

## Efekti korišćenja kozjeg mesa u proizvodnji tradicionalnog sudžuka

Živković Dušan<sup>1</sup>, Miloradović Zorana<sup>1</sup>, Stanišić Nikola<sup>2</sup>, Žujović Miroslav<sup>2</sup>, Radulović Zorica<sup>2</sup>, Perunović Marija<sup>2</sup>, Maksimović Nevena<sup>2</sup>

**S a d r Ź a j:** U okviru ovih istraživanja za proizvodnju sudžuka korišćeno je goveđe i kozje meso. Jedna varijanta proizvoda izrađena je samo od kozjeg mesa, a druga od kozjeg i goveđeg mesa u odnosu 50:50. Proizvodnja je obavljena na tradicionalan način, u malom proizvodnom pogonu, bez mogućnosti kontrole i podešavanja uslova proizvodnje, u trajanju od 36 dana. Proizvedene kobasice karakteriše dugotrajna spora fermentacija, praćena blagom acidifikacijom proizvoda (minimalni pH bio je 5,28). Najveća aktivnost mikroflora, naročito *Lactobacillus* sp. utvrđena je između sedmog i dvadeset prvog dana proizvodnje. Uzorci A (kozje meso) i B (kozje/goveđe meso) imaju sličan elektroforetski profil. Proteoliza sarkoplazmatskih frakcija uočava se nakon trećeg dana, a intenzivira se između sedmog i četrnaestog dana. Proteoliza miofibrilarnih frakcija je blaga i detektovana je, uglavnom, posle dvadeset prvog dana proizvodnje. Sudžuk izrađen od kozjeg kao i kozjeg/goveđeg mesa karakteriše u potpunosti prihvatljiv senzorni profil. Senzorne karakteristike obe varijante ocenjene su relativno visokim ocenama. Razlike između ispitivanih senzornih karakteristika (osim boje) nisu bile statistički značajne.

**ključne reči:** kozje meso, sudžuk, senzorna svojstva; SDS-PAGE.

### Uvod

Gajenje koza u Srbiji sve je većeg obima u poslednjih nekoliko godina, pre svega radi povećanja proizvodnje mleka, ali i mesa mladih životinja koje je kod pojedinih potrošača veoma omiljeno. Meso starijih životinja je zbog intenzivne, specifične, jake arome i loše teksture nepoželjno za prosečnog evropskog potrošača i ima vrlo malu komercijalnu vrednost, što smanjuje profitabilnost gajenja koza. Međutim, kozje meso može da se veoma uspešno iskoristi u proizvodnji fermentisanih kobasica (*Nassu i dr.*, 2003; *Cosenza i dr.*, 2003).

Fermentisane kobasice proizvode se veoma dugo i postoje mnogi tipovi i vrste. Proizvodni uslovi, sastojci i aditivi variraju između pojedinih tipova, a senzorne karakteristike takođe su vrlo varijabilne (*Johansson i dr.*, 1994). U Italiji, Nemačkoj i Španiji proizvodi se najveći broj različitih fermentisanih kobasica (*Di Cagno i dr.*, 2008), ali gotovo svaka evropska zemlja ima barem nekoliko, za nju karakterističnih proizvoda koji pripadaju ovoj grupi (*Casaburi i dr.*, 2007).

U procesu proizvodnje fermentisanih kobasica mogu da se razlikuju dve faze koje, po pravilu, nisu vremenski razdvojene, fermentacija i zrenje (*Johan-*

*sson i dr.*, 1994). Glavni konzervišući faktori u proizvodnji fermentisanih kobasica (ukoliko se ne koriste konzervansi ili starter kulture) baziraju se na smanjenju pH i  $a_w$  vrednosti kao i povećanju koncentracije NaCl, i do 7% u gotovom proizvodu (wet basis) (*Roseiro i dr.*, 2008).

Fermentacija može da se odvija pod dejstvom prirodne mikroflora ili kao posledica dodavanja starter kultura. Za vreme fermentacije bakterije mlečne kiseline su odgovorne za produkciju mlečne kiseline i smanjenje pH. Acidifikacija pomaže u stvaranju boje i koagulacije proteina i utiče na povećanje čvrstoće i povezanosti, kao i na formiranje teksture proizvoda (*Cenci-Goga i dr.*, 2008), a ima važnu ulogu i u aktivaciji mišićnih proteinaza (*Molly i dr.*, 1997). Stvaranje organskih kiselina takođe je veoma važno za formiranje ukusa (*Hughes i dr.*, 2002).

Zrenje proizvoda može da se objasni kao niz složenih reakcija koje imaju kao posledicu razgradnju proteina, lipida i ugljenih hidrata (*Massimiliano i dr.*, 2009). Proteoliza je nesumnjivo od najvećeg značaja za nastanak polipeptida, peptida, slobodnih amino-kiselina i drugih jedinjenja. Ove reakcije posledica su aktivnosti, kako mišićnih proteinaza, tako i proteinaza mikroorganizama i to uglavnom *Micrococcus* sp. i *Staphylococcus* sp. (*Diaz i dr.*,

<sup>1</sup>Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Katedra za tehnologiju animalnih proizvoda, Nemanjina 6, 11 080, Zemun, Republika Srbija;

<sup>2</sup>Institut za stočarstvo, Autoput 16, 11 080, Zemun, Republika Srbija.

1997; Massimiliano i dr., 2009), ali i *Lactobacillus sp.* (Fadda i dr., 1999a).

U Srbiji su najpoznatije tri vrste tradicionalnih fermentovanih kobasica: sremski kulen, sremska kobasica i sudžuk.

Sudžuk je fermentisana kobasica veoma popularna u Turskoj i u većini zemalja Srednjeg istoka, ali i u Evropi (Erkmen, 1997). Sudžuk i kobasice tog tipa su začinjene, tipično suve, a proizvode se od govedeg mesa, mesa bivola i/ili ovčijeg mesa. (Gökalp, 1986).

Sudžuk se tradicionalno proizvodi u zapadnom, planinskom, delu Srbije, uglavnom u malim pogonima ili seoskim domaćinstvima, u jesenjem i zimskom periodu, kada to klimatski uslovi (temperatura i relativna vlažnost) dozvoljavaju. Izrađuje se od sitnijih komadića govedeg mesa i obrezaka masnog tkiva koji se dobijaju pri obradi govede pršute. Meso i obresci, u odnosu od oko 80:20, melju se na mašini za mlevenje sa promerom rešetki od oko 4 do 5 mm i mešaju se sa kuhinjskom solju i začinima, često ručno. Uobičajeno se dodaje 2,0% kuhinjske soli i nitrit. Začinjava se mlevenim crnim biberom, svežim belim lukom i crvenom paprikom, pri čemu se recepture lokalno razlikuju. Nadev se puni u govede tanko crevo koje se vezuje kanapom. Proizvod se dimi i suši duže od 30 dana, pri lokalnim klimatskim uslovima. Senzorne karakteristike sudžuka su vrlo tamna, crvena boja, a ukus i miris su na začinjeno i fermentisano govede meso, sa blagim mirisom dima. Tekstura je veoma specifična, što je posledica dodatka govedeg masnog tkiva.

Cilj ispitivanja bio je da se utvrde mogućnosti upotrebe kozjeg mesa u proizvodnji fermentisane kobasice (sudžuk), senzorna prihvatljivost dobijenog proizvoda, kao i da se odrede fizička, hemijska i biohemijska svojstva ovako dobijenog proizvoda.

## Materijal i metode

### 1. Proizvodnja kobasica i uzimanje uzoraka

Dve varijante sudžuka proizvedene su u malom proizvodnom pogonu Instituta za stočarstvo u Beogradu, u periodu februar – mart 2009. godine. Varijanta kobasica A proizvedena je od 90 kg kozjeg mesa (sadrži oko 8% masnog tkiva) i 10 kilograma obrezaka masnog tkiva. Varijanta B proizvedena je od 45 kilograma kozjeg mesa (sadrži oko 8% masnog tkiva), 45 kilograma govedeg mesa (sadrži oko 8% masnog tkiva) i 10 kg masnog tkiva. U obe varijante dodate su iste količine ingredijenata: 1,8% kuhinjske soli, 0,011% NaNO<sub>2</sub>, 0,4% saharoze, 0,35% mlevenog crnog bibera, 0,20% belog luka i 0,25% crvene paprike.

Meso i masno tkivo prethodno su zamrznuti na temperaturi od –4°C, a zatim usitnjeni u „vuku“ (Seydelman 114, Germany) do granulacije od 1 centimetra. Usitnjavanje i mešanje sa ingredijentima obavljeno je u kuteru (Seydelman K60, Germany) do postizanja granulacije od 3 milimetra. Nadev je punjen u govede tanko crevo ø 38 mm. Kobasice u obliku potkovice su vezane kanapom. Nakon punjenja kobasice su okačene u tradicionalnu pušnicu, bez mogućnosti kontrole temperature i vlažnosti, pri čemu je vrednost temperature varirala između 10 i 15°C a vlažnosti između 75 i 90%. Kobasice su povremeno dimljene dvadeset i jedan dan.

Uzorkovanje obe varijante sudžuka, za sva ispitivanja, obavljeno je 0, 1, 3, 7, 14, 21. i 36. dana proizvodnje. Iz svake grupe uzimane su po tri kobasice za mikrobiološka i hemijska ispitivanja, i određivanje pH i sadržaja neproteinskog azota (NPN). Elektroforetska analiza obavljena je na uzorku dobijenom od tri kobasice iz svakog uzorkovanja.

## 2. Metode

### 2.1. Kalo

Pri svakom uzorkovanju mereno je po 12 pojedinačnih kobasica na vagi (Chyo MK-2000B), sa tačnošću od ±0,1 grama, zbog utvrđivanja gubitka mase.

### 2.2. Hemijske analize

Hemijski sastav mesa određen je na navedeni način: sadržaj vode sušenjem uzorka na temperaturi od 105 °C do konstantne mase; sadržaj proteina metodom po Kjeldahlu i množenjem sadržaja azota faktorom 6,25; sadržaj masti metodom po Soxhlety (ekstrakcija petrol etrom kao rastvaračem) i sadržaj pepela mineralizacijom uzorka na temperaturi od 550 do 600 °C (AOAC, 1990).

### 2.3. pH

U navedenim terminima (0, 1, 3, 7, 14, 21. i 36. dana proizvodnje) merena je pH vrednost po tri uzorka kobasice, pH-metrom Hanna, HI 83141 (Hanna Instruments USA), (AOAC, 1990).

### 2.4. Mikrobiološke analize

Dva nareška mase od 10 grama od svake uzorkovane kobasice izmereni su u aseptičnim uslovima, prebačeni su u sterilni fiziološki rastvor koji je sadržao 1% peptona i homogenizovani su dva minuta u Stomacheru 400 (Seward, London, UK). Odgovarajuća decimalna razređenja uzoraka pripremljena su koristeći isti rastvarač i stavljena su

na različite podloge. Ukupni broj mikroorganizama određen je na agaru za ukupan broj (PCA) (Merck, Darmstadt, Germany), inkubisani na 30°C, 72 h. Broj mikrokoka određen je na manitol slanom agaru (MSA, Oxoid, CM 0085), na 37°C nakon dva dana inkubacije. Broj laktobacila je određen na de Man Rogosa Sharpe (MRS, Oxoid, CM 0361) agaru, pri mikroaerofilnim uslovima (Gas Pack, BBL, Germany) na temperaturi od 30°C, nakon pet dana, a laktokoke na M17 agaru (Oxoid CM 0785) kome je dodato 10% v/v laktoze, posle inkubacije na temperaturi od 37°C, 48 časova. Podaci su prikazani kao logaritam broja CFU.

### 2.5. Neproteinski azot

Neproteinski azot (NPN) određen je po metodi Hjuza i drugih (Hughes i dr., 2002). Ova metoda uključuje ekstrakciju NPN homogenizacijom 10 grama kobasice sa 20 ml 2% TCA, tri minuta u blenderu (Philips HR 2000). Homogenat je potom centrifugovan na 10.000 grama, 15 minuta na temperaturi od 4°C. Sadržaj azota iz supernatanta analiziran je metodom po Kjeldahlu (AOAC, 1990).

### 2.6. Priprema sarkoplazmatičnih i miofibrilarnih proteina

Ekstrakti sarkoplazmatičnih proteina dobijeni su prema metodi koju su dali Toldra i dr. (1993). Četiri grama kobasice homogenizovano je sa 40 ml 0,03 M natrijum-fosfatnog pufera (pH 7,4) u toku pet minuta. Homogenat je centrifugovan 15 minuta pri 10.000 grama na 4°C. Supernatant sadrži sarkoplazmatične proteine. Miofibrilarni proteini ekstrahovani su iz taloga homogenizacijom sa rastvorom koji sadrži ureju (8 M) i 1% β-merkaptetanola, dva minuta u blenderu (Philips HR 2000). Homogenat je ponovo centrifugovan pod istim uslovima i dobijen je supernatant koji sadrži miofibrilarne proteine. Probe sa sarkoplazmičnim i miofibrilarnim proteinima su rastvoreni u SDS-PAGE puferu.

### 2.7. Natrijum dodecil sulfat poliakrilamid gel elektroforeza (SDS-PAGE)

Probe su grejane na temperaturi od 100°C pet minuta pre elektroforeze. Za sarkoplazmatične proteine upotrebljen je 15% gel za odvajanje sa 4% gelom za koncentrisanje, a za miofibrilarne 12% gel za odvajanje sa 4% gelom za koncentrisanje. I sarkoplazmatične i miofibrilarne frakcije analizirane su SDS-PAGE gel elektroforezom, metodom po Lemliju (Laemmli, 1970), upotrebom 20,5 x 10 cm TV200YK elektroforetske jedinice (Consort, Belgium) sa napajanjem Power Supply EV202 (Consort,

Belgium). Posle elektroforeze gelovi su bojeni bojom Comassie Brilliant Blue R-250 (0,25%) u fiksativu (45% metanol, 10% sirćetna kiselina). Gelovi su obezbojeni uz upotrebu 45% metanola i 10% sirćetne kiseline. Molekulske mase proteina određene su poređenjem s proteinima poznate molekulske mase. U tu svrhu korišćen je standard: fosforilaza B (Phosphorylase B) 97 kDa, BSA 66 kDa, ovalbumin (Ovalbumin) 45 kDa, Carbonic anhydrase 30 kDa, tripsin inhibitor (Trypsin inhibitor) 20,1 kDa, α-laktalbumin (α-lactalbumin) 14,4 kDa (Amersham Biosciences, UK). Na gel je naneto 7 μl rastvora miofibrilarnih i sarkoplazmatičnih proteina. Uslovi rada bili su 80 mA i 300 V tokom 4 časa za sarkoplazmatične i 3 h za miofibrilarne proteine. U tom periodu najmanje komponente proteinskog standarda izgubljene su u elektrodnom puferu. Molekulske mase proteina određene su na osnovu Rf vrednosti interpolacijom na kalibracionoj krivoj koja predstavlja zavisnost Rf od poznatih molekulskih masa standardnih proteina.

### 2.8. Senzorna analiza

Devet obučениh ocenjivača, dalo je senzorne ocene za izgled, boju, aromu, ukus i teksturu gotovog proizvoda. Korišćen je petobalni bod sistem: 1 = veoma neprihvatljivo, 2 = umereno neprihvatljivo, 3 = ni prihvatljivo ni neprihvatljivo, 4 = umereno prihvatljivo, 5 = veoma prihvatljivo.

### 2.9. Statistička analiza

Rezultati kala, sadržaja NPN-a i dodaci dobijeni senzornom analizom obrađeni su jednofaktorijalnom analizom varijanse (ANOVA). Razlike između srednjih vrednosti testirane su Takijevim testom. Značajnosti razlika određene su za  $p < 0,05$ . Statistička obrada obavljena je softverom Statistica 6.0 PL (Statsoft inc.).

## Rezultati i diskusija

### 1. Kalo

Kalo tokom procesa proizvodnje sudžuka od kozjeg i mešanog mesa značajno se razlikuju ( $p < 0,05$ ) na početku (prvi, treći i sedmi dan), kao i na kraju proizvodnje (trideset šesti dan). Moguće je da je veći kalo sudžuka od kozjeg mesa, u početnim fazama procesa, uzrokovan karakteristikama ove vrste mesa. Uzorak A sadržao je (početak – 0. dan) nešto više vode (63,05%) u odnosu na uzorak B (60,78%) (tabela 2). Iako su uzorci A i B napravljeni sa sličnim sadržajem masti, zbog nešto nižeg sadržaja

ja proteina odnos voda/protein u uzorku A iznosio je (0. dan) 4,08, a u uzorku B 3,51. Uzorci varijante B za vreme čitavog procesa imali su nešto povoljniji odnos voda/protein, što je, verovatno, prouzrokovalo i manje gubitke mase prilikom proizvodnje. Ukupan kalo proizvodnje iznosi 46,16% za sudžuk A i 44,61% za sudžuk B, što je blisko rezultatima do kojih su došli *Kayaardi i Gök* (2003).

je vrednosti za tradicionalni sudžuk proizveden u Turskoj (*Yaman i dr.*, 1998).

### 3. pH

Promene vrednosti pH prikazane su na grafikonu 1. Inicijalne vrednosti bile su 6,01 za uzorak A i 5,93 za uzorak B. U prvih sedam dana proizvodnje pad vrednosti pH je veoma blag i dostiže 5,88 (uzorak

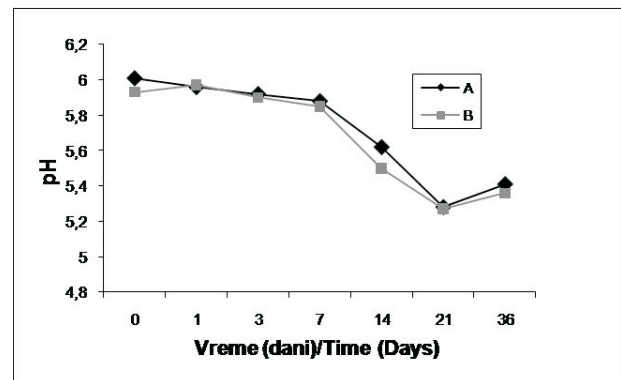
**Tabela 1.** Promena kala u toku procesa proizvodnje sudžuka (%)  
**Table 1.** Weight loss of sucuk during production (%)

	Vreme (dani)/Time (Days)					
	1	3	7	14	21	36
A	0,36 ± 0,16 <sup>a</sup>	3,88 ± 0,39 <sup>a</sup>	12,67 ± 1,25 <sup>a</sup>	22,14 ± 1,06 <sup>a</sup>	34,32 ± 0,71 <sup>a</sup>	46,16 ± 0,93 <sup>a</sup>
B	0,35 ± 0,08 <sup>a</sup>	3,44 ± 0,58 <sup>b</sup>	11,52 ± 1,11 <sup>b</sup>	21,50 ± 1,09 <sup>a</sup>	34,95 ± 0,85 <sup>a</sup>	44,61 ± 0,37 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> Vrednosti u istoj koloni sa različitim superskriptom se značajno razlikuju ( $p < 0,05$ )/Values in the same column with different superscripts are significantly different ( $p < 0,05$ ).

## 2. Hemijske analize

Promene hemijskog sastava prikazane su u tabeli 2. Njih karakteriše smanjenje sadržaja vlage i povećanje sadržaja suve materije, za vreme čitavog procesa. Inicijalni sadržaj vlage i izostanak kala prvog dana bio je u skladu sa rezultatima drugih autora (*Bozkurt i Bayram*, 2006), a verovatno je posledica visokog procenta RH i kondenzacije vode na površini hladnog proizvoda. Posle prvog dana proizvodnje sadržaj vlage se blago, ali konstantno smanjuje do kraja procesa, pri čemu može da se primeti nešto veće smanjenje sadržaja vlage između četrnaestog i dvadeset prvog dana. Iako se ovo vremenski poklapa s intenzivnim padom pH vrednosti (grafikon 1), ne može da se zaključi da su pH i promene sadržaja hemijskih komponenti povezane. Uzorak varijante A pokazuje nešto veći sadržaj masti, a manji sadržaj proteina, u odnosu na B, inicijalno, i za vreme čitavog proizvodnog procesa. Sadržaj vlage i masti na kraju proizvodnog procesa sudžuka A i B u okviru



**Grafikon 1.** Promene u pH vrednosti za vreme procesa proizvodnje sudžuka

**Figure 1.** Changes in pH value during sucuk production

A) i 5,85 (uzorak B). Sličnu dinamiku ustanovili su *Kayaardi i Gök* (2003) u tradicionalnoj proizvodnji sudžuka. Verovatno su u tom periodu aktivnost

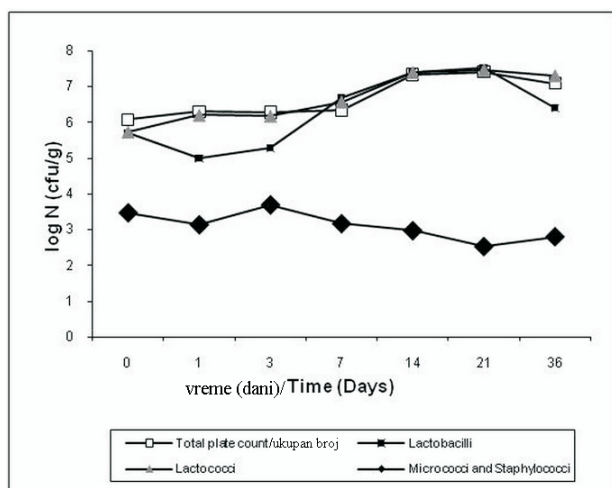
**Tabela 2.** Hemijski sastav sudžuka tokom procesa proizvodnje (%)  
**Table 2.** Chemical composition of sucuk during production (%)

Parametri/ Parameters Dani/Days	Voda/Water		Mast/Fat		Proteini/Protein		Pepeo/Ash	
	A	B	A	B	A	B	A	B
0	63,05 ± 0,15	60,78 ± 2,01	16,98 ± 0,91	16,78 ± 1,70	15,43 ± 0,39	17,30 ± 0,27	2,79 ± 0,20	2,71 ± 0,18
1	63,05 ± 1,39	60,53 ± 0,78	17,12 ± 1,27	17,08 ± 2,04	16,03 ± 0,22	17,41 ± 0,76	2,83 ± 0,15	2,82 ± 0,25
3	58,98 ± 1,02	59,14 ± 1,01	19,26 ± 1,13	17,89 ± 0,85	16,92 ± 0,24	18,40 ± 0,67	3,08 ± 0,08	3,03 ± 0,19
7	58,59 ± 1,54	58,15 ± 0,10	19,33 ± 1,57	18,12 ± 1,23	17,55 ± 0,95	18,50 ± 0,79	3,37 ± 0,07	3,25 ± 0,33
14	54,43 ± 2,28	55,86 ± 0,76	21,29 ± 1,23	20,05 ± 1,97	18,19 ± 0,99	19,28 ± 0,09	4,03 ± 0,29	4,13 ± 0,08
21	48,14 ± 1,16	48,44 ± 0,88	21,98 ± 1,51	21,15 ± 1,09	23,27 ± 0,28	23,37 ± 0,89	4,65 ± 0,18	4,66 ± 0,33
36	35,09 ± 0,23	34,68 ± 1,14	29,21 ± 1,50	27,30 ± 0,77	29,10 ± 0,55	31,66 ± 1,30	6,60 ± 0,35	6,36 ± 0,11

mikroflora i produkcija organskih kiselina bile male (grafikoni 2 i 3). Ukupan broj mikroorganizama u prvih sedam dana u uzorku A stagnira, a u uzorku B blago opada. Broj laktobacila u oba uzorka se prvog dana smanjuje i tek sedmog dana dostiže vrednost sličnu početnoj. Nešto intenzivniji pad pH vrednosti utvrđen je između sedmog i dvadeset prvog dana proizvodnje, kada su u oba uzorka dostignute minimalne vrednosti 5,28. Kod tradicionalnih suvih kobasica fermentacija je ograničena niskim temperaturama, pad pH vrednosti je mali, a fermentacija je dugotrajna. Minimum vrednosti dostiže se između 20. i 40. dana proizvodnje (*Spaziani i dr.*, 2009).

#### 4. Mikrobiološke analize

Mikrobiološke promene u uzorkovanim kobasicama prikazane su na grafikonu 2 (A) i grafikonu 3 (B).

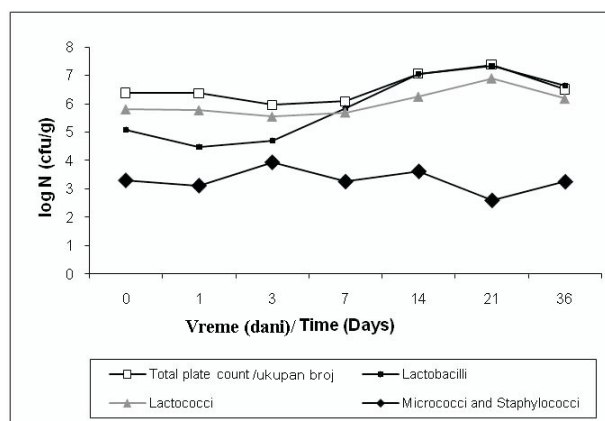


**Grafikon 2.** Rast mikroorganizama za vreme proizvodnje sudžuka A

**Figure 2.** Microbial growth during production of sucuk A

Početni ukupan broj mikroorganizama bio je 6,1 log cfu g<sup>-1</sup> za uzorak A, i 6,4 log cfu g<sup>-1</sup> za uzorak B. Ukupan broj bakterija u uzorku A blago raste u prvih sedam dana, dok u uzorku B opada trećeg dana proizvodnje. Posle sedmog dana ukupan broj mikroorganizama povećava se u oba uzorka, a maksimum je postignut dvadeset prvog dana, i to 7,4 log cfu g<sup>-1</sup> za oba uzorka.

Broj laktobacila u uzorcima A i B opada prvog dana, sa 5,9 cfu g<sup>-1</sup> na 3,9 cfu g<sup>-1</sup> (A) i sa 5,1 cfu g<sup>-1</sup> na 4,5 cfu g<sup>-1</sup> (B). Nakon toga počinje intenzivno da raste, da bi dvadeset prvog dana dostigao maksimum, sa vrednostima 7,5 cfu g<sup>-1</sup> (A) i 7,3 cfu g<sup>-1</sup> (B). Posle dvadeset prvog dana proizvodnje broj laktobacila se smanjuje, što korelira sa vrednostima pH.



**Grafikon 3.** Rast mikroorganizama za vreme proizvodnje sudžuka B

**Figure 3.** Microbial growth during production of sucuk B

Broj laktokoka intenzivno raste od prvog do dvadeset prvog dana, od 5,7 cfu g<sup>-1</sup> do 7,5 cfu g<sup>-1</sup> (sudžuk A), i od 5,8 cfu g<sup>-1</sup> do 6,9 cfu g<sup>-1</sup> (sudžuk B). Pretpostavlja se da laktokoke doprinose proteolitičkim promenama.

Mali rast bakterija mlečne kiseline (BMK) u ovom tipu kobasica u skladu je s pH profilom. Poznato je da je visok stepen acidifikacije najčešće praćen brzim rastom BMK (*Spaziani i dr.*, 2009). Kao posledica porasta broja BMK od sedmog dana proizvodnje uočeno je intenzivno snižavanje pH, do dvadeset prvog dana kada dostiže minimum, a broj bakterija mlečne kiseline maksimum.

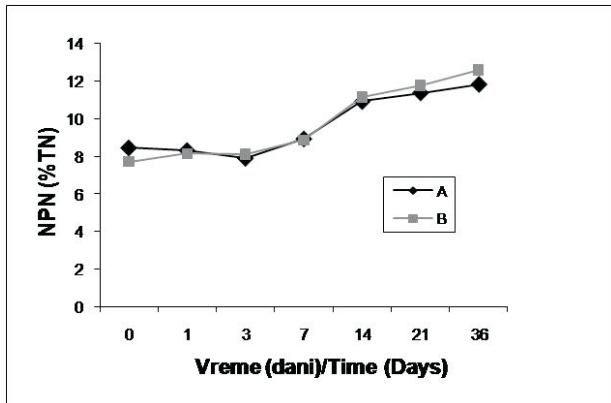
*Micrococcus sp.* i *Staphylococcus sp.* redukuju nitrat u nitrit i omogućuju razvoj boje. Takođe, mogu da doprinesu razvoju ukusa i arome fermentisanih proizvoda od mesa (*Johansson i dr.*, 1994). Broj mikrokoka i stafilokoka bio je manji nego broj BMK i kretao se u rasponu od 2,5 do 3,7 log cfu g<sup>-1</sup> za uzorak A i od 2,6 do 3,9 log cfu g<sup>-1</sup> za uzorak B. Njihov broj je ostao gotovo nepromenjen za vreme procesa proizvodnje.

Naši rezultati i rezultati do kojih su došli *Spaziani i dr.* (2009) imaju sličan trend, ali su naše vrednosti niže.

#### 5. Nепroteinski azot (NPN)

Promene u sadržaju NPN izražene kao procenat ukupnog azota (TN) prikazane su na grafikonu 4. Sadržaj NPN raste od početnih vrednosti ~8,5% (A), ~7,7% (B) do najviših vrednosti ~11,8% (A), ~12,6% (B). Značajan porast NPN primećen je između trećeg i četrnaestog dana proizvodnje, kada se uočava i intenzivan porast broja LAB. Utvrđeno je da egzopeptidaze od laktobacila, zajedno s mišićnim amino-peptidazama, doprinose nastanku slobodnih

amino-kiselina i na taj način i razvoju ukusa i arome (Demeyer i dr., 2000). Statistička analiza pokazuje da nema značajne razlike u sadržaju NPN između sudžuka A i B ( $p < 0,05$ ).



**Grafikon 4.** Promene u sadržaju NPN (% ukupnog azota) tokom proizvodnje sudžuka

**Figure 4.** Changes in NPN content (% of total nitrogen) during the production of sucuk

### 6. Sodium dodecyl sulphate polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE)

Proteoliza je jedna od najznačajnijih biohemijskih promena za vreme procesa proizvodnje fermentisanih kobasica. Utiče i na teksturu i na razvoj ukusa i arome (Hughes i dr., 2002). Proteolitički profili sarkoplazmatičnih i miofibrilarnih proteina

prikazani su SDS-PAGE elektroforetogramima na slikama 1 i 2.

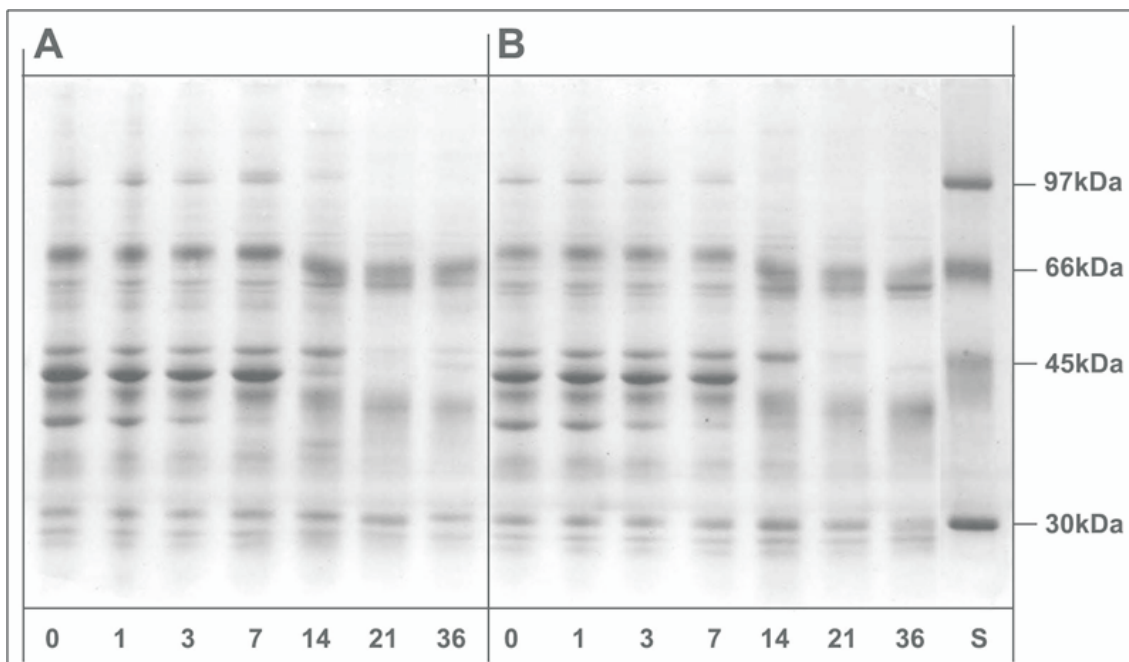
#### 6.1 Sarkoplazmatični proteini

Sarkoplazmatični proteini molekulske mase oko 40 kDa, 44 kDa, 72 kDa, 97 kDa, gotovo su potpuno razgrađeni posle četrnaest dana proizvodnje i zajedno s proteinima molekulske mase 46 kDa gotovo da ih nema posle dvadeset jednog dana proizvodnje. Molekulska frakcija mase 66 kDa pojavljuje se posle četrnaest dana, verovatno zbog komigracije drugih produkata razgradnje. Proteini molekulske mase od 30 kDa i manje ostaju nepromenjeni do kraja procesa proizvodnje. Intenzivna degradacija sarkoplazmatičnih frakcija, praćena naglim povećanjem NPN, uočava se između sedmog i četrnaestog dana procesa, iako započinje već trećeg dana (frakcija od 40 kDa).

Upravo u tom periodu uočava se intenzivno povećanje broja LAB, kao i pad pH vrednosti. Utvrđeno je da je mikrobiološka proteoliza izraženija kod sarkoplazmatičnih nego kod miofibrilarnih proteina (Spaziani i dr., 2009).

#### 6.2 Miofibrilarni proteini

Utvrđeno je da su endogeni enzimi odgovorni za razgradnju miofibrilarnih proteina, mada tome doprinose i bakterijske proteinaze (Spaziani i dr., 2009). Potencijalni uticaj mikrokokka, stafilokoka i laktobacila na razgradnju miofibrilarnih proteina



**Slika 1.** SDS-PAGE profil sarkoplazmatičnih proteina za vreme procesa proizvodnje sudžuka  
**Picture 1.** SDS-PAGE profile of sarcoplasmic proteins during the production of sucuk

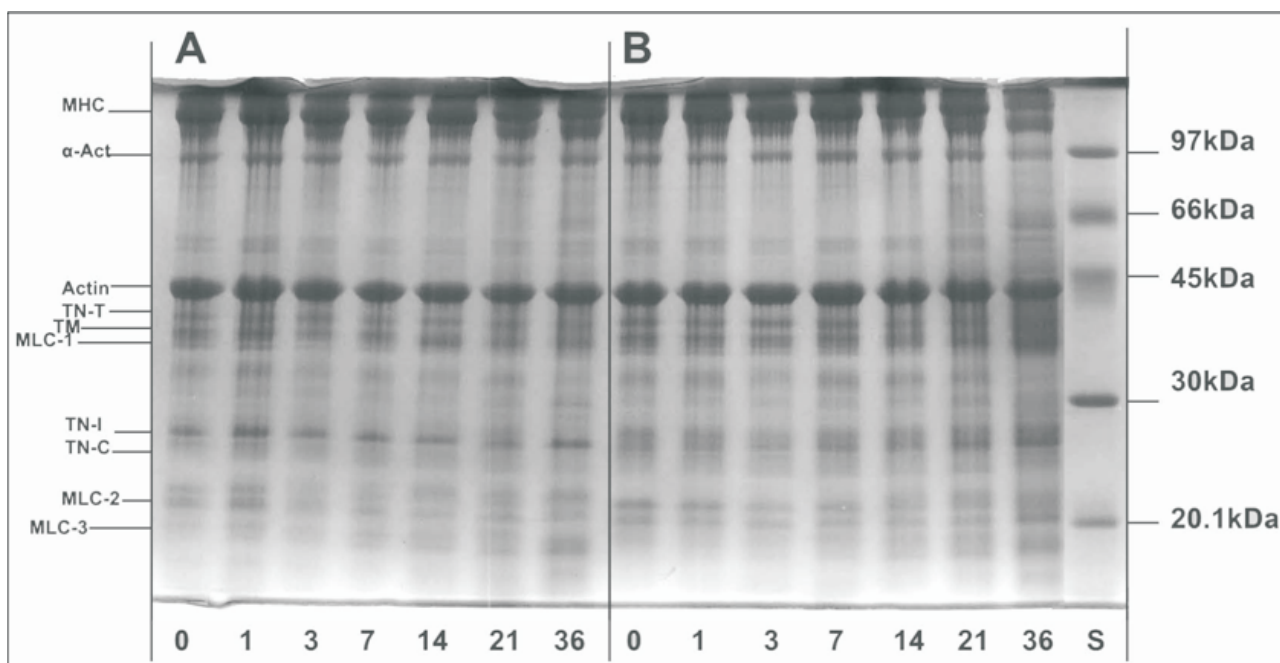
takođe je uočen (Johansson i dr., 1994; Fadda i dr., 1999b).

Niska temperatura na kojoj se odvijao proces proizvodnje uticala je na blagu acidifikaciju (minimum pH iznosio je 5,28, tek dvadeset prvog dana procesa), što je uzrokovalo slabu razgradnju miofibrilarnih proteina kod obe varijante sudžuka. Više pH vrednosti usporavaju proteolizu (Verplaetse, 1992).

Intenzitet trake identifikovane kao teški miozin (MHC) smanjio se posle dvadeset jednog dana proizvodnje. Blagi porast peptida identifikovan kao laki miozin (MLC-1,2,3) primećen je kao rezultat razgradnje miozina. Nekoliko traka (između 45 i 66 kDa) pojavljuje se posle 36 dana, verovatno zbog komigracije drugih produkata razgradnje.

Boja sudžuka napravljenog od govedeg i kozjeg mesa ocenjena je značajno bolje ( $p < 0,05$ ) od boje kozjeg sudžuka. Razlike u aromi, ukusu i teksturi nisu statistički značajne. Izgled obe varijante ocenjen je identično.

Spontane primedbe ocenjivača u tabelama za evaluaciju sadržale su pozitivne komentare o aromi i ukusu sudžuka od kozjeg mesa (blagokiselkast, jak ali prijatan), kao i pozitivne komentare o teksturi (povezana i homogena). Boja je ocenjena kao prihvatljiva, mada ne uobičajena za ovaj tip kobasice. Prema ocenjivačima, sudžuk od kozjeg/govedeg (mešanog) mesa ima izuzetno prihvatljivu tamnocrvenu boju. Aroma i ukus su tipični, ali ne tako jaki kao kod kozjeg sudžuka. Tekstura



**Slika 2.** SDS-PAGE profil miofibrilarnih proteina za vreme procesa proizvodnje sudžuka  
**Picture 2.** SDS-PAGE profile of myofibrillar proteins during the production of sucuk

## 7. Senzorna analiza

Rezultati senzorne ocene prikazani su u tabeli 3. Senzorna svojstva obe varijante ocenjena su relativno visoko.

ove varijante malo je lošija od teksture kozjeg sudžuka.

**Tabela 3.** Senzorna ocena sudžuka  
**Table 3.** Sensory evaluation of sucuk

	Senzorna svojstva/Sensory properties				
	Izgled/Appearance	Boja/Colour	Aroma/Aroma	Ukus/Taste	Tekstura/Texture
A	4,39 ± 0,21 <sup>a</sup>	4,06 ± 0,51 <sup>a</sup>	4,22 ± 0,43 <sup>a</sup>	3,94 ± 0,29 <sup>a</sup>	4,11 ± 0,21 <sup>a</sup>
B	4,39 ± 0,21 <sup>a</sup>	4,56 ± 0,39 <sup>b</sup>	3,89 ± 0,40 <sup>a</sup>	3,61 ± 0,58 <sup>a</sup>	3,89 ± 0,40 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup> Vrednosti u istoj koloni sa različitim superskriptom značajno se razlikuju ( $p < 0,05$ )

Values in the same column with different superscripts are significantly different ( $p < 0,05$ ).

## Zaključak

Sudžuk proizveden od kozjeg mesa i kozjeg/goveđeg mesa, na tradicionalan način u malom proizvodnom pogonu, karakteriše dugotrajna fermentacija, praćena blagom acidifikacijom proizvoda (najniža pH vrednost bila je 5,28). Najveća aktivnost mikroflora uočena je između sedmog i dvadeset prvog dana proizvodnje. Proteolitska aktivnost, pre svega na sarkoplazmatskim proteinima, uočava se

između trećeg i sedmog dana i intenzivira se od sedmog do četrnaestog dana. Sudžuk A i B imaju slične elektroforetske profile. Sudžuk izrađen od kozjeg i kozjeg/goveđeg mesa karakteriše u potpunosti prihvatljiv senzorni profil. Pojedinačne senzorne karakteristike tipične su za sudžuk proizveden od goveđeg mesa u Srbiji. Može da se zaključi da se u proizvodnji sudžuka uspešno može da koristi i kozje meso.

## Literatura

- AOAC, 1990. Official methods of analysis. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Bozkurt H., Bayram M., 2006. Color and textural attributes of sucuk during ripening. *Meat Science*, 73, 344–350.
- Casaburi A., Aristoy M., Cavella S., Di Monaco R., Ercolini D., Toldra F., Villani F., 2007. Biochemical and sensory characteristics of traditional fermented sausages of Vallo di Diano (Southern Italy) as affected by the use of starter cultures. *Meat Science*, 76, 295–307.
- Cenci-Goga B. T., Ranucci D., Miraglia D., Cioffi A., 2008. Use of starter cultures of dairy origin in the production of *Salame nostrano*, and Italian dry-cured sausage. *Meat Science*, 78 381–390.
- Cosenza G. H., Williams S. K., Johnson D. D., Sims C., McGowan C. H., 2003. Development and evaluation of a cabrito smoked sausage product. *Meat Science*, 64, 119–124.
- Demeyer D., Raemaekers M., Rizzo A., Holck A., De Smedt A., ten Brink B., Hagen B., Montel C., Zanardi E., Murbrekk E., Leroy F., Vandendriessche F., Lorensten K., Venema K., Sunesen L., Stahnke L., De Vuyst L., Talon R., Chizzolini R., Eerola S., 2000. Control of bioflavour and safety in fermented sausages: first results of a European project. *Food Research International* 33, 171–180.
- Di Cagno R., Chaves Lopez C., Tofalo R., Gallo G., De Angelis M., Paparella A., Hammes W. P., Gobbetti M., 2008. Comparison of the compositional, microbiological, biochemical and volatile profile characteristics of three Italian RDO fermented sausages. *Meat Science*, 79, 224–235.
- Diaz O., Fernandez M., Garcia De Fernando G. D., De La Hoz L., Ordoñez J. A., 1997. Proteolysis in dry fermented sausages: The effect of selected exogenous proteases. *Meat Science*, 46, 115–128.
- Erkmen O., 1997. Behavior of *Staphylococcus aureus* in refrigerated and frozen ground beef and in Turkish style sausage and broth with and without additives, *Journal of Food Processing and Preservation*, 21, 279–288.
- Fadda S., Sanz Y., Vignolo G., Concepcion Aristoy M., Oliver G., Toldra F., 1999a. Hydrolysis of pork muscle sarcoplasmic proteins by *Lactobacillus curvatus* and *Lactobacillus sake*. *Applied and Environmental Microbiology*, 65, 578–584.
- Fadda S., Sanz Y., Vignolo G., Concepcion Aristoy M., Oliver G., Toldra F., 1999b. Characterization of muscle sarcoplasmic and myofibrillar protein hydrolysis caused by *Lactobacillus plantarum*. *Applied and Environmental Microbiology*, 65, 3540–3546.
- Gökalp H. Y., 1986. Residual  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ , carbonil, and TBA values of Turkish soudjouk manufactured by adding different starter cultures and using different ripening temperatures. *Journal of Food Technology*, 21, 615–625.
- Hughes M. C., Kerry J. P., Arendt E. K., Kenneally P. M., McSweeney P. L., H., O'Neill E. E., 2002. Characterization of proteolysis during the ripening of semi-dry fermented sausages. *Meat Science*, 62, 205–216.
- Johansson G., Berdagué J., Larsson M., Tran N., Borch E., 1994. Lipolysis, proteolysis and formation of volatile components during ripening of a fermented sausage with *Pediococcus pentosaceus* and *Staphylococcus xylosum* as starter cultures. *Meat Science*, 38, 203–218.
- Kayaardi S., Gök V., 2003. Effect of replacing beef fat with olive oil on quality characteristics of Turkish soudjouk (sucuk). *Meat Science*, 66, 249–257.
- Laemmli H. K., 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, 227, 680–685.
- Massimiliano S., Del Tore M., Stecchini M., 2009. Changes of physicochemical, microbiological, and textural properties during ripening of Italian low-acid sausages. Proteolysis, sensory and volatile profiles. *Meat Science*, 81, 77–85.
- Molly K., Demeyer D., Johansson G., Raemaekers M., Ghistelinck M., Geenen I., 1997. The importance of meat enzymes in ripening and flavour generation in dry fermented sausages. First results of a European project. *Food Chemistry*, 59, 539–545.
- Nassu R. T., Gonçalves L. A. G., Pereira da Silva M. A. A., Beserra F. J., 2003. Oxidative stability of fermented goat meat sausage with different levels of natural antioxidant. *Meat Science*, 63, 43–49.
- Roseiro L. C., Santos C., Sol M., Borges M. J., Anjos M., Gonçalves H., Carvalho A. S., 2008. Proteolysis in *Pa-inho de Portalegre* dry fermented sausage in relation to ripening time and salt content. *Meat Science*, 79, 784–794.
- Spaziani M., Del Tore M., Stecchini M., L., 2009. Changes of physicochemical, microbiological, and textural properties during ripening of Italian low-acid sausages. Proteolysis, sensory and volatile profiles. *Meat Science*, 81, 77–85.
- Toldra F., Rico E., Flores J., 1993. Cathepsin B, D, H and L activities in the processing of dry-cured ham. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 62, 157–161.
- Verplaetse A., 1992. Invloed van produktieparameters op het koolhydraat-en eiwitmetabolisme in droge gefermenteerde worst. Ph.D thesis, Universiteit Gent, Belgium.
- Yaman A., Gökalp H. Y., Çon A. H., 1998. Some characteristics of lactic acid bacteria Present in commercial sucuk samples. *Meat Science*, 49, 387–397.



# The effects of goat meat usage in the production of traditional „sucuk“ sausage

Živković Dušan, Miloradović Zorana, Stanišić Nikola, Žujović Miroslav, Radulović Zorica, Perunović Marija, Maksimović Nevena

*S u m m a r y:* Sucuk is highly popular in Turkey and Middle East, but also in Europe. Its main constituents are beef, mutton and buffalo meat. In Serbia, sucuk is produced mainly in western parts of the country, in small manufacturing facilities or households during autumn and winter (favourable climate conditions for production). It is produced of small beef chops and peaces of fatty tissue obtained in ham processing. The casing (beef small intestine) is filled with the stuffing, the sausage then undergoes the process of smoking and drying for 30 days. Sucuk is characterised by dark-red colour and taste of spicy and fermented beef with mild smoke aroma. The consequence of adding beef fatty tissue is rather specific texture of the product.

The aim of this investigation is to determine the possibility of usage of goat meat in sucuk production, sensory acceptability of the new product and determination of its physical, chemical and biochemical properties.

Two batches of sucuk were made: A and B. Batch A was made of 90 kg of goat meat and 10 kg of fatty tissue pieces, while batch B was made of 45 kg of goat meat, 45 kg of beef and 10 kg of fatty tissue. The other ingredients were added equally in both batches.

The sampling of both variants of „sudžuk“ was carried out on 0<sup>th</sup>, 1<sup>st</sup>, 3<sup>rd</sup>, 7<sup>th</sup>, 14<sup>th</sup>, 21<sup>st</sup> and 36<sup>th</sup> day of production. Three sausages from each batch were taken for microbiological, chemical analysis, determination of pH and NPN value. Electrophoresis was carried out on the pooled sample from three sausages. Separate analysis was applied for each batch. Weight loss was determined on 12 individual sausages from each batch taken during every sampling. Chemical analysis included determination of water, protein, fat and ash content. Microbiological analysis included determination of total viable count, micrococci, lactobacilli and lactococci.

Sensory evaluation was carried out by nine panel auditors, evaluating colour, aroma, taste and texture of the product at the end of the manufacturing process. The five-point system was used in evaluation.

The results for weight loss, NPN and sensory analysis were processed using single-factor variance analysis.

Total weight loss was 46.16% (batch A) and 44.61% (batch B). During the entire production process, batch A had slightly higher fat content and lower protein content compared to batch B. At the end of the production process, water and fat content were consistent with values characteristic for Turkish sucuk. Initial pH values were 6.01 (batch A) and 5.93 (batch B). Minimal values were recorded on 21<sup>st</sup> day of production (5.28 in both batches). Total viable count reached its maximal value on 21<sup>st</sup> day of production (7.4 log cfu g<sup>-1</sup> for both batches). Lactobacilli count decreases on the first day, then the steady mild increase was recorded and the maximum is reached on 21<sup>st</sup> day – 7.5 cfu g<sup>-1</sup> (batch A) and 7.3 cfu g<sup>-1</sup> (batch B). After the 21<sup>st</sup> day, lactobacilli count decreases. Lactococci count shows a sharp increase from the 1<sup>st</sup> day to the 21<sup>st</sup> day of production. Micrococci and staphylococci count remained almost unchanged during the entire production process. Significant increase of NPN value was observed between the 3<sup>rd</sup> and the 14<sup>th</sup> day of production. This coincides with intensive increase of LAB count.

The intensive degradation of sarcoplasmic fraction can be observed between the 7<sup>th</sup> and the 14<sup>th</sup> day of production, although the process begins on the 3<sup>rd</sup> day (40 kDa fraction). The intensity of the fraction identified as heavy myosin decreased after the 21<sup>st</sup> day of production.

Sensory properties of both batches were ranked as rather high. The color of batch A was evaluated significantly higher in comparison to batch ( $p < 0.05$ ). The differences in aroma, taste and texture are not statistically significant. The appearance of both batches was identically evaluated.

It can be concluded that goat meat can be successfully used in sucuk production.

**Key words:** goat meat; sucuk; sensory properties; SDS-PAGE.

Rad primljen: 20.04.2010.

Rad prihvaćen: 31.05.2010.