

Ministarstva znanosti, obratovanja i športa Republike Hrvatske (053-0531854-1853). Zahvaljujemo Zvonku Sanjku, koji je omogućio pilot proizvodnju kobasica u svom objektu.

Literatura

- Alagić, D., F. Čaklović, M. Smajlović, K. Čaklović, E. Članjak** (2009): Lactoflora and sensorial characteristics of experimentally produced bosnian soujok. *Meso* 11, 123-130.
- Barbosa, J., V. Ferreira, P. Teixeira** (2009): Antibiotic susceptibility of enterococci isolated from traditional fermented meat products. *Food Microbiol.* 26, 527-532.
- Cocolin, L., P. Doldi, K. Rantsiou, R. Urso, D. Cantoni, G. Comi** (2009): Bacterial ecology of three traditional fermented sausages produced in the North of Italy as determined by molecular methods. *Meat Sci.* 82, 125-132.
- Čolak, H., H. Hamgilyan, B. Ulusoy, B.E. Bingol** (2007): Presence of *Listeria monocytogenes* in Turkish style fermented sausage (sucuk). *Food Control* 18, 30-32.
- Drosinos, E.H., M. Mataragas, N. Xiraphi, G. Moschonas, F. Gaitis, J. Metaxopoulos** (2005): Characterisation of the microbial flora from a traditional Greek fermented sausage. *Meat Sci.* 69, 307-317.
- Drosinos, E.H., M. Mataragas, J. Metaxopoulos** (2006): Modeling of growth and bacteriocin production by *Leuconostoc mesenteroides* E131. *Meat Sci.* 74, 690-696.
- Drosinos, E.H., S. Paramithiotes, G. Kolovos, I. Tsikouras, I. Metaxopoulos** (2007): Phenotypic and technological diversity of lactic acid bacteria and staphylococci isolated from traditionally fermented sausages in Southern Greece. *Food Microbiol.* 24, 260-270.
- Encinas, J.P., J.J. Sanz, M.L. Garcia-Lopez, A. Otero** (1999): Behavior of *Listeria* spp. in naturally contaminated chorizo (Spanish fermented sausage). *Int. J. Food Microbiol.* 46, 167-171.
- Feiner, G.** (2006): Raw fermented salami. In: *Meat products handbook* (Feiner, G., ed.). Woodhead Publishing Limited, Cambridge.
- Ferreira, V., J. Barbosa, J. Silva, M.T. Felicio, C. Mena, T. Hogg, P. Gibbs, P. Teixeira** (2007): Characterisation of *aherios*, traditional sausages produced in the North of Portugal with respect to their microbiological safety. *Food Control* 18, 436-440.
- Fontana, C., P. Sandro, G. Vignolo** (2005): Monitoring the bacterial population dynamics during fermentation of artisanal Argentinian sausages. *Int. J. Food Microbiol.* 25, 131-142.
- Franz, C.M.A.P., M.E. Stiles, K.H. Schleifer, W.H. Holzappel** (2003): Enterococci in foods - a conundrum for food safety. *Int. J. Food Microbiol.* 88, 105-122.
- Gasparik-Reichardt, J., S.Z. Toth, L. Cocolin, G. Comi, E.H. Drosinos, Z. Cvrtila, L. Kozaciński, A. Smajlović, S. Saičić, B. Borović** (2005): Technological, physicochemical and microbiological characteristics of traditionally fermented sausages in Mediterranean and Central European countries. *Tehnologija mesa* 46, 143-153.
- Hammes, W.R.** (1990): Bacterial starter cultures in food production. *Food Biotechnol.* 4, 383-397.
- Huerta, R., R. Jordano, L.M. Medina, C. Lopez** (2004): Population dynamics of the constitutive biota of French dry sausages in a pilot-scale ripening chamber. *J. Food Prot.* 67, 2306-2309.
- Hugas, M., M. Garriga, M.T. Aymerich** (2003): Functionality of enterococci in meat products. *Int. J. Food Microbiol.* 88, 223-232.
- Hutkins, R.W.** (2006): Meat fermentation. In: *Microbiology and technology of fermented foods*. (Hutkins, R.W., ed.). Blackwell Publishing, pp. 207-232.
- Ince, K.** (1998): *Dry fermented sausages*. *Meat Sci.* 49, 169-177.
- Jofré, A., T. Aymerich, M. Garriga** (2009): Improvement of the food safety of low acid fermented sausages by enterococci A and B and high pressure. *Food Control* 20, 179-184.
- Johnson, J. L., M. P. Doyle, R.G. Cassens, J.L. Shoeni** (1998): Fate of *Listeria monocytogenes* in tissues of experimentally infected cattle and in hard salami. *Appl. Environ. Microbiol.* 54, 497-501.
- Kozaciński, L., N. Zdolec, M. Hadzišmanović, Z. Cvrtila, I. Filipović, T. Majić** (2008): Microbial flora of the Croatian fermented sausage. *Arch. Lebensmittelhyg.* 57, 141-147.
- Kozaciński, L., E.H. Drosinos, F. Čaklović, L. Cocolin, J. Gasparik-Reichardt, S. Vesković** (2008): Investigation of microbial association of traditionally fermented sausages. *Food Technol. Biotechnol.* 46, 93-106.
- Marcinčák, S., R. Nemcová, J. Sokol, P. Popelka, S. Gancarciková, M. Švedová** (2009): Impact of feeding of flaxseed and probiotics on meat quality and lipid oxidation process in pork during storage. *Slov. Vet. Res.* 46, 13-18.
- Marcinčák, S., Jr., J. Buleca, P. Popelka, D. Marcinčáková, L. Staruch, Z. László, P. Mal'á** (2010): Influence of dietary linseed and probiotics on oxidative stability and sensory properties of pork. *Magyar Allatorvosok Lapja* 132, 560-566.
- Metaxopoulos, J., J. Samelis, M. Papadeli** (2001): Technological and microbiological evaluation of traditional processes as modified for the industrial manufacturing of dry fermented sausage in Greece. *Ital. J. Food Sci.* 1, 3-18.
- Parente, E., S. Grieco, M.A. Crudele** (2001): Phenotypic diversity of lactic acid bacteria isolated from fermented sausages produced in Basilicata (Southern Italy). *J. Appl. Microbiol.* 90, 943-952.
- Rantsiou, K., R. Urso, L. Iacumin, C. Cantoni, P. Cattaneo, G. Comi, L. Cocolin** (2005): Culture-dependent and -independent methods to investigate the microbial ecology of Italian fermented sausage. *Appl. Environ. Microbiol.* 71, 1977-1986.
- Quere, F., A. Deschamps, M.C. Urdad** (1997): DNA probe and PCR-specific reaction for *Lactobacillus plantarum*. *J. Appl. Microbiol.* 82, 783-790.
- Urso, R., K. Rantsiou, C. Cantoni, G. Comi, L. Cocolin** (2006): Technological characterization of a bacteriocin-producing *Lactobacillus sakei* and its use in fermented sausages production. *Int. J. Food Microbiol.* 110, 232-239.
- Vermeiren, L., F. Devieghere, J. Debevere** (2004): Evaluation of meat lactic acid bacteria as protective cultures for the biopreservation of cooked meat products. *Int. J. Food Microbiol.* 96, 149-164.
- Zdolec, N., M. Hadzišmanović, L. Kozaciński, Z. Cvrtila, I. Filipović, S. Marcinčák, Z. Kuzmanović, K. Hussein** (2007a): Protective effect of *Lactobacillus sakei* in fermented sausages. *Arch. Lebensmittelhyg.* 58, 152-155.
- Zdolec, N., L. Kozaciński, M. Hadzišmanović, Z. Cvrtila, I. Filipović** (2007b): Inhibition of *Listeria monocytogenes* growth in dry fermented sausages. *Vet. Arhiv* 77, 507-514.
- Zdolec, N., S. Lazić, L. Kozaciński, M. Hadzišmanović, I. Filipović** (2007c): The inhibitory activity of lactic acid bacteria isolated from fresh cow cheese. *Mljekarstvo* 57, 5-13.
- Zdolec, N., M. Hadzišmanović, L. Kozaciński, Z. Cvrtila, I. Filipović, M. Škrivanko, K. Leskovar** (2008): Microbial and physicochemical succession in fermented sausages produced with bacteriocinogenic culture of *Lactobacillus sakei* and semi-purified bacteriocin mesentericin Y. *Meat Sci.* 80, 480-487.
- Zdolec, N., L. Kozaciński, B. Njari, I. Filipović, M. Hadzišmanović, B. Mioković, Z. Kuzmanović, M. Mitak, D. Samac** (2009): The antimicrobial effect of lactobacilli on some foodborne bacteria. *Arch. Lebensmittelhyg.* 60, 115-119.

Dostavljeno 15.7.2011.

Prihvaćeno: 24.9.2011. 

Fizikalno-kemijska, higijenska i organoleptička karakterizacija slavonskog kulena

Karolyi, D.¹

znanstveni rad

Sažetak

Slavonski kulen je tradicionalna suha kobasica koja se proizvodi u Slavoniji u istočnoj Hrvatskoj. Izrađuje se iz mješavine miješanog svinjskog mesa, ledne slanine, začina i soli koja se puni u svinjsko slijepo crijevo. Nakon punjenja, slavonski kulen se hladno dimi te suši i dozrijeva kroz više mjeseci. U ovom radu analizirane su neke fizikalno-kemijske i organoleptičke osobine zrelog slavonskog kulena, kao i sigurnost gotovog proizvoda. Analizirani su uzorci (n = 12) od različitih manjih proizvođača u području Slavonije. Ustanovljeni su sljedeći fizikalno-kemijski parametri (srednja vrijednost ± SD): vlaga 38,2% ± 3,6, protein 35,0% ± 3,1, mast 23,7% ± 4,6, omjer vlaga / protein 1,1 ± 0,1, pH vrijednost 5,37 ± 0,23 i aktivitet vode (aw) 0,82 ± 0,02. Prosječni senzorni rezultati, na pet-bodovnoj ljestvici, bili su 3,7 ± 0,6 za vanjski izgled, 3,4 ± 0,6 za površinski miris, 3,8 ± 0,5 za konzistenciju, 3,2 ± 0,4 za unutarnji miris, 3,0 ± 0,7 za kakvoću presjeka, 3,3 ± 0,5 za teksturu, 3,1 ± 0,4 za okus i miris, 3,0 ± 0,5 za postojanost arome i 3,2 ± 0,4 za ukupnu kvalitetu. Glede sigurnosti gotovog proizvoda, ustanovljeni su sljedeći rezultati (po kg): histamin 330,8 mg ± 126,3, 233,9 mg tiramina ± 124,7, nitrita 6,55 mg ± 3,88 i benz(a)piren 0,05 g ± 0,03. *Salmonella* spp. i *Listeria monocytogenes* nisu nađeni niti u jednom uzorku, dok je nađaz S. aureus, enterobakterija i sulfid-reducirajućih klostidija bio u skladu s mikrobiološkim propisima. Ključne riječi: suhe kobasice, slavonski kulen, fizikalno-kemijska svojstva, sigurnost

Uvod

Slavonski kulen je tradicionalna kobasica od svinjskog mesa koju sezonski proizvode brojna domaćinstva i mali proizvođači na području Slavonije u istočnoj Hrvatskoj. Proizvodi se iz mješavine odabranog i usitnjenog mesa i ledne slanine, soli i začina kao što su crvena paprika i češnjak, kojom se nadijeva svinjsko slijepo crijevo (*caecum*). Po nadijevanju, slavonski kulen se hladno dimi, te naknadno suši i zrije kroz više mjeseci od postizanja potrebnog stupnja održivosti i tipičnih organoleptičkih svojstava zrelog proizvoda. Na kakvoću slavonskog kulena mogu utjecati različiti čimbenici, poput genotipa svinja, načina držanja i hranidbe tovljenjaka, pred-klaoničkih postupaka i/ili uvjeta nakon klanja koji svi utječu na kakvoću svježeg mesa. Niz drugih faktora, kao što su

odabir sirovog mesa i masnog tkiva, dodatak soli i začina, higijenski i okolišni uvjeti (npr. temperatura, vlažnost, strujanje zraka) za vrijeme fermentacije, dimljenja, sušenja i zrenja mogu dodatno pridonijeti raznolikosti karakteristika gotovog proizvoda. Kao rezultat toga, svojstva slavonskog kulena, uključujući i njegovu sigurnost mogu varirati, kako između pojedinih proizvođača, tako i između različitih godina.

U ovom radu su istražena neka fizikalno-kemijska i organoleptička svojstva tradicionalnog slavonskog kulena, s ciljem njegove bolje karakterizacije. Osim toga, analizirani su i neki parametri higijenske kvalitete i sigurnost gotovog proizvoda.

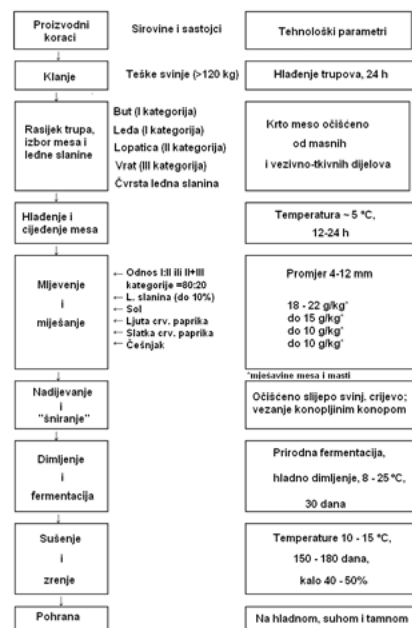
Materijal i metode

Analizirano je dvanaest uzoraka

slavonskog kulena skupljenih od različitih malih proizvođača u Slavoniji. Uzorci slavonskog kulena bili su stari oko 6 mjeseci i proizvedeni na tradicionalan način slijedeći slične proizvodne korake i koristeći isti tip sastojaka kao što je prikazano na shemi na Slici 1.

Nakon skupljanja, uzorci su čuvani na hladnom do analize. Vrijednosti pH izmjerene su uporabom TESTO 230 pH metra (TESTO[®], Germany) umetanjem ubodne elektrode (tip 13) u sredinu prepolovljene kobasice. Aktivitet vode (aw) je izmjeren korištenjem HygroPalm AW1 SET instrumenta (ROTRONIC[®], Germany) uz primjenu Aw Quick modela rada u uzorcima dobivenim nakon grubo homogenizacije oko 80 g jezgre kobasice. Kemijske i mikrobiološke analize uzoraka izvršene su u Hrvat-

¹ dr.sc. Danijel Karolyi, docent, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za opće stočarstvo, Svetozimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska, e-mail: dkarolyi@agr.hr



Slika 1. Shema tradicionalnih postupka u proizvodnji Slavonskog kulena

skom zavodu za javno zdravlje u Zagrebu. Sadržaj vlage određen je sušenjem uzoraka na temperaturi od 105 °C do konstantne mase. Sadržaj dušika (N) određen je Dumas metodom a približni sadržaj bjelancevina (%) računski uz primjenu faktora konverzije 6.25 x N. Sirova mast (%) određena je ekstrakcijom po Weibull-Stoldt metodi. Sadržaji histamina i tiramina analizirani su tankoslojnom kromatografijom prema postupku opisanom od strane Macan i sur. (2006). Sadržaj nitrata određen

je prema Anonimno (2007). Mikrobiološka sigurnost proizvoda procijenjena je određivanjem prisutnosti *Salmonella* spp. i *Listeria monocytogenes* te broja *Staphylococcus aureus*, enterobakterija i sulfid-reducirajućih klostidija prema Anonimno (2003a, 1999, 2004a, 2008 i 2004b). Površinske plijesni izolirane su prema Anonimno (2002). Uz navedeno, analizirana je i kontaminiranost uzoraka policikličkim aromatskim ugljikovodnicima (PAU) na pod-uzorku od 5 kulena određivanjem sadržaja

benzo(a)pirena uz primjenu tankoslojne kromatografije i spektrofotometra.

Organoleptička ocjena je provedena od strane četvero ocjenjivača (S Agronomskog fakulteta u Zagrebu) prethodno upoznatih s organoleptičkim ocjenjivanjem slavonskog kulena. Svaki uzorak presječen je nožem na pola, te je od jedne polovice svakom ocjenjivaču odmah po rezanju na bijelom pvc tanjuru poslužen narezak (debljine oko 0,5 cm) dok je druga polovica uzorka bila dostupna za vizualnu inspekciju i opip. Ocjenjivači su zatraženi da ocijene vanjski izgled, vanjski miris, strukturu pod opipom, unutrašnji miris, izgled presjeka, strukturu u ustima, okus i aromu te zaostali okus u ustima na skali od 1 (minimalna ocjena) do 5 (maksimalna ocjena). Temeljem prosječne ocjene pojedinog svojstva te koeficijenta važnosti svojstva izračunata je ukupna ocjena kvalitete slavonskog kulena prema slijedećoj formuli:

$$\text{Ukupna kvaliteta} = 1/17 \times (a + b + c + 3d + e + 3f + 6g + h),$$

Gdje su *a, b, c, d, e, f, g* i *h* prosječni rezultati ocjenjivačkih ocjena vanjskog izgleda, vanjskog mirisa, strukture pod opipom, unutrašnjeg mirisa, izgleda presjeka, strukture u ustima, okusa i arome te zaostalog okusa u ustima. Za vrijeme ocjene uzoraka ocjenjivačima je bila ponudena voda i kriške jabuke.

Za sve analizirane varijable izračunata je opisna statistika (minimum, maksimum, srednja vrijednost, standardna devijacija - SD i koeficijent varijabilnosti - KV) korištenjem PROC MEANS procedure (SAS, 2002).

Rezultati i rasprava

Rezultati organoleptičke ocjene, fizikalno-kemijskih i higijenskih parametara, te mikrobiološke analize slavonskog kulena prikazani su u Tablicama 1, 2 i 3.

Tablica 1. Opisna statistika organoleptičkih svojstava Slavonskog kulena

Svojstvo	Min	Maks	Prosjeak	SD	KV (%)
Vanjski izgled	2.3	4.5	3.7	0.6	17.4
Površinski miris	2.5	4.8	3.4	0.6	17.4
Konzistencija	3.0	4.8	3.8	0.5	13.0
Unutarnji miris	2.5	3.8	3.2	0.4	12.4
Presjeak	1.5	4.0	3.0	0.7	24.7
Struktura	2.5	4.0	3.3	0.5	14.7
Okus i aroma	2.5	4.0	3.1	0.4	14.0
Postojanost arome	2.0	3.8	3.0	0.5	15.5
Ukupna kakvoća	2.8	3.7	3.2	0.4	10.8

SD - standardna devijacija, Min. - minimum, Maks. - maksimum, KV - koeficijent varijabilnosti

Tablica 2. Opisna statistika za fizikalno-kemijska i higijenska svojstva Slavonskog kulena

Svojstvo	Min	Maks	Prosjeak	SD	KV (%)
pH vrijednost	5.07	5.75	5.37	0.23	4.3
aw ¹	0.79	0.85	0.82	0.02	2.2
Vlaga (% w/w)	31.7	42.8	38.2	3.6	9.4
Mast (% w/w)	16.4	31.0	23.7	4.6	19.3
Protein (% w/w)	30.3	39.6	35.0	3.1	8.8
M/P ¹¹	1.0	1.3	1.1	0.1	9.4
Nitrit (mg/kg)	2.93	14.30	6.55	3.88	59.2
Histamin (mg/kg)	160.0	560.0	330.8	126.3	38.2
Tiramin (mg/kg)	67.0	400.0	233.9	124.7	53.3
BaP µg/kg ¹¹¹	0.05	0.13	0.05	0.03	69.9

¹aktivitet vode

¹¹omjer vlaga/protein

¹¹¹Benzo(a)piren

SD - standardna devijacija, Min. - minimum, Maks. - maksimum, KV - koeficijent varijabilnosti

Tablica 3. Rezultati mikrobiološke analize Slavonskog kulena

Uzorak	SRC cfu/g	S cfu/25g	E cfu/g	LM cfu/25g	SA cfu/g	Površinske plijesni
1.	< 10	neg.	< 10	neg.	< 10	neg.
2.	< 10	neg.	< 10	neg.	< 10	<i>Aspergillus flavus</i>
3.	< 10	neg.	< 10	neg.	< 10	neg.
4.	< 10	neg.	< 10	neg.	< 10	<i>Penicillium</i> spp.
5.	< 10	neg.	< 10	neg.	< 10	neg.
6.	< 10	neg.	< 10	neg.	< 10	neg.
7.	< 10	neg.	< 10	neg.	< 10	<i>Aspergillus glaucus</i>
8.	< 10	neg.	< 10	neg.	< 10	neg.
9.	< 10	neg.	< 10	neg.	< 10	<i>Penicillium</i> spp.
10.	< 10	neg.	< 10	neg.	< 10	neg.
11.	< 10	neg.	< 10	neg.	< 10	neg.
12.	< 10	neg.	< 10	neg.	< 10	neg.

SRC - sulfid-reducirajuće klostidije; S - *Salmonella* spp.; E - *Enterobacteriaceae*; LM - *Listeria monocytogenes*; SA - *Staphylococcus aureus*.

Slavonski kulen visoke organoleptičke kakvoće mora biti pravilno narezan i dobro zamotat.

ne vanjske površine. Pod opipom struktura slavonskog kulena treba biti čvrsta ali ne pretvrda, omogućava

vajuci dobro narezivanje. Narezan, slavonski kulen treba imati ugodan unutrašnji miris fermentiranog svinjskog mesa i dodanih začina uz blago naglašenu aromu dima. Presjek bi trebao biti skladan dobre povezanosti i pravilnog mozaika mesnih i masnih čestica. Mesni dijelovi bi trebali biti više ili manje intenzivne crvene boje, a masni dijelovi bijeli do narančasti (od paprike). Zvakanje treba biti lako s karakterističnim i dugotrajnim okusom i aromom fermentirane začinjene svinjetine. U provedenom organoleptičkom ocjenjivanju slavonskog kulena (Tablica 1), najviša varijabilnost utvrđena je za svojstvo izgleda presjeka (KV=24.7%), dok su ocjene za ostala svojstva varirale slično s prilično ujednačenom ocjenom ukupne kakvoće. Najviše ocijenjena organoleptička svojstva bila su struktura pod opipom i vanjski izgled dok su najniže ocijenjeni bili izgled presjeka i svojstvo zaostalog okusa u ustima.

Koeficijent varijabilnosti za aw i pH vrijednosti (Tablica 2), koje se uobičajeno koriste pri procjeni održivosti i sigurnosti suhih kobasica (Incze, 2007), bio je vrlo nizak otkrivajući visoku homogenost slavonskog kulena u skladu s prethodnim rezultatima tradicionalnog slavonskog kulena iz različitih područja proizvodnje u Slavoniji (Karolyi, 2005). Općenito, mesni proizvodi mogu se smatrati trajnim (ne treba hlađenje, niska osjetljivost na mikrobiološke kvarenje) ako imaju pH <5.2 i aw <0.95 ili samo pH <5.0 ili aw <0.91 (Leistner i Rödel, 1975). Prema tome, zreli slavonski kulen s prosječnom aw vrijednosti 0.82 i pH vrijednosti 5.37 može se okarakterizirati kao trajni i stabilan proizvod, prvenstveno zbog dugog razdoblja sušenja/zrenja i visokog stupnja dehidracije.

Europske fermentirane kobasice mogu se grubo klasificirati kao mediteranske ili južnoeuropske, koje

općenito karakterizira dugotrajno sazrijevanje, spori pad pH s konačnim pH vrijednostima većim od 5,0 i okus na koji bitno utječe korištenje začina; i sjevernoeuropske, koje odlikuje brza acidifikacija, konačni pH manji od 5,0, dimljenja i kratko trajanje zrenja (Zanardi i sur., 2004). Prema navedenom, slavonski kulen je sličan dugo-zrijućim nisko-kiselim južnoeuropskim fermentiranim kobasicama uz dodatak dimljenja koje je sastavni dio tradicionalne tehnologije proizvodnje. Slične vrijednosti konačnog pH i aw onima u slavonskom kulenu, izvještene su za *sobrasada* s Majorke, koja se također puni svinjsko slijepo crijevo (Rosselló i sur., 1995; Martínez i sur., 2008).

Parametri kemijskog sastava slavonskog kulena bili su više varijabilni (Table 2), posebice glede sadržaja ukupnih masti (KV=19.3%). To se može pripisati razlikama u količini dodane ledne slanine i izboru više ili manje masnog mesa od strane pojedinih proizvođača. Visoka varijabilnost za sadržaj masti također je zabilježena i kod drugih vrsta tradicionalnih kobasica (Ambrosiadis i sur., 2004; Ferreira i sur., 2007). Prosječna vrijednost vlage (38,2%) utvrđena u slavonskom kulenu je viša od onih koje navode Salgado i sur. (2006) za različite vrste *chorizo* i drugih španjolskih tradicionalnih kobasica što bi se moglo objasniti većim promjenom slavonskog kulena. U usporedbi s kobasicama slične veličine i razdoblja sazrijevanje, kao što je spomenuta *sobrasada* (Rosselló i sur., 1995; Martínez i sur., 2008), sadržaj vlage u slavonskom kulenu je veći vjerojatno zbog veće količine masti koja se koristi u pripremi *sobrasade*. S druge strane, slavonski kulen sadrži manje vlage nego *botillo* - tradicionalna suha fermentirana kobasica iz Galicije u sjeverozapadnoj Španjolskoj (Lorenzo i sur., 2000; García Fontan i sur., 2007), koja je također punjena svinjsko slijepo crijevo, ali zrije znatno kraće vremenski razdoblje u usporedbi s slavonskim kulenom.

Zbog duljeg sušenja/zrenja (gubitak težine do 50%) i visokog udjela krto mesa koje se koristi u pripremi nadjeva, sadržaj vlage i sadržaj proteina u zrelom slavonskom kulenu jesu na sličnoj razini (30-40%), što ukazuje na visoku hranjivost vrijednost gotovog proizvoda. U stvari, prosječna sadržaj proteina u slavonskom kulenu je veći od onog koji se obično nalazi u drugim tradicionalnim kobasicama (Ambrosiadis i sur., 2004; Salgado i sur., 2006; Lorenzo i sur., 2000; Moretti i sur., 2004; Comi i sur., 2005). U odnosu na sadržaj masti u ovim proizvodima, slavonski kulen s prosječnim udjelom masti od 23,7% je općenito manje mastan.

Omjer vlage i proteina (M/P), koji govori o opsegu sušenja mesnog dijela nadjeva (Incze, 2007) iznosio je u slavonskom kulenu u prosjeku 1.1 (Table 2). Omjer M/P, zajedno s pH i aw vrijednostima, koristi se za razlikovanje polusuih i suhih kobasica. Na primjer, M/P omjer od oko 1,2-1,3, što odgovara aw vrijednostima ispod 0,89-0,90, uzima se kao kriterij za suhe kobasice u Europi (Incze 2007). Ovim se slavonski kulen može jasno razlikovati kao suha kobasica.

Slavonski kulen se tradicionalno proizvodi bez nitriranih soli. U salamurenju mesa, nitrirana sol se naširoko koristi za stabilizaciju boje te u antibakterijske i antioksidativne svrhe, često u kombinaciji s nitratom koji djeluje kao izvor nitrira u dugotrajnim procesima salamurenja. Kad se za fermentaciju koristi samo sol, postoji veća opasnost od mikroba. S druge strane, visok unos nitrira predstavlja rizik za ljudsko zdravlje zbog njihove izravne toksičnosti ili kroz endogene procese formiranje kancerogenih nitrozamina (Sebranek, 2009). Prosječna vrijednost nitrira u uzorcima slavonskog kulena iznosila je 6,55 mg/kg (Tablica 2) što je niže od sadržaja rezidualnog nitrira u kobasicama fermentiranim uz korištenje nitrira/nitrata (Comi i sur., 2005).

Visoka razina biogenih amina u hrani predstavlja još jedan razlog javnozdravstvene brige zbog potencijalnog toksikološkog djelovanja uzrokovano njihovim vasoaktivnim i/ili psihoaktivnim svojstvima (Vidal-Carou i sur., 2007). Biogeni amini uglavnom nastaju mikrobnom dekarboksilacijom aminokiselina (Silla Santos, 1996) i općenito se mogu naći u različitoj fermentiranoj hrani. Fermentacija kobasica posebice pruža optimalne uvjete za akumulaciju biogenih amina zbog dostupnosti slobodnih aminokiselina, prisutnosti mikroorganizama i kisele sredine koja potiče njihovu aminogenu aktivnost (Bover-Cid i sur., 1999). Najčešći i najzastupljeniji biogeni amin koji se obično nalazi u fermentiranim kobasicama je tiramin s prosječnim koncentracijama od 100 do 200 mg/kg (Vidal-Carou i sur., 2009). Poznato je da veći promjer kobasice i duže vrijeme sazrijevanja mogu biti pridonoseći čimbenici za veću akumulaciju tiramina (Bover-Cid i sur., 1999; Parente i sur., 2001; Miguélez-Arriazdo i sur., 2006; Komprda i sur., 2009). To bi moglo objasniti općenito visoke razine tiramina (Tablica 2) utvrđene u analiziranim uzorcima slavonskog kulena (≥ 200 mg/kg u 75% uzoraka). Veliki promjer i dugotrajno zrenje slavonskog kulena mogli bi, barem djelom, biti odgovorni i za utvrđenu visoku akumulaciju histamina (≥ 200 mg/kg u više od 90% uzoraka). Međutim, histamin se rijetko nalazi u fermentiranim kobasicama proizvedenim u odgovarajućim higijenskim uvjetima te je pojava prekomjerne razine ovog biogenog amina prije indikator neispravnih higijenskih uvjeta sirovine i/ili proizvodnih procesa (Vidal-Carou i sur., 2007; Vidal-Carou i sur., 2009).

Tradicionalno dimljenje slavonskog kulena obavlja se toplinskim izgaranjem tvrdih vrsta drva, uglavnom bukve (*Fagus sylvatica*), jasena (*Fraxinus excelsior*) i običnog graba (*Carpinus betulus*). Koriste se cjepa-

nice i piljevina, oboje ponekad navlaženi kako bi se smanjila temperatura dima. Proizvodi se obično dime u istoj komori gdje je dim generira. Poznato je, međutim, da izravno izlaganje dimu može dovesti do većeg taloženja potencijalno nezdravih tvari iz dima, kao što su policiklički aromatski ugljikovodici (PAU) na površini proizvoda (Andrés i sur., 2007). Neki PAU, kao što je benzo(a)piren (BaP) klasificirani su kao vjerojatni ljudski karcinogeni (Anonimno, 2004c). Benzo(a)piren može se koristiti kao indikator ukupne prisutnosti PAU u dimljenoj hrani i u EU određena je maksimalna razina za BaP od 5 g/kg za dimljeno meso i suhomesnati proizvode (Anonimno, 2005). U ovom istraživanju, utvrđena maksimalna razina BaP u uzorcima slavonskog kulena bila je daleko ispod dozvoljene granice (Table 2) i niža od razina utvrđenih za druge dimljene tradicionalne (Lorenzo i sur., 2010) i industrijske kobasice (Đinović i sur., 2008). Moguća objašnjenja za nisku kontaminiranost slavonskog kulena BaP-om mogu biti općenito niske temperature izgaranja koje generiraju dim s nižim sadržajem PAU (Šimko, 2009), ne korištenja četinjača čije je drvo bogato smolom koja povećava koncentraciju PAU u dimu (Stumpe-Viksna i sur., 2008), i niži omjer površina/masa kobasice koji manje pogoduje adsorpciji PAU (Lorenzo i sur., 2010).

Tijekom fermentacije i zrenja kobasica različiti mikroorganizmi koji nisu uključeni u fermentaciju obično bivaju postupno uklonjeni acidifikacijom i sušenjem (Labadie, 2007). Kao rezultat toga, suhe i polu-suhe fermentirane kobasice općenito se smatraju mikrobiološki stabilnim i sigurnim proizvodima koji su rijetko uzrok pojave trovanja hranom. To je osobito vrijedi za mesnu industriju gdje se, uz visoke sanitarne standarde, za potpunu kontrolu proizvodnje kobasica uobičajeno koriste i starter kultura. S druge strane, tradicionalna

proizvodnja često je povezana uz veliku varijabilnost sirovina, proizvodnih jedinica, uvjeta fermentacija i/ili zrenja i higijene, koja može rezultirati povećanim sposobnosti mikroorganizama kvarenja i/ili patogena za opstanak u finalnom proizvodu (Skandamis and Nychas, 2007). Na primjer, istražujući sigurnost tradicionalne proizvodnje kobasica u domaćinstvima u Hrvatskoj, Kozračinski i sur. (2008) utvrdili su općenito povećani ukupni broj bakterija na radnim površinama i opremi koja se koristi u pripremi kobasica, uključujući i nalaz *S. aureus* u 4 i *Enterococcus faecalis* u 3 od ukupno dvadeset kontroliranih domaćinstava. Isti mikroorganizmi, zajedno s enterobakterijama i sulfid-reducirajućim klostridijama bili su izolirani u visokoj broju u nekoliko uzoraka sirovih kobasica za kuhanje, dok su neki od njih pronađeni u prevelikom broju i u suhim kobasicama, primjerice *S. aureus* u 20 % i sulfid-reducirajuće klostridije u 10 % uzoraka. U drugom hrvatskom istraživanju, tradicionalne domaće kobasice također su pokazale nisku higijensku kvalitetu sirovina i svježeg nadjeva, kao i sporije zakiseljavanje i odgođeno uklanjanje nepoželjnih mikroflora, ali su bile mikrobiološki ispravne na kraju 90-dnevnog zrenja (Zdolec i sur., 2007). Uska povezanost između mikrobnih ekosustava tradicionalnih pogona za preradu (tzv. "kućna mikroflora") i proizvedenih kobasica također je utvrđena u studijama u drugim zemljama (npr. Lebert i sur., 2007). U ovom istraživanju (Tablica 3), broj *S. aureus*, enterobakterija i sulfid-reducirajućih klostridija u svim uzorcima zrelih slavonskih kulena bio je u skladu s hrvatskim Pravilnikom o mikrobiološkim standardima za namirnice (Anonimno, 1994, 2001, 2003b and 2004d), dok *Salmonella* spp. i *L. monocytogenes* nisu izolirani niti u jednom uzorku. Ovakav nalaz je sukladan nedavno objavljenim rezultatima Frece i sur. (2010a). Neki od navedenih mikroorganizama koji mogu kontaminirati

meso, poput enterobakterija, jesu poznati po svojoj visokoj sposobnosti za produkciju biogenih amina (Vidal-Carou i sur., 2007). Stoga, visoka akumulacija histamina u uzorcima slavonskog kulena utvrđena u ovom istraživanju može ukazivati na bakterijsku kontaminaciju sirovine ili higijenske propuste tijekom ranih koraka proizvodnje kobasica, bez obzira na odsutnost ili niske razine aminogenih mikroorganizama u finalnom proizvodu.

Slično drugim fermentiranim proizvodima koji prolaze kroz dugo razdoblje sazrijevanja, kolonizacija vanjske površine plijesnimama može se pojaviti i kod slavonskog kulena. Prirodno obstranje plijesnimama koje potječu iz okoliša, uglavnom iz rodu *Penicillium* i *Aspergillus*, može biti poželjno jer štiti od pretjeranog sušenja i oksidacije lipida te pridonosi razvoju arome gotovog proizvoda (Spotti and Berni, 2007). S druge strane, mnoge plijesni imaju sposobnost proizvodnje mikotoksina i neke od vrsta koje su izolirane s površine slavonskog kulena (Tablica 3), kao što je *Aspergillus flavus*, posjeduju toksiogeni potencijal (Bailey and Guerre, 2009). Prisutnost određenih plijesni nije uvijek popraćena i proizvodnjom toksina budući da su uvjeti (posebice aktivnost vode) koji omogućavaju produkciju toksina više restriktivni od onih koji omogućavaju sam rast plijesni (Northolt i sur., 1996). Međutim, prisutnost orhatoxina A i aflatoxina B1 nedavno je potvrđena na površini i u dubljim slojevima slavonskog kulena (Frece i sur., 2010b). Kontaminacije začina i/ili dodatka koji se koriste u preradi mesa dodatno može predstavljati izvor mikotoksina (Mandić i sur., 2007; Bailey and Guerre, 2009).

Zaključci

Prema tehnologiji proizvodnje i karakteristikama finalnog proizvoda, tradicionalni slavonski kulen je sličan dugo-zrijućim prirodno fermentiranim

tranim južnoeuropskim kobasicama uz dodatak dimljenja. Prema pH, aw i M/P vrijednostima zrelog proizvoda, slavonski kulen se može okarakterizirati kao suha kobasica niske kiselosti čija je stabilnost i održivost prvenstveno uvjetovana niskom aktivnošću vode u gotovom proizvodu. Analizirana organoleptička svojstva bila su u granicama karakteristika specifičnih za tradicionalnu proizvodnju. U usporedbi sa sličnim proizvodima, slavonski kulen ima veći sadržaj proteina i manje masti. Svi analizirani uzorci bili su mikrobiološki ispravni, s niskom razinom nitrata i PAH kontaminacije, ali s visokim sadržajem biogenih amina i, u nekim slučajevima, uz prisutnost potencijalno toksikogenih plijesni. Stoga s higijenskog i tehnološkog stanovišta, treba uložiti dodatne napore radi poboljšanja sanitarnih standarda i dobre proizvođačke prakse među proizvođačima. Uz to, bolja karakterizacija i kontrola tipične mikroflore u proizvodnji slavonskog kulena je ključna sa stajališta sigurnosti, prihvatljivosti i organoleptičke kvaliteta proizvoda.

Literatura

- Ambrosiadis J., Soutos N., Abraham A., Bloukas J.G. (2004): Physicochemical, microbiological and sensory attributes for the characterization of Greek traditional sausages. *Meat Sci.* 66, 279-287.
- Andrés A., Barat J.M., Grau R., Fitó P. (2007): Principles of drying and smoking. In: Toldrá, F. (ed) *Handbook of fermented meat and poultry*. Blackwell Publishing, 37-48.
- Anonimno (1994): Pravilnik o mikrobiološkim standardima za namirnice. Narodne Novine broj 46.
- Anonimno (1999): Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the detection and enumeration of *Listeria monocytogenes*. HRN EN ISO 11290-1, Croatian Standards Institute, Zagreb.
- Anonimno (2001): Pravilnik o dopunji i izmjenama Pravilnika o mikrobiološkim standardima za namirnice. Narodne Novine broj 20.
- Anonimno (2002): Microbiology - General guidance for enumeration of yeast and molds. HRN ISO 7954, Croatian Standards Institute, Zagreb.
- Anonimno (2003a): Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the detection of *Salmonella* spp. HRN EN ISO 6579, Croatian Standards Institute, Zagreb.
- Anonimno (2003b): Pravilnik o dopunji i izmjenama Pravilnika o mikrobiološkim standardima za namirnice. Narodne Novine broj 125.
- Anonimno (2004a): Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (*Staphylococcus aureus* and other species). HRN EN ISO 6888-1, Croatian Standards Institute, Zagreb.
- Anonimno (2004b): Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of sulfite-reducing bacteria growing under anaerobic conditions. HRN ISO 15213, Croatian Standards Institute, Zagreb.
- Anonimno (2004c): IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to humans, International Agency for Research on Cancer, Vol. 88.
- Anonimno (2004d): Pravilnik o dopunji i izmjenama Pravilnika o mikrobiološkim standardima za namirnice. Narodne Novine broj 32.
- Anonimno (2005): Commission Recommendation 2005/208/EC of 4 February 2005 amending Regulation (EC) No 466/2001 as regards polycyclic aromatic hydrocarbons. Official Journal of the European Union, L34, 3-5.
- Anonimno (2007): Foodstuffs - Determination of nitrate and/or nitrite content. HRN EN 12014-3, Croatian Standards Institute, Zagreb.
- Anonimno (2008): Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal methods for the detection and enumeration of *Enterobacteriaceae*. HRN ISO 21528-2, Croatian Standards Institute, Zagreb.
- Bailey J-D., Guerre P. (2009): Mycotoxin analysis in poultry and processed meats. In: Nollet, L.M.T., Toldrá, F. (eds) *Handbook of processed meats and poultry analysis*. CRC Press, 499-543.
- Bover-Cid S., Schoppen S., Izquierdo-Pulido M., Vidal-Carou M.C. (1999): Relationship between biogenic amine contents and the size of dry fermented sausages. *Meat Sci.* 51, 305-311.
- Comi G., Urso R., Iacumin L., Rantziol K., Cattaneo P., Cantoni C., Coccolin L. (2005): Characterisation of naturally fermented sausages produced in the North East of Italy. *Meat Sci.* 69, 381-392.
- Dinović J., Popović A., Jira W. (2008): Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in different types of smoked meat products from Serbia. *Meat Sci.* 80, 449-456.
- Ferreira V., Barbosa J., Silva J., Vendeiro S., Mota A., Silva F., João Monteiro M., Hogg T., Gibbs P., Teixeira P. (2007): Chemical and microbiological characterisation of "Salpicão de Vinhais" and "Chouriço de Vinhais": Traditional dry sausages produced in the North of Portugal. *Food Microbiol.* 24, 618-623.
- Frece J., Markov K., Čvek D., Kovačević D. (2010a): Stafilokoki kao potencijalne izvorne starter kulture iz slavonskog kulena. *Meso* 3, 150-155.
- Frece J., Markov K., Kovačević D. (2010b): Određivanje autohtone mikrobne populacije i mikotoksina te karakterizacija potencijalnih starter kultura u slavonskom kulenu. *Meso* 2, 92-97.
- García Fontán M.C., Lorenzo J.M., Martínez S., Franco I., Carballo J. (2007): Microbiological characteristics of Botillo, a Spanish traditional pork sausage. *LWT* 40, 1610-1622.
- Incze K. (2007): European products. In: Toldrá, F. (ed) *Handbook of fermented meat and poultry*. Blackwell Publishing, 307-318.
- Karolyi D. (2005): Fizikalno-kemijske osobine slavonskog kulena. *Meso* 2, 35-37.
- Komprda T., Sládková P., Dohnal W. (2009): Biogenic amine content in dry fermented sausages as influenced by a producer, spice mix, starter culture, sausage diameter and time of ripening. *Meat Sci.* 83, 534-542.
- Kozačinski L., Hadžiosmanović M., Cvrtić Fleck Z., Zdolec N., Filipović I., Kozačinski Z. (2008): Quality of dry and garlic sausages from individual households. *Meso* 1, 74-80.
- Labadie J. (2007): Spoilage microorganisms: risk and control. In: Toldrá, F. (ed) *Handbook of fermented meat and poultry*. Blackwell Publishing, 421-426.
- Lebert A., Giammarinaro P., Morot-Bizot S., Leroy S., Talon R. (2007): Microbial ecosystems of processing units and traditional products in France. *Options Méditerranéennes. Serie A*, 76, 305-314.
- Leistner L., Rödel W. (1975): The significance of water activity for microorganisms in meats. In: Duckworth, R.B. (ed) *Water relations of foods*. Academic Press, 309-323.
- Lorenzo J.M., Michinel M., López M., Carballo J. (2000): Biochemical characteristics of two Spanish traditional dry-cured sausage varieties: "Androlla" and "Botillo". *J. Food Compos. Anal.* 13, 809-817.
- Lorenzo J.M., Puriños L., Fontán M.C.G., Franco D. (2010): Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in two Spanish traditional smoked sausage varieties: "Androlla" and "Botillo". *Meat Sci.* 86, 660-664.
- Macan J., Turk R., Vukušić J., Kipčić D., Milčević-Kraus S. (2006): Long-term follow-up of histamine levels in a stored fish meal sample. *Anim. Feed Sci. Tech.* 127, 169-174.
- Mandić S., Grujić R., Topalić-Trivunović Lj., Đurica R., Stojković S. (2007): Izvori mikotoksi i mikotoksikološke kontaminacije suvremenih proizvoda. *Tehnologija mesa* 49, 157-162.
- Martínez P.J., Garrido M.D., Bañón S. (2008): Stabilization by chilling of Sobrasada from Chato Murciano pigmeat manufactured without preservatives. *An. Vet. (Murcia)*, 24, 73-83.
- Miguelé-Arriaza M.J., Bover-Cid S., Latorre-Moratalla M.L., Vidal-Carou M.C. (2006): Biogenic amines in Spanish fermented sausages as a function of diameter and artisanal or industrial origin. *J. Sci. Food Agr.* 86, 549-557.
- Moretti V.M., Madonia G., Diaferia, C., Mentasti T., Paleari M.A., Panseri S., Pirone G., Gandini G. (2004): Chemical and microbiological parameters and sensory attributes of a typical Sicilian salami ripened in different conditions. *Meat Sci.* 66, 845-854.
- Northolt M.D., Frisvad J.C., Samson R.A. (1996): Occurrence of food-borne fungi and factors for growth. In: Samson, R.A., Hoekstra, E.S., Frisvad, J.C., Filtenborg O. (eds) *Introduction to Food-Borne Fungi*. Centraalbureau voor schimmcultures, 243-251.
- Parente E., Martuscelli M., Gardini F., Greco S., Crudele M.A., Suzzi G. (2001): Evolution of microbial populations and biogenic amine production in dry sausages produced in Southern Italy. *J. Appl. Microbiol.* 90, 882-891.
- Rosselló C., Barbas J.J., Bernat A., López N. (1995): Microbial and chemical changes in "Sobrasada" during ripening. *Meat Sci.* 40, 379-385.
- Salgado A., García Fontán M.C., Franco L., López M., Carballo J. (2006): Effect of the type of manufacture (homemade or industrial) on the biochemical characteristics of Chorizo de cebolla (a Spanish traditional sausage). *Food Control* 17, 213-221.
- SAS, 2002. *Statistical Analysis System*, v.9.1, SAS Institute Inc., Cary.
- Sebranek J.G. (2009): Basic curing ingredients. In: Tatré, R. (ed) *Ingredients in meat products*. Properties, functionality and applications. Springer, 1-23.
- Silla Santos M.H. (1996): Biogenic amines: their importance in foods. *Int. J. Food Microbiol.* 29, 213-231.
- Skandamis P., Nychas G.-J.E. (2007): Pathogens: risk and control. In: Toldrá, F. (ed) *Handbook of fermented meat and poultry*. Blackwell Publishing, 427-454.
- Spotti E., Berni E. (2007): Sterer cultures: molds. In: Toldrá, F. (ed) *Handbook of fermented meat and poultry*. Blackwell Publishing, 171-176.
- Stumpe-Vikona I., Bartkevičs V., Kukare A., Morozovs A. (2008): Polycyclic aromatic hydrocarbons in meat smoked with different types of wood. *Food Chem.* 110, 794-797.
- Šimko P. (2009): Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked meats. In: Toldrá, F. (ed) *Safety of meat and processed meat*. Springer, 343-363.
- Vidal-Carou M.C., Veciana-Nogués M.T., Latorre-Moratalla M.L., Bover-Cid S. (2007): Biogenic amines: risks and control. In: Toldrá, F. (ed) *Handbook of fermented meat and poultry*. Blackwell Publishing, 455-468.
- Vidal-Carou M.C., Latorre-Moratalla M.L., Bover-Cid S. (2009): Biogenic amines. In: Nollet, L.M.T., Toldrá, F. (eds) *Handbook of processed meats and poultry analysis*. CRC Press, 665-686.
- Zanardi E., Ghidini S., Battaglia A., Chizzolini R. (2004): Lipolysis and lipid oxidation in fermented sausages depending on different processing conditions and different antioxidants. *Meat Sci.* 66, 415-423.
- Zdolec N., Hadžiosmanović M., Kozačinski L., Cvrtić Z., Filipović I., Leskovic K., Vragović N., Budimir D. (2007): Fermentirane kobasice proizvedene u domaćinstvu - mikrobiološka kakvoća. *Meso* 6, 318-324.

Dostavljeno: 14. listopada 2011.
Prihvaćeno: 11. studeni 2011.

Priručnik Biološke opasnosti u hrani

Priručnik Biološke opasnosti u hrani opisuje potencijalne uzročnike bolesti koji se mogu prenijeti hranom, kroz tri poglavlja: bakterije, virusi i paraziti. Autori su prof. dr. sc. Albert Marinculić, dr. sc. Boris Habrun, doc. dr. sc. Ljubo Barbić i dr. sc. Relja Beck. Ispunjenu narudžbenicu pošaljite faksom na 031/214-901. Cijena priručnika iznosi 80 kuna + poštarina, plaćanje pouzecom.



BROJ NARUČENIH PRIMJERAKA	
IME I PREZIME	
TVRTKA	
OIB TVRTKE ILI OIB GRADANA	MJESTO
ULICA I BROJ	TELEFON
FAX	E-MAIL
DATUM	
POTPIS	ŽIG TVRTKE