

Fizičko-hemijska i senzorna svojstva bosanskog sudžuka proizvedenog u kontrolisanim uslovima od svežeg ohlađenog i zamrznutog goveđeg mesa

Operta Sabina¹, Dževdetbegović Merima¹, Čorbo Selma¹, Tahmaz Jasmina¹, Šehović Alija²

S a d r ž a j: U ovom radu je istražen uticaj svežeg, ohlađenog i zamrznutog goveđeg mesa na neka fizičko-hemijska i senzorna svojstva bosanskog sudžuka proizvedenog u kontrolisanim uslovima. Dva tipa (A – od svežeg ohlađenog goveđeg mesa na 0°C i B – od prethodno zamrznutog a potom temperiranog na – 5°C goveđeg mesa) bosanskog sudžuka, proizvedena su u kontrolisanim uslovima. Istraživanja su pokazala da je korišćenje sveže ohlađenog goveđeg mesa i zamrznutog goveđeg mesa imalo značajan uticaj na pH i a_w vrednosti i sadržaj nitrata, kao i neka senzorna svojstva ($p < 0,05$). Tip A na kraju procesa sušenja i zrenja je imao značajno niže ($p < 0,05$) vrednosti pH i a_w (5,0; 0,83) u odnosu na tip B (5,3; 0,85). U sadržaju vlage, masti, proteina, mineralnih materija, vezivnog tkiva i natrijum-hlorida nije bilo značajnih razlika između tipova A i B sudžuka ($p > 0,05$). Tip B je u odnosu na tip A imao bolju povezanost mišićnog i masnog tkiva (7,55/5,76), svetliju boju mišićnog tkiva (6,13/7,79), belju boju masnog tkiva (1,73/4,30), ali nešto izraženije prisustvo kore (3,39/2,01) na preseku, delovao je tvrđe (6,40/4,63) i žilavije (4,55/3,20) u odnosu na tip A. Oba tipa sudžuka su delovala umereno slano (5,10/4,96), sa malo primetnom diskretnom kiselošću (3,42/2,96) i gotovo neprimetnom užeglošću (1,37/0,94). Arome na beli luk (5,88/4,56) i crni biber (5,44/5,66) su bile srednjeg intenziteta, dok se aroma na dim (3,89/1,25) značajnije ($p < 0,05$) osetila kod sudžuka tipa A. Iako u prihvatljivosti tipova A i B sudžuka od strane ocenjivača nije bilo značajnih razlika u srednjim vrednostima ($p > 0,05$), ipak tip B (od zamrznutog mesa) za nijansu se više dopao ocenjivačima. Po srednjim vrednostima bosanski sudžuk je ocenjen sa „umereno se dopada“ (2,38; tip A) do „vrlo se dopada“ (2,62; tip B).

Ključne reči: bosanski sudžuk, kvalitet, sveže ohlađeno goveđe meso, zamrznuto goveđe meso.

Uvod

Bosanski sudžuk je jedna od najpopularnijih kobasica u Bosni i Hercegovini. Prema *Pravilniku o kvalitetu proizvoda od mesa (Sl. list RBiH, 02/92, i 13. i 14/94)*, sudžuk je trajna kobasica koja se proizvodi po proizvođačkoj specifikaciji. On se u prošlosti proizvodio u domaćinstvima i zanatskim klanicama, a u poslednjih nekoliko decenija proizvodi se u industrijama mesa, pa je na taj način dostupan gradskom stanovništvu. U brdsko-planinskim predelima Bosne i Hercegovine individualna domaćinstva proizvode bosanski sudžuk na tradicionalan način. Za pripremu se koristi sveže ohlađeno goveđe meso (uzeto sa cele površine trupa ili meso preostalo nakon krojenja komada pečenice), kuhinjska so, beli luk i crni biber. Nadev se puni u tanka creva, a potom se suši i zri u uslovima ambijentalne pušnice. U savremenim industrijskim pogonima za proizvodnju bosanskog sudžuka retko se koristi sveže, a češće zamrznuto goveđe meso, koje se pred

sam proces proizvodnje temperira na –5°C, bez davanja svežeg loja. Kod komercijalne industrijske proizvodnje, u sudžuk se dodaju soli za salamurenje, začinske smeše, antioksidanti i starter kulture koji pružaju sigurniju, bezbedniju i bržu proizvodnju. Često se u sastavu komercijalnog bosanskog sudžuka mogu naći i netipični dodaci za sudžuk poput crvene paprike. *Gasparik-Reichardt i dr.* (2005) navode da se industrijska proizvodnja svih preradevina od mesa u Bosni i Hercegovini bazira, najvećim delom, na korišćenju smrznutog iskoštenog goveđeg mesa I i II kategorije, dok se u domaćinstvima i zanatstvu koristi ohlađeno meso zaklanih životinja. *Operta i dr.* (2007) navode da se u industrijskim uslovima za proizvodnju sudžuka koristi zamrznuto goveđe meso III kategorije, a *Čengić i dr.* (2008) goveđe meso I i II kategorije. Sušenje i zrenje sudžuka se obavlja u klasičnim pušnicama u ambijentalnim uslovima, a ponekad se sudžuk nakon sušenja podvrgava kratkotrajnoj toplotnoj obradi. Veoma je malo modernih pogona koji proizvode sudžuk u ko-

¹Univerzitet u Sarajevu, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Zmaja od Bosne 8, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina;

²Mi Menprom, Ahmeta Kobića bb., 75208 Gornja Tuzla, Bosna i Hercegovina.

morama za zrenje sa kontrolisanim atmosferskim uslovima. Hemijski sastav i senzorni kvalitet bosanskog sudžuka ponuđenog na tržištu BiH je jako varijabilan, što potvrđuju i dosadašnja istraživanja koja su bila bazirana na istraživanju sadržaja vlage, masti, proteina, NaCl-a, pepela, pH i a_w vrednosti, te senzornih svojstava. U dosadašnjim istraživanjima bosanskog sudžuka većina autora (*Salihbegović, 2002; Operta, 2005; Sinanović i dr., 2005; Gasparik-Reichardt i dr., 2005; Kratina, 2005; Hadžiosmanović i dr., 2005; Operta i Smajić, 2006; Operta i dr., 2007; Operta i dr., 2008; Operta, 2008; Čengić i dr., 2008; Kovačinski i dr., 2008*) se slažu da su razlozi za variranje u kvalitetu bosanskog sudžuka korišćenje različite sirovine (I, II, III kategorija goveđeg mesa kao i njihove kombinacije, uz dodatak različitog postotka goveđeg loja), različite dužine trajanja proizvodnog procesa, od 3 do 30 dana i/ili nekontrolisani uslovi proizvodnje, naročito dimljenja i sušenja u klasičnoj pušnici. U ovom radu su istraženi najbitniji fizičko-hemijski parametri i profilirana su najvažnija senzorna svojstva bosanskog sudžuka proizvedenog u industrijskim uslovima od svežeg, ohlađenog i od zamrznutog goveđeg mesa II i III kategorije, bez dodavanja goveđeg loja.

Materijal i metode

Tehnologija proizvodnje bosanskog sudžuka

Dva tipa (A – od svežeg ohlađenog goveđeg mesa na 0°C i B – od prethodno zamrznutog pa temperiranog na -5°C goveđeg mesa) fermentiranog suvog bosanskog sudžuka proizvedena u komori za zrenje su istraživana. Po dve šarže (A1/A2 i B1/B2) su bile analizirane u nekoliko koraka: sveži proizvod (0 dan), faza fermentacije (3. dan), faza sušenja i zrenja (7, 14, 21. dan) i gotov proizvod (28. dan). Bosanski sudžuk je imao sledeće sastojke: 50% goveđeg mesa II i 50% goveđeg mesa III kategorije, 2,4% nitritne soli, 1,30% začina (beli luk, crni biber, ekstrakt paprike) i starter-kulture (*Lactobacilli, Staphylococcus, Pediococcus, Candida*) na nosaču laktoza. Celi postupak proizvodnje bosanskog sudžuka je sproveden u kontrolisanim atmosferskim uslovima u MI „Menprom“, Gornja Tuzla. Sveže goveđe meso bilo je ohlađeno na temperaturi od 0°C, a zamrznuto goveđe meso posle zamrzavanja na -18°C, je temperirano na -5°C. Meso je usitnjeno u mašini za usitnjavanje mesa sa promerom 5 mm. Usitnjeno meso je, sa ostalim sastojcima, izmešano u mešalici. Smesa je punjenja u kolagene omotače promera 55 mm. Proizvodi su nakon kondicioniranja (8 sati na temperaturi 18–20°C i vlažnosti vazduha 58–60%), podvrgnuti

fermentaciji, sušenju i zrenju pod sledećim režimom: fermentacija na 22–24°C, 92–94% RH, cirkulacija vazduha 0,5–0,8 m/s, trajanje 2 dana; sušenje i dimljenje na 20–22°C, 88–92% RH, cirkulacija vazduha 0,2–0,5 m/s, trajanje 2 dana, a potom na 18–20°C, 86–88% RH, cirkulacija vazduha 0,2–0,5 m/s, trajanje 2 dana. Dim se ubacivao u toku 4 dana u trajanju od po 0,5 sata pri mikroklimi 22°C i 80–85% RH; zrenje na 16–18°C, 80–86% RH, cirkulacija vazduha 0,1–0,2 m/s, trajanje 7 dana, a potom na 16–18°C, 75–80% RH, cirkulacija vazduha 0,1–0,2 m/s, trajanje 14 dana. Kobasice su analizirane 0, 3, 7, 14, 21. i 28. dana. Analizirana su po tri uzorka bosanskog sudžuka.

Fizičko-hemijske analize bosanskog sudžuka

Određivanje sadržaja vlage, proteina, masti, pepela i hidrokspiroolina obavljeno je prema *BAS ISO (2007)* metodama. Sadržaj kolagena, odnosno, sadržaj vezivnog tkiva u proizvodu dobio se množenjem sadržaja hidrokspiroolina (%) s faktorom 8 (*Saičević i dr., 2006*). Relativan sadržaj proteina vezivnog tkiva u proteinima mesa izračunat je iz odnosa sadržaja kolagena (%) i sadržaja ukupnih proteina mesa (%) podeljenog i pomnoženog sa 100. Određivanje sadržaja NaCl-a obavljeno je metodom po *Mohru*, a sadržaj nitrita (NaNO_2) metodom po *Grea i Mirna-u*. Aktivnost vode (a_w) merenaje a_w metrom (LabSwift – a_w , Novasina, Švajcarska). Vrednost pH je merena pH metrom sa staklenom elektrodom (Eutech Instruments, Holandija) umetanjem elektrode direktno u uzorak. Tri nezavisna merenja rađena su za svaki uzorak. Izračunate su srednje vrednosti i standardna devijacija.

Senzorno ocenjivanje bosanskog sudžuka

Grupa od 7 ocenjivača sa Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta u Sarajevu je ocenjivala bosanski sudžuk. Zahtev je bio da percipiraju intenzitet različitih parametara sudžuka. U senzorno ocenjivanje bili su uključeni sledeći parametri: izgled preseka kroz četiri deskriptora: povezanost mišićnog i masnog tkiva (od loš do odličan), intenzitet boje mišićnog tkiva (od svetlocrvene do tamnocrvene), intenzitet boje masnog tkiva (od svetle – bele do tamne – žuta ili siva boja) i prisustvo kore (od neprimetno do izrazito); merenje teksture kroz četiri deskriptora: nežnost (od krajnje meka do krajnje tvrda), sočnost (od krajnje suva do krajnje vlažna), žilavost i masnost (od neprimetna do izrazita); ukus kroz dva deskriptora: slanost i kiselost (od neprimetna do izrazita); aroma kroz četiri deskriptora: aroma belog luka, crnog bibera, dima i aroma užeglosti

(od neprimetna do izrazita). Za ocenjivanje je korišćena nestrukturirana skala intenziteta (0 = odsustvo deskriptora, 10 = najjači intenzitet deskriptora). Članovi komisije su markirali tačku na liniji za koju su osećali da predstavlja njihovu percepciju intenziteta. Markirane tačke su prevedene u brojeke. Ukupna prihvatljivost je ocenjivana 9-to bodovnom hedonskom skalom sa bodovima kako slede: 4 = ekstremno se dopada, 3 = veoma se dopada, 2 = umereno se dopada, 1 = malo se dopada, 0 = niti se ne dopada, niti se dopada, (-1) = malo se ne dopada, (-2) = umereno se ne dopada, (-3) = veoma se ne dopada i (-4) = ekstremno se ne dopada. Po 15–20 komadića svakog uzorka su distribuirani na belim plastičnim tanjirima i prezentovani ocenjivačima sa trocifrenom šifrom u slučajnom poretku za ocenjivanje. Voda i hleb su servirani radi čišćenja usta između uzoraka. Posle ocenjivanja, izračunate su srednje vrednosti, od tri ponavljanja.

Statistička analiza podataka

Statistička analiza rađena je pomoću SPSS 16,0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Podaci za fizičko-hemijska i senzorna svojstva sudžukatipa A i sudžuka tipa B su upoređeni T-testom. Podaci za pH i a_w vrednosti su podvrgnuti jednofaktorijalnoj Anov-e, a multipli Tukey test korišćen za poređenje razlika između srednjih vrednosti. Srednje vrednosti su predstavljene, a značajnost je definisana na $p \leq 0,05$.

Rezultati i diskusija

Rezultati merenja pH i a_w vrednosti bosanskog sudžuka iskazani su u tabelama 1 i 2.

pH vrednost ohlađenog i zamrznutog goveđeg mesa bila je 5,80. pH vrednost nultog dana uzoraka bosanskog sudžuka tipa A iznosila je prosečno 5,47

Tabela 1. Promene pH vrednosti bosanskog sudžuka tokom fermentacije, sušenja i zrenja

Table 1. pH changes in Bosnian sujukaduring fermentation, drying and ripening

Dani/Days	Tip A/Type A	Tip B/Type B	Statistički značajne razlike/ Statistically significant differences
	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	
0	5,47 ^a ± 0,05	5,52 ^a ± 0,02	NS
3	4,92 ^c ± 0,04	5,09 ^c ± 0,01	**
7	4,94 ^{cd} ± 0,02	5,12 ^{cd} ± 0,01	***
14	4,95 ^{cd} ± 0,01	5,16 ^c ± 0,01	***
21	5,02 ^{bc} ± 0,00	5,14 ^{cd} ± 0,00	***
28	5,06 ^b ± 0,00	5,32 ^b ± 0,00	***

Legenda/Legend: Srednje vrednosti unutar iste kolone s različitim slovima (a–d) se značajno razlikuju ($p < 0,05$)/Means within same column with different letters (a–d) are significantly different ($p < 0,05$).

NS – not significant; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

Tabela 2. Promene a_w vrednosti bosanskog sudžuka tokom fermentacije, sušenja i zrenja

Table 2. a_w changes in Bosnian sudžuka during fermentation, drying and ripening

Dani/Days	Tip A/Type A	Tip B/Type B	Statistički značajne razlike/ Statistically significant differences
	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	
0	0,964 ^a ± 0,00	0,969 ^a ± 0,00	*
3	0,959 ^a ± 0,00	0,957 ^b ± 0,00	NS
7	0,934 ^b ± 0,00	0,948 ^c ± 0,00	**
14	0,904 ^c ± 0,00	0,932 ^d ± 0,00	***
21	0,858 ^d ± 0,00	0,896 ^e ± 0,00	**
28	0,836 ^e ± 0,00	0,850 ^f ± 0,00	*

Legenda/Legend: Srednje vrednosti unutar iste kolone s različitim slovima (a–f) se značajno razlikuju ($p < 0,05$)/Means within same column with different letters (a–f) are significantly different ($p < 0,05$).

NS – not significant; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

i nije se statistički značajno ($p < 0,05$) razlikovala od prosečne pH vrednosti bosanskog sudžuka tipa B, koji je imao vrednost 5,52. Tokom procesa proizvodnje, pH vrednost bosanskog sudžuka od ohlađenog goveđeg mesa (tip A) značajno pada trećeg dana i iznosi prosečno 4,92, a posle značajno postepeno raste do 28. dana. Kod bosanskog sudžuka od zamrznutog goveđeg mesa (tip B) pH vrednost trećeg dana iznosi 5,09, što pokazuje da je kod ovih uzoraka pH vrednost sporije padala i imala višu vrednost nego u uzorcima od ohlađenog mesa (tipa A). Do smanjenja pH vrednosti je došlo zbog stvaranja mlečne kiseline od strane mešovitih kultura bakterija koje koriste ugljene hidrate kao izvore energije. Slične vrednosti su dobijene i u nekim istraživanjima sudžuka 4. dana proizvodnje u istraživanjima *Gasparik-Reichardt i dr.* (2005), *Kozačinske i dr.* (2008), dok je u istraživanjima *Hadžiosmanovića i dr.* (2005), pH vrednosti sudžuka 3. dana proizvodnje bile značajno veće (5,46, 5,39). Tokom procesa proizvodnje, razlike u pH vrednosti tipa A i B postaju značajne 3. dana, da bi na kraju procesa proizvodnje (28. dana) tip B (5,32) imao značajno višu ($p < 0,05$) pH vrednost u odnosu na tip A (5,06). U dosadašnjim istraživanjima pH vrednost gotovog sudžuka tipa A nalazi se u granicama raspona pH vrednosti od 4,8 do 5,2 (*Gasparik-Reichardt i dr.*, 2005; *Hadžiosmanovića i dr.*, 2005; *Kozačinske i dr.*, 2008) na kraju proizvodnje. *Siriken i dr.* (2009) navodi nešto višu prosečnu vrednost za turski sudžuk od 5,49, dok *Bozkurt i Bayram* (2006) navode pH vrednost turskog sudžuka od 5,1, što je slično pH vrednosti tipa A sudžuka. Fermentisane kobasice su proizvodi koji se odlikuju niskom kiselošću i konačnom vrednošću pH od 5,3–6,2 (*Aymerich i dr.*, 2003). Grčka, Italija i Španija su zemlje gde je uloženo više napora u istraživanje ovih tradicionalnih proizvoda (*Comi i dr.*, 1992; *Coppola i dr.*, 1998; *Garcia-Varona i dr.*, 2000; *Garriga i dr.*, 1996; *Metaxopoulos i dr.*, 2001; *Parente i dr.*, 2001; *Rodriguez i dr.*, 1994; *Samelis i dr.*, 1994; *Samelis i dr.*, 1998; *Santos i dr.*, 1998). Konačna vrednost pH sudžuka B tipa (5,3) je tipična za kobasice niske kiselosti, a kod tipa A (5,06) pokazuje umerenu kiselost. Sve to je bio rezultat klasičnog delovanja BMK (bakterija mlečne kiseline) mikroorganizama u fermentisanim kobasicama, gde BMK, na samom početku fermentacije proizvode kiselinu i smanjuju pH vrednost, a u fazi zrenja aktivnosti mikrokoka odnosno stafilokoka koje su u stanju da neutrališu proizvedene kiseline. pH vrednost B tipa sudžuka tokom procesa proizvodnje je sporije padao u odnosu na pH vrednost A tipa, što se može smatrati posledicom nešto većeg sadržaja masti u tipu B sudžuka. Objasnjenje za to daje *Feiner* (2006), a to je da se sa povećanjem sadržaja masti

povećava i pH vrednost u maloj ili neznatnoj meri, bez značajnog uticaja na tok fermentacije.

a_w vrednost ohlađenog goveđeg mesa bila je 0,984, a zamrznutog 0,987. a_w vrednost se tokom procesa sušenja i zrenja postepeno smanjivala i na kraju zrenja dostigla stabilnu vrednost koja je bila značajno manja ($p < 0,05$) za tip A (0,836) u odnosu na tip B (0,850). Razlozi za nešto veću a_w vrednost za sudžuk tipa B mogu se objasniti iz navoda nekih autora. Tako, *Marianski i Marianski* (2009) navode da korišćenje zamrznutog goveđeg mesa dovodi do sporijeg isparavanja vode, što uzrokuje nešto višu a_w vrednost. To je potvrđeno u našim istraživanjima, jer je sudžuk tipa B (od zamrznutog mesa) u odnosu na tip A (od ohlađenog mesa) imao višu a_w vrednost. *Ruusunen i Puolanne* (2005) pišu da se dostupna voda (a_w) znatno smanji u mesu uz dodatak soli. Ako to uzmemo u obzir, razlog za višu a_w vrednost u sudžuku B tipa može biti i nešto niži sadržaj soli (4,41%) u gotovom proizvodu u odnosu na tip A (4,71%). Osim toga, *Toldrá* (2010) navodi da manju a_w vrednost mogu smanjiti i dve grupe komponenti: joni rastvorljivi u vodi i materijal sposoban da nabubri u vodi (strukturni proteini koji, u zavisnosti od stepena bubrenja, vežu vodu i smanjuju a_w vrednost), što takođe može biti uzrok nejednake a_w vrednosti dva tipa sudžuka. Rezultati ovih istraživanja pokazuju niže vrednosti aktivnosti vode u sudžuku od rezultata u istraživanjima *Gasparik-Reicharda i dr.* (2005) i *Kozačinske i dr.* (2008), koji zaključuju da a_w vrednost kod tradicionalne fermentirane kobasice iz BiH, na kraju procesa proizvodnje, prosečno iznosi od 0,89 do 0,90. Jedan od najvažnijih faktora koji doprinosi stabilnosti sušenih proizvoda od mesa je aktivitet vode (*Feiner*, 2006). Za ocenu kvaliteta sušenih proizvoda i za vrednovanje kvaliteta sirovih kobasica koristi se a_w vrednost, zajedno sa pH vrednošću. Proizvodi od mesa se mogu smatrati stabilnim za skladištenje ukoliko na kraju postupka postignu $pH \leq 5,2$ i $a_w \leq 0,95$ ili pojedinačno $pH \leq 5,0$ ili $a_w \leq 0,91$ (*Leister i Roedel*, 1975). Tip A sudžuka se po oba kriterija, a tip B po kriteriju a_w vrednosti mogu smatrati stabilnim za skladištenje.

Rezultati analiza hemijskog sadržaja bosanskog sudžuka na kraju zrenja iskazani su u tabeli 3. T-testom je utvrđeno da nema statistički značajnih razlika ($p > 0,05$) u sadržaju vlage, proteina, masti, hidropsiprolina/kolagena, mineralnih materija i NaCl-a sudžuka tipa A i tipa B. Značajne razlike ($p < 0,05$) su postojale samo u sadržaju rezidualnih nitrita. Po sadržaju vlage (32,87%; 30,11%) oba tipa sudžuka se svrstavaju u suve kobasice, a takođe zadovoljavaju kriterijume Pravilnika, jer sadrže manje od 40% vlage. Sadržaj vlage ovih istraživanjima kretao se u granicama od 24% do 44%, vred-

nosti koje su dobijene u dosadašnjim istraživanjima bosanskog sudžuka (Operta i dr., 2007; Operta, 2008; Operta i dr., 2008; Kozadžinski i dr., 2008). Siriken i dr. (2009) za turski sudžuk, navode varijacije u sadržaju vlage od 29,80% do 47,60%. Konačna vrednost proteina u sudžuku bila je oko 32%, dok je konačan prosečan sadržaj masti oko 29%. Proteini su u nutritivnom i tehnološkom smislu najvredniji sastojci proizvoda od mesa. Zbog toga se sadržaj proteina koristi kao objektivan kriterijum na osnovu kojeg se može vrednovati kvalitet proizvoda (Vuković, 2001). Kao pokazatelj održivosti često se koristi MPR-odnos, odnosno odnos vlage i proteina u gotovoj kobasici. Prema FSIS-preporukama (www.fsis.usda.gov) stabilno uskladištene kobasice moraju imati odnos vlaga: proteini (MPR) od 1,9:1 ili manje. Sadržaj proteina u bosanskom sudžuku bio je dosta visok (32%), odnosno odnos MPR kretao se od 1,01:1 (tip A) do 0,92:1 (tip B), što ga, prema kriterijumima za odnos vlaga: proteini svrstava u suve kobasice. U svojim istraživanjima Operta i dr. (2007), Operta (2008) i Operta i dr. (2008), dokazuju sadržaj proteina u sudžuku u opsegu od 23,91% do 28,15%. Rezultati ovih istraživanja kao i prethodnih autora pokazali su da je bosanski sudžuk nutritivno vredna fermentisana kobasica, jer sadrži visok procenat proteina. Soyer i dr. (2005) navode sličan raspon za sadržaj proteina u turskom sudžuku, od 16,50% do 28,34%. Rezultati za sadržaj masti u bosanskom sudžuku bili su u skladu sa rezultatima predhodnih istraživanja bosanskog sudžuka (Operta i dr., 2007; Operta, 2008; Operta i dr., 2008), koji pokazuju da mast u bosanskom sudžuku varira od 23% do 42%, kao i rezultatima Siriken i dr. (2009), Papadima i dr. (1999) i Comi i dr. (2005) za turske, grčke i italijanske tradicionalne kobasice. Odnos hidropsiprolina/kolagena bio je nizak za oba tipa sudžuka (0,46/3,72; 0,44/3,75), a između tipova razlike nisu bile značajne ($p > 0,05$). Siriken i dr. (2009) navode nešto veći prosečan sadržaj hidropsiprolina/kolagena, sa rasponom 0,40–1,21% za hidropsiprolin i 3,20–9,68% za kolagen, u ispitivanju 100 uzoraka turskog sudžuka. Udeo vezivnog tkiva u oba tipa sudžuka bio je manji od 12%. Prema Pravilniku o kvalitetu i drugim zahtevima za proizvode od mesa (33/2004), fermentisane suhe kobasice koje se proizvode pretežno od mesa I i II kategorije, koje je manje više očišćeno od vezivnog tkiva, mogu da sadrže, zavisno od vrste, 15 ili 20% proteina vezivnog tkiva u proteinima mesa. Ako se uzme u obzir da je relativan sadržaj proteina vezivnog tkiva manji od 15% u ovim istraživanjima sudžuka, može se reći da se radi o sudžuku visokog kvaliteta. Mineralne materije imale su vrednost od 5,5% (tip B) i 5,8% (tip A), a natrijum-hlorid od 4,4% (tip B) do 4,7%

(tip A). Vrednosti za sadržaj NaCl-a u sudžuku odgovaraju rezultatima dosadašnjih istraživanja (Gasparik-Reichardt i dr., 2005; Operta i dr., 2007; Operta, 2008; Operta i dr., 2008; Kozadžinski i dr., 2008), koji navode sadržaj NaCl-a od 3,31% do 8,33%. Slične rezultate navode Siriken i dr. (2009) za turski sudžuk dok rezultati Papadima i dr. (1999) za grčke tradicionalne kobasice i Comi i dr. (2005) za prirodne fermentisane italijanske kobasice pokazuju da su ti proizvodi značajno manje slani i da sadrže manje pepela od bosanskog sudžuka. Nitrati su zabeležili pad u koncentraciji. Konačna vrednost za NO_2 kod sudžuka tipa A je oko 4,5 mg/kg, dok je tip B imao značajno ($p < 0,05$) viši sadržaj NO_2 (7,3 mg/kg). Kao razlozi za veći sadržaj rezidualnih nitrita u sudžuku tipa B može se navesti podatak autora Pegg i Shahidi (2000) da azot-oksidi reaguje brže sa mioglobinom u stvaranju boje proizvoda od mesa ako je pH vrednost naveda niža. U tom slučaju će biti manje rezidualnih nitrita. U našim istraživanjima tip B sudžuka je imao nešto višu pH vrednost, što je dovelo do toga da se manje nitrita veže za mioglobin, te je sadržaj rezidualnih nitrita bio veći od sadržaja rezidualnih nitrita u sudžuku tipa A. Takođe, kao razlog nešto većeg sadržaja rezidualnih nitrita u varijanti B može se navesti činjenica da je optimalna temperatura za vezivanje azot-oksida i mioglobina od 2°C do 4°C, a da je tip sudžuka od zamrznutog mesa, verovatno imao nešto nižu temperaturu pri reakciji nitrita i mioglobina, što je uzrokovalo zaostajanje većih količina rezidualnih nitrita. Prema Pravilniku o kvalitetu proizvoda od mesa (02/92, 13. i 14/94) proizvodi od salamurenog mesa ne smeju sadržavati više od 20 mg nitrita natrijevih soli na 100 g proizvoda. Sadržaj rezidualnih nitrita u oba tipa bosanskog sudžuka ispunjavao je uslove Pravilnika, a bio je u skladu i sa rezultatima Comi i dr. (2005) za prirodno fermentisane italijanske kobasice.

Glavne senzorne karakteristike bosanskog sudžuka iskazane su na slici 1.

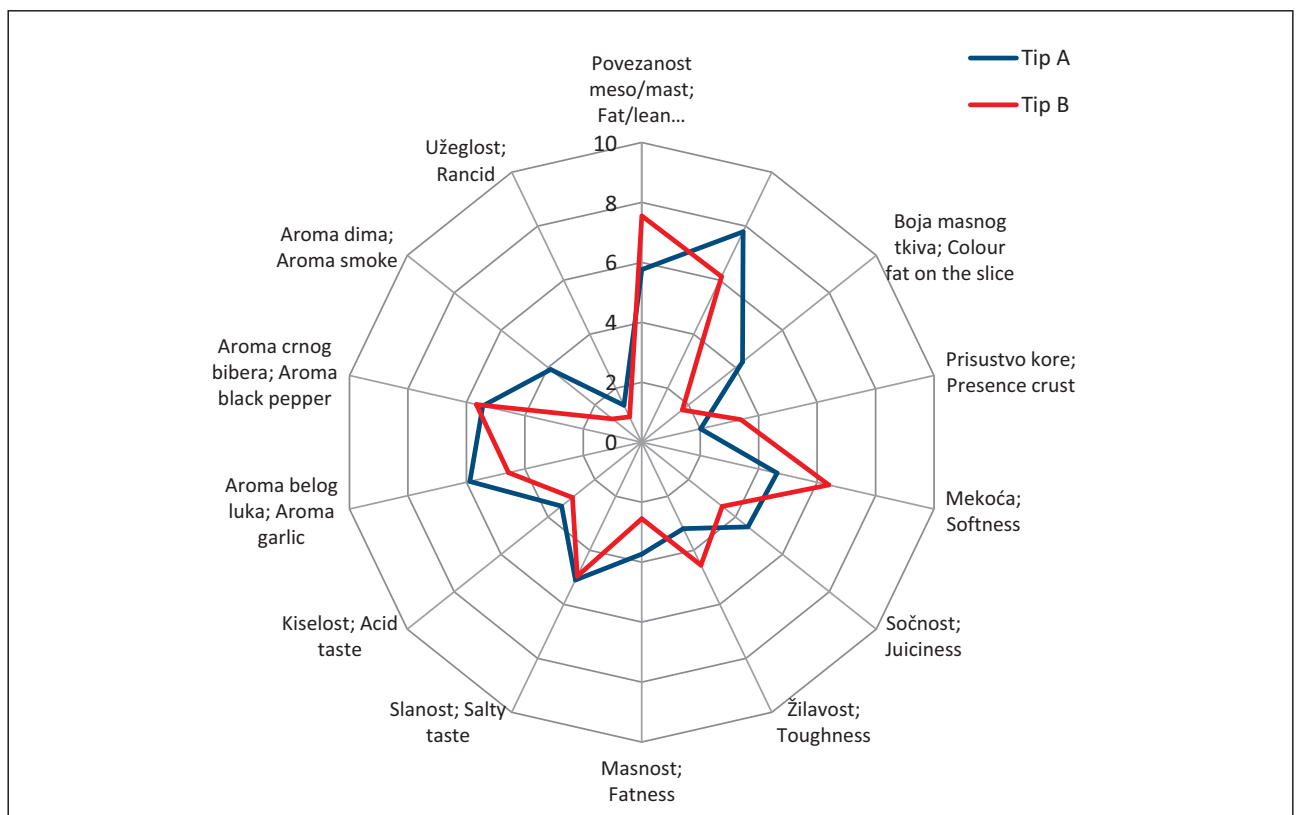
Rezultati senzornog ocenjivanja su pokazali da su dva proizvoda imala vrlo slična senzorna svojstva. T-testom je utvrđeno da postoje statistički značajne razlike u srednjim vrednostima ($p < 0,05$) za deskriptore izgleda preseka. Tip B je u odnosu na tip A imao bolju povezanost mišićnog i masnog tkiva (7,55/5,76), svetliju boju mišićnog tkiva (6,13/7,79), belju boju masnog tkiva (1,73/4,30), i nešto izraženije prisustvo kore (3,39/2,01). Tvrđe, žilavije, manje sočno, ali i manje masno delovao je sudžuk tipa B. Statistički značajne razlike su postojale za mekoću i žilavost ($p < 0,05$), ali ne za sočnost i masnost ($p > 0,05$). Oba tipa sudžuka su delovala umerno slano i sa malo приметnom diskretnom kiselosti, a između srednjih vrednosti za ova senzorna

Tabela 3. Hemijska svojstva bosanskog sudžuka na kraju sušenja i zrenja
Table 3. Chemical properties of bosnian sudžuk at the end of drying and ripening

Svojstva/ Properties	Tip A/Type A	Tip B/Type B	Statistički značajne razlike/Statistically significant differences
	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	
Sadržaj vlage (%)/ Moisture content (%)	32,87 ± 0,30	30,11 ± 1,81	NS
Sadržaj proteini (%)/ Protein content %	32,33 ± 0,79	32,61 ± 0,33	NS
Sadržaj masti (%)/ Fat content (%)	28,34 ± 0,95	29,66 ± 1,44	NS
Sadržaj pepela (%)/ Ash content(%)	5,85 ± 0,12	5,56 ± 0,23	NS
Sadržaj NaCl (%)/ NaCl content (%)	4,74 ± 0,17	4,41 ± 0,14	NS
Sadržaj nitrita (mg/kg)/ Nitrite content (mg/kg)	4,58 ± 0,24	7,36 ± 0,30	***
Sadržaj hidroksiprolina (%)/ Hydroxyproline content (%)	0,46 ± 0,02	0,44 ± 0,00	NS
Sadržaj kolagena (%)/ Kollagen content (%)	3,72 ± 0,16	3,55 ± 0,02	NS
Sadržaj kolagena /UP* x 100/ Kollagen content / TP*x 100	11,61 ± 0,22	10,94 ± 0,18	NS

Legenda/Legend: NS – not significant; * p < 0.05; ** p < 0.01, *** p < 0,001

UP/TP * – Ukupni proteini/Total proteins



Slika 1. Senzorna ocena bosanskog sudžuka na kraju sušenja i zrenja
Figure 1. Sensory evaluation of Bosnian sudžuk at the end of drying and ripening

svojstva nisu postojale značajne razlike ($p < 0,05$). Nešto jača, ali ipak umerena aroma belog luka se osetila kod sudžuka tipa A (5,88) u odnosu na tip B (4,56). Aroma crnog bibera u oba tipa sudžuka je bila umerena bez statistički značajnih razlika u srednjim vrednostima ($p > 0,05$). Aroma dima bila je slabo izražena kod sudžuka tipa A (3,89), ali značajno se razlikovala od arome dima kod sudžuka tipa B ($p < 0,05$) kod koga je bila jedva primetna (1,25). Iako su postojale značajne razlike za ocenu užeglosti između dva tipa sudžuka, ipak su te vrednosti bile jako niske i skoro se nije ni primećivala užeglost. Samo korišćenje delimično zamrznute sirovine je, verovatno, uticalo na bolju povezanost mesa i masti na preseku kod sudžuka tipa B, jer su čestice masti bile čvršće te se nisu razmazivale pri mešanju i punjenju u omotače. Takođe, pri korišćenju zamrznute sirovine, čestice masnoće su zadržale belju boju, odnosno samo zamrzavanje je usporilo proces oksidacije masti. Tipična boja proizvoda od mesa dobije se delovanjem nitrita i mioglobina, a zavisi i od postotka mioglobina koji će se pretvoriti u nitrozomoglobin *Toldrá* (2002). Takođe, ukoliko u sredini kobasice zaostaje više vode boja će biti svetlija. Svetlija boja, na preseku, sudžuka tipa B mogla bi se, možda, objasniti većim zaostatom vode, odnosno većom a_w vrednošću ili nedovoljnim povezivanjem nitrita i mioglobina, jer je sadržaj rezidualnih nitrita bio veći kod sudžuka tipa B. Prisustvo kore na preseku sudžuka bilo je izraženije u tipu B. Objasnjenje za to bi moglo biti u činjenici da je upotrebom zamrznutog mesa došlo do sporijeg otpuštanja vode iz kobasice, zbog čega je na površini došlo do minimalnog stvaranja prstena usled denaturacije proteina. Nešto tvrđa i žilavija tekstura bila je kod sudžuka tipa B, verovatno iz razloga što je imao izraženiju koru, na preseku što je pri žvakanju navelo ocenjivače da ga ocene kao tvrđeg i žilavijeg. *Toldrá* (2002) navodi da razvoj tvrdoće uveliko zavisi od delovanja pH vrednosti na miofibrilarne proteine. Nakon desetogodišnjeg korišćenja zamrznuto-odmrznutog mesa kao glavnog oblika za fermentisane kobasice, trenutno je primetan trend korišćenja svežeg mesa, jer se smatra da tokom odmrzavanja dolazi do oštećenja proteina, što utiče na teksturu i kvalitet gotovog proizvoda. Prema *Toldri* (2002) užeglost i žučkasta boja masnog tkiva može se razviti kao rezultat oksidacije nezasićenih masnih kiselina.

Ipak, u zamrzutom mesu procesi oksidacije su usporeni, što je potvrđeno kod sudžuka tipa B (od zamrznutog mesa), jer se užeglost značajno manje primećivala u odnosu na tip A. Nešto izraženija aroma belog luka i dima bila je u tipu B sudžuka. Prema *Toldri* (2010) aroma dima je rezultat senzornih svojstava sastojaka dima, a to su, uglavnom, fenolna i karbonilna jedinjenja, kao i razni proizvodi interakcije s proteinima i lipidima. Intenzitet arome dima u proizvodu zavisi od sastava dima i količine dima prisutnih u mesu. Verovatno je kod sudžuka tipa B bila prisutna veća količina dima u odnosu na tip A. U prihvatljivosti sudžuka tipova A i B od strane ocenjivača nije bilo značajnih razlika u srednjim vrednostima. Po srednjim vrednostima sudžuk je ocenjen sa „umereno se dopada“ (2,38; tip A) do „vrlo se dopada“ (2,62; tip B). U istraživanjima *Operta i dr.* (2007) bosanski sudžuk proizveden u industrijskim uslovima za ukupan utisak ocenjen kao „nepoželjan“.

Zaključak

Rezultati istraživanja su pokazali da nema značajnih razlika u sadržaju vlage, proteina, masti, hidropsiprolina/kolagena, mineralnih materija i NaCl-akod bosanskog sudžuka proizvedenog od svežeg ohlađenog mesa i bosanskog sudžuka proizvedenog od zamrznutog mesa. Značajne razlike ($p < 0,05$) su postojale u sadržaju rezidualnih nitrita. Korišćenje sveže ohlađenog goveđeg mesa u izradi sudžukare-zultiralo je u statistički značajno bržem padu pH i a_w vrednosti. Uzimajući u obzir vrednosti pH i a_w , sadržaja vode i odnos MPR, bosanski sudžuk od ohlađenog kao i od zamrznutog goveđeg mesa je suv i stabilan za skladištenje već nakon 28 dana. Senzorno ocenjivanje pokazalo je postojanje značajnih razlika u izgledu preseka, mekoći i žilavosti, aromi na dim i beli luk, kao i užeglost. Oba tipa sudžuka su delovala umereno slano sa diskretnom kiselošću i umereno izraženim aromama na beli luk i crni biber. Iako su oba tipa sudžuka bila prihvatljiva i nije bilo značajnih razlika u srednjim vrednostima, ipak bosanski sudžuk u čijoj se proizvodnji koristilo zamrznuto meso za nijansu se više dopadao ocenjivačima.

Literatura

- Aymerich T., Martín B., Garriga M., Hugas M., 2003. Microbial quality and direct PCR identification of lactic acid bacteria and nonpathogenic staphylococci from artisanal low-acid sausages. *Applied and Environmental Microbiology*, 69, 4583–4594.
- Bozkurt H., Bayram M., 2006. Colour and textural attributes of sucuk during ripening. *Meat Science*, 73, 344–350.
- Comi G., Urso R., Iacumin L., Rantsiou K., Cattaneo P., Cantoni C., Cocolin L., 2005. Characterisation of naturally fermented sausages produced in the North East of Italy. *Meat Science*, 69, 381–392.
- Comi G., Citterio B., Manzano M., Cantoni C., 1992. Evaluation and characterization of Micrococaceae strains in Italian dry fermented sausages. *Fleischwirtschaft*, 72, 1679–1683.
- Coppola R., Giagnacovo B., Iorizzo M., Grazia L., 1998. Characterization of fermented sausage. *Food Microbiology*, 15, 347–353.
- Čengić F., Smajić A., Operta S., 2008. Uticaj sirovinskog sastava i tehnološkog procesa na kvalitet kobasica. *Radovi Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*, Vol. LIII, 59/1, 177–190.
- Feiner G., 2006. *Meat products handbook. Practical science and technology.* Woodhead publishing limited, Cambridge, England.
- García-Varona M., Santos E. M., Jaime I., Rovira J., 2000. Characterisation of Micrococaceae isolated from different varieties of chorizo. *International Journal of Food Microbiology*, 54, 189–195.
- Garriga M., Hugas M., Gou P., Aymerich M. T., Arnau J., Monfort J. M., 1996. Technological and sensorial evaluation of *Lactobacillus* strains as starter cultures in fermented sausages. *International Journal of Food Microbiology*, 32, 173–183.
- Gasparik-Reichardt J., Tóth S., Cocolin L., Comi G., Drosinos E., Cvrtila Z., Kozáčinski L., Smajlović A., Saičić S., Borović B., 2005. Technological, physicochemical and microbiological characteristics of traditionally fermented sausages in Mediterranean and central European countries. *Tehnologija mesa*, 46, 3–4, 143–153.
- Hadžiosmanović M., Gasparik-Reichardt J., Smajlović M., Vesković-Moračanin S., Zdolec N., 2005. Possible use of bacteriocins and starter cultures in upgrading of quality and safety of traditionally fermented sausages. *Tehnologija mesa*, 46, 3–4, 194–211.
- Kozáčinski L., Drosinos E., Čaklović F., Cocolin L., Gasparik-Reichardt J., Vesković S., 2008. Investigation of Microbial Association of Traditionally Fermented Sausages. *Food Technology and Biotechnology*, 46, 1, 93–106.
- Kratina E., 2005. Identifikacija autohtonih sojeva mliječno-kiselinskih bakterija u toku fermentacije bosanskog sudžuka. *Magistarski rad. Veterinarski fakultet. Sarajevo.*
- Leister L., Roedel W., 1975. The significance of water activity for microorganisms in meats. In: Duckworth, R.B. (ed.) *Water Relation in Foods.* Academic Press, London. 309–323.
- Marianski S., Marianski A., 2009. The Magic Behind Fermented Sausages – It's All About Bacteria. Preuzeto 28.12.2009. godine sa: <http://www.wedlinydomowe.com/fermented-sausages.htm>. Page added on April 6, 2008.
- Metaxopoulos J., Samelis J., Papadelli M., 2001. Technological and microbiological evaluation of traditional processes as modified for the industrial manufacturing of dry fermented sausage in Greece. *Italian Journal of Food Science*, 1, 3–18.
- Operta S., 2005. *Proizvodnja i kvalitet bosanskog sudžuka.* Magistarski rad. Poljoprivredno-prehrambeni fakultet. Sarajevo.
- Operta S., Smajić A., 2006. Komparacija kvaliteta bosanskog sudžuka proizvedenog u domaćinstvu, komunalnoj klinici i industrijskim uslovima. *Tehnologija mesa*, 47, 3–4, 123–130.
- Operta S., Smajić A., Ganić A., 2007. Kvalitet bosanskog sudžuka proizvedenog u industrijskim uslovima. *Radovi Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*, Vol. LII, 58/1, 239–247.
- Operta S., 2008. Kvalitet bosanskog sudžuka porijeklom iz komunalne klaonice. *Radovi Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*, Vol. LIII, 59/1, 209–217.
- Operta S., Smajić A., Ganić A., Karahmet E., 2008. Tehnologija i kvalitet bosanskog sudžuka porijeklom iz domaćinstva. *Radovi Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*, Vol. LIII, 59/1, 199–207.
- Papadima S. N., Arvanitoyannis I., Bloukas J. G., Fournitzis G. C., 1999. Chemometric model for describing Greek traditional sausages. *Meat Science*, 51, 271–277.
- Parente, E., Griego, S., Crudele, M. A., 2001. Phenotypic diversity of lactic acid bacteria isolated from fermented sausages produced in Basilicata (Southern Italy). *Journal of Applied Microbiology*, 90, 943–952.
- Pegg R. B., Shahidi F., 2000. *Nitrite curing of meat.* Food & Nutrition press, INC. USA.
- Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za proizvode od mesa. („Sl. list SCG“, br. 33/2004).
- Pravilnik o kvalitetu proizvoda od mesa. (Sl. list RBiH br. 02/1992, br. 13/1994, br. 14/1994).
- Rodríguez M., Nuñez F., Coórdoba J. J., Sanabria C., Bermúdez E., Asensio, M. A., 1994. Characterization of *Staphylococcus* spp. and *Micrococcus* spp. isolated from Iberian ham throughout the ripening process. *International Journal of Food Microbiology*, 24, 329–335.
- Ruusunen, M. H., Puolanne E. J., 2005. Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science*, 70, 30, 531–541.
- Saičević S., Vranić D., Pavlov N., Velebit B., 2006. Sadržaj proteina i proteina vezivnog tkiva u kobasicama. *Tehnologija mesa*, 47, 1–2, 77–80.
- Salihbegović F., 2002. Prilog istraživanju parametara iskorštenja goveda namijenjenih za proizvodnju pečenice i sudžuke na području Visokog. *Magistarski rad. Veterinarski fakultet Univerziteta u Sarajevu.*
- Samelis J., Maurogenakis F., Metaxopoulos J., 1994. Characterisation of lactic acid bacteria isolated from naturally fermented Greek dry salami. *International Journal of Food Microbiology*, 23, 179–196.
- Samelis J., Metaxopoulos J., Vlasi M., Pappa A., 1998. Stability and safety of traditional Greek salami – a microbiological ecology study. *International Journal of Food Microbiology*, 44, 69–82.

- Santos E. M., González-Fernández C., Jaime I., Rovira J., 1998.** Comparative study of lactic acid bacteria house flora isolated in different varieties of "chorizo". International Journal of Food Microbiology, 39, 123–128.
- Sinanović N., Smajić A., Ganić A., 2005.** Senzorna ocjena suhomesnatih proizvoda na tržištu sarajevskog kantona. Radovi Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Sarajevu., Vol. L. 55, 177–187.
- Siriken B., Cadirci O., Inat G., Yenisey C., 2009.** Some Microbiological and Pysico-Chemical Quality of Turkish Sucuk (Sausage). Journal of Animal and Veterinary Advances, 8, 10, 2027–2032.
- Soyer A., Ertas A. H., Üzümcüoğlu Ü., 2005.** Effect of processing condicions on the quality of naturally fermented Turkish sausages (sucuk). Meat Science, 69, 1, 135–141.
- USDA. Principles of preservation of shelf-stable dried meat products.** Preuzeto: 10.05.2010. godine sa: http://origin-www.fsis.usda.gov/PDF/FSRE_SS_7Principles.pdf.
- Toldrá F., 2002.** Dry-cured meat products. Food & Nutrition press, INC. USA.
- Toldrá F., 2010.** Handbook of Meat Processing. Drying. Blackwell Publishing. USA.
- Vuković I. K., 2001.** Važniji činioci i kriterijumi kvaliteta proizvoda od mesa – prilozi za novi Pravilnik o kvalitetu. Tehnologija mesa, 46, 5–6, 421–432

Physico-chemical and sensory properties of Bosnian sudžuk produced from fresh chilled and frozen beef under controled conditions

Operta Sabina, Dževdetbegović Merima, Čorbo Selma, Tahmaz Jasmina, Šehović Alija

S u m m a r y: The purpose of this paper was to examine the impact of meat state – fresh chilled and frozen beef – on some physico-chemical and sensory properties of sudžuk produced under controlled conditions.

Two types (A – produced from fresh beef cooled down to 0°C and B – produced from previously frozen beef tempered to –5°C) of Bosnian sudžuk produced under controlled conditions were examined. Investigations have shown that the use of fresh chilled and frozen beef had a significant influence on pH and a_w values and on content of nitrites, as well as on some sensory properties ($p < 0.05$). At the end of drying and maturing process, type A sudžuk showed considerably lower ($p < 0.05$) pH and a_w values (5.0; 0.83) relative to type B (5.3; 0.85). As for the contents of moisture, fat, proteins, minerals, connective tissue and sodium chloride, there were no significant differences between A and B type of sudžuka ($p > 0.05$). Type B of sudžuk in comparison to type A showed better cohesion of muscle and adipose tissue (7.55/5.76), brighter color of muscle tissue (6.13/7.79), whiter fat tissue (1.73/4.30), but also a slightly more pronounced presence of crust (3.39/2.01) at the cross section; it appeared to be harder (6.40/4.63) and tougher (4.55/3.20) relative to type A. Both types of sudžuk were moderately salty (5.10/4.96), with a noticeable discreet acidity (3.42/2.96) and almost undetectable rancidness (1.37/0.94). Garlic (5.88/4.56) and black pepper (5.44/5.66) aromas were of medium intensity, while smoke aroma (3.89/1.25) was more intensive ($p < 0.05$) in type A sudžuk. Though the acceptability of A and B types of sudžuk rated by evaluators showed no significant differences in the mean values ($p > 0.05$), the type B produced (from frozen meat) was slightly more liked by evaluators. Based on mean values, Bosnian sudžuk was rated from „moderately liked“ (2.38; type A) to „highly liked“ (2.62; type B).

Key words: bosnian sudžuk, quality, fresh cooled beef, frozen beef.

Rad primljen: 10.10.2012.

Rad ispravljen: 16.10.2012.

Rad prihvaćen: 24.10.2012.