

# Učinkak različitih tehnoloških postupaka i kvalitete sirovine na fizikalna svojstva i oksidativni status dalmatinske pancete

M. Krvavica<sup>1</sup>, M. Jelić<sup>1,3</sup>, A. Velić<sup>1</sup>, A. Križanac<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 pancete, u tri pre-radbeni objekta na području Dalmacije provedena su istraživanja tehnološkog postupka prerade, fizikalnih svojstava sirovine i gotovog proizvoda, a kao pokazatelj sigurnosti proizvoda i primijenjene tehnologije, utvrđena je razina lipidne oksidacije (TBA test) finalnog proizvoda. 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 – 14, objekt B – 10, objekt C – 4 dana; duljina faze sušenja/zrenja: objekt A – 76, objekt B – 80, objekt C – 63 dana) kao i mikroklimatski parametri u objektima (temperatura, vlažnost i strujanje zraka). Na temelju utvrđenih razlika u duljini prerade, masi sirovine (klasa A  $\geq 4,5$  kg; klasa B  $>3 < 4,5$  kg), uporabi odmrznute sirovine (klasa BS), načinu soljenja (morska sol; morska+nitritna sol; morska+nitritna sol+začini i aditivi) i količini utrošene soli (od 3,21% do 8,81%) izvršeno je grupiranje uzoraka u 10 grupa raspoređeno u 3 objekta. Tijekom prerade su praćeni sljedeći tehnološki parametri: kvaliteta sirovine (podrijetlo, početna masa, duljina, širina, pH); kalo po pojedinim fazama prerade (soljenje i sušenje/zrenje) i ukupni kalo prerade; kvaliteta zrele pancete (masa, duljina, širina, pH, aw, udio malonaldehida). Gubitak mase proizvoda (kalo) tijekom prerade iznosi je od 24,28% do 42,73%, pri čemu je najveći ukupni kalo (46,86%) utvrđen za pancetu klase BS, što je vjerojatno posljedica zamrzavanja/odmrzavanja sirovine, ali i manje početne mase te duljeg trajanja postupka prerade. Posljedično, najveća završna masa utvrđena je za dalmatinsku pancetu klase A (od 2,60-3,88 kg), a najmanja za klasu B (od 1,75-3,30 kg), odnosno klasu BS (od 1,75-2,80 kg), pri čemu su dimenzije zrele pancete iznosile 38-56 cm x 16-24 cm. Početni pH sirove pancete bio je sličan u svim istraživanim grupama, dok je značajno veći pH ( $P \leq 0,05$ ) zrele pancete utvrđen za pancete proizvedene u objektu C (A klasa – 6,09; B klasa – 6,12) u kojem je soljenje obiju klasa obavljeno isključivo morskom solju. Najniži  $a_w$  ( $P \leq 0,05$ ) također je utvrđen za pancetu klase BS (0,75), dok je najviši  $a_w$  (klasa B-0,87; klasu A-0,89) utvrđen u objektu C. Najmanji udio malonaldehida (0,16 do 0,18 mg/kg) utvrđen je u panceti salamurenoj kombinacijom morske soli, začina i aditiva (klase A - 0,16 mg/kg; klasa B - 0,18 mg/kg) te panceti proizvedenoj u objektu C (0,18 mg/kg), dok je najveći udio utvrđen u panceti klase BS salamurenoj smjesom morske i nitritne soli. Analiza rezultata istraživanja implicira da veća početna masa sirovine i dulje trajanje procesa prerade klase te uporaba odmrznute sirovine imaju značajan utjecaj na povećanje kala, sniženje  $a_w$  i povećanje razine lipidne oksidacije zrele pancete ( $P \leq 0,05$ ). Sudeći prema ostvarenoj razini  $a_w < 0,93$  te niskoj razini lipidne oksidacije u zreлом proizvodu za sve skupine proizvoda u sva tri objekta, može se zaključiti da je tradicionalna dalmatinska panceta siguran proizvod koji zadovoljava sve uvjete propisane za trajne suhomesnate proizvode. Međutim, s obzirom da se pojedini tehnološki postupci u različitim objektima međusobno znatno razlikuju, neophodno je nastaviti istraživanja u pravcu utvrđivanja njihovog utjecaja na ostale parametre kvalitete finalnog proizvoda, a sve s ciljem standardizacije tehnologije i unaprjeđenja kvalitete tradicionalne dalmatinske pancete.

**Gljučne riječi:** dalmatinska panceta, fizikalna svojstva, oksidacija lipida, TBA test

## UVOD

U mediteranskom dijelu Europe danas se može naći veliki broj različitih tradicionalnih trajnih suhomesnatih proizvoda od svinjskog mesa čije odlike ovise o velikom broju čimbenika, ali se međusobne razlike istih ili sličnih tipova pro-

izvoda odnose prije svega na poseban tradicionalan način proizvodnje te utjecaj posebnih odlika zemljopisnog područja proizvodnje (Krvavica i sur., 2016), osobito klimatskih.

Dalmatinska panceta je u Dalmaciji udomaćen naziv za soljenu i dimljenu, te na zraku sušenu mesnatu slani-

1 Doc.dr.sc. Marina Krvavica, prof.v.š.; dr.sc.Marko Jelić, prof.v.š.; Anita Velić, bacc.ing.preh.teh.; Anamarija Križanac, studentica Prehrambene tehnologije, Veleučilište „Marko Marulić“, Petra Krešimira IV 30, 22300 Knin, mkrvavica@veleknin.hr

2 Prof.dr.sc. Jasenka Gajdoš Kljusurić, Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno biotehnološki fakultet, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

3 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

nu, a od davnina je poznata i cijenjena u čitavoj Dalmaciji (Mašić, 2003), ali i ostalim dijelovima Hrvatske i šire regije (osobito zemljama bivše Jugoslavije).

Dalmatinska panceta je tradicionalni trajni suhomesnati proizvod od svinjske potrbušine, koji se od davnina proizvodi u Dalmaciji na specifičan način, soljenjem ili salamurenjem, sa ili bez začina i aditiva, dimljenjem, sušenjem i zrenjem u trajanju od 2 do 3 mjeseca. 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 (Krvavica i sur., 2016), doprinijeli su činjenici da se dalmatinska panceta razlikuje i izdvaja od sličnih proizvoda u drugim područjima Hrvatske i Mediterana.

Dalmatinska panceta je proizvod koji pripada skupini trajnih suhomesnatih proizvoda, odnosno skupini „trajna slanina“, a s obzirom na tehnologiju prerade i odlike proizvoda slična je panceti definiranoj čl. 65. Pravilnika o mesnim proizvodima (NN 131/12). Međutim, sve autohtone i tradicionalne proizvode, kao što je i dalmatinska panceta, odlikuju specifičnosti u tehnološkim postupcima, kvaliteti sirovine, klimatskim odlikama područja na kojem se proizvode itd., pa su krajnji proizvodi uvijek po nekim karakteristikama posebni (Krvavica i sur., 2016) i prepoznatljivi. U različitim dijelovima Hrvatske se proizvode različite vrste slanina prema specifičnim tehnologijama (Mašić, 2003). Tako se u Slavoniji i Baranji proizvodi poznata dimljena slavonska slanina te papricirana slanina (utjecaj Mađarske; Mašić, 2003). U Istri, Lici i Hrvatskom primorju proizvodi se nedimljena, fermentirana panceta, čije su tehnologije proizvodnje slične talijanskoj (Roseg, 1995; cit. Mašić, 2003). Usporedbe radi, na području Istre se proizvodi autohtoni proizvod sličan dalmatinskoj panceti, pod nazivom „istarska panceta ili potrbušina“, koji se kao trajni proizvod, za razliku od dalmatinske pancete, proizvodi suhim salamurenjem smjesom krupne (70%) i sitne morske soli (30%) i prirodnih začina, bez aditiva i bez dimljenja (Božac, 2006).

U proizvodnji dalmatinske pancete koristi se morska sol različite granulacije, najčešće mješavina morske soli krupne i sitne granulacije u omjeru 90:10, sa ili bez dodatka začina i različitih dozvoljenih konzervansa i aditiva, 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 (Krvavica i sur., 2016). Nadalje, proizvodi slični dalmatinskoj panceti, proizvode se i u drugim mediteranskim zemljama, ali i drugim dijelovima Europe i svijeta, no odlike

sirovine i specifičnosti pojedinih tehnoloških postupaka su gotovo u pravilu različiti (Anonimno, 2017; 2017a; Jin i sur., 2010; Yu i sur., 2008; Wu i sur., 2014).

S obzirom na specifičnost i prepoznatljivost dalmatinske pancete na našem tržištu, a osobito tržištu Dalmacije, cilj ovog rada je bio utvrditi specifičnosti u načinu njene proizvodnje te njihov utjecaj na neka kvalitativna svojstva gotovog proizvoda (tehnološka, odnosno fizikalna svojstva sirovine i gotovog proizvoda). Nadalje, s obzirom da se većina tehnoloških faza prerade odvija u prirodnim uvjetima, a i pojedini tehnološki postupci u preradi su bitno različiti kod pojedinih proizvođača (postupci soljenja/salamurenja, duljina procesa prerade i pojedinih faza prerade), cilj je utvrditi i stupanj lipidne oksidacije finalnih proizvoda, kao potencijalni indikator kvalitete tehnoloških postupaka i uvjeta proizvodnje dalmatinske pancete.

## MATERIJAL I METODE

Istraživanje tehnoloških svojstava i stupnja lipidne oksidacije dalmatinske pancete provedeno je u tri preradbena objekta na području tri dalmatinske županije (Šibensko-kninska, Splitsko-dalmatinska i Zadarska županija). Tijekom provedbe istraživanja evidentirani su detalji tehnoloških postupaka koji se u sva tri objekta provode na isti ili vrlo sličan način, kao i postupci specifični za svaki objekt. U sva tri objekta su praćeni mikroklimatski parametri pojedinih faza prerade (temperatura, relativna vlažnost i strujanje zraka). Na temelju razlika u tehnološkim postupcima osmišljen je plan provedbe istraživanja prema kojem su uzorci podijeljeni u 10 grupa kako je navedeno u tablici 1.

### Tehnologija proizvodnje dalmatinske pancete:

**Izbor i obrada sirovine** – obrada sirovine izvršena je prema tradicionalnoj tehnologiji. U proizvodnji dalmatinske pancete se kao sirovina koristi dio grudnog koša zaklanih svinja s dijelom trbušine, kožom, bez kostiju rebara, sa ili bez pripadajuće hrskavice. Dio trupa svinje za proizvodnju istraživane dalmatinske pancete odvojen je od svinjske polovice na sljedeći način: dio grudnog koša okružen rebrima s pripadajućom trbušinom odvojen je od leđa uzdužnim rezom, a od vrata poprečnim rezom između 3. i 4. rebara tako da su na dijelu grudnog koša ostale kosti (*os costale*) i hrskavice rebara (*cartilago costalis*); pripadajući dio trbušine odvojen je od ostatka polovice poprečnim rezom u visini slabinskog dijela kralježnice. Kostii rebara su posebnom tehnikom („čupanjem“ posebnim alatom) odvojene od muskulature grudnog dijela, a potom i hrskavice, premda se prema tradicionalnoj tehnologiji hrskavice mogu ostaviti ili odstraniti. Na taj način je u sirovoj panceti ostala međurebrana muskulatura, a dobiveni komadi mesa su obli-

kovani u približno pravokutan oblik duljine 41-60 cm i širine 19-29 cm, s kojih su nakon dodatnog hlađenja (do postizanja površinske temperatura mesa  $\pm 0^{\circ}\text{C}$ ), a neposredno prije daljnje prerade (soljenja/salamurenja), finim obrezivanjem odstranjeni svi viseći dijelovi i veće nepravilnosti. Za proizvodnju dalmatinske pancete u ovom istraživanju su korištene svinjske polovice mesnatih svinja iz komercijalnog uzgoja, trgovačkih klasa E i S (čl. 9. Pravilnika o razvrstavanju i označavanju svinjskih trupova, NN 45/2014; Prilog IV., točki B., podtočka IV. Uredbe (EU) br. 1308/2013), odnosno svježe ohlađene sirove pancete trgovačkih klasa A (mase  $\geq 4,5$  kg) i B (mase  $>3 < 4,5$  kg), te smrznute sirove pancete trgovačke klase B koje su prije obrade odmrznute u hladnoj komori ( $-3$  do  $+3^{\circ}\text{C}$ ).

**Soljenje/salamurenje** – neposredno prije soljenja/salamurenja, vaganjem je utvrđena masa svake pojedinačne sirove pancete, nakon čega je obavljeno soljenje/salamurenje prema shemi iz tablice 1. Soljenje je obavljeno čistom morskom solju (MS) krupne i sitne granulacije u omjeru 90:10, a salamurenje smjesom morske soli (istog omjera granulacije), nitritne soli i komercijalne mješavine začina i aditiva. Postupak suhog soljenja/salamurenja izvršen je na dva načina (tablica 1). Salamurenje nitritnom solju (NS) obavljeno je mješavinom komercijalne nitritne soli (94,5-98,5% NaCl i 0,5-0,6%  $\text{NaNO}_3$ ) i morske soli navedene granulacije (MS) u omjeru 50:50. Smjesa nitritne soli, začina i aditiva (NS+Z) 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.

Soljenje/salamurenje je obavljeno ručnim utrljavanjem neodređene količine soli/salamure po površini mesa, na inox stolu za soljenje. Nakon obavljenog soljenja/salamurenja, preostala količina soli/salamure je izvagana, te je izračunat prosječan utrošak soli/salamure po kg sirove pancete, koji je ovisno o objektu i trgovačkoj klasi sirovine iznosio od 3,21% do 8,61% (tablica 1). Soljenje/salamurenje je obavljeno u rashladnim komorama stabilnih mikroklimatskih uvjeta (temperatura  $+4^{\circ}\text{C}$ , vlažnost zraka 95-85%) u trajanju od 4-14 dana, ovisno o objektu (tablica 1). Nakon soljenja/salamurenja, pancete su oprane mlazom vode te „kondicionirane“ (cijedenje, površinsko sušenje, temperiranje) u trajanju od 24 sata u prostoriji za sušenje i dimljenje ( $+3$  do  $+10^{\circ}\text{C}$ , RH 85-80%).

**Sušenje/zrenje** – Nakon „kondicioniranja“ soljenih/salamurenih panceta, iste su premještene u prostoriju za dimljenje i sušenje, kontroliranih mikroklimatskih uvjeta (oscilacije temperature zraka  $+10 \pm 8^{\circ}\text{C}$ , vlažnosti zraka  $85 \pm 10\%$ , strujanja zraka  $0,03 \pm 0,01$  m/s). Blago dimljenje hladnim dimom temperature  $< 22^{\circ}\text{C}$  (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 63 do 80 dana (tablica 1). Cjelokupan postupak prerade dalmatinske pancete trajao je ovisno o objektu, od 67 do 90 dana (tablica 1).

**Grupiranje uzoraka** (tablica 1) – uzorci iz sva tri objekta su grupirani u 10 grupa na temelju: 1) Razlika u duljini faza soljenja/salamurenja i sušenja/zrenja po pojedinim objek-

**Tablica 1.** Grupiranje uzoraka dalmatinske pancete prema specifičnostima tehnološkog procesa

**Table 1.** Grouping of Dalmatian dry-cured bacon according to the specifics of its technological process

| OBJEKT<br>FACILITY | Faze prerade<br>Processing phase  | DF | Klasa<br>(Class) | Početna masa<br>(Initial weight)<br>kg | Grupa<br>(group) | N  | Postupak<br>soljenja<br>(Method of<br>salting) | Utrošak soli-salamure/kg mesa<br>(Consumption of salt/kg of meat) |      |
|--------------------|-----------------------------------|----|------------------|--|------------------|----|--|---|------|
|                    |                                   |    |                  |  |                  |    |  | kg  | %    |
| A                  | Soljenje/salamurenje<br>Salting   | 14 | A                | $\geq 4,5$ kg                          | 1                | 15 | MS   | 0,04  | 3,21 |
|                    | Sušenje/zrenje<br>Drying/ripening | 76 | A                | $\geq 4,5$ kg                          | 2                | 15 | NS   | 0,04  | 4,20 |
| B                  | Soljenje/salamurenje<br>Salting   | 10 | BS               | $< 4,5$ kg                             | 3                | 10 | NS   | 0,05  | 8,19 |
|                    |                                   |    | A                | $\geq 4,5$ kg                          | 4                | 10 |  |   |      |
|                    |                                   |    | B                | $< 4,5$ kg                             | 5                | 10 |  |   |      |
|                    | Sušenje/zrenje<br>Drying/ripening | 80 | BS               | $< 4,5$ kg                             | 6                | 10 | NS+Z   | 0,05  | 8,61 |
|                    |                                   |    | A                | $\geq 4,5$ kg                          | 7                | 10 |  |   |      |
|                    |                                   |    | B                | $< 4,5$ kg                             | 8                | 10 |  |   |      |
| C                  | Soljenje/salamurenje<br>Salting   | 4  | A                | $\geq 4,5$ kg                          | 9                | 10 | MS   | 0,05  | 4,77 |
|                    | Sušenje/zrenje<br>Drying/ripening | 63 | B                | $< 4,5$ kg                             | 10               | 10 |  |   |      |

DF-duljina faze u danima (Lenth of the phases in days); Klasa (Class): A-početna masa  $\geq 4,5$  kg; B-početna masa  $< 4,5$  kg; BS-odmrznuta B klasa (A-initial weight  $\geq 4,5$  kg; B-initial weight  $< 4,5$  kg; BS-defrosted B class); Postupak soljenja: MS – morska sol (Sea salt); NS – nitritna sol (Nitrite salt); NS+Z – Nitritna sol + mješavina začina i konzervansa (Nitrite salt + mixture of spices & additives); N-broj uzoraka/grupi (number of samples per group)

tima (objekt A, B i C); 2) Razlika u početnoj masi sirove pancete (klasa A i B) i uporabe odmrznute sirove pancete (klasa BS); 3) Razlika u postupcima soljenja/salamurenja (MS, NS, NS+Z) i utrošku soli/salamure po kg sirovine.

### **Tehnološka svojstva i razina lipidne oksidacije dalmatinske pancete:**

**Gubitak mase (kalo)** dalmatinske pancete tijekom preradbenog postupka utvrđen je pojedinačnim vaganjem svake pancete (uzorka), prije i nakon pojedine faze proizvodnje (ukupan broj uzoraka (N): objekt A=30; objekt B=60; objekt C=20). 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 fizikalno-kemijske analize:** za potrebe provedbe planiranih analiza uzeti su uzorci zrele dalmatinske pancete na kraju proizvodnog procesa, po 10 uzoraka (200 g) iz svake od 10 grupa proizvoda. Svi su uzorci vakimirani i zamrznuti na  $-18^{\circ}\text{C}$  do provedbe planiranih analiza koje su odrađene tijekom 30 dana od dana zamrzavanja.

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

**Aktivitet vode ( $a_w$ )** prethodno usitnjenih i homogeniziranih uzoraka pancete ( $n=5$  po svakoj od 10 grupa uzoraka) utvrđen je na  $23^{\circ}\text{C}$ , korištenjem prethodno baždarenog instrumenta HygroPalm AW1 (Rotronic, Basserdorf, Švicarska).

**Određivanje razine lipidne oksidacije** zrele dalmatinske pancete izvršeno je metodom tiobarbiturine kiseline (TBA) na  $n=5$  uzoraka iz svake od 10 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 SPECORD 200 (Analytic Jena AG, Njemačka) pri apsorpciji od 538 nm, a koncentracija nastalog pigmenta određena je očitanjem s baždarnog dijagrama, pri čemu su dobivene vrijednosti TBA izražene kao količina malonaldehida (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 (različiti način soljenja/salamurenja: MS, NS, NS+Z; različita duljina pojedinih faza prerade u objektima A, B i C) i razlika u svojstvima sirovine (klase A, B i BS) kako je navedeno u tablici 1, na istraživane parametre izvršena je primijenjenom faktorske analize uz uporabu Tukey testa, a rezultati su izraženi kao srednje vrijednosti  $\pm$  standardna devijacija (SD). Razlike su prihvaćene kao statistički značajne ukoliko je vjerojatnost nul-hipoteze (izostanak učinka objekta i grupe) bila jednaka ili manja od 5% ( $P \leq 0.05$ ).

Izvršena je i analiza glavnih komponenti (Principal component analysis, PCA) koja izračunava novu projekciju podatkovnog skupa. Prije izvođenja PCA analize (Pearson (n) PCA type), na promatranom skupu podataka je provedena faktorska analiza kao postupak pred-obrade te su izdvojene značajke s faktorom težine  $>0,7$  na temelju kojih su osnovni efekti promatranog skupa podataka u PCA analizi smatrani značajnima.

## **REZULTATI I RASPRAVA**

### **Gubitak mase (kalo) u proizvodnji dalmatinske pancete**

Dehidracija suhomesnatih proizvoda tijekom prerade, a time i gubitak mase (kalo) u preradbenom procesu, ovisi o brojnim unutarnjim (način obrade, masa i površina proizvoda, kakvoća i pH mesa, udio masti i masnog tkiva, itd.) i vanjskim (način soljenja, mikroklimatski uvjeti prerade, duljina pojedinih faza prerade, itd.) čimbenicima (Krvavica i Đugum, 2007; Andronikov i sur., 2013; Jin i sur., 2010; Krvavica i sur., 2016), što potvrđuju i rezultati ovog istraživanja. Naime, ukupni kalo prerade (K-U) dalmatinske pancete u sva tri objekta kretao se u velikom rasponu od 24,83% do 42,73%, što je vjerojatno posljedica razlika u početnoj masi uzoraka (klasa A – 4,50 kg do 7,53 kg, prosječno 5,61 kg; klasa B – 4,02 kg do 4,61 kg, prosječno 4,20 kg) i uporabi odmrznute sirovine (klasa BS, objekt B), čija je početna masa (od 3,31 do 4,53 kg, prosječno 3,99 kg) bila slična početnoj masi klase B (tablica 2; slika 1), te razlika u tehnološkim postupcima prerade (duljine pojedinih faza prerade i metode soljenja/salamurenja, odnosno utrošak soli/kg mesa) po pojedinim objektima i grupama (tablica 1). Daleko najveći K-U (ali i kalo sušenja/zrenja K-S/Z, koji najviše sudjeluje u K-U) utvrđen je u grupi proizvedenoj od odmrznute sirovine B klase (klasa BS) koji je iznosio od 38,05% do 47,76% (prosječno 43,62%), dok je za klasu B (svježa) iznosio od 28,23% do 44,03% (prosječno 38,43%), a za klasu A od 24,83% do 42,73% (prosječno 31,30%), pri čemu su međusobne razlike između sve tri navedene klase (A, B, BS) bile statistički značajne ( $P \leq 0,05$ ; tablica 2; slika 2). Ujedno je potvrđen i značajan utjecaj zamr-

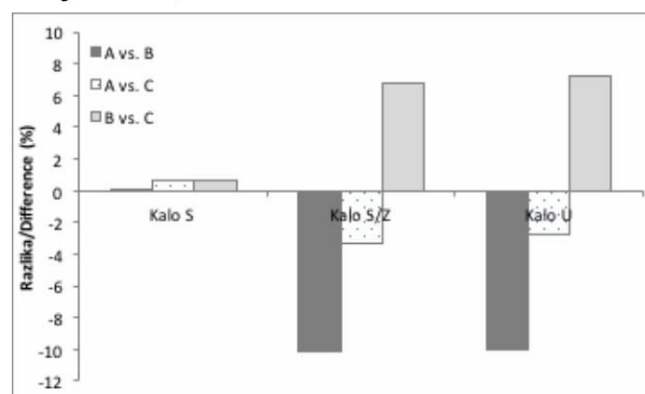
**Tablica 2.** Faktorska ANOVA istraživanih svojstava dalmatinske pancete po promatranim faktorima (srednje vrijednosti  $\pm$  SD)

**Table 2.** Factor ANOVA of analysed properties of the Dalmatian dry-cured bacon by observed factors (average  $\pm$  SD)

| Istraživana svojstva<br>(Analyzed properties) | Promatrani faktori (Observed factors) |                               |                               |                               |                               |                               |                                    |                               |                               |
|---|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|   | Klasa (Class)                         |                               |                               | Objekti (Facilities)          |                               |                               | Način soljenja (Method of salting) |                               |                               |
|   | A                                     | B                             | BS                            | A                             | B                             | C                             | MS                                 | NS                            | NS+Z                          |
| M-P, kg                                       | 5,61 $\pm$ 0,91 <sup>a</sup>          | 4,20 $\pm$ 0,30 <sup>b</sup>  | 3,99 $\pm$ 0,33 <sup>b</sup>  | 6,31 $\pm$ 0,72 <sup>c</sup>  | 4,39 $\pm$ 0,49 <sup>b</sup>  | 4,68 $\pm$ 0,28 <sup>b</sup>  | 5,26 $\pm$ 0,84 <sup>a</sup>       | 5,09 $\pm$ 1,21 <sup>a</sup>  | 4,44 $\pm$ 0,48 <sup>b</sup>  |
| M-S, kg                                       | 5,52 $\pm$ 0,89 <sup>a</sup>          | 4,13 $\pm$ 0,30 <sup>b</sup>  | 3,92 $\pm$ 0,33 <sup>b</sup>  | 6,20 $\pm$ 0,72 <sup>c</sup>  | 4,31 $\pm$ 0,50 <sup>b</sup>  | 4,63 $\pm$ 0,26 <sup>b</sup>  | 5,19 $\pm$ 0,82 <sup>a</sup>       | 5,00 $\pm$ 1,18 <sup>a</sup>  | 4,37 $\pm$ 0,49 <sup>b</sup>  |
| M-Z, kg                                       | 3,88 $\pm$ 0,80 <sup>a</sup>          | 2,59 $\pm$ 0,38 <sup>b</sup>  | 2,26 $\pm$ 0,27 <sup>b</sup>  | 4,51 $\pm$ 0,60 <sup>c</sup>  | 2,72 $\pm$ 0,48 <sup>b</sup>  | 3,20 $\pm$ 0,21 <sup>a</sup>  | 3,66 $\pm$ 0,68 <sup>a</sup>       | 3,38 $\pm$ 1,10 <sup>a</sup>  | 2,74 $\pm$ 0,46 <sup>b</sup>  |
| D-P, cm                                       | 50,43 $\pm$ 3,87 <sup>a</sup>         | 47,68 $\pm$ 2,43 <sup>b</sup> | 47,95 $\pm$ 2,06 <sup>b</sup> | 51,87 $\pm$ 4,18 <sup>a</sup> | 48,58 $\pm$ 2,80 <sup>b</sup> | 46,93 $\pm$ 1,93 <sup>b</sup> | 48,06 $\pm$ 3,11 <sup>b</sup>      | 49,83 $\pm$ 4,29 <sup>a</sup> | 49,50 $\pm$ 2,46 <sup>a</sup> |
| S-P, cm                                       | 24,20 $\pm$ 2,28 <sup>a</sup>         | 22,01 $\pm$ 1,77 <sup>b</sup> | 21,95 $\pm$ 1,19 <sup>b</sup> | 25,83 $\pm$ 1,83 <sup>c</sup> | 21,97 $\pm$ 1,71 <sup>b</sup> | 22,98 $\pm$ 1,04 <sup>b</sup> | 23,94 $\pm$ 1,78 <sup>a</sup>      | 23,50 $\pm$ 2,79 <sup>a</sup> | 21,90 $\pm$ 1,52 <sup>b</sup> |
| D-Z, cm                                       | 48,25 $\pm$ 3,72 <sup>a</sup>         | 44,58 $\pm$ 2,45 <sup>b</sup> | 43,45 $\pm$ 2,01 <sup>b</sup> | 49,73 $\pm$ 4,17 <sup>a</sup> | 44,67 $\pm$ 2,43 <sup>b</sup> | 47,6 $\pm$ 2,14 <sup>b</sup>  | 47,60 $\pm$ 3,00 <sup>b</sup>      | 46,53 $\pm$ 4,70 <sup>b</sup> | 45,47 $\pm$ 2,08 <sup>b</sup> |
| S-Z, cm                                       | 20,68 $\pm$ 2,57 <sup>a</sup>         | 17,62 $\pm$ 1,46 <sup>b</sup> | 17,15 $\pm$ 0,99 <sup>b</sup> | 22,73 $\pm$ 1,75 <sup>c</sup> | 17,53 $\pm$ 1,31 <sup>b</sup> | 19,40 $\pm$ 0,99 <sup>a</sup> | 20,50 $\pm$ 1,89 <sup>a</sup>      | 19,50 $\pm$ 3,16 <sup>a</sup> | 17,57 $\pm$ 1,25 <sup>b</sup> |
| K-S, %  | 1,55 $\pm$ 0,71 <sup>a</sup>          | 1,59 $\pm$ 0,89 <sup>a</sup>  | 1,68 $\pm$ 0,78 <sup>b</sup>  | 1,74 $\pm$ 0,75 <sup>b</sup>  | 1,65 $\pm$ 0,77 <sup>b</sup>  | 1,04 $\pm$ 0,76 <sup>c</sup>  | 1,25 $\pm$ 0,82 <sup>c</sup>       | 1,71 $\pm$ 0,73 <sup>b</sup>  | 1,72 $\pm$ 0,78 <sup>b</sup>  |
| K-S/Z, %                                      | 30,28 $\pm$ 4,02 <sup>a</sup>         | 37,45 $\pm$ 5,32 <sup>b</sup> | 42,66 $\pm$ 2,46 <sup>c</sup> | 27,56 $\pm$ 2,06 <sup>d</sup> | 37,41 $\pm$ 4,82 <sup>b</sup> | 30,89 $\pm$ 2,70 <sup>a</sup> | 29,69 $\pm$ 2,86 <sup>a</sup>      | 33,82 $\pm$ 6,49 <sup>b</sup> | 37,60 $\pm$ 4,52 <sup>b</sup> |
| K-U, %  | 31,30 $\pm$ 4,02 <sup>a</sup>         | 38,43 $\pm$ 5,39 <sup>b</sup> | 43,62 $\pm$ 2,64 <sup>c</sup> | 28,74 $\pm$ 2,35 <sup>d</sup> | 38,44 $\pm$ 4,77 <sup>b</sup> | 31,54 $\pm$ 2,96 <sup>a</sup> | 30,53 $\pm$ 3,00 <sup>a</sup>      | 34,90 $\pm$ 6,41 <sup>a</sup> | 38,68 $\pm$ 4,45 <sup>b</sup> |
| pH-P  | 5,4 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>           | 5,4 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>   | 5,39 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>  | 5,39 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>  | 5,41 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>  | 5,39 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>  | 5,39 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>       | 5,40 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>  | 5,41 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>  |
| pH-Z  | 6,29 $\pm$ 0,15 <sup>a</sup>          | 6,32 $\pm$ 0,15 <sup>a</sup>  | 6,40 $\pm$ 0,11 <sup>b</sup>  | 6,31 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup>  | 6,36 $\pm$ 0,12 <sup>b</sup>  | 6,10 $\pm$ 0,10 <sup>c</sup>  | 6,18 $\pm$ 0,15 <sup>a</sup>       | 6,37 $\pm$ 0,12 <sup>b</sup>  | 6,34 $\pm$ 0,12 <sup>b</sup>  |
| a <sub>w</sub> -Z                             | 0,83 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>          | 0,80 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>  | 0,75 $\pm$ 0,02 <sup>c</sup>  | 0,81 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>  | 0,79 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>  | 0,88 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>  | 0,86 $\pm$ 0,04 <sup>b</sup>       | 0,80 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>  | 0,79 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>  |
| MA, mg/kg                                     | 0,21 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>          | 0,25 $\pm$ 0,10 <sup>b</sup>  | 0,34 $\pm$ 0,10 <sup>c</sup>  | 0,24 $\pm$ 0,04 <sup>b</sup>  | 0,24 $\pm$ 0,09 <sup>b</sup>  | 0,18 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>  | 0,21 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>       | 0,26 $\pm$ 0,09 <sup>b</sup>  | 0,20 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>  |

FAKTORI (FACTORS): Klasa (Class): A $\geq$ 4,5 kg; B<4,5 kg; BS-odmrznuta B klase/utjecaj smrzavanja sirovine (BS-defrosted B class/impact of freezing); Objekti (Facilities) - duljine faza soljenja-S i sušenja/zrenja-S/Z u danima (length of technological phases of salting-S and drying/ripening-S/Z, in days): A (S-14, S/Z-76); B (S-10, S/Z-80); C (S-4; S/Z-63); Način soljenja (Method of salting): MS-morska sol (Sea salt); NS-nitritna sol (nitrite salt); NS+Z-nitritna sol + mješavina začina i konzervansa (nitrite salt + mixture of spices & additives); SVOJSTVA (PROPERTIES): M-masa (weight); D-duljina (length); S-širina (width); K-kalo (weight loss); P-početna (initial); S-soljenja (salting); S/Z-sušenja/zrenja (drying/ripening); Z-završna (final); U-ukupno (total); MA-malonaldehid (malonaldehyde). Različita slova unutar istog retka ukazuju na značajne razlike po promatranim faktorima ( $P \leq 0,05$ ). Different letters within the same row indicate significant differences by observed factors ( $P \leq 0,05$ ).

zavanja sirovine na K-U i K-S/Z, s obzirom da su utvrđene razlike u navedenim kalima između klasa B i BS (čija je početna masa bila slična, a prerada se odvijala u objektu B na isti način i u istim uvjetima) bile i statistički značajne ( $P \leq 0,05$ ; tablica 2; slika 2). Značajna razlika za K-S utvrđena je samo za klasu BS (razlike za K-S između klasa A i B nisu bile značajne, tablica 2) što implicira mogući utjecaj zamrzavanja sirovine na kalo soljenja, no ipak se ne može sa sigurnošću tvrditi takav utjecaj, s obzirom da razlike za K-S između grupa BS i B u objektu B nisu bile značajne (tablica 3). Ipak, većina autora općenito se slažu da zamrzavanje, trajanje uskladištenja i odmrzavanje mesa doprinose smanjenju sposobnost zadržavanja vode u mesu, odnosno njenom povećanom gubitku (Ngapo i sur., 1999; Vieira i sur., 2009; cit. Anonimno, 2014). Među razlozima za gubitak vode iz mesa nakon zamrzavanja, u literaturi se navode razaranje miofibrilarne strukture mišića i modifikacija, odnosno, denaturacija bjelančevina (Anonimno, 2014). Međutim, manji utjecaj zamrzavanja na gubitak vode istraživane pancete, vjerojatno je posljedica visokog udjela masnog tkiva u svinjskoj potrbušini, zbog čega proizvodnja pancete od smrznute sirovine i nije rijetkost u praksi. Nadalje, najmanji K-S utvrđen je u objektu C (1,04%; tablica 2) i to za klasu B (0,76%;  $P \leq 0,05$ ; tablica 3), dok je najveći K-S po grupama utvrđen u objektu B, također za klasu B (2,14%;  $P \leq 0,05$ ; tablica 3). Prema tome, utjecaj duljine faze soljenja/salamurenja na kalo soljenja istraživane pancete ne može se isključiti, s obzirom da je navedena faza bila najkraća (4 dana) u objektu C u kojem je K-S bio i najniži. Suprotno navedenom, Kravica i sur. (2016) nisu utvrdili utjecaj duljine soljenja na kalo soljenja u proizvodnji dalmatinske pečnice. Najma-

**Slika 1.** Razlike u kalima dalmatinske pancete između pojedinih objekata, %  
**Picture 1.** Differences in weight loss of the Dalmatian dry-cured bacon among the facilities, %


Kalo (weight loss): S-soljenja/salamurenja (salting), S/Z-sušenja/zrenja (drying/ripening), U-ukupno (total); Objekt (Facility) A, B, C: duljine faza soljenja-S i sušenja/zrenja-S/Z u danima (length of the technological phases of salting-S and drying/ripening-S/Z in days): A (S-14, S/Z-76); B (S-10, S/Z-80); C (S-4; S/Z-63)

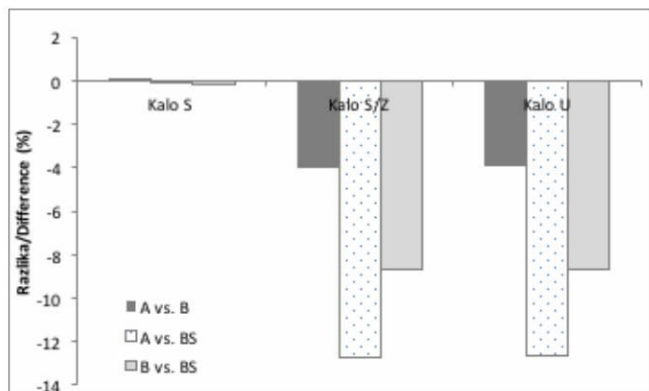
nja utvrđena kala (K-S, K-S/Z i K-U) u objektu C ( $P \leq 0,05$ ; tablica 3) najvjerojatnije su posljedica najkraćeg procesa prerade (67 dana), odnosno pojedinih preradbenih faza, u odnosu na druga dva objekta (objekti A i B - 90 dana; tablica 1). Učinak načina soljenja/salamurenja (morska sol – MS, Nitritna sol – NS, nitritna sol sa začinicima i aditivima – NS+Z) je diskutabilan iako su razlike u pojedinim kalima između navedenih skupina utvrđene (tablica 2). Naime, iz tablice 3 se može uočiti da su K-S, ali i K-S/Z i K-U u istim skupinama prema načinu soljenja, bila različita u različitim objektima i klasama pancete. Nasuprot navedenom, Kravica i sur. (2016) navode veći kalo u fazi sušenja/zrenja i ukupni kalo dalmatinske pečnice u sku-

**Tablica 3.** Faktorska ANOVA istraženih svojstava dalmatinske pancete po grupama (srednje vrijednosti  $\pm$  SD)**Table 3.** Factor ANOVA of analysed properties of the Dalmatian dry-cured bacon by groups (average  $\pm$  SD)

| Istraživana svojstva<br>(Analyzed properties) | Objekt (Facility) A                |                               | Objekt (Facility) B           |                               |                               |                               |                               |                               | Objekt (Facility) C           |                               |
|---|------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|   | Klasa (Class)                      |                               | Klasa (Class)                 |                               |                               |                               |                               |                               | Klasa (Class)                 |                               |
|   | A                                  | A                             | BS                            | BS                            | A                             | A                             | B                             | B                             | B                             | A                             |
|   | Način soljenja (Method of salting) |                               |                               |                               |                               |                               |                               |                               |                               |                               |
|   | MS                                 | NS                            | NS                            | NS+Z                          | NS                            | NS+Z                          | NS                            | NS+Z                          | MS                            | MS                            |
| M-P, kg                                       | 6,03 $\pm$ 0,70 <sup>a</sup>       | 6,59 $\pm$ 0,64 <sup>b</sup>  | 3,94 $\pm$ 0,42 <sup>c</sup>  | 4,04 $\pm$ 0,22 <sup>c</sup>  | 4,85 $\pm$ 0,37 <sup>d</sup>  | 4,97 $\pm$ 0,43 <sup>d</sup>  | 4,20 $\pm$ 0,14 <sup>c</sup>  | 4,32 $\pm$ 0,15 <sup>c</sup>  | 4,48 $\pm$ 0,11 <sup>d</sup>  | 4,88 $\pm$ 0,25 <sup>d</sup>  |
| M-S, kg                                       | 5,94 $\pm$ 0,71 <sup>a</sup>       | 6,47 $\pm$ 0,65 <sup>b</sup>  | 3,88 $\pm$ 0,42 <sup>c</sup>  | 3,97 $\pm$ 0,22 <sup>c</sup>  | 4,78 $\pm$ 0,38 <sup>d</sup>  | 4,90 $\pm$ 0,42 <sup>d</sup>  | 4,13 $\pm$ 0,15 <sup>c</sup>  | 4,22 $\pm$ 0,15 <sup>c</sup>  | 4,44 $\pm$ 0,13 <sup>c</sup>  | 4,81 $\pm$ 0,23 <sup>d</sup>  |
| M-Z, kg                                       | 4,28 $\pm$ 0,58 <sup>a</sup>       | 4,73 $\pm$ 0,54 <sup>a</sup>  | 2,22 $\pm$ 0,34 <sup>b</sup>  | 2,29 $\pm$ 0,20 <sup>b</sup>  | 3,22 $\pm$ 0,31 <sup>c</sup>  | 3,17 $\pm$ 0,43 <sup>c</sup>  | 2,65 $\pm$ 0,16 <sup>c</sup>  | 2,75 $\pm$ 0,17 <sup>c</sup>  | 3,07 $\pm$ 0,15 <sup>c</sup>  | 3,34 $\pm$ 0,18 <sup>c</sup>  |
| D-P, cm                                       | 49,57 $\pm$ 3,76 <sup>a</sup>      | 54,17 $\pm$ 3,27 <sup>b</sup> | 47,00 $\pm$ 2,26 <sup>a</sup> | 48,90 $\pm$ 1,37 <sup>a</sup> | 48,60 $\pm$ 3,44 <sup>a</sup> | 50,90 $\pm$ 2,85 <sup>b</sup> | 47,40 $\pm$ 2,80 <sup>a</sup> | 48,70 $\pm$ 2,50 <sup>a</sup> | 46,40 $\pm$ 2,41 <sup>a</sup> | 47,45 $\pm$ 1,21 <sup>a</sup> |
| Š-P, cm                                       | 25,23 $\pm$ 1,75 <sup>a</sup>      | 26,43 $\pm$ 1,75 <sup>a</sup> | 22,10 $\pm$ 1,37 <sup>b</sup> | 21,80 $\pm$ 1,03 <sup>b</sup> | 22,10 $\pm$ 1,45 <sup>b</sup> | 22,20 $\pm$ 1,23 <sup>b</sup> | 21,90 $\pm$ 2,77 <sup>b</sup> | 21,70 $\pm$ 2,16 <sup>b</sup> | 22,55 $\pm$ 1,12 <sup>b</sup> | 23,40 $\pm$ 0,81 <sup>b</sup> |
| D-Z, cm                                       | 47,60 $\pm$ 3,96 <sup>a</sup>      | 51,87 $\pm$ 3,25 <sup>b</sup> | 42,20 $\pm$ 2,04 <sup>c</sup> | 44,70 $\pm$ 0,95 <sup>a</sup> | 45,80 $\pm$ 2,53 <sup>a</sup> | 46,70 $\pm$ 2,54 <sup>a</sup> | 43,60 $\pm$ 1,65 <sup>c</sup> | 45,00 $\pm$ 2,00 <sup>a</sup> | 47,40 $\pm$ 2,12 <sup>a</sup> | 47,80 $\pm$ 2,25 <sup>a</sup> |
| Š-Z, cm                                       | 21,97 $\pm$ 1,82 <sup>a</sup>      | 23,50 $\pm$ 1,34 <sup>a</sup> | 17,40 $\pm$ 1,17 <sup>b</sup> | 16,90 $\pm$ 0,74 <sup>b</sup> | 18,20 $\pm$ 1,40 <sup>b</sup> | 18,20 $\pm$ 1,23 <sup>b</sup> | 16,90 $\pm$ 1,37 <sup>b</sup> | 17,60 $\pm$ 1,43 <sup>b</sup> | 19,30 $\pm$ 1,16 <sup>b</sup> | 19,50 $\pm$ 0,85 <sup>b</sup> |
| K-S, %  | 1,53 $\pm$ 0,85 <sup>a</sup>       | 1,96 $\pm$ 0,60 <sup>a</sup>  | 1,64 $\pm$ 0,80 <sup>a</sup>  | 1,73 $\pm$ 0,80 <sup>a</sup>  | 1,45 $\pm$ 0,60 <sup>a</sup>  | 1,29 $\pm$ 0,53 <sup>b</sup>  | 1,67 $\pm$ 0,92 <sup>a</sup>  | 2,14 $\pm$ 0,81 <sup>c</sup>  | 0,76 $\pm$ 0,66 <sup>b</sup>  | 1,33 $\pm$ 0,77 <sup>b</sup>  |
| K-Z, %  | 28,09 $\pm$ 2,26 <sup>a</sup>      | 27,02 $\pm$ 1,74 <sup>a</sup> | 42,93 $\pm$ 3,02 <sup>b</sup> | 42,38 $\pm$ 1,87 <sup>b</sup> | 32,7 $\pm$ 2,34 <sup>a</sup>  | 35,52 $\pm$ 3,85 <sup>c</sup> | 36,00 $\pm$ 3,30 <sup>c</sup> | 34,91 $\pm$ 3,03 <sup>c</sup> | 31,02 $\pm$ 2,29 <sup>a</sup> | 30,76 $\pm$ 3,18 <sup>a</sup> |
| K-U, %  | 29,18 $\pm$ 2,55 <sup>a</sup>      | 28,30 $\pm$ 2,12 <sup>a</sup> | 43,86 $\pm$ 3,26 <sup>b</sup> | 43,38 $\pm$ 2,00 <sup>b</sup> | 33,68 $\pm$ 2,33 <sup>a</sup> | 36,35 $\pm$ 3,70 <sup>c</sup> | 37,09 $\pm$ 3,00 <sup>c</sup> | 36,30 $\pm$ 3,06 <sup>c</sup> | 31,54 $\pm$ 2,40 <sup>a</sup> | 31,54 $\pm$ 3,57 <sup>a</sup> |
| pH-P  | 5,38 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>       | 5,40 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>  | 5,40 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>  | 5,39 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>  | 5,40 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>  | 5,44 $\pm$ 0,15 <sup>a</sup>  | 5,40 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>  | 5,42 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup>  | 5,39 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>  | 5,39 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>  |
| pH-Z  | 6,29 $\pm$ 0,14 <sup>a</sup>       | 6,34 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>  | 6,40 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>  | 6,41 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>  | 6,40 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>  | 6,30 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>  | 6,36 $\pm$ 0,14 <sup>a</sup>  | 6,3 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>   | 6,12 $\pm$ 0,10 <sup>b</sup>  | 6,09 $\pm$ 0,11 <sup>b</sup>  |
| a <sub>w</sub> -Z                             | 0,82 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>       | 0,81 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>  | 0,75 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>  | 0,75 $\pm$ 0,03 <sup>b</sup>  | 0,81 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>  | 0,82 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>  | 0,81 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>  | 0,81 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>  | 0,87 $\pm$ 0,03 <sup>c</sup>  | 0,89 $\pm$ 0,02 <sup>c</sup>  |
| MA, mg/kg                                     | 0,27 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>       | 0,22 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>  | 0,39 $\pm$ 0,09 <sup>b</sup>  | 0,28 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>  | 0,21 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>  | 0,16 $\pm$ 0,01 <sup>c</sup>  | 0,21 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>  | 0,18 $\pm$ 0,02 <sup>c</sup>  | 0,18 $\pm$ 0,02 <sup>c</sup>  | 0,18 $\pm$ 0,01 <sup>c</sup>  |

Objekti (Facilities) – različite duljine faza soljenja-S i sušenja/zrenja-S/Z u danima (differences in length of technological phases of salting-S and drying/ripening-S/Z in days): A (S-14, S/Z-76); B (S-10, S/Z-80); C (S-4; S/Z-63); Klasa (Class): A  $\geq$ 4,5 kg; B <4,5 kg; BS-odmružnuta klasa B (BS- defrosted class B); Način soljenja (Method of salting): MS – morska sol (Sea salt); NS – nitritna sol (Nitrite salt); NS+Z – Nitritna sol + mješavina začina i konzervansa (Nitrite salt + mixture of spices & additives); Svojstva (properties): M-masa (weight); D-duljina (length); Š-širina (width); K-kalo (weight loss); P-početna (initial); S-soljenja (postsalting); S/Z-sušenja/zrenja (drying/ripening); Z-završna (final); U-ukupno (total); MA-malonaldehid (malonaldehyde). Različita slova unutar istog retka ukazuju na značajne razlike po promatranim grupama ( $P \leq 0,05$ ). Different letters within the same row indicate significant differences by observed groups ( $P \leq 0,05$ ).

**Slika 2.** Razlike u kalima dalmatinske pancete s obzirom na klase sirovine, %  
**Picture 2.** Differences in weight loss of the Dalmatian dry-cured bacon considering the classes of raw bacon, %



Kalo (weight loss): S-soljenja/salamurenja (salting), S/Z-sušenja/zrenja (drying/ripening), U-ukupno (total); Klasa (Class) A, B, BS, početna masa (initial weight): A  $\geq$ 4,5 kg; B <4,5 kg; BS-odmružnuta B klase (BS- defrosted B class);

pini salamurenoj mješavinom nitritne soli istog sastava kao i u ovom istraživanju. Nadalje, podatci drugih autora za kalo prerade sličnih proizvoda (panceta) navode sljedeće podatke: Božac (2006) navodi da prosječni kalo sušenja istarske potrbušine (sušenje/zrenje 2 mjeseca) iznosi 29,63%; Velent Jambrešić (2009) navodi da kalo prerade industrijske pancete prosječno iznosi 41,96% (od 31,52 do 48,34%); Jin i sur. (2010) navode kalo od  $34,9 \pm 8,4\%$  za sličan kineski proizvod modificirane tehnologije (soljenje 3-4 dana, sušenje/zrenje 12 dana u posebnim mikroklimatskim uvjetima: povećanje temperature  $1,5^\circ\text{C}/\text{dan}$  od 13 do  $31^\circ\text{C}$  i smanjenje RH  $0,5\%/\text{dan}$

od 85% do 79%). Primjera radi, u obrascu „Jedinstveni list“ za „krašku pancetu“ zaštićene oznake zemljopisnog podrijetla stoji da kalo proizvodnje mora iznositi najmanje 33 % (Anonimno, 2012). Navedeni podatci slični su rezultatima ovog istraživanja. Nadalje, 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; Seong i sur., 2015; Krvavica i sur., 2016). Početni pH (pH-P) sirove pancete bio je sličan u svim objektima i grupama proizvoda, te se utjecaj pH-P na razinu kala, u ovom slučaju može isključiti, a isti zaključak za kalo dalmatinske pečenice navodi i Krvavica i sur. (2016). Koeficijenti korelacije između istraženih parametara (tablica 4) očekivano pokazuju povezanost masa pancete kroz preradu (M-P, M-S i M-Z) te K-S/Z i K-U, odnosno što su navedene mase bile veće, kala su bila manja.

Nadalje, osim početnih masa sirove obrađene pancete, ovim istraživanjem su utvrđene i dimenzije sirove i zrele pancete te završne mase dalmatinske pancete (tablice 2 i 3). Dimenzije obrađene sirove svinjske potrbušine ovisno o klasi iznosile su od  $19 \times 41$  cm do  $29 \times 60$  cm, odnosno prosječna duljina A klase iznosila je 50,43 cm, B klase 47,68 cm i BS klase 47,95 cm, a prosječna širina A klase 24,20 cm, B klase 22,01 cm i BS klase 21,95 cm, pri čemu su duljina i širina A klase bile značajno veće od klase B i BS ( $P \leq 0,05$ ; tablica 2). Dimenzije zrele pancete kretale su se u rasponu od  $38 \times 16$  cm do  $56 \times 24$  cm, odnosno prosječna duljina A klase iznosila je 48,25 cm, B klase 44,58 cm i BS klase 43,55 cm, a prosječna širina

**Tablica 4.** Pearson (n) koeficijent korelacije između istraživanih parametara dalmatinske pancete**Table 4.** Pearson (n) Correlation coefficients among the parameters of Dalmatian dry-cured bacon

| Varijable (Variables) | M-P, kg        | D-P, cm       | Š-P, cm        | M-S, kg        | K-S, %         | M-Z, kg        | D-Z, cm        | Š-Z, cm        | K-S/Z, %       | K-U, %         | pH-P    | pH-Z           | a <sub>w</sub> -Z | MA, mg/kg      |
|-----------------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|----------------|-------------------|----------------|
| M-P, kg               | 1              | <b>0,5686</b> | <b>0,7923</b>  | <b>0,9992</b>  | -0,0311        | <b>0,9754</b>  | <b>0,7804</b>  | <b>0,8045</b>  | <b>-0,6886</b> | <b>-0,6835</b> | -0,0127 | -0,1917        | 0,2420            | -0,2408        |
| D-P, cm               | <b>0,5686</b>  | 1             | <b>0,3339</b>  | <b>0,5588</b>  | 0,2052         | <b>0,4860</b>  | <b>0,7168</b>  | <b>0,2845</b>  | <b>-0,1676</b> | -0,1525        | -0,1145 | 0,0531         | -0,1832           | -0,0806        |
| Š-P, cm               | <b>0,7923</b>  | <b>0,3339</b> | 1              | <b>0,7930</b>  | -0,0597        | <b>0,7888</b>  | <b>0,5886</b>  | <b>0,7990</b>  | <b>-0,5565</b> | <b>-0,5588</b> | 0,1798  | -0,1553        | 0,1848            | 0,0064         |
| M-S, kg               | <b>0,9992</b>  | <b>0,5588</b> | <b>0,7930</b>  | 1              | -0,0697        | <b>0,9769</b>  | <b>0,7793</b>  | <b>0,8047</b>  | <b>-0,6925</b> | <b>-0,6905</b> | -0,0131 | -0,1986        | 0,2518            | -0,2490        |
| K-S, %                | <b>-0,0311</b> | <b>0,2052</b> | <b>-0,0597</b> | <b>-0,0697</b> | 1              | -0,0961        | -0,0483        | -0,0627        | 0,1626         | 0,2423         | 0,0051  | 0,2063         | <b>-0,3194</b>    | 0,2576         |
| M-Z, kg               | 0,9754         | 0,4860        | 0,7888         | 0,9769         | -0,0961        | 1              | <b>0,7422</b>  | <b>0,8358</b>  | <b>-0,8257</b> | <b>-0,8233</b> | -0,0425 | -0,2397        | <b>0,3610</b>     | <b>-0,3259</b> |
| D-Z, cm               | <b>0,7804</b>  | <b>0,7168</b> | <b>0,5886</b>  | <b>0,7793</b>  | -0,0483        | <b>0,7422</b>  | 1              | <b>0,5418</b>  | <b>-0,5099</b> | <b>-0,5076</b> | 0,0021  | <b>-0,2883</b> | 0,2418            | <b>-0,3754</b> |
| Š-Z, cm               | <b>0,8045</b>  | <b>0,2845</b> | <b>0,7990</b>  | <b>0,8047</b>  | -0,0627        | <b>0,8358</b>  | <b>0,5418</b>  | 1              | <b>-0,7031</b> | <b>-0,6991</b> | -0,0452 | -0,2313        | <b>0,4098</b>     | -0,1991        |
| K-S/Z, %              | <b>-0,6886</b> | -0,1676       | <b>-0,5565</b> | <b>-0,6925</b> | 0,1626         | <b>-0,8257</b> | <b>-0,5099</b> | <b>-0,7031</b> | 1              | <b>0,9960</b>  | 0,0958  | <b>0,3300</b>  | <b>-0,6168</b>    | <b>0,5453</b>  |
| K-U, %                | <b>-0,6835</b> | -0,1525       | <b>-0,5588</b> | <b>-0,6905</b> | 0,2423         | <b>-0,8233</b> | <b>-0,5076</b> | <b>-0,6991</b> | <b>0,9960</b>  | 1              | 0,0947  | <b>0,3466</b>  | <b>-0,6357</b>    | <b>0,5565</b>  |
| pH-P                  | -0,0127        | -0,1145       | 0,1798         | -0,0131        | 0,0051         | -0,0425        | 0,0021         | -0,0452        | 0,0958         | 0,0947         | 1       | <b>0,0948</b>  | 0,0026            | 0,1203         |
| pH-Z                  | -0,1145        | 0,0531        | -0,1553        | -0,1986        | 0,2063         | -0,2397        | <b>-0,2883</b> | -0,2313        | <b>0,3300</b>  | <b>0,3466</b>  | 0,0948  | 1              | <b>-0,4955</b>    | <b>0,3183</b>  |
| a <sub>w</sub> -Z     | 0,1798         | -0,1832       | 0,1848         | 0,2518         | <b>-0,3194</b> | <b>0,3610</b>  | 0,2418         | <b>0,4098</b>  | <b>-0,6168</b> | <b>-0,6357</b> | 0,0026  | <b>-0,4955</b> | 1                 | <b>-0,6021</b> |
| MA, mg/kg             | -0,0131        | -0,0806       | 0,0064         | -0,2490        | 0,2576         | <b>-0,3259</b> | <b>-0,3754</b> | -0,1991        | <b>0,5453</b>  | 0,5565         | 0,1203  | <b>0,3183</b>  | <b>-0,6021</b>    | 1              |

Varijable (Varijables): M-masa (weight); D-duljina (length); Š-širina (width); K-kalo (weight loss); MA-malonaldehid (malonaldehyde). P-početna (initial); S-soljenja (salting); S/Z-sušenja/zrenja (drying/ripening); Z-završna (final); U-ukupno (total); Vrijednosti u boldu su različite od 0 na razini signifikantnosti  $\alpha=0,05$ . Values in bold are different from 0 with a significance level  $\alpha=0,05$ .

A klase 20,68 cm, B klase 17,62 cm i BS klase 17,15 cm, pri čemu su duljina i širina A klase bile značajno veće od klasa B i BS ( $P \leq 0,05$ ; tablica 2). Završna masa zrele pancete iznosila je ovisno o klasi od 1,75 kg do 5,35 kg, odnosno prosječno je iznosila za A klasu 3,88 kg, B klasu 2,59 kg i BS klasu 2,26 kg, a značajna razlika utvrđena je između A klase i ostale dvije klase ( $P \leq 0,05$ ; tablica 2). Za slične proizvode zaštićenih oznaka izvornosti (ZOI) i zemljopisnog podrijetla (ZOZP) najčešće su propisane najmanje, a ponekad i najveće završne mase. Tako je za slovensku „krašku pancetu“ (ZOZP) propisana najmanja masa  $>2,2$  kg (Anonimno, 2012), a za talijanske „Pancetta Piacentina“ (ZOI) između 4 i 8 kg (Anonimno, 2017c), te „Pancetta Di Calabria“ između 3 i 6 kg, za koju je propisana i debljina od 3 do 6 cm (Anonimno, 2017d).

#### pH i aktivitet vode (a<sub>w</sub>) dalmatinske pancete

Prosječni pH sirove pancete (24-72 sata *post mortem*) kao i odmrznute sirove pancete netom prije soljenja, u svim objektima, klasama i grupama bio je sličan (od 5,39 u objektima A i C do 5,41 u objektu B) što ukazuje na sličnu kvalitetu sirovine. Vrlo slične pH vrijednosti svježe svinjske potrbušine (5,4 $\pm$ 0,2) navode Jin i sur. (2010). Suprotno navedenom, neki autori navode da u zamrznutom mesu nakon odmrzavanja, pH vrijednosti pokazuju tendenciju laganog pada u odnosu na stanje prije zamrzavanja (Leygonie i sur., 2011; *cit.* Anonimno 2014).

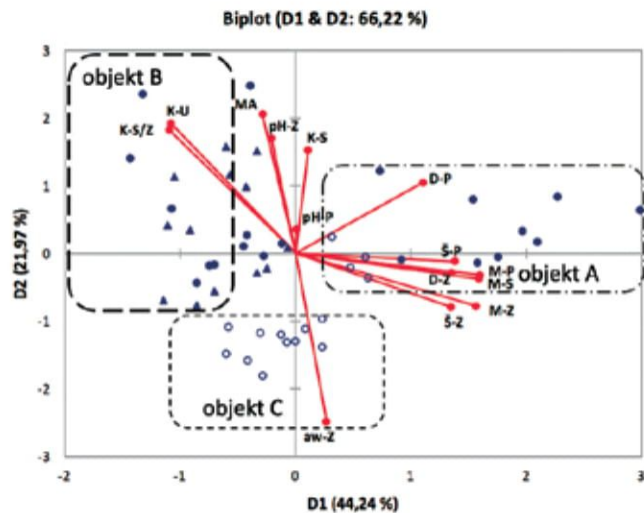
Za razliku od sirove, prosječne vrijednosti pH zrele pancete (pH-Z) bile su značajno različite između sva tri objekta (A – 6,31; B – 6,36; C – 6,10; tablica 2), pri čemu su pH-Z vrijednosti po pojedinim grupama bile slične, osim za grupe MS u objektu C (klasa A i B) koje su bile značajno niže ( $P \leq 0,05$ ; tablica 3), što snažno ukazuje na utjecaj duljine preradbenog procesa na završni pH proizvoda. Slične rezultate navode i Krvavica i sur (2016) za pH zrele pečenice uz mogući dodatni

utjecaj primjene soljenja isključivo morskom solju. Nadalje, rezultati o međusobnoj korelaciji ispitivanih parametara (tablica 4) pokazuju pozitivnu vezu između kala (K-S/Z i K-U) i pH-Z zrele pancete, što se također može pripisati utjecaju duljine zrenja pancete (pancete s duljom fazom sušenja/zrenja imale su veća kala). Podatci drugih autora za krajnji pH sličnih proizvoda prilično su varijabilni. Najbližiji ovom istraživanju rezultati su Jin i sur. (2010), koji za kinesku sušenu potrbušinu modificirane tehnologije (kratko zrenje uz primjenu visoke temperature i niske RH), navode pH od 6,4 $\pm$ 0,2. Nadalje, Božac (2006) za istarsku potrbušinu navodi završni pH od 6,71 nakon 2 mjeseca zrenja, a pojedini talijanski proizvođači na deklaracijama svojih proizvoda navode pH vrijednosti od 5,2 $\pm$ 0,20 (rolana panceta, Salumificio Bonalumi snc, Mozzo, Bologna, Italija), pH 5,33 (rolana panceta, FEMA srl, Chiusi, Siena, Tuscany, Italija) do pH 5,7 (rolana „*pancetta coppata*“, Bedogni Egidio spa, Parma, Italija), za pancete čiji proces prerade traje od 3 do 4 mjeseca. Znatno niže pH vrijednosti talijanskih rolanih panceta vjerojatno su posljedica specifične tehnologije uz korištenje ovitaka. Brojni autori navode da uz ostale čimbenike, veliki utjecaj na pH različitih suhomesnatih proizvoda imaju način soljenja, odnosno sastojci salamure (dodatak nitritne soli, askorbinske i/ili limunske kiseline ili inokulacija probioticima i sl.) te duljina zrenja (Seong i sur., 2015; Stadnik i sur., 2014), a navedeno se djelomično može uočiti i u rezultatima ovog istraživanja (utjecaj duljine zrenja na pH-Z u objektu C; tablica 3;  $P \leq 0,05$ ), pri čemu dodatak nitritne soli, aditiva i začina nije imao značajnog utjecaja na sporiji rast pH, odnosno razlike u objektima A i B između pojedinih grupa nisu bile značajne (tablica 3) kao što je to bio slučaj kod dalmatinske pečenice (Krvavica i sur., 2016).

Aktivitet vode (a<sub>w</sub>) zrele dalmatinske pancete iznosila je prosječno 0,81; odnosno od 0,79 u objektu B i 0,81 u objektu A do značajno višeg a<sub>w</sub>=0,88 u objektu C ( $P \leq 0,05$ ;

**Slika 3.** Analiza glavnih komponenata (PCA) za uzorke dalmatinske pancete prema načinu soljenja/salamurenja, (MS, NS, NS+Z) i duljini trajanja pojedinih faza prerade (objekti A, B, C)

**Picture 3.** Principal component analysis (PCA) of the samples of Dalmatian dry-cured bacon according to the method of salting (MS, NS, NS+Z) and the length of the processing phases (facilities: A, B, C)



Objekt A, B, C (Facilities A, B, C) – duljine faza soljenja (S) i sušenja/zrenja (S/Z) u danima (lengths of processing phases of salting-S and drying/ripening-S/Z, in days): A (S - 14, S/Z - 76); B (S - 10, S/Z - 80); C (S - 4; S/Z - 63);

Način soljenja (Method of salting): ○ - Morska sol - MS (Sea salt); ● - Nitritna sol - NS (Nitrite salt); ▲ - Nitritna sol+mješavina začina i aditiva - NS+Z (Nitrate salt+mixture of spices & additives); SVOJSTVA (PROPERTIES): M-masa (weight); K-kalo (weight loss); P-početna (initial); S- soljenja/salamurenja (postsalting); S/Z-sušenja/zrenja (drying/ripening); Z-završna (final); U-ukupno (total); MA-malonaldehid, mg/kg (malonaldehyde).

tablica 3). Navedena razlika je najvjerojatnije posljedica značajno kraćeg postupka prerade u objektu C (67 dana) u odnosu na objekte A i B (90 dana). Međutim, kao značajni faktori pokazali su se i način soljenja i uporaba zamrznute sirovine, s obzirom da je  $a_w$  u grupi MS bio značajno veći, a u grupi BS značajno manji nego u ostalim grupama promatranih faktora ( $P \leq 0,05$ ; tablica 2). No, ipak treba uzeti u obzir da svi uzorci u objektu C (20 uzoraka od ukupno 30 u grupi MS) pripadaju grupi MS, te se ipak ne može isključiti da je značajniji utjecaj na povećanje  $a_w$  imao kraći postupak prerade u objektu C nego način soljenja, osobito što u objektu A nisu utvrđene razlike između klasa A i B, odnosno grupa MS i NS (tablica 3). Međusobne korelacije ispitivanih parametara (tablica 4) očekivano pokazuju pozitivnu vezu između  $a_w$  i završne mase pancete te negativnu vezu u odnosu na pojedina kala (K-S, K-S/Z i K-U) pancete, što je vrlo slično istraživanju Krvavice i sur. (2016). Nadalje, usporedbe radi za slovensku „krašku pancetu“ (ZOZP) propisan je najmanji  $a_w < 0,92$  (Anonimno, 2012), a pojedini talijanski proizvođači na deklaracijama svojih proizvoda, čiji procesi prerade traju od 3 do 4 mjeseca, navode  $a_w$  propisan za trajne suhomesnate proizvode (0,93; rolana „pancetta coppata“, Bedogni Egidio spa, Parma, Italija) ili nešto niže ( $0,91 \pm 0,05$ ; Salumificio Bonalumi snc, Mozzo, Bologna, Italija). Znatno više  $a_w$  vrijednosti talijanskih ro-

**Tablica 5.** Udio promatranih parametara u prva dva faktora (D1, D2) s obzirom na načine soljenja dalmatinske pancete u različitim objektima

**Table 5.** The share of the parameters in the first two factors (D1, D2) considering the salting methods of Dalmatian dry-cured bacon by facilities

| Varijable (Variables) | D1            | D2            |
|-----------------------|---------------|---------------|
| M-P, kg               | <b>0,9404</b> | 0,0125        |
| D-P, cm               | <b>0,4509</b> | 0,1336        |
| Š-P, cm               | <b>0,6996</b> | 0,0017        |
| M-S, kg               | <b>0,9310</b> | 0,0171        |
| K-S, %                | 0,0044        | <b>0,2818</b> |
| M-Z, kg               | <b>0,8956</b> | 0,0730        |
| D-Z, cm               | <b>0,6725</b> | 0,0099        |
| Š-Z, cm               | <b>0,6602</b> | 0,0757        |
| K-S/Z, %              | <b>0,4417</b> | 0,4029        |
| K-U, %                | 0,4251        | <b>0,4458</b> |
| pH-P                  | 0,0000        | <b>0,0150</b> |
| pH-Z                  | 0,0161        | <b>0,3491</b> |
| $a_w$ -Z              | 0,0265        | <b>0,7464</b> |
| MA, mg/kg             | 0,0299        | <b>0,5120</b> |

**Varijable (Variables):** M-masa (weight); D-duljina (length); Š-širina (width); K-kalo (weight loss); MA-malonaldehid (malonaldehyde).

P-početna (initial); S- soljenja (salting); S/Z-sušenja/zrenja (drying/ripening); Z-završna (final); U-ukupno (total); D1 i D2-glavne komponente s dominantnim parametrima (principal components with dominant parameters)

Vrijednosti u **boldu** su dominantne (the values in **bold** are dominant)

lanih panceta vjerojatno su posljedica znatno manjeg kala zbog specifične tehnologije i korištenja ovitaka.

### Razina lipidne oksidacije (TBA test)

Faktorska ANOVA za rezultate TBA testa (udio MA mg/kg uzorka) dalmatinske pancete pokazuje da je udio malonaldehida u uzorcima iz objekta C bio značajno manji ( $0,18$  mg;  $P \leq 0,05$ ) nego u uzorcima iz ostala dva objekta (tablica 2), što potvrđuje značajan utjecaj duljine zrenja na oksidaciju lipida (Gandemer, 2002; Lorenzo i Purriños, 2013; Krvavica i sur. 2016; Méndez-Cid i sur, 2016). Značajne razlike za TBA test utvrđene su i između skupina različitog načina soljenja, pri čemu je udio malonaldehida bio značajno veći u skupini NS nego u skupinama NS-Z i MS u kojima je bio sličan (tablica 2). Niži udio MA u skupini soljenoj morskom solju (MA) vjerojatno je posljedica utjecaja 2/3 uzoraka iz objekta C (od 30 uzoraka skupine MS, 20 je iz objekta C) u kojem je proces trajao najkraće, što je jasno vidljivo iz podataka faktorske ANOVA po grupama (tablica 3). Međutim, rezultati u tablici 3 jasno ukazuju na najveći utjecaj začina i antioksidansa u kombinaciji s nitritnom solju, ali i manji utjecaj nitritne soli (a vjerojatno i veći utrošak salamure/kg sirovine u objektu B, tablica 1) na sniženje udjela MA u panceti. Ujedno se može uočiti i utjecaj zamrzavanja sirovine, s obzirom da je udio MA u grupi BS (NS) bio najveći (što je vjerojatno posljedica oksidativnih procesa tijekom skladištenja sirovine, odnosno vjerojatno većeg početnog udjela MA u sirovoj panceti). Snažan učinak soli i



sastojaka salamure na lipolitičke i oksidativne procese u mesnim proizvodima odavno je poznat (Coutron-Gambotti i Gandemer, 1999; Gandemer, 2002; Andres i sur., 2005). Rezultati Krvavice i sur. (2016) u sličnom istraživanju za dalmatinsku pečenicu upućuju na mogući utjecaj dodatka nitritne soli, začina i aditiva na udio MA u proizvodu, premda ne tako jasno kao u ovom istraživanju. Nadalje, Pearson (n) koeficijenti korelacije između istraživanih parametara pancete dodatno ukazuju na učinak duljine prerade na udio MA u uzorcima. Naime, što je  $a_w$  uzoraka bio veći, udio MA je bio manji, a što su kalo i pH bili veći i udio MA je bio veći (tablica 4). Rezultati drugih autora za TBA test sličnih proizvoda, prilično su varijabilni i uglavnom su ovisili o duljini sušenja i zrenja, tipu proizvoda, količini i sastavu salamure te tehnologiji prerade. Tako su Méndez-Cid i sur. (2016) utvrdili značajan utjecaj intenziteta soljenja, temperature zraka u fazi zrenja (8°C i 12°C) i duljine zrenja na udio MA u tkivu tradicionalne španjolske suhe leđne slanine „Tocino“, koji se kretao od 0,28 mg/kg na početku zrenja do 1,19 mg/kg na kraju zrenja koje je trajalo 9 mjeseci. Nasuprot tome, znatno povećanje temperature tijekom kratkog zrenja kineske potrbušine (soljenje 3-4 dana, sušenje/zrenje 12 dana u posebnim mikroklimatskim uvjetima: povećanje temperature 1,5°C/dan od 13 do 31°C i smanjenje RH 0,5%/dan od 85% do 79%) utječe na smanjenje udjela MA u proizvodu (od 0,28 mg na kraju faze soljenja do 0,09 mg na kraju zrenja (Jin i sur. 2010).

### Analiza glavnih komponenti (PCA) uzoraka dalmatinske pancete

Slika 3 prikazuje rezultat analize glavnih komponenta prema kojima su raspodijeljeni uzorci pancete ovisno o načinu soljenja/salamurenja (MS, NS, NS+Z) i objektima (A, B, C). PCA bi-plot pokazuje kako je raspodjelom obuhvaćeno gotovo 60% varijance u promatranom skupu podataka. Najjasnije je grupiranje uzoraka pancete s obzirom na različite objekte prerade, dok je grupiranje s obzirom na način soljenja najjasnije za uzorke soljene morskom solju (MS). S obzirom da su svi uzorci u objektu C soljeni morskom solju, na slici 3 se jasno uočava preklapanje uzoraka objekta C i uzoraka MS, grupiranih u donji dio trećeg i četvrtog kvadranta. Uzorci NS i NS+Z ne odjeljuju se tako strogo kao uzorci MS. Nadalje, vidljiva je dominacija parametara masa (M-P, M-S, M-Z), duljina (D-P, D-Z) širina (Š-P, Š-Z) i kala sušenja/zrenja (K-S/Z) pancete u prvom faktoru D1 (39,56%), te dominacija parametara kala soljenja (K-S) i ukupnog kala (K-U), početnog i završnog pH (pH-P, pH-Z),  $a_w$  i udjela malonaldehida (MA) pancete u drugom faktoru D2 (19,95%), što je prikazano i u tablici 5. Kao što je prikazano na slici 3, upravo su dominantni parametri prvog faktora (D1) grupirani u prvi i drugi kvadrant, gdje dominiraju uzorci

proizvedeni u objektima A i B te oni koji su soljeni nitritnom solju (NS) ili nitritnom solju s dodatkom začina i aditiva (NS+Z). Parametar  $a_w$  dominantan je u uzorcima koji su soljeni morskom solju (MS) i onima koji su proizvedeni u objektu C, što potvrđuju i podatci za  $a_w$  navedeni u tablicama 2 i 3.

Ujedno je ovim radom potvrđena i uspješnost grupiranja u skupine prema klasi te je učinjen napredak kroz istovremeni prikaz više od jednog faktora grupiranja, kao što je objekt i način soljenja (slika 3). Primjena analize glavnih komponenta pokazala se uspješnom i u grupiranju dalmatinske pečenice različitih klasa (E ili S) svinjskog mesa (Krvavica i sur., 2016).

### ZAKLJUČAK

Rezultati ovog istraživanja potvrdili su pretpostavke da razlike u svojstvima sirove pancete (početna masa i uporaba odmrznute sirovine) te razlike u tehnologiji proizvodnje (sastav i utrošak soli/salamure po kg sirovine; duljina trajanja pojedinih tehnoloških faza i mikroklimatski uvjeti prerade) značajno utječu na istraživane parametre kvalitete tradicionalne dalmatinske pancete. Istraživanjem je utvrđeno da se u proizvodnji tradicionalne dalmatinske pancete koriste specifično obrađeni dijelovi trupa mesnatih svinja trgovačke klase E i S (dio grudnog koša s dijelom trbušine, kožom, bez kostiju rebara, sa ili bez pripadajuće hrskavice), odnosno svježje ili zamrznute sirove pancete trgovačke klase A (mase  $\geq 4,5$  kg) i B (mase  $>3 < 4,5$  kg) približno pravokutnog oblika dimenzija 40-60 cm x 18-30 cm. Soljenje se najčešće obavlja čistom morskom solju sa ili bez dodatnih sastojaka (nitritne soli, aditiva i začina) primjenom neodređene količine soli/salamure uz utrošak od 3,21 do 8,61% po kg sirovine. Faza soljenja je trajala od 4 do 14 dana, a faza sušenja/zrenja od 63 do 80 dana. S obzirom na navedene razlike, gubitak mase proizvoda (kalo) tijekom prerade iznosio je od 24,28% do 42,73%, pri čemu je najveći ukupni kalo (46,86%) utvrđen za pancetu proizvedenu od odmrznute sirovine klase BS, što je vjerojatno uz značajan utjecaj zamrzavanja/odmrzavanja sirovine posljedica kombinacije utjecaja manje početne mase i duljeg trajanja postupka prerade. Posljedično navedenom, najveća završna masa utvrđena je za dalmatinsku pancetu klase A (od 2,60 - 3,88 kg), a najmanja za klasu B (od 1,75-3,30 kg), odnosno klasu BS (odmrznuta sirovina; od 1,75-2,80 kg), pri čemu su dimenzije zrele pancete iznosile 38-56 cm x 16-24 cm. Početni pH sirove pancete bio je sličan u svim istraživanim grupama, dok je značajno veći pH ( $P \leq 0,05$ ) zrele pancete utvrđen za pancete proizvedene u objektu C (A klasa - 6,09; B klasa - 6,12) u kojem je soljenje obiju klasa pancete obavljeno isključivo morskom solju. Najniži  $a_w$  ( $P \leq 0,05$ ) također je utvrđen za pancetu klase BS (0,75),

dok je najviši  $a_w$  (klasa B – 0,87; klasa A – 0,89) utvrđen u objektu C (najkraće trajanje procesa prerade, najniži ukupni kalo). Najmanji udio malonaldehida (0,16-0,18 mg/kg) utvrđen je u panceti salamurenoj kombinacijom morske soli, začina i aditiva (klasa A – 0,16 mg/kg; klasa B – 0,18 mg/kg) te panceti najkraćeg procesa prerade (objektu C; 0,18 mg/kg), dok je najveći udio utvrđen u panceti proizvedenoj od odmrznute sirovine (klasa BS) salamurenoj smjesom morske i nitritne soli. Sudeći prema ostvarenoj razini  $a_w < 0,93$  te niskoj razini lipidne oksidacije u zreom proizvodu (udio malonaldehida  $< 0,5$  mg/kg) svih grupa proizvoda u sva tri objekta, može se zaključiti da je tradicionalna dalmatinska panceta siguran proizvod koji zadovoljava uvjete propisane za trajne suhomesnate proizvode. Međutim, s obzirom da se pojedini tehnološki postupci u različitim objektima međusobno znatno razlikuju, neophodno je nastaviti istraživanja u pravcu utvrđivanja njihovog utjecaja na ostale parametre kvalitete finalnog proizvoda, a sve s ciljem standardizacije tehnologije i unaprjeđenja kvalitete tradicionalne dalmatinske pancete.

## 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.
- Andres, A.I., R. Cava, D. Martin, J. Ventanas, J. Ruiz (2005).** Lipolysis in dry-cured ham: Influence of salt content and processing conditions. *Food Chemistry* 90, 523-533.
- Anonimno (2012).** Pravilnik o mesnim proizvodima. Narodne novine broj 131/2012.
- Anonimno (2012).** Single Document, Council Regulation (EC) No 510/2006 'KRAŠKA PANCETA' EC No: SI-PGI-0005-0833-13.10.2010. Official Journal of the European Union, C 48/32 od 18.2.2012.
- Anonimno (2013).** Uredba (EU) br. 1308/2013 Europskog parlamenta i Vijeća. SL EU L 347/671.
- Anonimno (2014).** Pravilnik o razvrstavanju i označavanju svinjskih trupova. Narodne novine broj 45/2014.
- Anonimno (2014).** Znanstvena studija o kakvoći zamrznutog mesa svinja, grupa auto-ra. Znanstvena studija, HAH, Osijek.
- Anonimno (2017).** Council Regulation (EC) No 510/2006 on the protection of geographical indications and designations of origin for agricultural products and foodstuffs (2), Amendment application in accordance with Article 9 'PANCETTA PIACENTINA', EC No: IT-PDO-0117-1497-31.10.2001; <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2010:064:0032:004:0:EN:PDF>, preuzeto, 20.01.2017.
- Anonimno (2017a).** Council Regulation (EC) No 510/2006 on the protection of geographical indications and designations of origin for agricultural products and foodstuffs (2), Amendment Application According To Article 9, 'PANCETTA DI CALABRIA', EC No: IT-PDO-0217-1567-19.10.2011; [http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52015XC0306\(01\)&from=EN](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52015XC0306(01)&from=EN), preuzeto, 20.01.2017.
- Božac, R. (2006).** Završno izvješće VIP projekta „Iskoristivost svinja za autohtone proizvode Istre“. Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva RH.
- Coutron-Gambotti, C., G. Gandemer (1999).** Lipolysis and oxidation in subcutaneous adipose tissue during dry cured ham processing. *Food processing* 64, 95-101.
- Gandemer, G. (2002).** Lipids in muscles and adipose tissue, changes during processing and sensory properties of meat products. *Meat Science* 62, 309-321.
- Jin, G., J. Zhang, X. Yu, Y. Zhang, Y. Lei, J. Wang (2010).** Lipolysis and lipid oxidation in bacon during curing and drying-ripening. *Food Chemistry* 123, 465-471.
- Krvavica, M., J. Đugum (2007):** Učinak odsoljavanja na neke fizikalne osobine istarskog pršuta. *Meso* 1, 32 - 37.
- Krvavica, M., M. Jelić, A. Velić, M. Lučin, J. Gajdoš Kljusurić (2016).** Fizikalna svojstva i oksidativni status dalmatinske pečenice u različitim tehnološkim uvjetima. *Meso* 5, 414-423.
- Krvavica, M., B. Mioč, M. Konjačić, E. Friganović, A. Ganić, A. Kegalić (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 rancidity. 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* 10000 probiotic strain. *International Journal of Food Science and Technology* 2014, 2-7.
- Marijanović-Radica, D. (1939).** Dalmatinska kuharica, 1. izd. Politika A.D., Beograd.
- Mašić, M. (2003).** Ocjena kakvoće izvorne dalmatinske dimljene pancete u Imotskoj krajini. *Meso* 2, 41-44.
- Méndez-Cid, F., I. Franco, S. Martínez, J. Carballo (2016).** Lipid characteristics of dry-cured „Tocino“ during the manufacturing process. Effect of salting intensity and ripening temperature. *Journal of Food Composition and Analysis* 52, 33-43.
- 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.
- Škrlap, 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).
- Valent Jambrešić, M. (2009).** Tehnologija proizvodnje pancete u mesnoj industriji „Gavrilović“ d.o.o., diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.
- Yu, A.N., B.G. Sun, D.T. Tian, W.Y. Qu (2008).** Analysis of volatile compounds in traditional smoke-cured bacon (CSCB) with different fiber coating using SPME. *Analytical Methods* 110, 233-238.
- Wu, H., Y. Zhang, M. Long, J. Tang, X. Yu, J. Wang, J. Zhang (2014).** Proteolysis and sensory properties of dry-cured bacon as affected by the partial substitution of sodium chloride with potassium chloride. *Meat Science* 96, 1325-1331.

### Web stranice:

Bedogni Egidio spa – Via Fanti d'Italia 75 – 43013 Langhirano (Parma).  
[http://www.bedogniegidio.it/ted/pdf/bedogni\\_scheda\\_supercoppata.pdf](http://www.bedogniegidio.it/ted/pdf/bedogni_scheda_supercoppata.pdf)  
 FEMA srl, Via Enrico Toti 34, 53040 Chiusi – Siena, Tuscany - Italy  
[http://www.femaitaly.it/product\\_.aspx?id=2332](http://www.femaitaly.it/product_.aspx?id=2332)  
 Salumificio Bonalumi snc, Mozzo, Bologna, Italija  
<http://www.bonalumi.it/wp-content/uploads/2014/12/0710-PANCETTA-ARROTOLATA-SENZA-COTENNA1.pdf>

Došavljen: 26.1.2017.

Prihvaćeno: 24.2.2017.

## Effect of various technological processes and raw material quality on physical properties and oxidative status of dalmatian pancetta

### SUMMARY

We have conducted the research on processing technology features, and physical properties of raw materials and finished products, as well as determined the level of lipid oxidation (TBA test) of final products, which indicates the safety of products and applied technology, in three Dalmatian processing facilities to determine the specifics of processing technology, implemented technology standardization strategies and the quality of traditional Dalmatian Pancetta. During our research we have recorded due details of technological procedures that were either identical or very similar in all three facilities, facility specific procedures (the length of curing phase: facility A – 14 days, facility B – 10 days, facility C – 4 days; the length of drying/ripening phase: facility A – 76 days, facility B – 80 days, facility C – 63 days) and facility micro-climate parameters (temperature, humidity and air flow). Based on identified differences in the length of processing, the weight of raw materials (class A  $\geq 4.5$  kg; class B  $> 3 < 4.5$  kg), the use of defrosted raw materials (class BS), the method of curing (sea salt; sea salt + sodium nitrite; sea salt + sodium nitrite + seasoning and additives) and the quantity of used salt (from 3.21 % to 8.81 %), we have grouped our samples into 10 groups that were allocated between the 3 facilities. We have monitored the following technological parameters during the processing: quality of raw materials (origin, initial weight, length, width, pH); cooking loss per individual processing phase (curing and drying/ripening), total processing cooking loss, and quality of matured bacon (pancetta) (weight, length, pH, aw, malonaldehyde content). The loss of product weight (cooking loss) during the processing ranged from 24.28 % to 42.73 %, with the highest total cooking loss (46.86 %) measured for the class BS bacon, probably not only as a result of raw material freezing/defrosting, but lower initial weight and longer duration of processing procedure. Consequently, the class A Dalmatian Pancetta had the highest final weight (from 2.60 to 3.88 kg), while class B (from 1.75 to 3.30 kg) and class BS (from 1.75 to 2.80 kg) had the lowest final weight. Dimensions of mature bacon amounted to 38-56 cm x 16-24 cm. The initial pH of raw bacon was similar in all researched groups. Mature bacon produced in facility C, in which both classes of bacon were cured by sea salt exclusively, had a significantly higher pH ( $P \leq 0.05$ ): class A – 6.09; class B – 6.12. The class BS bacon, at the same time, measured the lowest aw ( $P \leq 0.05$ ) (0.75), while bacons processed in facility C measured the highest aw (class B – 0.87; class A – 0.89). Bacons cured with the combination of salt, seasoning and additives (class A – 0.16 mg/kg; class B – 0.18 mg/kg) and bacon produced in facility C (0.18 mg/kg) had the lowest malonaldehyde content (0.16 to 0.18 mg/kg), while the class BS bacon cured with the mixture of sea salt and sodium nitrite had the highest malonaldehyde content. The analysis of our research results implies that greater initial weight of raw materials, longer processing and the use of defrosted raw materials have a significant impact on the increase of cooking loss, the decrease of aw and the increase of the level of lipid oxidation of mature bacon ( $P \leq 0.05$ ). Judging by the level of water activity ( $aw < 0.93$ ) and the low level of lipid oxidation measured in mature products of all product groups, allocated among all three facilities, we can conclude that the traditional Dalmatian Pancetta is a product that is safe for consumption which complies with all the prescribed conditions for dry-cured meat products. However, since certain technological processes in different facilities varied considerably, to determine their impact on other parameters of the quality of the final product, with the aim of standardization of technology and improving the quality of traditional Dalmatian Pancetta, additional research is necessary.

**Key words:** Dalmatian Pancetta, physical properties, lipid oxidation, TBA test

## Auswirkung von diversen technologischen Verfahren und der Rohstoffqualität auf die physikalischen Eigenschaften und den Oxidationsstatus des dalmatinischen Bauchspecks (Pancetta)

### ZUSAMMENFASSUNG

Um die Besonderheiten der Verarbeitungstechnologie festzustellen und die Technologie und Qualität des traditionellen dalmatinischen Bauchspecks standardisieren zu können, wurden in drei Verarbeitungsbetrieben auf dem Gebiet von Dalmatien die technologischen Verfahren sowie die physikalischen Eigenschaften der Rohstoffe und der Fertigprodukte untersucht; als Indikator für die Sicherheit der Produkte und der angewandten Technologie wurde das Niveau der Lipidoxidation (TBA Test) beim traditionellen dalmatinischen Bauchspecks bestimmt. Bei der Untersuchung wurden alle Einzelheiten des technologischen Verfahrens aufgezeichnet, die in allen drei Betrieben gleich oder ähnlich sind, des Weiteren die für die einzelnen Betriebe spezifischen Verfahren (Dauer der Salzungsphase: Objekt A – 14, Objekt B – 10, Objekt C – 4 Tage; Dauer der Trocknungs-/Reifungsphase: Objekt A – 76, Objekt B – 80, Objekt C – 63 Tage) sowie die mikroklimatischen Parameter in den Objekten (Temperatur, Feuchtigkeit und Luftströmung). Auf der Grundlage der festgelegten Unterschiede im Bearbeitungsverfahren, in der Rohstoffmasse (Klasse A  $\geq 4,5$  kg; Klasse B  $< 4,5$  kg), der Verwendung von aufgetauten Rohstoffen, dem Salzungsverfahren (Meeressalz; Nitratsalz; Nitratsalz mit Kräutern und Zusätzen) und dem Salzverbrauch (von 3,21% bis 8,81%) wurden die Bauchspeckproben in 10 Gruppen eingeteilt und den 3 Betrieben zugeordnet. Während der Bearbeitung wurden folgende technologische Parameter überwacht: Rohstoffqualität (Herkunft, Startmasse, Länge, Breite, pH Wert); Verluste in den einzelnen Verarbeitungsphasen (Salzung und Trocknung/Reifung) und Gesamtverlust bei der Verarbeitung; Qualität des reifen Bauchspecks (Masse, Länge, Breite, pH Wert, aw, -Wert, Anteil der Malondialdehyde). Der Gewichtsverlust (Kalo) während der Verarbeitung bewegte sich von 24,28% bis 42,73%, wobei der größte Gesamtverlust (46,86%) beim Bauchspeck der Klasse BS festgestellt wurde, wahrscheinlich als Folge des Einfrierens/Auftauens von Rohstoffen, aber auch eines geringeren Startgewichts und einer längeren Dauer des Bearbeitungsverfahrens. Demzufolge

wurde das höchste Endgewicht beim Dalmatinischen Bauchspeck der Klasse A festgestellt (von 2,60 bis 3,88 kg), und das geringste beim Bauchspeck der Klasse B (von 1,75 bis 3,30 kg), beziehungsweise bei der Klasse BS (von 1,75 bis 2,80 kg), wobei sich die Dimensionen des reifen Bauchspecks auf 38-56 cm x 16-24 cm beliefen. Der pH-Wert des rohen Bauchspecks war in allen untersuchten Gruppen gleich, während ein bedeutend höherer pH-Wert ( $P \leq 0,05$ ) des reifen Bauchspecks bei den Bauchspecksorten festgestellt wurde, die im Objekt C hergestellt wurde (A Klasse – 6,09; B Klasse – 6,12), in dem beide Klassen ausschließlich mit Meersalz gepökelt wurden. Der niedrigste aw-Wert ( $P \leq 0,05$ ) wurde beim Bauchspeck der Klasse BS (0,75) und der höchste aw-Wert (Klasse B-0,87; Klasse A-0,89) im Objekt C festgestellt. Der geringste Anteil an Malonaldehyden (von 0,16 bis 0,18 mg/kg) wurde beim Bauchspeck festgestellt, der mit einer Kombination aus Meersalz, Kräutern und Zusätzen gepökelt wurde (Klasse A - 0,16 mg/kg; Klasse B - 0,18 mg/kg) sowie beim Bauchspeck, der im Objekt C hergestellt wurde (0,18 mg/kg), während der höchste Anteil an Malonaldehyden im Bauchspeck der Klasse BS festgestellt wurde, der mit einer Mischung von Meer- und Nitratsalz gepökelt wurde. Die Auswertung der Untersuchungsergebnisse weist darauf hin, dass ein höheres Startgewicht des Rohstoffs und die Länge des Verarbeitungsprozesses sowie die Verwendung von aufgetauten Rohstoffen einen erheblichen Einfluss auf die Steigerung des Gewichtsverlusts, die Senkung des aw-Werts und die Erhöhung der Lipidoxidation beim reifen Bauchspeck haben ( $P \leq 0,05$ ). In Anbetracht der erreichten aw-Werts von  $< 0,93$  und des geringen Niveaus der Lipidoxidation im reifen Produkt (Anteil der Malondialdehyde  $< 0,5$  mg/kg) bei allen drei Produktgruppen in allen Betrieben kann festgestellt werden, dass es sich beim traditionellen dalmatinischen Bauchspeck um ein sicheres Produkt handelt, dass alle vorgeschriebene Kriterien für Dauerwürste erfüllt. Da die einzelnen technologischen Verfahren in den Objekten jedoch ziemliche Unterschiede aufweisen, sollten solche Untersuchungen fortgesetzt werden, um deren Auswirkungen auf die sonstigen Qualitätsparameter beim Fertigprodukt zu bestimmen, die Technologie zu standardisieren und die Qualität des traditionellen dalmatinischen Bauchspecks zu steigern.

**Schlüsselwörter:** dalmatinischer Bauchspeck (Pancetta), physikalische Eigenschaften, Lipidoxidation, TBA Test

## El efecto de diferentes tratamientos tecnológicos y de calidad de materia prima sobre las propiedades físicas y el estado de oxidación de panceta de Dalmacia

### RESUMEN

Con el fin de determinar las especificidades de la tecnología de procesamiento y de la estandarización de la tecnología y de calidad de panceta tradicional de Dalmacia, fueron hechas las investigaciones del tratamiento tecnológico de procesamiento, de las propiedades físicas de materia prima y del producto final en tres plantas de procesamiento en la región de Dalmacia. Como el indicador de la seguridad del producto y de la tecnología aplicada, fue determinado el nivel de la oxidación de lípidos (prueba TBA) del producto final. Durante la investigación fueron registrados los detalles de los tratamientos tecnológicos que se realizan de la misma manera o una manera muy similar en las tres plantas. También fueron registrados tratamientos específicos para cada planta de procesamiento (duración de la etapa de salazón: planta A – 14, planta B – 10, planta C -4 días; duración de la etapa de curado/maduración: planta A – 76, planta B – 80, planta C – 63 días), junto con los parámetros microclimáticos en las plantas (temperatura, humedad y flujo del aire). Basado en las determinadas diferencias entre las duraciones del procesamiento, entre las masas de materia prima (clase A  $\geq 4,5$  kg; clase B  $> 3 < 4,5$  kg), entre el uso de materia prima descongelada (clase BS), entre el salazón (sal marina; sal marina + nitrito de sodio; sal marina + nitrito de sodio + condimento y aditivos) y entre las cantidades de sal usada (de 3,21% a 8,81%) las muestras fueron agrupadas en 10 grupos organizados en 3 plantas. Durante el tratamiento fueron monitorizados siguientes parámetros tecnológicos: la calidad de materia prima (origen, masa inicial, la longitud, anchura, pH); merma en cada etapa del procesamiento (salazón y curado/maduración) y merma total del procesamiento; calidad de panceta madura (masa, longitud, anchura, pH, aw, proporción de malonaldehído). La pérdida de masa del producto (la merma) durante el procesamiento fue de 24,28% a 42,73%, donde la merma total más alta (46,86%) fue determinada en la panceta de clase BS, lo que probablemente es la consecuencia de la congelación/descongelación de materia prima, pero también de la masa inicial más baja y del procesamiento más largo. Por consiguiente, la masa final más alta fue determinada para la panceta de Dalmacia de clase A (de 2,60 a 3,88 kg), y la más baja para clase B (de 1,75 a 3,30 kg), es decir para clase BS (de 1,75 a 2,80 kg), donde las dimensiones de la panceta madura fueron 38-56 cm x 16-24 cm. El pH inicial de panceta cruda fue similar en todos los grupos investigados, mientras el pH significativamente más alto ( $P \leq 0,05$ ) de panceta madura fue determinado para las pancetas procesadas en la planta C (clase A – 6,09; clase B – 6,12), en la que el salazón fue hecho únicamente con la sal marina. El aw más bajo ( $P \leq 0,05$ ) fue determinado también en panceta de clase BS (0,75), mientras el aw más alto (clase B-0,87; clase A-0,89) fue determinado en la planta C. La proporción más baja del malonaldehído (0,16 a 0,18 mg/kg) fue determinada en la panceta salazonada en la combinación de sal marina, condimentos y aditivos (clase A - 0,16 mg/kg; clase B - 0,18 mg/kg) y en la panceta procesada en el objeto C (0,18 mg/kg), mientras la proporción más alta fue determinada en panceta de clase BS salazonada en la combinación de sal marina y nitrito de sodio. El análisis de los resultados de la investigación implica que la masa inicial más alta de materia prima y la duración más larga del procesamiento junto con el uso de materia prima descongelada influye significativamente sobre el aumento de merma, la reducción de aw y el aumento del nivel de la oxidación de lípidos de panceta madura ( $P \leq 0,05$ ). Teniendo en cuenta el nivel alcanzado de aw  $< 0,93$  y el nivel bajo de la oxidación de lípidos en el producto maduro para todos los grupos en tres plantas, puede concluirse que la panceta tradicional de Dalmacia es un producto seguro que satisface las condiciones para los productos cárnicos crudo-curados. No obstante, visto que existen diferencias entre algunos tratamientos tecnológicos en las plantas, es necesario seguir con las investigaciones para determinar su influencia sobre otros parámetros de la calidad del producto final, con el fin de estandarizar la tecnología y mejorar la calidad de panceta tradicional de Dalmacia.

**Palabras claves:** panceta de Dalmacia, propiedades físicas, oxidación de lípidos, TBA prueba

## Proprietà fisiche e status ossidativo della pancetta dalmata prodotta con differenti procedimenti tecnologici e con materie prime di differente qualità

### SUNTO

Al fine di stabilire le specificità della tecnologia di lavorazione e di standardizzazione del processo tecnologico e della qualità della pancetta dalmata tradizionale, in tre impianti di lavorazione nel territorio della Dalmazia sono state svolte ricerche atte allo studio sia della tecnologia di lavorazione, sia 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 (test TBA) della pancetta dalmata tradizionale. Nel corso della ricerca sono stati evidenziati tanto i dettagli dei processi tecnologici applicati, che in tutti e tre gli impianti sono risultati identici o pressoché simili, quanto i processi specifici per ogni singolo impianto (durata della fase della salatura: impianto A – 14 giorni, impianto B – 10 giorni e impianto C – 4 giorni; durata della fase di essiccazione/stagionatura: impianto A – 76 giorni, impianto B – 80 giorni, impianto C – 63 giorni), oltre ai parametri microclimatici in ciascun impianto (temperatura, umidità e ventilazione). In base alle differenze accertate circa il tempo di lavorazione, la massa della materia prima (classe A  $\geq 4,5$  kg; classe B  $< 4,5$  kg), l'uso di materia prima scongelata, le modalità di salatura (sale marino; nitrito di sodio; nitrito di sodio con spezie e additivi) e la quantità di sale impiegato (da 3,21% a 8,81%), è stata effettuata la suddivisione dei campioni di pancetta in 10 gruppi ripartiti in 3 impianti. Nel corso della lavorazione, sono stati monitorati i seguenti parametri tecnologici: la qualità della materia prima (origine, massa iniziale, lunghezza, pH), il calo per ciascuna fase di lavorazione (salatura ed essiccazione/stagionatura), il calo totale della lavorazione e la qualità della pancetta stagionata (massa, lunghezza, larghezza, pH, aw, percentuale di malondialdeide). Durante la lavorazione è stata registrata una perdita di massa del prodotto (calo) da 24,28% a 42,73%, laddove il maggior calo totale (46,86%) ha riguardato la pancetta classe BS, il che è probabilmente conseguenza sia del congelamento/scongelo della materia prima, sia della massa iniziale inferiore e della maggior durata del processo di lavorazione. Di conseguenza, la maggior massa finale è stata riscontrata in riferimento alla pancetta dalmata classe A (di 2,60-3,88 kg), quella minore riguardo alla classe B (di 1,75-3,30 kg) e alla classe BS (di 1,75-2,80 kg), laddove le dimensioni della pancetta matura erano di 38-56 cm x 16-24 cm. Il pH iniziale della pancetta cruda era simile in ogni gruppo esaminato, mentre è stato accertato un valore pH molto maggiore ( $P \leq 0,05$ ) in riferimento alla pancetta stagionata prodotta nello stabilimento C (classe A - 6,09; classe B - 6,12), nel quale la salatura di entrambe le classi prevedeva l'uso esclusivo del sale marino. Il più basso valore del fattore aw ( $P \leq 0,05$ ) è stato riscontrato nella pancetta appartenente alla classe BS (0,75), mentre quello maggiore (classe B-0,87; classe A-0,89) è stato riscontrato nello stabilimento C. La minor percentuale di malondialdeide (da 0,16 a 0,18 mg/kg) è stata riscontrata nella pancetta in salamoia, una combinazione di sale marino, spezie e additivi (classe A - 0,16 mg/kg; classe B - 0,18 mg/kg) e nella pancetta prodotta nello stabilimento C (0,18 mg/kg), mentre la maggior percentuale è stata riscontrata nella pancetta di classe BS anch'essa in salamoia, ma di sale marino e nitrito di sodio. Dall'analisi dei risultati della ricerca discende che la maggior massa iniziale della materia prima, la maggior durata del processo di lavorazione e l'uso di materia prima scongelata sono fattori che incrementano il calo, riducono l'attività dell'acqua (aw) e aumentano il livello dell'ossidazione lipidica della pancetta stagionata ( $P \leq 0,05$ ). Giudicando in base al livello di aw realizzato  $< 0,93$  e in base al basso livello di ossidazione lipidica nel prodotto stagionato (percentuale di malondialdeide  $< 0,5$  mg/kg) per tutti i gruppi di prodotto in tutti e tre gli impianti, si può concludere che la pancetta dalmata tradizionale è un prodotto sicuro che soddisfa tutte le condizioni prescritte per i prodotti insaccati a lunga conservazione. Tuttavia, poiché alcuni procedimenti tecnologici adottati in differenti impianti si differenziano notevolmente tra loro, riteniamo sia necessario proseguire gli studi nel senso di stabilire la loro incidenza sugli altri parametri valutativi della qualità del prodotto finito, il tutto al fine di standardizzare i processi tecnologici e di migliorare la qualità della pancetta dalmata tradizionale.

**Parole chiave:** pancetta dalmata, proprietà fisiche, ossidazione lipidica, test TBA

### Seminar U Fokusu – procjena rizika u Finskoj

- U organizaciji  
Finske agencije za sigurnost hrane (Evira)
- 19. svibnja 2017., Helsinki, Finska
- Rok za prijavu je 5. svibanj 2017.
- Prijava je obvezna!
- [www.evira.fi](http://www.evira.fi)

