

# Fizikalna svojstva i oksidativni status dalmatinske pečenice proizvedene u različitim tehnološkim uvjetima

Krvavica<sup>1</sup>, M., M. Jelić<sup>1,3</sup>, A. Velić<sup>1</sup>, M. Lučin<sup>1</sup>, J. Gajdoš Kljusurić<sup>2</sup>

Originalni znanstveni rad

## SAŽETAK

S ciljem utvrđivanja specifičnosti tehnologije prerade te standardizacije tehnologije i kvalitete tradicionalne dalmatinske pečenice, u tri preradbeno objekta na području Dalmacije provedena su istraživanja odlika tehnologije prerade, fizikalnih svojstava sirovine i gotovog proizvoda te je kao pokazatelj ispravnosti proizvoda i primijenjene tehnologije, utvrđena razina lipidne oksidacije tradicionalne dalmatinske pečenice. Tijekom provedbe istraživanja evidentirani su detalji tehnoloških postupaka koji se u sva tri objekta provode na isti ili vrlo sličan način te postupci specifični za svaki objekt (duljina faze soljenja: objekt A i C – 3 dana, objekt B – 7 dana; duljina faze sušenja/zrenja: objekt A – 45 dana, objekt B – 49 dana, objekt C – 64 dana) kao i mikroklimatski parametri u objektima (temperatura, vlažnost i strujanje zraka). Na temelju utvrđenih razlika u tehnologiji izvršeno je grupiranje uzoraka pečenice u 7 grupa raspoređeno u 3 objekta: 1. Nitritna sol (NS), <3,5kg (početna masa), 3+45 d (faza soljenja + faza sušenja/zrenja u danima); 2. Morska sol (MS), početna masa >3,5 kg, 3+45 d; 3. NS, <3,5 kg, 7+49 d; 4. Nitritna sol+začin (NS+Z); >3,5 kg, 7+49 d; 5. NS+Z; <3,5 kg, 7+49 d; 6. NS+Z; >3,5 kg, 7+49 d; 7. MS, >3,5 kg, 3+64 d). Tijekom prerade su praćeni sljedeći tehnološki parametri: kvaliteta sirovine (podrijetlo, početna masa, pH) kalo po pojedinim fazama prerade (soljenje i sušenje/zrenje), ukupni kalo prerade, kvaliteta zrele pečenice (masa, duljina, pH,  $a_w$ ) te je na temelju TBA testa utvrđena lipidna oksidativna stabilnost zrele dalmatinske pečenice. Analizom rezultata istraživanja je utvrđeno: tehnologija prerade se razlikuje po objektima u načinu soljenja (satojcima salamure i duljini faze soljenja) i duljini faze sušenja/zrenja; kvaliteta sirovine je uglavnom bila ujednačena (meso svinja klase E ili S, slične pH vrijednosti – prosjek 5,39), sličnih početnih masa (od 3,52 kg u objektu B do 3,81 kg u objektu A), osim u objektu C (4,5 kg); značajne razlike ( $P < 0,05$ ) u kalu sušenja/zrenja (S/Z) i ukupnom kalu (U) prerade utvrđene su između objekta A (kalo-S/Z 30,89%; kalo-U 32,78%) te objekata B (kalo-S/Z 39,18%; kalo-U 43,07%) i C (kalo-S/Z 40,43%; kalo-U 42,09%); pH zrele pečenice je bio sličan u sva tri objekta i svim grupama uzoraka; značajno veći  $a_w$  utvrđen je u pečenici iz objekta A (0,93) u odnosu na objekte B (0,88) i C (0,87); udio malonaldehida u uzorcima pečenice bio je značajno veći u objektu C (0,31 mg/kg) nego u objektima B i A što može biti posljedica specifičnosti u tehnologiji prerade (najdulja faza sušenja/zrenja i soljenje isključivo morskom solju u objektu C). S obzirom da se dalmatinska pečenica u većini faza prerade (osim faze soljenja/salamurenja) proizvodi u prirodnim mikroklimatskim uvjetima, sudeći prema ostvarenoj razini aktivnosti vode, kao i niskoj razini lipidne oksidacije u zreлом proizvodu, može se zaključiti da je tradicionalna dalmatinska pečenica siguran proizvod koji zadovoljava sve uvjete propisane za trajne suhomesnate proizvode. No, s obzirom na razlike u proizvodnji, svakako u tom pravcu treba nastaviti istraživanja kako bi se standardizirala tehnologija te ujednačila i unaprijedila kvaliteta dalmatinske pečenice.

**Ključne riječi:** dalmatinska pečenica, fizikalna svojstva, oksidacija lipida, TBA test

## UVOD

U mediteranskom dijelu Europe danas se može naći veliki broj različitih tradicionalnih tajnih suhomesnatih proizvoda od svinjskog mesa čije odlike ovise o velikom broju čimbenika, ali se međusobne razlike istih ili sličnih tipova proizvoda odnose prije svega na poseban tradicionalan način proizvodnje te utjecaj posebnih odlika zemljopisnog područja proizvodnje.

Dalmatinska pečenica je tradicionalni trajni suhomesnati proizvod od svinjskog mesa koji se od davnina proizvodi u Dalmaciji na specifičan način, a posebni zemljopisni uvjeti dalmatinskog krša, prije svega specifična mediteranska klima sa značajnim utjecajem submediteranske, a u nekim dijelovima i kontinentalne klime, koju odlikuju prije svega česta izmjena vjetrova (toplog i vlažnog juga te hladne i snažne bure) doprinijeli su

<sup>1</sup> Doc.dr.sc. Marina Krvavica, prof.v.š.; dr.sc.Marko Jelić, prof.v.š.; Anita Velić, bacc.ing.preh.teh.; Marija Lučin, studentica Poljoprivrede krša – stočarstvo krša, Veleučilište „Marko Marulić“, Petra Krešimira IV 30, 22300 Knin, mkrvavica@veleknin.hr

<sup>2</sup> Prof.dr.sc. Jasenka Gajdoš Kljusurić, Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno biotehnoški fakultet, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

<sup>3</sup> Agronomski i prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Mostaru, Biskupa Čule bb, 88000 Mostar, BiH; Visoka škola za menadžment i dizajn ASPIRA, Mike Tripala 6, 21000 Split

Autor za korespondenciju: mkrvavica@veleknin.hr

činjenici da se dalmatinska pečenica razlikuje i izdvaja od sličnih proizvoda u drugim priobalnim područjima Hrvatske i Mediterana.

Dalmatinska pečenica je proizvod koji pripada skupini trajnih suhomesnatih proizvoda, a s obzirom na tehnologiju prerade i odlike proizvoda slična je suhoj svinjskoj pečenici definiranoj čl. 39. do 41. Pravilnika o mesnim proizvodima (NN 131/12). Međutim, sve autohtone i tradicionalne proizvode, kao što je i dalmatinska pečenica, odlikuju specifičnosti u tehnološkim postupcima, odlikama sirovine, posebnostima klime područja na kojem se proizvode itd., pa su krajnji proizvodi uvijek po nekim karakteristikama posebni. Usporedbe radi, na području Istre se proizvodi sličan autohtoni proizvod pod nazivom „Žlomprt“, koji se proizvodi kao trajni ili polutrajni proizvod, koji se, za razliku od dalmatinske pečenice, proizvodi suhim salamurenjem smjesom krupne (70%) i sitne morske soli (30%) i prirodnih začina, bez aditiva i bez dimljenja (Božac, 2006). U proizvodnji dalmatinske pečenice koristi se isključivo sol krupne granulacije, te različiti dozvoljeni konzervansi i aditivi uz obveznu primjenu dima u početnoj fazi sušenja. Naime, podatci iz starije literature govore o uporabi „salitre“ (nitrata) u procesu soljenja svinjskog i ovčjeg mesa u kućnoj radinosti (Marijanović-Radica, 1939), što s povijesnog gledišta daje legitimitet uporabi konzervansa u proizvodnji tradicionalnih trajnih suhomesnatih proizvoda Dalmacije. Nadalje, proizvodi slični dalmatinskoj pečenici, proizvode se i u drugim mediteranskim zemljama (ali i drugim dijelovima Europe i svijeta), no odlike sirovine i pojedini tehnološki postupci su gotovo u pravilu različiti (Lorenzo i Purriños, 2013; Stadnik i sur., 2014; Pateiro i sur., 2015; Seong i sur., 2015).

S obzirom na specifičnost i prepoznatljivost dalmatinske pečenice na našem tržištu, osobito tržištu Dalmacije, cilj ovog rada je bio prije svega utvrditi specifičnosti u načinu njene proizvodnje, te tehnološka (fizikalna) svojstva sirovine i gotovog proizvoda, budući da u dostupnim bazama podataka nisu pronađeni nikakvi podatci o tehnologiji i kvaliteti dalmatinske pečenice. Nadalje, s obzirom da se većina tehnoloških faza prerade odvija u prirodnim uvjetima, a i pojedini tehnološki postupci u preradi su bitno različiti (postupci soljenja, duljina procesa prerade i pojedinih faza prerade) utvrđen je i stupanj lipidne oksidacije finalnih proizvoda, kao potencijalni indikator kvalitete tehnoloških postupaka i uvjeta proizvodnje dalmatinske pečenice.

## MATERIJAL I METODE

Istraživanje tehnoloških svojstava i stupnja lipidne oksidacije dalmatinske pečenice provedeno je u tri preradbeno objekta na području tri dalmatinske županije (Zadarska, Šibensko-kninska i Splitsko-dalmatinska županija). Tijekom provedbe istraživanja evidentirani su

detalji tehnoloških postupaka koji se u sva tri objekta provode na isti ili vrlo sličan način te postupci specifični za svaki objekt kao i mikroklimatski parametri u objektima (temperatura, vlažnost i strujanje zraka). Na temelju utvrđenih razlika osmišljen je plan provedbe istraživanja prema kojem su uzorci podijeljeni u grupe kako je navedeno u tablici 1.

### Tehnologija proizvodnje dalmatinske pečenice:

**Rasijecanje i obrada sirovine** – kao sirovina u proizvodnji dalmatinske pečenice se koristio dugi leđni mišić (*m. longissimus dorsi*, MLD) zaklanih svinja iz komercijalnog uzgoja, trgovačke klase E ili S (čl. 9. Pravilnika o razvrstavanju i označavanju svinjskih trupova, NN 45/2014; Prilog IV., točki B., podtočka IV. Uredbe (EU) br. 1308/2013). U proizvodnji dalmatinske pečenice koriste se isključivo svježe ohlađene svinjske polovice svinja, zaklanih najmanje 24 i najviše 72 sata prije početka procesa prerade. MLD se od svinjske polovice, odnosno dijela leđa i slabina (kaudalno rez između zadnjeg slabinskog i prvog križnog kralješka, kranijalno rez između 5. i 6. rebra, ventralno rez paralelno s kralježnicom), odvaja pažljivim rezom duž kralježnice tako da se od kralježnice u potpunosti odvoji dugi leđni mišić (MLD). Duljina tako oblikovane sirove pečenice iznosila je 42 do 68 cm, a masa od 2,47 do 5,51 kg. Mišić se potom detaljno pregledao, a pažljivim obrezivanjem s površine je odstranjeno vidljivo površinsko masno i vezivno tkivo. Oblikovani mišići su bili bez vidljivih znakova kontuzije, zarezotina i visećih dijelova. Prije stavljanja u proces soljenja/salamurenja, oblikovana sirova pečenica je kondicionirana do postizanja temperature od +3 do +4°C u sredini mišića, odnosno do ±0°C na površini, te je ubodnim pH-metrom izmjeren pH svakog pojedinačnog mišića.

**Soljenje/salamurenje** – neposredno prije soljenja/salamurenja, vaganjem je utvrđena masa svake pojedinačne sirove pečenice, nakon čega je obavljeno soljenje/salamurenje prema planiranoj shemi iz tablice 1. Soljenje je obavljeno čistom morskom solju krupne granulacije, a salamurenje smjesom morske soli, nitritne soli i komercijalne mješavine začina i aditiva. Postupak suhog soljenja/salamurenja izvršen je na način naveden u tablici 1. Salamurenje nitritnom solju obavljeno je mješavinom komercijalne nitritne soli (94,5-98,5% NaCl i 0,5-0,6% NaNO<sub>3</sub>) i morske soli krupne granulacije u omjeru 50:50 (NS). Smjesa nitritne soli i začina sastojala se od prethodne smjese nitritne i morske soli (NS) u koju je dodana komercijalna mješavina začina i aditiva za mesne prerađevine (mješavina prirodnih začina, glukoze, laktoze, pojačivača okusa E 316, K-nitrat E 262, ekstrakti začina), na način da je u 8 kg smjese NS dodano 1,05 kg navedenog začina (NS+Z). Soljenje/salamurenje je obavljeno ručnim utrljavanjem neodređene količine

sol/salamure po površini mesa, na inox stolu za soljenje. Nakon obavljenog soljenja/salamurenja, preostala količina soli/salamure je izvagana, te je izračunat utrošak soli/salamure po kg sirovine, koji je iznosio od 5,14 do 7,61% (tablica 1). Soljenje/salamurenje je obavljeno u rashladnim komorama stabilnih mikroklimatskih uvjeta (temperatura +4°C, vlažnost zraka 95-90%) u trajanju od 3-7 dana (tablica 1). Nakon soljenja, pečenice su oprane mlazom vode te „kondicionirane“ (cijedenje, površinsko sušenje, temperiranje) u trajanju od 24 sata u prostoriji za sušenje (+3 do +10°C, RH 85-80%).

**Sušenje/zrenje** – Nakon „kondicioniranja“ salamurenih pečenica, iste su premještene u prostoriju za dimljenje i sušenje, kontroliranih mikroklimatskih uvjeta (oscilacije temperature zraka +10±8°C, vlažnosti zraka 85±10%, strujanja zraka 0,03±0,01 m/s). Blago dimljenje hladnim dimom temperature do 22°C (lokalne vrste tzv. tvrdog drva, kao što su grab, primorski hrast, hrast medunac i sl.) obavljeno je u sva tri objekta, u trajanju od 4-6 dana u početnoj fazi procesa sušenja (objekt C i A - 4 dana, objekt B - 6 dana), odnosno višekratno tijekom prvih 20 dana postupka i to isključivo za vlažnog vremena (kiša i jugo), nakon čega je faza sušenja i zrenja nastavljena narednih 45 do 64 dana (tablica 1). Cjelokupni postupak prerade dalmatinske pečenice trajao je ovisno o objektu, od 47 do 67 dana (tablica 1).

### Tehnološka svojstva i razina lipidne oksidacije dalmatinske pečenice:

**Gubitak mase (kalo)** proizvoda dalmatinske pečenice tijekom preradbenog postupka utvrđen je na temelju pojedinačnog mjerenja mase svakog uzorka prije i nakon svake faze proizvodnje (objekt A n=20; objekt B n=60; objekt C n=10). Na temelju pojedinačne mase proizvoda (uzorka) na početku i na kraju svake proizvodne faze, utvrđen je gubitak mase proizvoda (%) po pojedinim proizvodnim fazama (kalo soljenja, kalo sušenja/zrenja), a na temelju pojedinačne mase sirovine na početku tehnološkog postupka i mase konačnog proizvoda, utvrđen je ukupni kalo prerade (%).

**Uzimanje uzoraka:** za potrebe provedbe planiranih analiza uzeti su uzorci zrele dalmatinske pečenice na kraju proizvodnog procesa, po 10 uzoraka (200 g) iz svake od 7 grupa proizvoda. Svi su uzorci vakimirani i zamrznuti na -18°C do provedbe planiranih analiza.

**Mjerenja pH** vrijednosti uzoraka sirove i gotove pečenice obavljena su pH-metrom CPC-501 ELMETRON (Poljska), korištenjem kombinirane ubodne pH elektrode (OSH 12-01).

**Aktivitet vode (a<sub>w</sub>)** prethodno usitnjenih uzoraka pečenice (n=5 po svakoj od 7 grupa uzoraka) utvrđen je na 23°C, korištenjem prethodno baždarenog instrumenta HygroPalm Aw1 (Rotronic, Basserdorf, Švicarska).

**Određivanje razine lipidne oksidacije** zrele dalmatinske pečenice izvršena je metodom tiobarbiturine kiseline (TBA) na n=5 uzoraka iz svake od 7 grupa uzoraka, s jednim ponavljanjem. Postupak određivanja intenziteta ružičastog pigmenta nastalog reakcijom tiobarbiturine kiseline (TBA) i malondialdehida (MDA) proveden je metodom po Lemonu (1975). Spektrofotometrijsko mjerenje izvršeno je korištenjem spektrofotometra SPE-CORD 200 (Analytic Jena AG, Njemačka) pri absorbanciji od 538 nm, a koncentracija nastalog pigmenta određena je očitanjem s baždarnog dijagrama, pri čemu su dobivene vrijednosti TBA izražene kao količina malondialdehida (MA) u mg/kg uzorka (srednja vrijednost dvije ponovljene analize).

**Statistička obrada podataka** provedena je korištenjem softverskog paketa XLSTAT (Microsoft, USA). Procjena učinka različitih tehnoloških postupaka i razlika u svojstvima sirovine na istraživane parametre izvršena je primjenom faktorske analize varijance (ANOVA), a rezultati su izraženi kao srednje vrijednosti ± standardna devijacija (SD). Razlike su prihvaćene kao statistički značajne ukoliko je vjerojatnost nul-hipoteze (izostanak učinka objekta i grupe) bila manja od 5% (P<0,05). Utvrđivanje razlike između pH sirove i zrele pečenice izvršeno je primjenom t-testa uz istu razinu signifikantnosti (P<0,05).

Koeficijenti korelacije (r) između pojedinih ispitivanih pokazatelja utvrđeni su korištenjem Correlation matrix, Pearson (n). Zaključci o vrijednosti koeficijenta korelacije r doneseni su uz razinu vjerojatnosti od 95% (P<0,05).

Analiza glavnih komponenti (PCA, bi-plot) izvršena je korištenjem tipa PCA: Pearson (n) PCA Type, uključujući maksimalno 5 filter faktora uz korištenje Varimax rotacije (broj faktora=2), distance biplot i automatskog koeficijenta.

### REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA Gubitak mase (kalo) u proizvodnji dalmatinske pečenice

Poznato je da brojni čimbenici, kao što su masa i površina proizvoda, kakvoća i pH mesa, udio masti i masnog tkiva, udio soli, mikroklimatski uvjeti prerade itd., utječu na kretanje i gubitak vode iz suhomesnatih proizvoda tijekom prerade, a time i na gubitak mase, odnosno kalo prerade (Krvavica i Đugum, 2007; Andronikov i sur., 2013). Ukupni kalo prerade dalmatinske pečenice u sva tri objekta kretao se po pojedinim uzorcima u rasponu od 26,91-49,53% (prosječno 39,99%), što je vjerojatno posljedica razlika u početnoj masi uzoraka (od 2,51-5,67 kg, prosječno 3,74 kg) te razlika u tehnološkim postupcima prerade po pojedinim objektima i gupama (tablica 1). Navedeno potvrđuje i faktorska ANOVA istraživanih svojstava dalmatinske pečenice po objektima i grupama proizvoda (tablica 2 i 3; slika



**Tablica 1.** Grupiranje uzoraka dalmatinske pečenice prema specifičnostima u tehnološkoj obradi**Table 1.** Grouping of Dalmatian dry-cured pork loin according to the specifics of the technological process

OBJEKT FACILITY	Faze prerade Processing phase	DF	Masa sirovine Initial weight kg	Postupak soljenja Wey of salting	Oznaka grupe Group	Utrošak soli/ salamure po kg mesa Consumption of salt per kg of meat		Broj uzoraka po grupi (n) Number of samples per group
						kg	%	
A	Soljenje/ salamurenje Salting	3	<3,5	NS	1	0,08	7,61	10
	Sušenje/ zrenje Drying/ ripening	45	>3,5	MS	2	0,05	5,14	10
B	Soljenje/ salamurenje Salting	7	<3,5	NS	3	0,06	5,61	15
				NS+Z	4			15
	Sušenje/ zrenje Drying/ ripening	49	>3,5	NS	5	0,06	5,90	15
				NS+Z	6			15
C	Soljenje/ salamurenje Salting	3	>3,5	MS	7	0,06	6,29	10
	Sušenje/ zrenje Drying/ ripening	64						

DF–duljina faze u danima (Lenth of phases in days); NS – nitritna sol (Nitrite salt); MS – morska sol (Sea salt); NS+Z – Nitritna sol + mješavina začina i konzervansa (Nitrite salt + mixture od seasoning and additives)

1) iz kojih je vidljivo da su utvrđene razlike bile i statistički značajne ( $P < 0,05$ ). Ukupni kalo pečenice utvrđen u objektu A (32,78%), u kojemu je proces prerade trajao najkraće (48 dana), bio je značajno manji nego u objektima B (43,07%) i C (42,09%) u kojima je čitav proces prerade trajao 56 (objekt B) i 67 (objekt C) dana. Najveći utjecaj na ukupni kalo u pojedinim objektima očekivano je imala duljina faze sušenja/zrenja (A-45, B-49 i C-64 dana), što potvrđuje i značajna razlika u kalu ove faze između objekta A i druga dva objekta (B i C). Slične podatke za kalo sušenja istarskog „žlomprta“ (zrenje 3 tjedna – 34,35%; zrenje 2 mjeseca – 40,85%) navodi i Božac (2006), te Seong i sur. (2015) za kalo sušenog svinjskog karea (35,05% kod 30 dana sušenja i 47,23% kod 60 dana sušenja), a utjecaj duljine sušenja i zrenja kod drugih vrsta suhomesnatih proizvoda potvrđuju i drugi autori (Krvavica i Đugum, 2007; Krvavica i sur., 2011; Škrlep i sur., 2011; Andronikov i sur., 2013). Međutim, unatoč razlici u duljini trajanja faze soljenja (3 ili 7 dana; tablica 1), kalo soljenja nije se razlikovao po objektima (tablica 2), što nameće zaključak da utjecaj duljine djelovanja sastojaka salamure, kao i udio utrošene soli/salamure po kg mesa (tablica 1) nije značajno utjecao na kalo soljenja pečenice. Slične zaključke o učinku soli na kalo Kraškog pršuta navode

i Andronikov i sur. (2013). Početni pH sirove pečenice bio je sličan u svim objektima i grupama proizvoda, pa se i utjecaj pH na razinu kala soljenja, u ovom slučaju može isključiti. Iz tablice 4. koja prikazuje korelacije između pojedinih istraživanih parametara je vidljivo da početna masa i pH sirove pečenice nisu imale utjecaja na kalo soljenja, sušenja/zrenja i ukupni kalo prerade. S obzirom na dominantan utjecaj duljine sušenja/zrenja na kalo sušenja/zrenja (Kalo-S/Z) i ukupni kalo (Kalo-U) prerade, te razlika u duljini faze sušenja/zrenja po pojedinim objektima (tablica 1), vidljivo je da su najniži kalo sušenja/zrenja i ukupni kalo utvrđeni u objektu A u kojemu je duljina faze sušenja/zrenja i ukupna duljina procesa bili najkraći (tablica 3). Ujedno, kalo soljenja/zrenja i ukupni kalo pečenice u objektu A ( $29,01 \pm 2,28\%$  i  $30,93 \pm 2,81\%$ ) bili su značajno niži u grupi 2 koja je soljena morskom solju bez dodataka, u odnosu na grupu 1 salamurenu nitritnom solju, unatoč istom trajanju preradbenog postupka, što implicira utjecaj vrste soljenja/salamurenja, odnosno utjecaj nitritne soli na povećanje kala u fazi sušenja/zrenja i ukupnog kala. No nasuprot tome, kalo soljenja (Kalo-S) je bio sličan u svim objektima i grupama, što nameće zaključak da vrsta smjese za soljenje/salamurenje nije utjecala na kalo soljenja.

### pH i aktivitet vode ( $a_w$ ) dalmatinske pečenice

Prosječni pH sirove pečenice (24-72 sata post mortem) u svim objektima iznosio je 5,39 što je nešto niža vrijednost u odnosu na istraživanja drugih autora (Bestvina i sur., 2008; Pateiro i sur., 2015; Lorenzo i Purriños, 2013). Početni pH (pH-P) sirove pečenice bio je sličan u sva tri objekta (tablica 2) po svim grupama uzoraka (tablica 3), što ukazuje na sličnu kvalitetu sirovine u preradi dalmatinske pečenice. Međutim, za pH zrele pečenice (pH-Z) utvrđena je značajna razlika između objekta C (najviši pH-Z) i objekata A i B, za sve grupe uzoraka. Navedeno nameće pretpostavku da kombinacija produljenog zrenja i uporabe morske soli bez dodataka u fazi salamurenja, utječe na povećanje završnog pH proizvoda. Nadalje, rezultati o međusobnoj korelaciji ispitivanih parametara (tablica 4) pokazuju pozitivnu vezu između početne mase (i mase nakon soljenja) i završnog pH-Z istraživanih uzoraka pečenice, što bi se moglo objasniti povoljnijom kvalitetom mesa svinja većih završnih tjelesnih masa (početne mase pečenice  $> 3,5$  kg potječu od svinja S klase). Prosječan pH zrele dalmatinske pečenice iznosio je od 5,56 u objektu B do 5,72 u objektu C. Podatci u literaturi za krajnji pH sličnih proizvoda vrlo su varijabilni (Seong i sur., 2015; Stadnik i sur., 2012; 2014) i uz ostale čimbenike ovise značajno o načinu soljenja, odnosno sastojcima salamure (dodatak nitritne soli, askorbinske i/ili limunske kiseline ili inokulacija probioticima i sl.) te duljini zrenja. Božac (2006) navodi pH po-

**Tablica 2.** Faktorska ANOVA istraživanih svojstava dalmatinske pečenice prema objektima (srednje vrijednosti  $\pm$  SD)**Table 2.** Factor ANOVA of the Dalmatian dry-cured pork loin, by facilities (average  $\pm$  SD)

Svojstva dalmatinske pečenice Properties of the dalmatian dry-cured loin	OBJEKT / FACILITY		
	A	B	C
Masa-P (početna masa / initial weight, kg)	3,81 $\pm$ 0,67 <sup>a</sup>	3,52 $\pm$ 0,56 <sup>a</sup>	4,50 $\pm$ 0,80 <sup>b</sup>
Masa-S (masa nakon soljenja / postsalting weight, kg)	3,70 $\pm$ 0,64 <sup>a</sup>	3,42 $\pm$ 0,53 <sup>a</sup>	4,38 $\pm$ 0,78 <sup>b</sup>
Kalo-S (soljenja / salting weight loss, %)	2,49 $\pm$ 1,09 <sup>a</sup>	2,90 $\pm$ 0,99 <sup>a</sup>	2,80 $\pm$ 0,37 <sup>a</sup>
Masa-Z (završna / final weight, kg)	2,57 $\pm$ 0,51 <sup>a</sup>	2,01 $\pm$ 0,37 <sup>b</sup>	2,61 $\pm$ 0,54 <sup>a</sup>
Duljina-Z (završna / final length, cm)	55,80 $\pm$ 6,65 <sup>a</sup>	56,00 $\pm$ 3,55 <sup>a</sup>	63,80 $\pm$ 3,90 <sup>b</sup>
Kalo-S/Z (sušenja-zrenja / ripening weight loss, %)	30,89 $\pm$ 2,98 <sup>a</sup>	39,18 $\pm$ 9,72 <sup>b</sup>	40,43 $\pm$ 2,37 <sup>b</sup>
Kalo-U (ukupni / total weight loss, %)	32,78 $\pm$ 3,14 <sup>a</sup>	43,07 $\pm$ 3,07 <sup>b</sup>	42,09 $\pm$ 2,43 <sup>b</sup>
pH-P (početni / initial pH)	5,44 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>	5,38 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>	5,32 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>
pH-Z (završni / final pH)	5,59 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>	5,56 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>	5,72 $\pm$ 0,07 <sup>b</sup>
aw-Z (završni / final aw)	0,93 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>	0,88 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	0,87 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>
MA (malonaldehid / malonaldehyde, mg/kg)	0,26 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>	0,29 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>	0,31 $\pm$ 0,05 <sup>b</sup>

Različita slova unutar istog retka ukazuju na značajne razlike, prema objektima ( $P < 0,05$ )  
Different letters within the same row indicate significant differences, by facilities ( $P < 0,05$ )

lutrajnog istarskog „žlomprta“ (zrenje 3 tjedna, soljenje morskom solju bez dodataka) od čak 7,16, no podatci većine autora se kreću od 5,11 (Seong i sur., 2015) kod proizvoda tretiranog kiselinama ili probioticima (5,32; Stadnik i sur., 2012) do 5,80 kod tradicionalnih proizvoda (sušeni kare „Celta“, Španjolska; Pateiro i sur., 2015). Ne treba zanemariti ni činjenicu da niži pH proizvoda ima pozitivan učinak na trajnost proizvoda (Stadnik i sur., 2014). Razlike između početnih i završnih pH (pH-P i pH-Z) istraživane pečenice (t-test,  $P < 0,05$ ) po pojedinim objektima (tablica 2) i grupama (tablica 3) su očekivano bile značajne, osim za grupe 4 i 6 (nitritna sol+začin), te je moguće da je sastav dodane komercijalne začinske smjese utjecao na sporiji rast pH tijekom faze sušenja/zrenja pečenice.

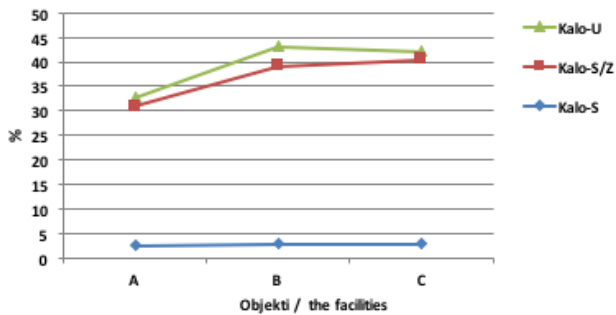
Aktivnost vode ( $a_w$ ) zrele dalmatinske pečenice prosječno je iznosila 0,89 (od 0,87 u objektu C do 0,93 u objektu A; tablica 2), uz značajnu razliku između  $a_w$  u objektu A i  $a_w$  u ostala dva objekta, u svim grupama uzoraka (tablica 3). Navedena razlika je i očekivana s obzirem na značajno kraću fazu sušenja/zrenja u objektu A (45 dana) u odnosu na objekte B i C (49 i 64 dana). Navedeno potvrđuju i rezultati o međusobnoj korelaciji ispitivanih parametara (tablica 4) koji pokazuju pozitivnu vezu između  $a_w$  i završne mase te negativnu vezu u odnosu na kalo sušenja/zrenja i ukupni kalo pečenice. Nadalje, dobiveni podatci o  $a_w$  dalmatinske pečenice u skladu su s podatcima drugih autora o  $a_w$  sličnih proizvoda koji su se ovisno o duljini sušenja i zrenja kretali od 0,84 – 0,91 kod tradicionalnih proizvoda (Pateiro i sur., 2015; Lorenzo i Purriños, 2013) i od 0,85 – 0,95 kod industrijskih proizvoda (Seong i sur., 2015; Stadnik i sur., 2012).

### Razina lipidne oksidacije (TBA test)

Faktorska ANOVA za rezultate TBA testa (udio MA mg/kg uzorka) pokazuje značajne razlike između uzoraka iz objekta C kod kojih je udio MA bio najveći (0,31 mg) i ostala dva objekta (tablica 2). Međutim, kod procjene utjecaja grupe na udio MA u uzorcima, vidljivo je da su rezultati u grupi 1 (nitritna sol+začin; masa <3,5 kg) i 2 (morska sol; masa >3,5 kg) u istom objektu A, bili međusobno različiti, što bi moglo biti rezultat kombiniranog učinka kraćeg trajanja faze sušenja/zrenja i uporabe nitritne soli. Ipak, kako je udio MA (mg/kg) u grupi A1 bio značajno manji u odnosu na sve ostale grupe (i one u kojima je također korištena nitritna sol u fazi salamurenja), moguće da veći učinak ima duljina sušenja/zrenja, nego nitritna sol ili barem kombinacija ova dva učinka. Imajući u vidu značajan utjecaj duljine sušenja/zrenja na  $a_w$  proizvoda, ali i na stupanj lipidne oksidacije (korelacija između pojedinih parametara pokazuje da, što je  $a_w$  u uzorcima bio viši, udio MA je bio niži; tablica 4), niži udio MA u uzorcima vjerojatno je rezultat učinka kraće faze sušenja/zrenja na povišenje  $a_w$ , a ne samog učinka  $a_w$  na udio MA u uzorcima. Rezultati drugih autora za TBA test sličnih proizvoda, prilično su varijabilni i uglavnom su ovisili o duljini sušenja i zrenja i tipu proizvoda. Seong i sur. (2015) za industrijski proizvod sličan pečenicu navode vrijednosti od 0,36 do 0,58 mg/kg MA, dok Ventanas i sur. (2006) za sušeni kare podrijetlom od različitih križanaca Iberijske svinje navode vrijednosti MA od 0,74 do 1,24 mg/kg. Još veće vrijednosti MA (2,6 mg/kg) navode Lorenzo i Purriños (2013) za tradicionalni „Lacon Celta“ sušeni kare koji se proizvodi bez uprabe kemijskih aditiva.

### Analiza glavnih komponenti (PCA, bi-plot) za raspodjelu objekata i promatranih parametara dalmatinske pečenice

Prema analizi glavnih komponenti (PCA) za raspodjelu objekata i istraživanih parametara pečenice, raspodjela uzorka u grupe obuhvatila je 64,65% varijabilnosti unutar objekata i grupa proizvoda (slika 2). Parametri mjerenih uzoraka su se grupirali prema objektima (A, B, C) te je vidljivo da su svi parametri mjereni u objektu A grupirani na lijevoj strani, u II. i III. kvadrantu (što ukazuje na njihovu sličnost), te da su se razdijelili ovisno o grupi (način soljenja, početna masa), tako da su se uzorci A1 (nitritna sol; početna masa <3,5 kg) grupirali u III. kvadrantu, a uzorci A2 (morska sol; početna masa >3,5 kg) u II kvadrantu. Objekt C se grupirao u prvom kvadrantu, a ovisno o grupi u I. i IV. kvadrantu su se grupirali uzorci iz objekta B. Navedeno znači da su parametri uzoraka C i B2 različiti od parametara uzoraka A1, a parametri uzoraka A2 različiti od uzoraka iz objekta B. Osim grupiranja uzoraka, PCA pokazuje i udio istraživanih parametara u grupiranju uzoraka, odnosno prva glavna komponenta (D1) s tri istraživana parametara, kalo sušenja/zrenja (S/Z), ukupni kalo (U) i  $a_w$  zrele pečenice (Z), sudjeluju s



Kalo S-soljenja (weight loss of salting), Kalo S/Z-sušenja/zrenja (weight loss of drying/ripening), Kalo U-ukupan (total weight loss)

**Slika 1.** Kalo prerade po fazama i ukupni kalo dalmatinske pečenice po pojedinim objektima, %

**Figure 1.** Weight loss by the processing phases and total weight loss of the Dalmatian dry-cured loin, by facilities, %

32,48% u pojašnjenju varijacija u promatranoj grupi podataka. Druga glavna komponenta (D2) s dominantnim parametrima, početna masa (MP) i masa nakon soljenja (MS), pojašnjava 32,17% varijacija u promatranoj grupi podataka. Vidljivo je da su početni pH (pH-P) i  $a_w$ -Z zrele pečenice uzoraka iz objekta A, u grupi A<sub>1</sub> (nitritna sol; početna masa <3,5 kg) i grupi A<sub>2</sub> (morska sol; početna masa >3,5 kg) koji se nalaze u III kvadrantu, različiti. Navedena raspodjela objekata po kvadrantima ukazuje da su istraživani parametri označeni crvenom linijom (kalo soljenja, pH zrele pečenice i udio MA), odnosno vjerovatno kombinacija ovih parametara u objektu C bili dominantni i različiti u odnosu na parametre u objektu A, ali i parametre u objektu B. S obzirom na dominantnost svojstva - udio MA (mg/kg) u objektu C, moglo bi se pretpostaviti da su duljina faze sušenja/zrenja (64 dana)

**Tablica 3.** Faktorska ANOVA prema grupama dalmatinske pečenice (srednje vrijednosti ± SD)

**Table 3.** Factor ANOVA of the Dalmatian dry-cured pork loin, by groups (average ± SD)

Svojstva Properties	Objekti i grupe uzoraka / Facilities and Groups of samples						
	A		B				C
	1	2	3	4	5	6	7
Masa-P, kg	3,19±0,05 <sup>b</sup>	4,42±0,21 <sup>d</sup>	3,34±0,11 <sup>b</sup>	4,02±0,41 <sup>c</sup>	2,84±0,31 <sup>a</sup>	3,90±0,35 <sup>c</sup>	4,50±0,80 <sup>d</sup>
Masa-S, kg	3,10±0,05 <sup>b</sup>	4,30±0,17 <sup>d</sup>	3,22±0,10 <sup>b</sup>	3,87±0,38 <sup>c</sup>	2,78±0,29 <sup>a</sup>	3,80±0,35 <sup>c</sup>	4,38±0,78 <sup>d</sup>
Masa-Z, kg	2,08±0,09 <sup>b</sup>	3,05±0,06 <sup>d</sup>	1,84±0,08 <sup>a</sup>	2,29±0,25 <sup>c</sup>	1,61±0,16 <sup>a</sup>	2,30±0,35 <sup>c</sup>	2,61±0,54 <sup>d</sup>
Kalo-S, %	2,26±1,26 <sup>a</sup>	2,73±0,98 <sup>a</sup>	3,47±0,86 <sup>a</sup>	3,67±0,55 <sup>a</sup>	2,00±0,55 <sup>a</sup>	2,48±0,95 <sup>a</sup>	2,80±0,37 <sup>a</sup>
Kalo-S/Z, %	32,78±2,42 <sup>b</sup>	29,01±2,28 <sup>a</sup>	42,85±2,19 <sup>c</sup>	40,85±1,25 <sup>c</sup>	42,03±3,81 <sup>c</sup>	41,34±3,13 <sup>c</sup>	40,43±2,37 <sup>c</sup>
Kalo-U, %	34,64±2,38 <sup>b</sup>	30,93±2,81 <sup>d</sup>	44,84±1,77 <sup>c</sup>	43,03±1,17 <sup>c</sup>	43,18±3,9 <sup>c</sup>	41,23±4,1 <sup>c</sup>	42,09±2,43 <sup>c</sup>
Duljina-Z, cm	50,80±4,87 <sup>a</sup>	60,80±3,63 <sup>d</sup>	53,60±3,85 <sup>b</sup>	59,80±3,11 <sup>c</sup>	54,00±1,00 <sup>b</sup>	56,60±1,95 <sup>c</sup>	63,80±3,90 <sup>d</sup>
pH-P	5,41±0,10 <sup>a</sup>	5,46±0,12 <sup>a</sup>	5,35±0,14 <sup>a</sup>	5,36±0,06 <sup>a</sup>	5,35±0,09 <sup>a</sup>	5,47±0,14 <sup>a</sup>	5,32±0,06 <sup>a</sup>
pH-Z	5,59±0,13 <sup>b</sup>	5,58±0,11 <sup>b</sup>	5,62±0,08 <sup>b</sup>	5,57±0,06 <sup>b</sup>	5,50±0,07 <sup>b</sup>	5,53±0,16 <sup>b</sup>	5,72±0,07 <sup>a</sup>
aw-Z	0,92±0,02 <sup>b</sup>	0,93±0,00 <sup>b</sup>	0,87±0,01 <sup>a</sup>	0,88±0,01 <sup>a</sup>	0,87±0,01 <sup>a</sup>	0,88±0,01 <sup>a</sup>	0,87±0,01 <sup>a</sup>
MA, mg/kg	0,22±0,03 <sup>b</sup>	0,30±0,06 <sup>a</sup>	0,30±0,06 <sup>a</sup>	0,30±0,05 <sup>a</sup>	0,28±0,07 <sup>a</sup>	0,28±0,08 <sup>a</sup>	0,31±0,05 <sup>a</sup>

Različita slova unutar istog retka ukazuju na značajne razlike, prema grupi ( $p < 0,05$ ) / Different letters within the same row indicate significant differences, by group ( $P < 0,05$ )

Grupe: 1. Nitritna sol (NS), <3,5kg (početna masa), 3+45 d (faza soljenja + faza sušenja/zrenja u danima); 2. Morska sol (MS), >3,5 kg, 3+45 d; 3. NS, <3,5 kg, 7+49 d; 4. Nitritna sol+začin (NS+Z); >3,5 kg, 7+49 d; 5. NS+Z; <3,5 kg, 7+49 d; 6. NS+Z; >3,5 kg, 7+49 d; 7. MS, >3,5 kg, 3+64 d) / Groups: 1. Nitrit salt (NS), <3,5kg (initial weight), 3+45 d (salting + drying/ripening phases in days); 2. Sea salt (MS), >3,5 kg, 3+45 d; 3. NS, <3,5 kg, 7+49 d; 4. Nitrit salt+seasonings (NS+Z); >3,5 kg, 7+49 d; 5. NS+Z; <3,5 kg, 7+49 d; 6. NS+Z; >3,5 kg, 7+49 d; 7. MS, >3,5 kg, 3+64 d)

Masa P-početna (initial weight), Masa S-nakon soljenja (post salting weight), Masa Z-završna (final weight), Kalo S-soljenja (weight loss of salting), Kalo S/Z-sušenja/zrenja (weight loss of drying/ripening), Kalo U-ukupan (total weight loss), Duljina Z-završna (final length), P-početna (initial), Z-završna (final), MA-malonaldehid (malonaldehyde)

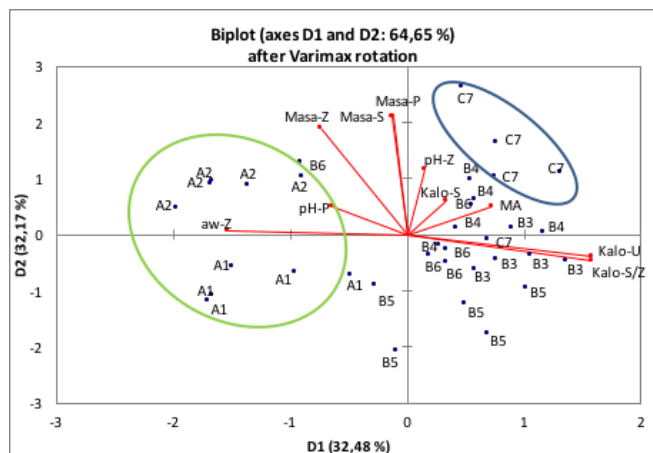
**Tablica 4.** Korelacije između istraživanih parametara dalmatinske pečenice

**Table 4.** Correlations between the studied parameters of Dalmatian dry-cured loin

Varijable Variables	Masa-P kg	Masa-S kg	Kalo S (%)	Masa-Z kg	Kalo Z (%)	Kalo U (%)	pH P	pH Z	aw Z	MA, mg/kg
Masa-P, kg	<b>1</b>	<b>0,9990</b>	0,2167	<b>0,9160</b>	-0,2625	-0,2387	0,1710	<b>0,3853</b>	0,0969	0,1692
Masa-S, kg	<b>0,9990</b>	<b>1</b>	0,1730	<b>0,9204</b>	-0,2706	-0,2507	0,1751	<b>0,3829</b>	0,1005	0,1782
Kalo-S, %	0,2167	0,1730	<b>1</b>	0,0861	0,1170	0,2065	0,0053	0,1646	-0,0402	-0,1465
Masa-Z, kg	<b>0,9160</b>	<b>0,9204</b>	0,0861	<b>1</b>	<b>-0,6215</b>	<b>-0,6043</b>	0,2675	0,3017	<b>0,4220</b>	0,0518
Kalo-S/Z, %	-0,2625	-0,2706	0,1170	<b>-0,6215</b>	<b>1</b>	<b>0,9959</b>	-0,3068	-0,0083	<b>-0,8548</b>	0,2577
Kalo-U, %	-0,2387	-0,2507	0,2065	<b>-0,6043</b>	<b>0,9959</b>	<b>1</b>	-0,3017	0,0058	<b>-0,8456</b>	0,2395
pH-P	0,1710	0,1751	0,0053	0,2675	-0,3068	-0,3017	<b>1</b>	0,3309	0,3060	-0,2021
pH-Z	<b>0,3853</b>	<b>0,3829</b>	0,1646	0,3017	-0,0083	0,0058	0,3309	<b>1</b>	-0,0758	-0,0540
aw-Z	0,0969	0,1005	-0,0402	<b>0,4220</b>	<b>-0,8548</b>	<b>-0,8456</b>	0,3060	-0,0758	<b>1</b>	<b>-0,3437</b>
MA, mg/kg	0,1692	0,1782	-0,1465	0,0518	0,2577	0,2395	-0,2021	-0,0540	<b>-0,3437</b>	<b>1</b>

Vrijednosti u boldu su različite od 0 na razini signifikantnosti  $P < 0,05$  / The values in bold are different from 0 ( $P < 0,05$ )

Masa P-početna (initial weight), Masa S-nakon soljenja (post salting weight), Masa Z-završna (final weight), Kalo S-soljenja (weight loss of salting), Kalo S/Z-sušenja/zrenja (weight loss of drying/ripening), Kalo U-ukupan (total weight loss), P-početni (initial), Z-završni (final), MA-malonaldehid (malonaldehyde)



Objekti (facilities): A, B, C; Grupe: A1. Nitritna sol (NS), <3,5kg (početna masa), 3+45 d (faza soljenja + faza sušenja/zrenja u danima); A2. Morska sol (MS), >3,5 kg, 3+45 d; B3. NS, <3,5 kg, 7+49 d; B4. Nitritna sol+začin (NS+Z); >3,5 kg, 7+49 d; B5. NS+Z; <3,5 kg, 7+49 d; B6. NS+Z; >3,5 kg, 7+49 d; C7. MS, >3,5 kg, 3+64 d)  
 Groups: A1. Nitrit salt (NS), <3,5kg (initial weight), 3+45 d (salting + drying/ripening phases in days); A2. Sea salt (MS), >3,5 kg, 3+45 d; B3. NS, <3,5 kg, 7+49 d; B4. Nitrit salt+seasonings (NS+Z); >3,5 kg, 7+49 d; B5. NS+Z; <3,5 kg, 7+49 d; B6. NS+Z; >3,5 kg, 7+49 d; C7. MS, >3,5 kg, 3+64 d)  
 Masa P-početna (initial weight), Masa S-nakon soljenja (post salting weight), Masa Z-završna (final weight), Kalo S-soljenja (weight loss of salting), Kalo S/Z-sušenja/zrenja (weight loss of drying/ripening), Kalo U-ukupni (total weight loss), P-početni (initial), Z-završni (final), MA-malonaldehid (malonaldehyde)

**Slika 2.** Analiza glavnih komponenti (PCA) za raspodjelu objekata i istraživanih parametra dalmatinske pečenice

**Figure 2.** Principal component analysis (PCA) for distribution of facilities and the studied parameters of Dalmatian dry-cured loin

te primjena čiste morske soli u fazi soljenja, utjecali na povećanje razine lipidne oksidacije u ovog grupi uzoraka (što implicira i faktorska ANOVA za grupe, tablica 3). Nadalje, početna masa (Masa-P), masa nakon soljenja (Masa-S) i završna masa pečenice (Masa-Z) bili su sličniji u objektima C i A, u odnosu na objekt B, dok je ukupni kalo (Kalo-U) i kalo sušenja/zrenja (Kalo-S/Z) u objektu B bili dominantni i različiti u odnosu na objekt A, grupu 1 (A1). Dominacija i međuovisnost početne mase (Masa-P) i mase nakon soljenja (Masa-S), te kala sušenja/zrenja (Kalo-Z) i ukupnog kala (Kalo-U) vidljiva je i iz podataka koeficijenata glavnih komponenti (tablica 5) i podataka o korelaciji između varijabli i faktora (tablica 6) nakon Varimax rotacije. Isto tako se iz grafa 2 može uočiti da se uzorci iz grupe A1 (IV kvadrant) razlikuju od uzoraka iz grupe A2 (III kvadrant) i to za parametre  $aw-Z$  i  $pH-P$ , što ukazuje na mogući utjecaj načina soljenja, na završni  $aw$ , ali i početne mase pečenice na početni  $pH$ .

PCA se pokazala vrlo primjenjivom u raspodjeli uzoraka prema objektima i promatranju opterećenja pojedinih uzoraka kroz praćene parametre (Masa-P, Masa-S, Kalo-S, Masa-Z, Duljina-Z, Kalo-S/Z, Kalo-U,  $pH-P$ ,  $pH-Z$ ,  $aw-Z$ , MA). Osim toga, ovom analizom je istovremeno promatrano međudjelovanje praćenih uzoraka i mjerenih parametara te se pokazao kao vrlo koristan alat u promatranju sustava s više varijabli.

**Tablica 5.** Koeficijenti glavnih komponenti nakon Varimax rotacije  
**Table 5.** Component score coefficients after Varimax rotation

Istraživani parametri dalmatinske pečenice Parameters	D1	D2
Masa-P (početna masa / initial weight, kg)	0,0596	<b>0,3187</b>
Masa-S (masa nakon soljenja / postsalting weight, kg)	0,0559	<b>0,3166</b>
Kalo-S (soljenja / salting weight loss, %)	0,0903	0,1094
Masa-Z (završna / final weight, kg)	-0,0727	0,2529
Kalo-Z (sušenja-zrenja / ripening weight loss, %)	<b>0,2940</b>	0,0095
Kalo-U (ukupni /total weight loss, %)	<b>0,2978</b>	0,0193
$pH-P$ (početni / initial $pH$ )	-0,1077	0,0443
$pH-Z$ (završni / final $pH$ )	0,0757	0,1871
$aw-Z$ (završni / final $aw$ )	-0,3008	-0,0672
MA (malonaldehid / malonaldehyde, mg/kg)	0,1628	0,1144

D1 i D2-glavne komponente s dominantnim parametrima (principal components with dominant parameters). Vrijednosti u boldu su dominantne (the values in bold are dominant).

**Tablica 6.** Korelacije između varijabli i faktora nakon Varimax rotacije  
**Table 6.** Correlations between the variables and factors after Varimax rotation

Istraživani parametri dalmatinske pečenice Parameters	D1	D2
Masa-P (početna masa / initial weight, kg)	-0,0706	<b>0,9757</b>
Masa-S (masa nakon soljenja / postsalting weight, kg)	-0,0811	<b>0,9723</b>
Kalo-S (soljenja / salting weight loss, %)	0,2027	0,2771
Masa-Z (završna / final weight, kg)	-0,4460	0,8739
Kalo-Z (sušenja-zrenja / ripening weight loss, %)	<b>0,9470</b>	-0,2132
Kalo-U (ukupni / total weight loss, %)	<b>0,9512</b>	-0,1849
$pH-P$ (početni / initial $pH$ )	-0,3866	0,2319
$pH-Z$ (završni / final $pH$ )	0,0907	0,5390
$aw-Z$ (završni / final $aw$ )	-0,9215	0,0334
MA (malonaldehid/malonaldehyde, mg/kg)	0,4340	0,2329

D1 i D2-glavne komponente s dominantnim parametrima (principal components with dominant parameters). Vrijednosti u boldu su dominantne (the values in bold are dominant).

## ZAKLJUČAK

S obzirom na specifičnosti u tehnologiji proizvodnje (osobito obvezna primjena blage doze hladnog dima u početnoj fazi sušenja, proizvedenog od odabranih lokalnih vrsta tzv. tvrdog drveta) i posebnih klimatskih uvjeta Dalmacije, tradicionalna dalmatinska pečenica spada u red trajnih suhomesnatih proizvoda prepoznatljive kvalitete. Kvaliteta sirovog mesa (meso zrelih svinja klase S i E,  $pH$ , početna masa pečenice) zadovoljava u potpunosti uvjete za proizvodnju visoko kvalitetnog proizvoda. S obzirom da se dalmatinska pečenica u većini faza prerade (osim faze soljenja/salamurenja) proizvodi u prirodnim mikroklimatskim uvjetima, sudeći prema ostvarenoj razini aktivnosti vode, kao i niskoj razini lipidne oksidacije u zreлом proizvodu, može se zaključiti da je tradicionalna dalmatinska pečenica siguran proizvod koji zadovoljava sve uvjete propisane za trajne suhomesnate proizvode. Međutim, kako do sada nisu provedena značajnija istraživanja tehnologije i kvalitete dalmatinske pečenice, te s obzirom na prilične razlike u primjeni pojedinih tehnoloških postupaka, svakako u tom pravcu treba nastaviti istraživanja, kako bi se standardizirala tehnologija te ujednačila i unaprijedila kvaliteta dalmatinske pečenice.



## LITERATURA

- Andronikov, D., L. Gašperlin, T. Polak, B. Žlender (2013).** Texture and Quality Parameters of Slovenian Dry-Cured Ham Kraški pršut According to Mass and Salt Levels. *Food Technology and Biotechnology* 51, 112-122.
- Anonimno (2012).** Pravilnik o mesnim proizvodima. Narodne novine broj 131/2012.
- Anonimno (2014).** Pravilnik o razvrstavanju i označavanju svinjskih trupova. Narodne novine broj 45/2014.
- Anonimno (2013).** UREDBA (EU) br. 1308/2013 EUROPSKOG PARLAMENTA I VIJEĆA. SL EU L 347/671.
- Bestvina, N., D. Hanžek, I. Đurkin, Z. Maltar, V. Margeta, G. Kralik, G. Kušec (2008).** Razvrstavanje svinjskoga mesa prema kvaliteti. *Poljoprivreda* 1482, 62-67.
- Božac, R. (2006).** Završno izvješće VIP projekta „Iskoristivost svinja za autohtone proizvode Istre“. Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva RH.
- Krvavica, M., J. Đugum (2007):** Učinak odsoljavanja na neke fizikalne osobine istarskog pršuta. *Meso* 1, 32 - 37.
- Krvavica, M., B. Mioč, M. Konjačić, E. Friganović, A. Ganić, A. Kegalj (2011):** Weight loss in the processing of dry-cured mutton: effect of age, gender and processing technology. *Poljoprivredna znanstvena smotra* 76, 345-348.
- Lemon, D.W. (1975).** An improved TBA test for ranciditi. New series. Circular no. 51. Halifax, Nova Scotia: Halifax Laboratory.
- Lorenzo, J.M., L. Purriños (2013).** Changes on Physico-chemical, textural, Proteolysis, Lipolysis and Volatile Compounds During the Manufacture of Dry-cured „Lacon“ from Celta Pig Breed. *Journal of Biological Science* 2013, 1-15.
- Stadnik, J., Z.J. Dolatowski (2012).** Biogenic amines content during extended ageing of dry-cured pork loins inoculated with probiotics. *Meat Science* 91, 374-377.
- Stadnik, J., D.M. Stasiac, Z.J. Dolatowski (2014).** Proteolysis in dry-aged loins manufactured with sonicated pork and inoculated with *Lactobacillus casei* ŁOCK 09000 probiotic strain. *International Journal of Food Science and Technology* 2014, 2-7.
- Marijanović-Radica, D. (1939).** Dalmatinska kuharica, 1. izd. Politika A.D., Beograd.
- Pateiro, M., D. Franco, J.A. Caril, J.M. Lorenzo (2015).** Changes on physico-chemical properties, lipid oxidation and volatile compounds during the manufacture of celta dry-cured loin. *Journal of Food Science and Technology* 52 (8), 4808-4818.
- Seong, P.N., K.M. Park, G.H. Kang, S.H. Cho, B.Y. Park, H. Van Ba (2015).** The Impact of Ripening Time on Technological Quality Traits, Chemical Change and Sensory Characteristics of Dry-cured Loin. *Asian-Australasian Journal of Animal Science* 28(5), 677-685.
- Škrlep, M., M. Čandek-Potokar, V. Santé-Lhoutellier, P. Gou (2011).** Dry-cured ham Kraški pršut seasoning losses as affected by PRKAG3 and CAST polymorphisms. *Italian Journal of Animal Science* 10 (1). [http://ijas.pagepress.org/index.php/ijas/article/view/ijas.2011.e6/html\\_30](http://ijas.pagepress.org/index.php/ijas/article/view/ijas.2011.e6/html_30).
- Ventanas, S., M. Estevez, J.F. Tejeda, J. Ruiz (2006).** Protein and lipid oxidation in Longissimus dorsi and dry cured loin from Iberian pigs as affected by crossbreeding and diet. *Meat Science* 72, 647-655.

Dostavljeno: 29.8.2016.

Prihvaćeno: 3.10.2016.

## The physical characteristics and oxidative status of Dalmatian dry-cured pork loin manufactured in different technological conditions

### SUMMARY

*In order to determine the specifics of processing technology, as well as standardization of technology and quality of traditional Dalmatian dry cured pork loin, researches on the features of processing technology, physical properties of raw materials and final product were conducted in three processing facilities in Dalmatia. In addition, the level of lipid oxidation of the traditional Dalmatian dry cured pork loin was determined as an indicator of product safety and the technology applied in this process. The research recorded the details of the technological procedures, which were implemented in the same or a very similar way in all three facilities, and procedures specific to each facility (length salting phase): facility A-3, facility B-7, facility C-3 days, the length of phase drying/ripening: facility A - 45, B - 49, facility C - 64 days), including the microclimate parameters in the facilities (temperature, humidity and air flow). The samples were distributed within the 3 facilities and into 7 groups on the basis of the differences in the technology: 1st nitrite salt (NS), <3.5 kg (the initial weight), 3+45 d (phases of salting+drying/ripening, in days); 2nd sea salt (MS), >3.5 kg, 3+45 d; 3rd NS, <3.5 kg, 7+49 d; 4th nitrite salt+seasoning (NS+Z); >3.5 kg, 7+49 d; 5th NS+Z; <3.5 kg, 7+49 d; 6th NS+Z; >3.5 kg, 7+49 d; 7th MS, >3.5 kg, 3+64 d). The processing was accompanied by the following technological parameters: quality of raw materials (origin, initial mass, pH), weight loss per particular processing stages (salting and drying/ripening), the total processing weight loss, the physical properties of mature dry cured pork loins (weight, length, pH, aw) and the TBA based test, which determined the oxidative stability of lipids in the mature Dalmatian dry cured pork loins. The analysis of the results has shown the following: the processing technology in different objects varies in the way of salting (ingredients, brine and the length of the salting phase) and the length of drying/ripening; The quality of raw material was similar (meat pig class E or S, similar pH - average 5.39), of similar initial weight (3.52 kg at B to 3.81 kg at A), except in the facility C (4.5 kg); significant differences ( $P < 0.05$ ) in the drying/ripening weight loss (S/Z) and the total (U) processing weight loss were recorded in all objects: the facility A (weight loss-S/Z - 30.89%; weight loss-U - 32.78%), the facility B (weight loss-S/Z - 39.18%; weight loss-U - 43.07%) and the facility C (weight loss-S/Z - 40.43%; weight loss-U - 42.09%); pH of the mature dry cured pork loins was similar in all three facilities and all groups of samples; but, significantly higher aw was determined in the loins from the facility A (0.93) compared to the facilities B (0.88) and C (0.87); the share of malonaldehyde was significantly higher in samples from the facility C (0.31 mg/kg) compared to the facilities B and A, which may be caused by the specifics of the processing technology (the longest stage of drying/ripening and salting only by sea salt in the facility C). Due to the fact that the Dalmatian dry cured pork loin is processed in natural micro-climate during most of the processing stages (except stages of salting), considering the achieved level of water activity and the low level of lipid oxidation in the mature product, it may be concluded that the traditional Dalmatian dry cured pork loin is a safe product, which satisfies all the conditions laid down for the dry meat products. However, considering the processing differences, research in this direction should certainly continue in order to standardize the technology and unify and improve the quality of the final product.*

**Key words:** Dalmatian dry-cured pork loin, technological properties, oxidation of lipids, TBA test



## Physikalische Eigenschaften und Oxidationsstatus der Dalmatinischen Bratwurst in Abhängigkeit von diversen technologischen Bedingungen

### ZUSAMMENFASSUNG

Um die Besonderheiten der Verarbeitungstechnologie festzustellen und die Technologie und Qualität der Dalmatinischen Bratwurst zu standardisieren, wurden in drei Verarbeitungsbetrieben auf dem Gebiet von Dalmatien die Eigenschaften der Verarbeitungstechnologie sowie die physikalischen Eigenschaften von Rohstoffen und Fertigprodukten untersucht; als Indikator für die Einwandfreiheit des Produkts und der angewandten Technologie wurde das Niveau der Lipidoxidation der Dalmatinischen Rohwurst bestimmt. Während der Untersuchung wurden die Einzelheiten der technologischen Verfahren aufgezeichnet, die in allen drei Objekten (Objekt A, B und C) identisch oder sehr ähnlich sind, sowie die für einzelne Objekte spezifischen Eigenschaften (Dauer der Salzungsphase: Objekte A und C - 3 Tage, Objekt B - 7; Dauer der Trocknung/Reifung: Objekt A - 45 Tage, Objekt B - 49 Tage, Objekt C 64 Tage) einschließlich der mikroklimatischen Parameter in den Objekten (Temperatur, Feuchtigkeit und Luftströmung). Aufgrund der festgelegten Differenzen in der Technologie wurden die Bratwurstproben in 5 Gruppen eingeteilt und in 3 Objekte verteilt (1. Nitratsalz, Startmasse <3,5 kg; 2. Nitratsalz, Startmasse >3,5 kg; 3. Meeressalz, Startmasse >3,5 kg; 4. Nitratsalz+Gewürze; Startmasse <3,5 kg; 5. Nitratsalz+Gewürze; Startmasse >3,5 kg). Während der Verarbeitung wurden folgende technologische Parameter überwacht: Rohstoffqualität (Herkunft, Startmasse, pH-Wert), Kalo in einzelnen Verarbeitungsphasen (Salzung und Trocknung/Reifung), Gesamtkalo bei der Verarbeitung, Qualität der reifen Bratwurst (Masse, Länge, pH-Wert, aw); des Weiteren wurde anhand eines TBA-Tests die Stabilität der Lipidoxidation bei der reifen Dalmatinischen Bratwurst bestimmt. Die Auswertung der Untersuchungsergebnisse hat folgendes gezeigt: die Unterschiede in der Bearbeitungstechnologie in den Objekten beziehen sich auf die Salzung (Zusammensetzung der Salzlake und Dauer der Salzung) und die Dauer der Trocknung/Reifung; die Qualität der Rohstoffe war vorwiegend vergleichbar (Schweinefleisch, Klasse E oder S, mit einem ähnlichen pH-Wert - im Durchschnitt 5,39), mit ähnlichen Startmassen (von 3,52 kg im Objekt B bis zu 3,81 kg im Objekt A), mit Ausnahme des Objekts C (4,5 kg); bedeutende Unterschiede ( $P < 0,05$ ) im Kalo bei der Trocknung/Reifung (T/R) und dem Gesamtkalo (G) der Verarbeitung wurden zwischen den Objekten A (Kalo-T/R 30,89%; Kalo-G 32,78%) und den Objekten B (Kalo-T/R 39,18%; Kalo-G 43,07%) und C (Kalo-T/R 40,43%; Kalo-G 42,09%) festgestellt; der pH-Wert der reifen Bratwurst war in allen drei Objekten und allen Probegruppen ähnlich; ein bedeutend höherer Wert des Parameters aw wurde im Objekt A (0,93) im Vergleich zu den Objekten B (0,88) und C (0,87) festgestellt; der Anteil von Malondialdehyd in den Bratwurstproben war im Objekt C viel höher (0,31) als in den Objekten B und A, was eine Folge der speziellen Verarbeitungstechnologie sein könnte (längste Trocknungs-/Reifungsphase, Salzung ausschließlich mit Meeressalz). In Anbetracht der Tatsache, dass die Dalmatinische Bratwurst in den meisten Verarbeitungsphasen (mit Ausnahme der Phase des Salzens/Pökeln) unter natürlichen mikroklimatischen Bedingungen hergestellt wird, kann aufgrund der niedrigen Wasseraktivität und der niedrigen Lipidoxidation im reifen Produkt konstatiert werden, dass die traditionelle Dalmatinische Bratwurst ein sicheres Produkt ist, das alle vorgeschriebenen Kriterien für Dauerrohwürste erfüllt. In Anbetracht der Unterschiede in der Herstellung sollten die Untersuchungen in dieser Richtung jedenfalls fortgesetzt werden, um die Technologie zu standardisieren und die Qualität der Dalmatinischen Rohwurst anzugleichen und weiter zu steigern.

**Schlüsselwörter:** Dalmatinische Bratwurst, physikalische Eigenschaften, Lipidoxidation, TBA-Test

## Las calidades físicas y el estado de oxidación de carne rostizada de Dalmacia hecha bajo diferentes condiciones técnicas

### RESUMEN

Las investigaciones de las características de la tecnología de procesamiento, de las calidades físicas de la materia prima y del producto final fueron hechas en tres instalaciones de procesamiento en Dalmacia con el fin de determinar las especificidades de la tecnología de procesamiento y para la estandarización de la tecnología y calidad de la carne rostizada tradicional de Dalmacia, junto con la determinación del nivel de la oxidación de los lípidos de la carne rostizada tradicional de Dalmacia como el indicador de seguridad del producto. Durante la investigación fueron registrados los detalles del tratamiento tecnológico, idéntico o similar en todas las instalaciones (A, B y C), junto con los tratamientos específicos para cada instalación (duración de la etapa de salazón: instalaciones A y C - 3 días, instalación B - 7; duración de la etapa de curado/maduración: instalación A - 45 días, instalación B - 49 días, instalación C 64 días) y los parámetros microclimáticos en las instalaciones (temperatura, humedad y flujo del aire). Basado en las determinadas diferencias en la tecnología, las muestras de carne rostizada fueron grupados en 5 grupos y 3 instalaciones (1. nitrito de sodio, masa inicial <3,5 kg; 2. nitrito de sodio, masa inicial >3,5 kg; 3. sal marina, masa inicial >3,5 kg; 4. nitrito de sodio+condimento; masa inicial <3,5 kg; 5. nitrito de sodio+condimento; masa inicial >3,5 kg). Durante el procesamiento fueron monitorizados siguientes parámetros tecnológicos: calidad de materia prima (origen, masa inicial, pH), merma en cada etapa de procesamiento (salazón y curado/maduración), merma total de procesamiento, calidad de la carne rostizada madura (masa, duración, pH, aw) y basado en los resultados fue determinada la estabilidad oxidativa de los lípidos de la carne rostizada madura. Analizando los resultados de la investigación fue determinado lo siguiente: las tecnologías de procesamiento de carne rostizada madura en manera de hacer salazón (los ingredientes de salmuera y la duración de la fase de salazón) y la duración de la fase de curado/maduración; calidad de materia prima esta generalmente nivelada (la carne de cerdos de clase E o S, de los valores pH similares

- promedio 5,39), de masas iniciales similares (de 3,52 kg en instalación B a 3,81 kg en instalación A), excepto en instalación C (4,5 kg); las diferencias significantes ( $P < 0,05$ ) en la merma de curado/maduración (C/M) y merma total (T) del procesamiento fueron determinadas entre instalación A (merma - C/M 30,89%; merma - T 32,78%), instalación B (merma - C/M 39,18%; merma - T 43,07%) e instalación C (merma - C/M 40,43%; merma - T 42,09%); pH de la carne rostizada madura fue similar en todas las instalaciones y todos los grupos de muestras; el aw significativamente más alto fue determinado en la carne rostizada de la instalación A (0,93) con respecto a las instalaciones B (0,88) y C (0,87); la proporción de los malonaldehidos en las muestras de la carne rostizada fue significativamente más alto en la instalación C (0,31) que en las instalaciones B y A, lo que puede ser la consecuencia de las especificidades de la tecnología del procesamiento (la fase más larga de curado/maduración, salazón exclusivamente con la sal marina). Visto que la carne rostizada de Dalmacia se produce en las condiciones naturales microclimáticas en la mayoría de las fases del procesamiento (excepto en la fase de salazón), teniendo en cuenta la actividad de agua y el nivel bajo de oxidación de los lípidos en el producto maduro, puede concluirse que la carne rostizada tradicional de Dalmacia es un producto seguro que satisface las condiciones para los productos cárnicos crudo-curados. No obstante, visto que existen las diferencias en la producción, es necesario seguir con las investigaciones en esa dirección para estandarizar la tecnología, y nivelar y mejorar la calidad de la carne rostizada de Dalmacia.

**Palabras claves:** carne rostizada de Dalmacia, cualidades físicas, oxidación de los lípidos, prueba TBA

## Proprietà fisiche e status ossidativo della “dalmatinska pečenica” prodotta in differenti condizioni tecnologiche

### RIASSUNTO

Al fine di stabilire le specificità della tecnologia di lavorazione e standardizzazione del processo tecnologico e della qualità della “dalmatinska pečenica” tradizionale (ossia della lonza del maiale stagionata), in tre impianti di lavorazione nel territorio della Dalmazia sono state svolte ricerche atte a studiare sia le caratteristiche della tecnologia di lavorazione, sia le caratteristiche delle proprietà fisiche della materia prima e del prodotto finito. Come indicatore dell'idoneità del prodotto e della tecnologia applicata, è stato accertato il livello di ossidazione lipidica della “dalmatinska pečenica” tradizionale. Nel corso della ricerca sono stati evidenziati tanto i dettagli dei processi tecnologici applicati, che in tutti e tre gli impianti (A, B e C) sono risultati identici o pressoché simili, quanto i processi specifici di ogni singolo impianto (durata della fase della salatura: impianti A e C – 3 giorni, impianto B – 7 giorni; durata della fase di essiccazione/stagionatura: impianto A – 45 giorni, impianto B – 49 giorni, impianto C – 64 giorni), oltre ai parametri microclimatici in ciascun impianto (temperatura, umidità e ventilazione). In base alle differenze accertate in ciascuno dei tre processi tecnologici osservati, i campioni di “dalmatinska pečenica” sono stati ripartiti in 5 gruppi e suddivisi in 3 impianti (1. Nitriti, massa iniziale <3,5 kg; 2. Nitriti, massa iniziale >3,5 kg; 3. Sale marino, massa iniziale >3,5 kg; 4. Nitriti +spezie; massa iniziale <3,5 kg; 5. Nitriti +spezie; massa iniziale >3,5 kg). Nel corso della lavorazione, sono stati monitorati i seguenti parametri tecnologici: la qualità della materia prima (origine, massa iniziale, pH), il calo per ciascuna fase di lavorazione (salatura ed essiccazione/stagionatura), il calo totale della lavorazione e la qualità della lonza stagionata (massa, lunghezza, pH, aw). La stabilità lipidica ossidativa della “dalmatinska pečenica” stagionata è stata accertata, invece, in base al TBA test. Dall'analisi dei risultati della ricerca svolta è risultato quanto segue: la tecnologia di lavorazione adottata in ogni singolo impianto si differenzia per le modalità di salatura (per gli ingredienti della salamoia e per la durata della fase di salatura) e per la durata della fase di essiccazione/stagionatura; la qualità della materia prima era praticamente equivalente in tutti e tre gli impianti (carne di suino classe E o S con pH simile – media 5,39), con massa iniziale simile (da 3,52 kg nell'impianto B a 3,81 kg nell'impianto A), ad eccezione dell'impianto C (4,5 kg); significative differenze ( $P < 0,05$ ) nel calo nella fase di essiccazione/stagionatura (E/S) e nel calo totale (T) della lavorazione sono state riscontrate, invece, tra l'impianto A (calo - E/S 30,89%; calo -T 32,78%) e gli impianti B (calo - E/S 39,18%; calo -T 43,07%) e C (calo - E/S 40,43%; calo -T 42,09%); il pH della lonza di maiale stagionata è risultato simile in tutte e tre gli impianti ed in tutti i gruppi di campioni; valori sensibilmente maggiori dell'attività dell'acqua (aw) sono stati riscontrati nella lonza del maiale lavorata nell'impianto A (0,93) rispetto agli impianti B (0,88) e C (0,87); la percentuale di malondialdeide nei campioni di “dalmatinska pečenica” è risultata molto maggiore nell'impianto C (0,31) rispetto agli impianti A e B, il che può essere conseguenza delle specificità nella tecnologia di lavorazione (fase di essiccazione/stagionatura più lunga, salatura esclusivamente con sale marino). Poiché i campioni esaminati, nella maggior parte delle fasi di lavorazione (ad eccezione della salatura/dell'immersione in salamoia), sono stati prodotti in condizioni microclimatiche naturali, giudicando dal livello d'attività dell'acqua riscontrato e dal basso livello di ossidazione lipidica nel prodotto stagionato, possiamo concludere che la “dalmatinska pečenica” tradizionale è un prodotto sicuro che soddisfa tutti i requisiti prescritti per i prodotti insaccati a lunga conservazione. Tuttavia, viste le differenze di produzione, è certamente necessario proseguire gli studi in questa direzione al fine di standardizzare i processi tecnologici ed uniformare e migliorare la qualità della “dalmatinska pečenica”.

**Parole chiave:** “dalmatinska pečenica”, proprietà fisiche, ossidazione lipidica, TBA test