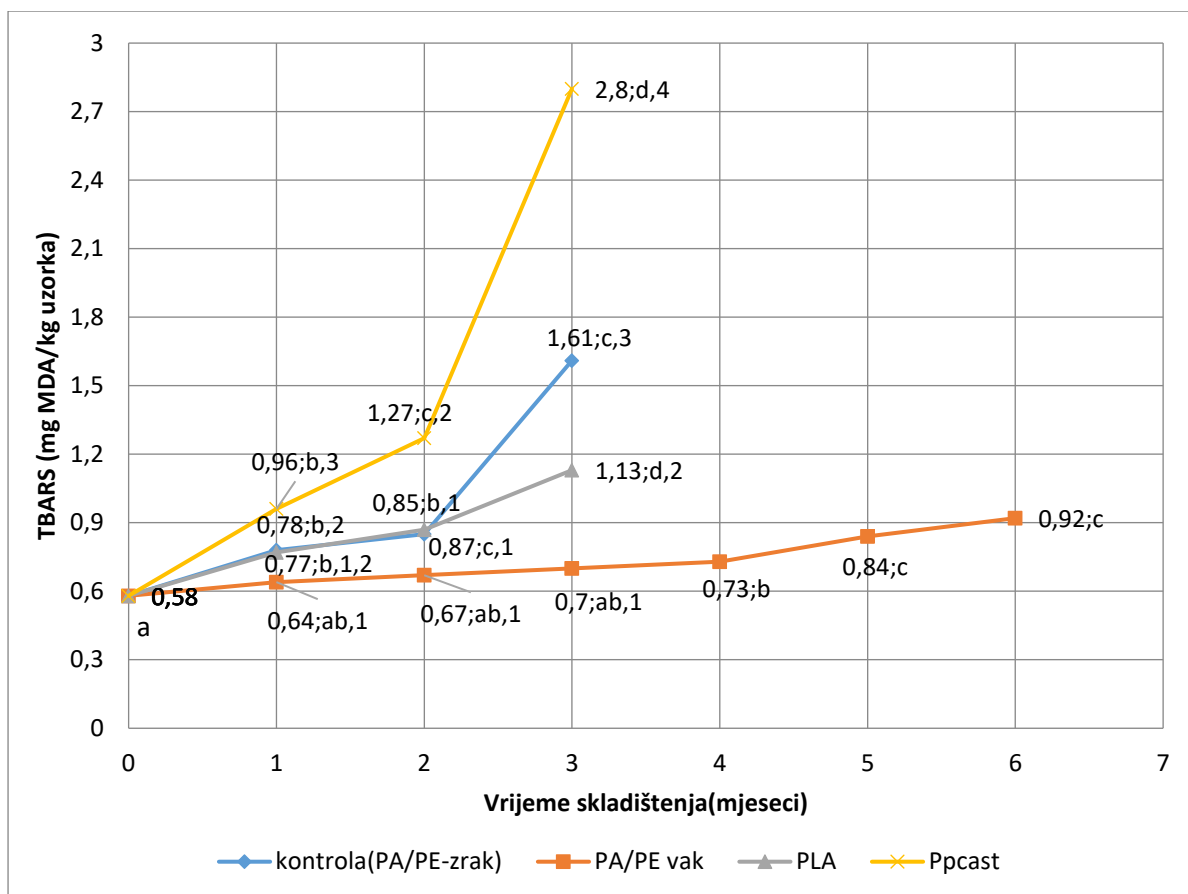


|               |           |                             |                               |                                |                                |   |   |   |       |
|---------------|-----------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---|---|---|-------|
|               | <i>a*</i> | 13,02±<br>0,56 <sup>d</sup> | 10,83±0<br>,38 <sup>c,1</sup> | 8,89±0,<br>68 <sup>b,1</sup>   | 6,91±0,<br>27 <sup>a,1</sup>   | / | / | / | 0,000 |
|               | <i>b*</i> | 15,35±<br>0,51 <sup>b</sup> | 15,31±0<br>,88 <sup>b,2</sup> | 15,26±0<br>,35 <sup>b,2</sup>  | 12,06±0<br>,77 <sup>a</sup>    | / | / | / | 0,002 |
| <i>PPcast</i> | <i>L*</i> | 53,67±<br>0,40 <sup>a</sup> | 53,71±0<br>,30 <sup>a</sup>   | 55,45±0<br>,54 <sup>ab</sup>   | 57,15±1<br>,37 <sup>b,12</sup> | / | / | / | 0,080 |
|               | <i>a*</i> | 13,02±<br>0,56 <sup>b</sup> | 12,71±0<br>,50 <sup>b,2</sup> | 9,59±0,<br>32 <sup>a,12</sup>  | 8,11±0,<br>53 <sup>a,1</sup>   | / | / | / | 0,000 |
|               | <i>b*</i> | 15,35±<br>0,51 <sup>c</sup> | 15,14±0<br>,51 <sup>c,2</sup> | 13,34±0<br>,43 <sup>b,12</sup> | 10,81±0<br>,36 <sup>a</sup>    | / | / | / | 0,000 |
| p-vrijednost  | <i>L*</i> | /                           | 0,491                         | 0,186                          | 0,011                          | / | / | / | /     |
|               | <i>a*</i> | /                           | 0,001                         | 0,000                          | 0,000                          | / | / | / | /     |
|               | <i>b*</i> | /                           | 0,005                         | 0,000                          | 0,330                          | / | / | / | /     |

\*Različita slova (a-d) u istom redu označavaju statistički značajnu razliku ( $p < 0,05$ ). Različiti brojevi u istom redu (1-4) označavaju statistički značajnu razliku, PA/PE – poliamid/polietilen; PLA – poli(mliječna kiselina), PPcast – polipropilen

#### 4.4 Utjecaj ambalažnog materijala i pakiranja na oksidaciju masti narezanog pršuta

Oksidacija masti tijekom skladištenja u velikoj mjeri utječe na kvalitetu i sigurnost mesnih proizvoda. Produkt oksidacije koji je ujedno i indikator stupnja oksidacije masti u TBARS testa je malondialdehid (MDA) koji se smatra kancerogenim. Oksidacijski procesi osim što smanjuju nutritivnu vrijednost mesa zbog gubitka esencijalnih masnih kiselina ujedno i smanjuje senzorsku kvalitetu i rok trajanja mesa. To podrazumjeva promjene na boji, teksturi, mirisu i okusu. U uzorcima pakiranim u PA/PE ambalažu u vakuumu stupanj oksidacije masti je postepeno i statistički značajno ( $p < 0,05$ ) rastao tijekom 6 mjeseca skladištenja (Slika 6). S druge strane, u pršutu pakiranom u PLA u vakuumu nastupila je progresivna oksidacija već nakon prvog mjeseca skladištenja, dok je u trećem mjesecu izmjerena značajna oksidacija masti ( $> 1,00$  mg/MDA kg uzorka). Gök i sur. (2008) pratili su promjene u stupnju oksidacije u narezanoj pastrmi pakiranoj u atmosferi zraka i vakuumu kroz 4 mjeseca skladištenja i izmjerili su najviše vrijednosti TBARS testa u atmosferi zraka, a potom u vakuumu. Najviša izmjerena vrijednost TBARS testa bila je kod uzorka pakiranog u PP cast vakuumu, a slične vrijednosti zabilježene su kod uzorka pakiranog u PLA vakuumu i kontrolnog uzorka pakiranog u atmosferi zraka. Na slici 6. narančasta krivulja pokazuje da je uzorak pakiran u PA/PE vakuumu najstabilniji i nakon 6 mjeseci skladištenja.



\*Različita slova (a,b,c) i različiti brojevi (1,2,3) na istoj krivulji označavaju statistički značajnu razliku ( $p < 0,05$ ).

Slika 6. Rezultati određivanja stupnja oksidacije TBARS testom u narezanom pršutu pakiranog u vakuumu u tri različita ambalažna materijala

#### 4.5 Senzorska analiza narezanog pršuta

U svrhu provjere senzorskih karakteristika zapakiranog pršuta provedena je senzorska analiza od strane peteročlanog senzorskog panela, a rezultati su prikazani u tablici 5.

Ambalažni materijal i vrijeme skladištenja značajno ( $p < 0,05$ ) je utjecalo na senzorske karakteristike pršuta. Iz tablice 5. vidljivo je da za pršute pakiranje u ambalažni materijal PLA i Ppcast nisu provedene analize nakon 4. mjeseca skladištenja zbog utvrđenih negativnih promjena na pršutu kao što je neugodan miris, negativna promjena boje mišićnog i masnog tkiva odnosno nastupilo je kvarenje. Kod kontrolnog uzorka nakon 3 mjeseca su utvrđene negativne promjene. Možemo pretpostaviti da je značajno narušavanje ocjenjivanih parametara posljedica prisutnosti kisika unutar pakovine, što dovodi do oksidacije masti te negativnih promjena mirisa i okusa pršuta (Parra i sur., 2010). S obzirom na senzorske karakteristike i sveukupnu dopadljivost pršuta, PA/PE (vakuum) se pokazao najstabilniji i najpogodniji za pakiranje i skladištenje kroz duži vremenski period u usporedbi s drugim

testiranim materijalima. Značajnije ( $p < 0,05$ ) narušavanje karakteristika panel je odredio nakon 4 mjeseca skladištenja jer je došlo do promjene boje mišićnog i masnog tkiva.

**Tablica 5.** Rezultati senzorskog ocjenjivanja narezanog pršuta vakuum pakiranog u tri različita ambalažna materijala (PA/PE, PLA i PP cast) primjenom hedonističke ljestvice (skala 1-9) (srednja vrijednost  $\pm$  standardna pogreška).

| Ambalažni materijal   | Svojstvo                 | Vrijeme skladištenja (mjeseci) |                                |                                  |                                  |                               |                              | p-vrijednost                 |       |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------|
|                       |                          | 0                              | 1                              | 2                                | 3                                | 4                             | 5                            | 6                            |       |
| PA/PE-zrak (kontrola) | Boja mišićnog tkiva      | 8,25 $\pm$ 0,25 <sup>d</sup>   | 8,00 $\pm$ 0,00 <sup>c</sup>   | 7,25 $\pm$ 0,25 <sup>b,3</sup>   | 3,00 $\pm$ 0,00 <sup>a,2</sup>   | /                             | /                            | /                            | 0,000 |
|                       | Boja masnog tkiva        | 8,25 $\pm$ 0,25 <sup>d</sup>   | 7,00 $\pm$ 0,00 <sup>c,1</sup> | 4,50 $\pm$ 0,29 <sup>b,2</sup>   | 2,00 $\pm$ 0,00 <sup>a,2</sup>   | /                             | /                            | /                            | 0,000 |
|                       | Izgled                   | 8,75 $\pm$ 0,25 <sup>d</sup>   | 8,00 $\pm$ 0,00 <sup>c</sup>   | 6,25 $\pm$ 0,48 <sup>b,3</sup>   | 3,00 $\pm$ 0,25 <sup>a,2</sup>   | /                             | /                            | /                            | 0,000 |
|                       | Miris                    | 9,00 $\pm$ 0,00 <sup>d</sup>   | 7,50 $\pm$ 0,29 <sup>c,2</sup> | 5,00 $\pm$ 0,41 <sup>b,3</sup>   | 1,00 $\pm$ 0,25 <sup>a,2</sup>   | /                             | /                            | /                            | 0,000 |
|                       | Okus                     | 9,00 $\pm$ 0,00 <sup>c</sup>   | 6,75 $\pm$ 0,25 <sup>b,2</sup> | 6,00 $\pm$ 0,91 <sup>b,3</sup>   | 2,00 $\pm$ 0,25 <sup>a,2</sup>   | /                             | /                            | /                            | 0,000 |
|                       | Neg. aroma (Off flavour) | 1,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>   | 1,00 $\pm$ 0,00 <sup>a,1</sup> | 3,50 $\pm$ 0,29 <sup>b,2</sup>   | 8,00 $\pm$ 0,25 <sup>c,2</sup>   | /                             | /                            | /                            | 0,000 |
|                       | Tekstura                 | 9,00 $\pm$ 0,00 <sup>c</sup>   | 7,25 $\pm$ 0,25 <sup>b,2</sup> | 6,25 $\pm$ 0,63 <sup>b,3</sup>   | 3,00 $\pm$ 0,25 <sup>a,3</sup>   | /                             | /                            | /                            | 0,000 |
|                       | Sveukupna dopadljivost   | 9,00 $\pm$ 0,00 <sup>c</sup>   | 7,00 $\pm$ 0,41 <sup>b,2</sup> | 6,25 $\pm$ 0,25 <sup>b,2</sup>   | 1,00 $\pm$ 0,29 <sup>a,12</sup>  | /                             | /                            | /                            | 0,000 |
| PA/PE                 | Boja mišićnog tkiva      | 8,25 $\pm$ 0,25 <sup>d</sup>   | 8,00 $\pm$ 0,00 <sup>cd</sup>  | 8,00 $\pm$ 0,00 <sup>c,d,4</sup> | 7,25 $\pm$ 0,00 <sup>b,c,3</sup> | 6,75 $\pm$ 0,25 <sup>b</sup>  | 5,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup> | 3,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup> | 0,000 |
|                       | Boja masnog tkiva        | 8,25 $\pm$ 0,25 <sup>c</sup>   | 8,00 $\pm$ 0,00 <sup>c,2</sup> | 7,50 $\pm$ 0,29 <sup>b,c,3</sup> | 7,25 $\pm$ 0,00 <sup>b,c,3</sup> | 6,75 $\pm$ 0,25 <sup>b</sup>  | 5,00 $\pm$ 0,25 <sup>a</sup> | 2,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup> | 0,000 |
|                       | Izgled                   | 8,75 $\pm$ 0,25 <sup>c</sup>   | 8,25 $\pm$ 0,25 <sup>bc</sup>  | 8,00 $\pm$ 0,00 <sup>b,c,4</sup> | 8,00 $\pm$ 0,00 <sup>b,c,3</sup> | 7,50 $\pm$ 0,29 <sup>b</sup>  | 4,5 $\pm$ 0,29 <sup>a</sup>  | 2,50 $\pm$ 0,29 <sup>a</sup> | 0,000 |
|                       | Miris                    | 9,00 $\pm$ 0,00 <sup>d</sup>   | 8,75 $\pm$ 0,25 <sup>d,3</sup> | 8,25 $\pm$ 0,00 <sup>c,4</sup>   | 8,00 $\pm$ 0,00 <sup>c,3</sup>   | 7,00 $\pm$ 0,00 <sup>b</sup>  | 5,5 $\pm$ 0,29 <sup>a</sup>  | 2,50 $\pm$ 0,29 <sup>a</sup> | 0,000 |
|                       | Okus                     | 9,00 $\pm$ 0,00 <sup>d</sup>   | 9,00 $\pm$ 0,00 <sup>d,4</sup> | 8,25 $\pm$ 0,00 <sup>c,2</sup>   | 8,00 $\pm$ 0,00 <sup>c,3</sup>   | 7,00 $\pm$ 0,00 <sup>b</sup>  | 5,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup> | 1,25 $\pm$ 0,25 <sup>a</sup> | 0,000 |
|                       | Neg. aroma (Off flavour) | 1,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>   | 1,00 $\pm$ 0,00 <sup>a,1</sup> | 1,00 $\pm$ 0,00 <sup>a,1</sup>   | 1,00 $\pm$ 0,00 <sup>a,1</sup>   | 1,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>  | 2,00 $\pm$ 0,00 <sup>b</sup> | 5,75 $\pm$ 0,48 <sup>c</sup> | 0,000 |
|                       | Tekstura                 | 9,00 $\pm$ 0,00 <sup>b</sup>   | 9,00 $\pm$ 0,00 <sup>b,3</sup> | 8,00 $\pm$ 0,00 <sup>a,b,4</sup> | 8,00 $\pm$ 0,00 <sup>a,b,4</sup> | 8,00 $\pm$ 0,00 <sup>ab</sup> | 6,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup> | 2,50 $\pm$ 0,29 <sup>a</sup> | 0,000 |
|                       | Sveukupna dopadljivost   | 9,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>   | 9,00 $\pm$ 0,41 <sup>a,3</sup> | 8,00 $\pm$ 0,00 <sup>c,3</sup>   | 8,00 $\pm$ 0,00 <sup>c,3</sup>   | 6,75 $\pm$ 0,25 <sup>b</sup>  | 4,5 $\pm$ 0,29 <sup>a</sup>  | 2,50 $\pm$ 0,29 <sup>a</sup> | 0,000 |
| PLA                   | Boja mišićnog tkiva      | 8,25 $\pm$ 0,25 <sup>c</sup>   | 8,25 $\pm$ 0,25 <sup>c</sup>   | 5,00 $\pm$ 0,00 <sup>b,2</sup>   | 2,00 $\pm$ 0,00 <sup>a,1</sup>   | /                             | /                            | /                            | 0,000 |
|                       | Boja masnog tkiva        | 8,25 $\pm$ 0,25 <sup>c</sup>   | 8,25 $\pm$ 0,25 <sup>c,2</sup> | 7,00 $\pm$ 0,00 <sup>b,3</sup>   | 1,00 $\pm$ 0,00 <sup>a,1</sup>   | /                             | /                            | /                            | 0,000 |
|                       | Izgled                   | 8,75 $\pm$ 0,25 <sup>c</sup>   | 7,75 $\pm$ 0,48 <sup>c</sup>   | 5,00 $\pm$ 0,00 <sup>b,2</sup>   | 2,00 $\pm$ 0,00 <sup>a,1</sup>   | /                             | /                            | /                            | 0,000 |

|                     |                          |                        |                          |                          |                          |   |   |   |       |
|---------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---|---|---|-------|
|                     | Miris                    | 9,00±0,00 <sup>c</sup> | 4,25±0,25 <sup>b,1</sup> | 3,75±0,25 <sup>b,2</sup> | 1,00±0,00 <sup>a,1</sup> | / | / | / | 0,000 |
|                     | Okus                     | 9,00±0,00 <sup>d</sup> | 4,25±0,25 <sup>c,1</sup> | 2,75±0,25 <sup>b,1</sup> | 1,00±0,00 <sup>a,1</sup> | / | / | / | 0,000 |
|                     | Neg. aroma (Off flavour) | 1,00±0,00 <sup>a</sup> | 3,00±0,00 <sup>b,2</sup> | 4,00±0,00 <sup>b,2</sup> | 9,00±0,00 <sup>c,2</sup> | / | / | / | 0,000 |
|                     | Tekstura                 | 9,00±0,00 <sup>d</sup> | 4,75±0,25 <sup>c,1</sup> | 3,00±0,00 <sup>b,2</sup> | 2,00±0,00 <sup>a,2</sup> | / | / | / | 0,000 |
|                     | Sveukupna dopadljivost   | 9,00±0,00 <sup>c</sup> | 4,75±0,25 <sup>b,1</sup> | 2,00±0,00 <sup>a,1</sup> | 2,00±0,00 <sup>a,2</sup> | / | / | / | 0,000 |
| <i>PP cast</i>      | Boja mišićnog tkiva      | 8,25±0,25 <sup>c</sup> | 8,00±0,00 <sup>c</sup>   | 4,25±0,25 <sup>b,1</sup> | 2,00±0,00 <sup>a,1</sup> | / | / | / | 0,000 |
|                     | Boja masnog tkiva        | 8,25±0,25 <sup>b</sup> | 8,25±0,25 <sup>b,2</sup> | 1,25±0,25 <sup>a,1</sup> | 1,00±0,00 <sup>a,1</sup> | / | / | / | 0,000 |
|                     | Izgled                   | 8,75±0,25 <sup>b</sup> | 8,00±0,00 <sup>b</sup>   | 2,00±0,00 <sup>a,1</sup> | 1,50±0,29 <sup>a,1</sup> | / | / | / | 0,000 |
|                     | Miris                    | 9,00±0,00 <sup>c</sup> | 7,00±0,00 <sup>b,2</sup> | 2,00±0,00 <sup>a,1</sup> | 1,00±0,00 <sup>a,1</sup> | / | / | / | 0,000 |
|                     | Okus                     | 9,00±0,00 <sup>c</sup> | 8,00±0,00 <sup>b,3</sup> | 1,25±0,25 <sup>a,1</sup> | 1,00±0,00 <sup>a,1</sup> | / | / | / | 0,000 |
|                     | Neg. aroma (Off flavour) | 1,00±0,00 <sup>a</sup> | 1,00±0,00 <sup>a,1</sup> | 6,00±0,00 <sup>b,3</sup> | 9,00±0,00 <sup>c,2</sup> | / | / | / | 0,000 |
|                     | Tekstura                 | 9,00±0,00 <sup>c</sup> | 7,75±0,25 <sup>b,2</sup> | 1,25±0,00 <sup>a,1</sup> | 1,00±0,00 <sup>a,1</sup> | / | / | / | 0,000 |
|                     | Sveukupna dopadljivost   | 9,00±0,00 <sup>c</sup> | 7,00±0,00 <sup>b,2</sup> | 1,75±0,00 <sup>a,1</sup> | 1,00±0,00 <sup>a,1</sup> | / | / | / | 0,000 |
| <i>p-vrijednost</i> | Boja mišićnog tkiva      | /                      | 0,496                    | 0,000                    | 0,000                    | / | / | / |       |
|                     | Boja masnog tkiva        | /                      | 0,001                    | 0,000                    | 0,000                    | / | / | / |       |
|                     | Izgled                   | /                      | 0,644                    | 0,000                    | 0,000                    | / | / | / |       |
|                     | Miris                    | /                      | 0,000                    | 0,000                    | 0,000                    | / | / | / |       |
|                     | Okus                     | /                      | 0,000                    | 0,000                    | 0,000                    | / | / | / |       |
|                     | Neg. aroma (Off flavour) | /                      | 0,000                    | 0,000                    | 0,000                    | / | / | / |       |
|                     | Tekstura                 | /                      | 0,000                    | 0,000                    | 0,000                    | / | / | / |       |
|                     | Sveukupna dopadljivost   | /                      | 0,000                    | 0,000                    | 0,000                    | / | / | / |       |

\*Različita slova (a-d) u istom redu označavaju statistički značajnu razliku ( $p < 0,05$ ). Različiti brojevi u istom redu (1-4) označavaju statistički značajnu razliku PA/PE – poliamid/polietilen; PLA – poli(mliječna kiselina), PPcast – polipropilen

## 5 ZAKLJUČAK

Provedenim istraživanjem utvrđene se znatne razlike u udjelu vode, pH vrijednosti, senzorskih karakteristika te stupnju oksidacije masti pršuta pakiranog u sintetski materijal laminat PA/PE, PP cast te biomaterijal PLA u vakuumu. Zbog kvarenja pršuta pakiranog u PLA i PP cast analize nisu provedene nakon 3 mjeseca skladištenja. Rezultati ispitivanja udjela vode, pH, boje, senzorskih karakteristika te oksidacije masti pokazali su kako je ambalažni materijal PA/PE najbolji za očuvanje ispitanih parametra kvalitete pršuta, kao što se pokazalo kod PLA i PP cast ambalažnog materijala gdje je došlo do značajnog smanjenja kvalitete kroz kraći vremenski period. Također, velika propusnost i loša barijerna svojstva PLA i PP cast ambalaže rezultirale su naglim promjenama u udjelu vode, pH vrijednosti i porastom oksidacije masti kao i narušenim senzorskim karakteristikama. Najveća svjetlina izmjerena je na pršutima pakiranim u PLA i najveća promjena parametra  $a^*$  nakon 3 mjeseca skladištenja. Unatoč tome, PLA materijal bi se mogao koristiti za skladištenje kroz kraći vremenski period i njegova je prednost biorazgradljivost što je vrlo bitno za očuvanje okolišta i općenito iz ekoloških razloga.

## 6 LITERATURA

Aksu, M.I., Kaya, M., Ockerman, H.W. (2005) Effect of modified atmosphere packaging and temperature on the shelf life of sliced pastirma produced from frozen/thawed meat. *J. Muscle Foods*, 16, str. 192-206.

Cheng J. H. (2016) Lipid Oxidation in Meat. *J Nutr Food Sci.* 6, str. 494.

Cilla, I., Martinez, L., Beltran, J.A., Roncales, P. (2006a) Dry-cured ham quality and acceptability as affected by the preservation system used for retail sale. *Meat Sci.*, 73, str. 581-589.

Costa, M. de R., Bergamin Filho, W., Silveira, E. T. F., Felício, P. E. de. (2008) Colour and texture profiles of boneless restructured dry-cured hams compared to traditional hams. *Scientia Agricola* 65, str. 169–173. doi:10.1590/s0103-90162008000200010

Domínguez, R., Pateiro, M., Gagaoua, M., Barba, F. J., Zhang, W., Lorenzo, J. M. (2019) A Comprehensive Review on Lipid Oxidation in Meat and Meat Products. *Antioxidants* 8(10), str. 429. doi:10.3390/antiox8100429

Fernández J., Pérez-Álvarez J. A., Fernández-López J. A. (1997) Thiobarbituric acid test for monitoring lipid oxidation in meat. *Food Chem.* 59, str. 345-353.

Finnigan B., (2009): Barrier polymers, in: K.L. Yam (Ed.), *The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology*, John Wiley and Sons, Inc., New York, pp., str. 103-109.

Gaćina, N. (2017) Specifičnosti Autohtonih Hrvatskih Pršuta, Zbornik radova Veleučilišta u Šibeniku, (3-4), str. 57-62. Preuzeto s: <https://hrcak.srce.hr/184520> Pristupljeno: 1. srpnja 2021.

Garcia-Esteban, M., Ansorena, D., Astiasaran, I. (2004) Comparison of modified atmosphere packaging and vacuum packaging for long period storage of dry-cured ham: Effects on colour, texture and microbiological quality. *Meat Sci.*, 67, str. 57-63.

Gök, V., Obuz, E., Akkaya, L. (2008). Effects of packaging method and storage time on the chemical, microbiological, and sensory properties of Turkish pastirma—A dry cured beef product. *Meat Sci.*, 80(2), str. 335-344.

Honikel, K. O. (1998) Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Sci.* 49(4), str. 447–457. doi:10.1016/s0309-1740(98)00034-5.

Karolyi, D. (2009) Najčešći problemi u proizvodnji pršuta. *Meso* 11, str. 134-143.

Kos, I., Mandir, A., Toić, U. (2015) Dalmatinski pršut-Oznaka zemljopisnog podrijetla, Specifikacija, Udruga dalmatinski pršut, Trilj: <https://www.prsut-vostane.hr/hr/specifikacija-dalmatinski-prsut.pdf> Pristupljeno 1. srpnja 2021.

Krvavica, M. (2006) Čimbenici kakvoće pršuta. *Meso* 7, str. 279-290.

Morales, R., Guerrero, L., Aguiar, A. P. S., Guàrdia, M. D., Gou, P. (2013) Factors affecting dry-cured ham consumer acceptability. *Meat Sci.*, 95(3), str. 652-657.

Nur Hanani, Z.A., Roos, Y.H., Kerry, J.P. (2014) Use and application of gelatin as potential biodegradable packaging materials for food products, *International Journal of Biological Macromolecules* 71, str. 94-102

Parra, V., Viguera, J., Sánchez, J., Peinado, J., Espárrago, F., Gutierrez, J. I., Andrés, A. I. (2010) Modified atmosphere packaging and vacuum packaging for long period chilled storage of dry-cured Iberian ham. *Meat Sci*, 84(4), str. 760-768.

Parra, V., Viguera, J., Sánchez, J., Peinado, J., Espárrago, F., Gutierrez, J. I., & Andrés, A. I. (2012). Effect of exposure to light on physico-chemical quality attributes of sliced dry-cured Iberian ham under different packaging systems. *Meat Sci*, 90(1), str. 236-243.

Pérez-Alvarez, J.A., Sayas-Barberá, M.E., Fernández-López, J., Gago-Gago, M.A., PagánMoreno, M.J., Aranda-Catalá, V. (1998) Chemical and color characteristics of spanish drycured ham at the end of the aging process. *J. Muscle Foods*. 10, str. 195–201.

Pérez-Palacios, T., Ruiz, J., Martín, D., Barat, J. M., Antequera, T. (2011). Pre-cure Freezing Effect on Physicochemical, Texture and Sensory Characteristics of Iberian Ham. *Food Sci. Technol. Int* 17, str. 127–133. doi:10.1177/1082013210381435

Pravilnik o mesnim proizvodima (2018) Narodne novine 62, Zagreb.

Reitznerová, A., Šuleková, M., Nagy, J., Marcinčák, S., Semjon, B., Čertik, M., Klemková, T. (2017) Lipid Peroxidation Process in Meat and Meat Products: A Comparison Study of Malondialdehyde Determination between Modified 2-Thiobarbituric Acid Spectrophotometric Method and Reverse-Phase High-Performance Liquid Chromatography. *Molecules* 22, str. 1-12. doi:10.3390/molecules22111988

Rhim J-W, Park H-M, Ha C-S (2013), Bio-nanocomposites for Food Packaging Applications, *Progress in Polymer Science*

Rhim, J.W., Hong, S.I., Ha, C.S. (2009) Tensile, water vapour barrier and antimicrobial properties of PLA/nanoclay composite films. *LWT- Food Sc. Tech.*, str. 612-617.

Sodergard A., Stolt M. (2002) ; Properties of lactic acid based polymers and their correlation with composition; *Prog. Polym. Sci.*

Šimat, V., Maršić-Lučić, J., Bogdanović, T., Dokoza, M. (2009) Oksidacija masti u ribi i ribljim proizvodima. *Meso 11*, str. 345-351.

Ukmar, R., Đurkin, I., Maltar, Z., Kralik, G., Petricevic, A., Kušec, G. (2008) Mesnatost i sastav klaonicki obrađenih trupova svinja u Hrvatskoj. *Meso 10*, str. 422-428

Vujković, I., Galić, K., Vereš, M. (2007) Ambalaža za pakiranje namirnica. Sveučilišni udžbenik, Tectus, Zagreb, 174-185, str. 412-413

Yiu, H., Wai-Kit, N., Rogers, R. (2001) *Meat Science and Application*. CRC Press.



## Izjava o izvornosti

Izjavljujem da je ovaj završni rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.



ime i prezime studenta