

# Uticaj smanjenog sadržaja natrijum-hlorida na proces fermentacije i kvalitet suvih fermentisanih kobasica

Lilić Slobodan<sup>1</sup>, Borović Branka<sup>1</sup>, Vranić Danijela<sup>1</sup>

*S a d r ž a j:* Proizvodnja suvih fermentisanih kobasica zasniva se, uglavnom, na lokalnim običajima i tradicionalnim načinima izrade. Međutim, poslednjih decenija, ove kobasice se sve više proizvode u industrijskim uslovima, kada postoji potreba da se definišu postupci proizvodnje, koji bi obezbedili ujednačenost proizvoda i njegovu bezbednost. Tokom sušenja kobasica, u nadevu se dešavaju različite promene, pod uticajem gubitka vode i enzimskog razlaganja proteina i masti, delovanjem endogenih enzima (enzimi iz mesa i masnog tkiva) i egzogenih enzima (enzimi poreklom od mikroorganizama). Ovi procesi dovode do toga da proizvod dobije karakteristična senzorska svojstva i dužu održivost. Mikroorganizmi koji su najčešće odgovorni za proces fermentacije koji se odvija u kobasicama su bakterije mlečne kiseline, a pored njih i koagulaza negativne koke i kvasci. Koagulaza negativne koke, svojim fermentativnim aktivnostima, doprinose formiranju poželjnih senzorskih karakteristika fermentisanih kobasica, dok bakterije mlečne kiseline, doprinose snižavanju pH vrednosti nadeva.

U razvoju novih proizvoda, kao što su fermentisane suve kobasice sa smanjenim sadržajem natrijum-hlorida i masti, postoje velike teškoće, jer oba sastojka igraju veoma važnu ulogu u ukusu gotovog proizvoda. Natrijum-hlorid ima najveći značaj za ukus gotovog proizvoda, odnosno slanost, kao i za postizanje mikrobiološke stabilnosti kobasice, jer tokom proizvodnje, one ne podležu toplotnoj obradi. Najniži limit sadržaja natrijum-hlorida, prema nekim podacima, iznosi 2,5%, što se naročito odnosi na salame. Sa manjim sadržajem natrijum-hlorida, proizvodi nisu dovoljno čvrsti i teško se narezuju, što je jedna od osnovnih karakteristika ove grupe kobasica. U cilju smanjivanja sadržaja soli u fermentisanim kobasicama, kao supstituenti natrijum-hlorida koriste se hloridne soli kalijuma, magnezijuma i kalcijuma. U najrazvijenijim zemljama, oko 80% soli dodaje se u hranu u toku različitih faza proizvodnje. U skladu sa aktuelnošću ove teme, mnogi proizvođači iniciraju program redukcije soli u proizvodnji i počinju sa reformulacijom svojih proizvoda. Mnoge zemlje su razvile sopstvene smernice programa za unos soli. WHO je počela sa strategijom redukcije soli kroz regionalne direktorate, i 11 zemalja EU je potpisalo program smanjenja sadržaja soli od 16% u naredne 4 godine.

**Ključne reči:** suve fermentisane kobasice, smanjenje sadržaja natrijum-hlorida.

## Uvod

Fermentisani proizvodi od mesa proizvode se i konzumiraju u svim delovima sveta i predstavlja ju jednu od važnijih namirnica u ishrani ljudi. Procesima fermentacije menjaju se osnovna svojstva upotrebljenih osnovnih sastojaka, proizvod poprima karakteristična senzorska svojstva, postaje mikrobiološki bezbedan i duže održiv (Hutkins, 2006).

Danas se poklanja sve veća pažnja tradicionalnom načinu proizvodnje fermentisanih proizvoda od mesa, zbog njihove veće potražnje na tržištu, usled poželjnih i prepoznatljivih senzorskih svojstava (Rašeta i dr., 2010).

Soljenje, sušenje i fermentacija predstavljaju najstarije načine za produženje održivosti hrane.

Fermentisane kobasice proizvodile su se u drevnoj Kini, u antičkoj Grčkoj i u Rimskom carstvu. Iako je proizvodnja ovih kobasica u svetu velika, ipak su one najzastupljenije u Evropi, i to u Nemačkoj, Italiji, Španiji i Francuskoj (Di Cagno i dr., 2008).

Suve fermentisane kobasice proizvode se, tradicionalno, u mediteranskim zemljama, još od davnina (Comi i dr., 2005), a Evropa se i dalje smatra najvećim potrošačem ove grupe proizvoda (Talon i dr., 2004; Lebert i dr., 2007; Garriga i Aymerich, 2007). U nekim zemljama Evrope, kao što su Italija, Španija i Francuska, kobasice se ne dime, nego se samo suše na vazduhu, dok se u drugim delovima, gde spada i Srbija, kobasice uvek dime. Najpoznatije suve fermentisane kobasice u Srbiji su sremska kobasica i kulen, koje se tradicionalno proizvode u

**Napomena:** Rezultati istraživanja proistekli su iz rada na realizaciji projekata evidencioni broj TR 31083, koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, za projektni ciklus 2011–2014. godine.

<sup>1</sup>Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kačanskog 13, 11000 Beograd, Republika Srbija.

Vojvodini i sudžuk, kobasica od govedeg mesa, koja se proizvodi u predelima sa pretežno muslimanskim stanovništvom, kao što je Sandžak (*Radovanović i Čavoški, 1998*).

Proizvodnja suvih kobasica zasniva se, uglavnom, na lokalnim običajima i tradicionalnim načinima izrade koji se prenose sa kolena na koleno. Međutim, poslednjih decenija, ove kobasice se sve više proizvode u industrijskim uslovima, kada postoji potreba da se definišu postupci proizvodnje koji bi obezbedili ujednačen kvalitet proizvoda i njegovu bezbednost (*Hutkins, 2006*).

Tokom sušenja kobasica, u nadevu se dešavaju različite promene kao posledica gubitka vode i pod uticajem enzimskog razlaganja proteina i masti, posredstvom delovanja endogenih enzima (enzimi iz mesa i masnog tkiva) i egzogenih enzima (enzimi poreklom od mikroorganizama). Ovi procesi dovode do toga da proizvod dobije karakteristična senzorska svojstva i dužu održivost.

Karakterističan miris i ukus fermentisanih kobasica rezultat su delovanja nekoliko faktora. Pored izbora osnovnih sastojaka, soli, nitrita i začina, u formiranju poželjnih senzorskih svojstava značaj imaju i mikroorganizmi, proizvodi njihovog metabolizma i njihove hemijske i fizičke interakcije (*Leistner, 2004*). Bakterije mlečne kiseline, svojim metaboličkom aktivnošću, utiču na proces zrenja, dovodeći do stvaranja specifičnih senzorskih svojstava, istovremeno inhibirajući rast nepoželjnih mikroorganizama (*Lindgren i Dobrogosr, 1990*). Jedna od najvažnijih efekata fermentativne aktivnosti mikroorganizama je snižavanje pH vrednosti.

Tipičan predstavnik suvih fermentisanih kobasica na našem prostoru je sremska kobasica. Tradicionalno se proizvodi krajem jeseni i početkom zime, u domaćinstvima. Proizvodi se od mesa starijih svinja i slanina (čvrsto masno tkivo), uz dodavanje soli i začina, u prvom redu belog luka i mlevene začinske paprike.

Kod izrade sremske kobasice u domaćinstvima meso i slanina se, u većini slučajeva, ne pripremaju niti odabiraju posebno, jer se kobasice, uglavnom, prave onog dana kada je svinja i zaklana. Obično se proizvode u periodu prelaza kasne jeseni u zimu, kada je temperatura vazduha, po pravilu, niska i kreće se oko 0°C i niže (*Rašeta, 1957*), mada su poznati slučajevi i znatnijih odstupanja (*Tojagić, 1980*).

Sveže meso, mesni odresci i komadi masnog tkiva oslobođeni kože, usitnjavaju se u domaćinstvima običnom mašinom za mlevenje mesa, sa pločom čiji su otvori dijametra 5 mm. Usitnjeno meso intenzivno se ručno meša posle dodavanja kuhinjske soli, začina i, uglavnom, male količine vode, radi lakšeg mešanja. Mešanje traje dosta dugo, a ukus se

određuje direktnim probanjem, ili posle probe prženja (*Rašeta, 1957; Oluški i dr., 1974; Tojagić, 1980*).

Tako dobijeni nadev se, najčešće, puni ručnom punilicom u pripremljena tanka svinjska creva prečnika 28–36 mm. Formiranje kobasice se vrši ručnim uvrtnjem creva u parove uobičajene dužine 20–65 cm (*Rašeta, 1957; Tojagić, 1980*), a zatim se kače na drvene štapove i ostavljaju da se osuše po površini. Temperatura vazduha u prostoriji nije regulisana i zavisi od klimatskih uslova okoline (*Tojagić, 1980*). Ocedene kobasice se, zatim, dime po hladnom postupku, obično 7 dana, a nekada i duže.

Posle završenog dimljenja, kobasice se i dalje suše, što, obično, traje oko dve nedelje. Tokom ovog perioda počinje intenzivna faza zrenja. Sušenjem, kobasice gube, ponekad, veoma velike količine vode (*Rašeta, 1957; Tojagić, 1980*). *Tojagić (1980)* navodi interesantan podatak da se pri proizvodnji sremske kobasice u seoskim domaćinstvima, u toku 42 dana, izgubi 41–52 % vode.

U navedenim uslovima, zrenje sremske kobasice je završeno, otprilike, krajem treće nedelje, kada proizvod dobija svoja karakteristična senzorna i fizičko-hemijska svojstva (*Rašeta, 1957*).

Kao posledica sastava samog nadeva, tankog svinjskog creva kao omotača, gubitka vode i procesa dimljenja, sremska kobasica po površini ima dominantno izraženu smeđecrvenu boju, sa svetlije obojenim komadićima masnog tkiva, koji se vide kroz omotač. Površina kobasice je neravna i sitno talasasta, a omotač dobro prati te neravnine (*Rašeta, 1957*).

Na preseku, kobasica je mozaičnog izgleda, sa pravilno raspoređenim komadićima masnog tkiva zagasitocrvene boje i masnog tkiva bele do narandžaste boje, poreklom od dodate crvene paprike. Uočava se, takođe, da je u površinskom sloju, koji je jače sasušen, dominantnija smeđecrvena nijansa boje, za razliku od centralnih delova. Dobra sremska kobasica je prijatnog, aromatičnog ukusa sa izraženim mirisom na dim, a ne retko i oštrog mirisa na ljutu papriku (*Rašeta, 1957*).

Od tradicionalnih fermentisanih suvih kobasica, osim sremske kobasice, u našoj zemlji, najpoznatiji je kulen.

## Kvalitet suvih fermentisanih kobasica

U pogledu kvaliteta, zahtevi za fermentisane kobasice definisani su Pravilnikom o kvalitetu usitnjenog mesa, poluproizvoda od mesa i proizvoda od mesa (*Službeni glasnik RS 31/2012 i 43/2013*). U članu 46, navedeno je da su fermentisane kobasice proizvodi dobijeni od mesa domaćih

papkara i kopitara prve i druge kategorije, mesa živine prve kategorije i mesa divljači, masnog tkiva i dodataka, koji se, posle punjenja u omotače, konzervišu postupcima fermentacije i sušenja, odnosno zrenjem, sa ili bez dimljenja. Fermentacija je definisana kao postupak konzervisanja proizvoda, uz učešće mikroorganizama, pri čemu se menja pH vrednost, miris, ukus i druge osobine proizvoda (član 2, tačka 55). Kao dodaci za fermentisane kobasice mogu da se koriste kuhinjska so, začini, ekstrakti začina, aditivi, aroma dima, šećeri i starter kulture. Kao dodaci za fermentisane kobasice koje se u promet stavljaju kao funkcionalna hrana mogu da se koriste i dijetna vlakna, inulin, omega-3 masne kiseline i ulja bogata ovim kiselinama, fitosteroli, prirodni antioksidansi, vitamini i mineralne materije. Posle fermentacije, kobasice mogu da se obrade toplotom na temperaturi pasterezacije, što je karakteristično za SAD.

Fermentisane suve kobasice moraju da ispune sledeće uslove (član 48):

1. Da površina nije deformisana, da omotač nije oštećen i da dobro prileže uz nadev,
2. Da nadev na preseku ima izgled mozaika sastavljenog od približno ujednačenih komadića mišićnog tkiva crvene boje i masnog tkiva beličaste boje i da su sastojci u nadevu ravnomerno raspoređeni,
3. Da na preseku nema šupljina i pukotina,
4. Da imaju stabilnu boju i prijatan i karakterističan miris i ukus,
5. Da imaju čvrstu konzistenciju,
6. Da se mogu narezivati, a da se sastojci nadeva prilikom rezanja ne razdvajaju,
7. Da je sadržaj proteina mesa najmanje 20%, a sadržaj kolagena u proteinima mesa najviše 20%, ako to nije drugačije propisano Pravilnikom.

Fermentisane suve kobasice su zreli proizvodi od mesa koji sadrže najviše do 35% vlage i koji moraju da se čuvaju na odgovarajućoj temperaturi, a upakovani naresci ovih kobasica na temperaturi od najviše 10°C (član 47).

Pravilnikom su definisani uslovi kvaliteta za sledeće fermentisane suve kobasice: kulen, zimska salama, sremska kobasica, sudžuk, njeguška kobasica, čajna kobasica, a mogu da se proizvode i druge vrste srodnih proizvoda.

## Mikroflora fermentisanih suvih kobasica

Mikroorganizmi koji se mogu naći u fermentisanim suvim kobasicama poreklom su iz osnovnih sastojaka koji ulaze u njihov sastav i iz sredine u kojoj se izrađuju (Mauriello i dr., 2004; Rantsiou i dr., 2005). Iako je meso poreklom od zdravih životinja i, u svojim dubljim slojevima je, po pravilu, sterilno, kontaminacija mesa mikroorganizmima nastaje tokom klanja životinja, primarne obrade trupova na liniji klanja i u toku rasecanja, mlevenja, pripreme nadeva i punjenja nadeva u omotače (Petäjä-Kanninen i Puolanne, 2007; Talon i dr., 2004).

Sveže meso, odmah posle klanja životinja, proizvedeno pod higijenskim uslovima sadrži manje od  $10^4$  mikroorganizama po  $\text{cm}^2$  površine. Među ovim mikroorganizmima prevladavaju bakterije familije *Micrococcaceae* i kvasci. Broj koliformnih psihrotrofnih bakterija ne sme biti veći od 10 do  $10^2/\text{cm}^2$  (Prändl, 1988).

Hlađenje mesa potiskuje mezofilne mikroorganizme i omogućava razvoj psihrotrofnih mikroorganizama, koji na mesu, odmah posle klanja, čine samo nešto više od 1% ukupne mikroflore. Većina psihrotrofnih mikroorganizama pripada poznatoj *Pseudomonas-Acinetobacter-Moraxella* asocijaciji. Među pseudomonadama, često, dominira *P. fragi*. Pored pomenute asocijacije, značajne su bakterije iz familije *Enterobacteriaceae*, pre svega vrste *Enterobacter* i *Klebsiella*. *Salmonella* vrste, ako se i nađu, ne razmnožavaju se ispod 6°C (Hönikel, 1999).

Meso koje sadrži više od  $10^6$  bakterija po gramu ne može se tretirati kao sirovina podesna za izradu fermentisanih suvih kobasica. Pri dostizanju ove koncentracije mikroorganizama, psihrotrofne bakterije, obično, utroše sve raspoložive rezerve ugljenih hidrata mesa, pa počinju da razgrađuju proteine mesa. Koncentracija bakterija od  $10^7/\text{g}$  mesa i više, ukazuje na promenu senzorskih svojstava, odnosno na kvar mesa. S druge strane, važno je napomenuti da je određen stepen kontaminacije mesa bakterijama neophodan preduslov za izradu fermentisanih kobasica (Leistner, 1996).

Nadev svake fermentisane kobasice predstavlja zatvoreni ekosistem u kome dolazi do snažne interakcije mikroorganizama, izloženih istovremeno delovanju niza stresora, uključenih u recepturu proizvoda i u operacije tehnološkog procesa (Leistner, 2004).

Inicijalna mikroflora tek proizvedenog nadeva, pre svega, odgovara mikroflori upotrebljenih osnovnih sastojaka i čine je bakterije mlečne kiseline (laktobacili, enterokoke, streptokoke i pediokoke), pseudomonade, katalaza pozitivne koke, kvasci i plesni (Prändl i dr., 1988).

Tokom rasecanja i ustinjavanja mesa, zatim mešanjem osnovnih sastojaka nadeva sa dodacima, bakterije se ravnomerno raspoređuju u nadevu. Tom prilikom, aerobne bakterije dospevaju u unutrašnjost nadeva, gde su rezerve kiseonika veoma male. Dodavanjem soli i šećera, aktivnost vode nadeva opada i iznosi oko 0,96. Tokom zrenja nadeva fermentisanih kobasica, uslovi za razvoj većine bakterija postaju nepovoljni, a favorizuje se rast laktobacila i pediokoka, uz prethodni ili istovremeni razvoj bakterija familije *Micrococcaceae* (Savić i Tadić, 1991).

Najbrži rast u toku procesa proizvodnje imaju bakterije mlečne kiseline i, od inicijalnog broja koji iznosi  $10^2$ – $10^3$  cfu/g, u prva tri dana fermentacije dostižu broj do  $10^7$ – $10^8$  cfu/g (Metaxopoulos i dr., 2001; Drosinos i dr., 2005). Njihov broj može ostati prilično stabilan kroz ceo period zrenja.

Mikroorganizmi koji su, najčešće, odgovorni za proces fermentacije su bakterije mlečne kiseline, a pored njih i koagulaza negativne koke i kvasci (Hutkins, 2006). Koagulaza negativne koke, svojim fermentativnim aktivnostima doprinose formiranju poželjnih senzorskih karakteristika fermentisanih kobasica. U prvim danima fermentacije njihov broj značajno raste, mada nekada imaju i sporiji rast, u zavisnosti od fermentativne aktivnosti bakterija mlečne kiseline, koje snižavaju pH vrednost nadeva (Papamanoli i dr., 2002, 2003). Broj koagulaza negativnih koka na početku fermentacije kreće se u opsegu od  $10^3$  do  $10^4$  cfu/g, a na kraju zrenja može dostići  $10^5$ – $10^8$  cfu/g. Njihov broj je, obično, manji od broja BMK (Talon i dr., 2007). Najčešće su izolovane bakterije *Staphylococcus* vrsta, a pored njih i *Kocuria varians*, *Kocuria kristiniae*, *Micrococcus luteus* (Garriga i Aymerich, 2007). Bakterije roda *Micrococcus* i *Kocuria* često se upotrebljavaju kao starter kulture u proizvodnji suvih fermentisanih kobasica. Njihovom upotrebom poboljšava se razvoj i stabilnost poželjne crvene boje kobasica i poboljšava se miris i ukus proizvoda, usled stvaranja aromatičnih jedinjenja iz aminokiselina (Liu, 2011).

U tradicionalnim postupcima proizvodnje fermentisanih suvih kobasica, ne koriste se glukono- $\delta$ -lakton (koji se koristi u industrijskoj proizvodnji za naglo snižavanje pH) i starter kulture. Za proces zrenja, u ovim slučajevima, najvažnije je delovanje proteolitičkih i lipolitičkih enzima poreklom iz mesa i masnog tkiva (endogeni enzimi) i proteolitičkih i lipolitičkih enzima poreklom iz mikroorganizama (egzogeni enzimi).

Proteolitički enzimi, naročito oni poreklom iz mesa, imaju najveći značaj za ukus i miris proizvoda. Proteaze u mesu, posebno enzimi slični katepsinu, su, najverovatnije, odgovorni za proteolizu i stvaranje peptida, tokom fermentacije (Hiero

i dr., 1999; Molly i dr., 1997), dok enzimi mikroorganizama, uglavnom, razlažu oslobođene oligopeptide, tokom kasnijih faza zrenja (Hugas i Monfort, 1997; Lizaso i dr., 1999; Sanz i dr., 1999; Hughes i dr., 2002). Proteolitička aktivnost bakterija, u smislu razlaganja proteina mesa u kobasicama, je mala u uslovima fermentacije (Kenneally i dr., 1999), ali, čak i ta niska aktivnost, specifična za svaku vrstu, doprinosi početku razlaganja proteina mesa (Molly i dr., 1997; Sanz i dr., 1999). Još važnije je da peptide nastale razlaganjem proteina mesa, bakterije mogu intracelularno razgraditi do aminokiselina.

Lipoliza ima važnu ulogu u formiranju mirisa i ukusa proizvoda. Slobodne masne kiseline oslobađaju se delovanjem tkivnih lipaza (Galgano i dr., 2003), iako je opisana i bakterijska lipolitička aktivnost, naročito stafilokoka (Hugas i Monfort, 1997). Za razliku od stafilokoka, laktobacili i pediokoke pokazuju nisku aktivnost u katabolizmu aminokiselina razgranatih lanaca, te, stoga, i ne igraju bitnu ulogu u formiranju komponenti značajnih za miris i ukus kobasica, kao što je 3-metil butanal (Larrousture i dr., 2000).

Kod fermentisanih kobasica, na kojima se formiraju omotači plesni, promenama masti doprinose još i plesni i kvasci, koji su naneti na omotač kobasice. Slobodne masne kiseline reaguju sa kiseonikom, pri čemu nastaju hidroperoksidi, zatim, aldehidi, ketoni i isparljive masne kiseline. Mikrokoke, pseudomonade i druge Gram negativne bakterije su, kao i plesni i kvasci, naročito aktivni u oksidativnoj fazi degradacije masnih kiselina. Oksidativno delovanje lipolitičkih mikroorganizama na slobodne masne kiseline može biti intenzivirano drugim mikroorganizmima, ili njihovim sistemima koji stvaraju peroksidi i time katalizuju hemijsku oksidaciju nezasićenih masnih kiselina u nadevu fermentisanih kobasica.

Za vreme zrenja fermentisanih kobasica, takođe, se razlažu i rastvorljivi proteini, i to, uglavnom, mikrobnim proteazama. Bakterije familije *Micrococcaceae*, svojim ekstracelularnim i intracelularnim enzimima, razlažu proteine i peptide do jedinjenja niže molekulske mase, a i proste i složene masti i druge sastojke, a krajnji proizvodi njihovog metabolizma mogu da budu različiti, u zavisnosti od hemijskih i fizičkih uslova u nadevu. U dimljenim kobasicama, naročito, raste sadržaj slobodnih aminokiselina, a još više u proizvodima koji se ne dime. Razlaganjem proteina mesa, pH vrednost u gotovim proizvodima može toliko da poraste da odgovara pH vrednosti mesa neposredno posle klanja (Aymerich i dr., 2003).

Naročito čest tip enzimskog razlaganja aminokiselina u nadevu sirovih kobasica je oksidativna dezaminacija amonijaka i odgovarajućih alfa-keto

kiselina. Neke bakterije mogu da vrše i oksidativnu i reduktivnu dezaminaciju aminokiselinskih parova u amonijak i jednu keto i jednu masnu kiselinu (Stocklandova reakcija). Od stepena i karaktera ovih enzimskih reakcija, koje zavise od sastava nadeva i njegove obrade, zavise i vrste proizvoda bakterijske aktivnosti, a time i senzorska svojstva gotovog proizvoda (Cocolin i dr., 2001).

Kvasci predstavljaju uobičajenu mikrofloru fermentisanih kobasica. Rastu u uslovima pH,  $a_w$  i temperature fermentisanih kobasica (Hammes i Knauf, 1994). Mnoge vrste mogu rasti pri pH 4–6 i u stanju su da održavaju neutralani intracelularni pH. Većina vrsta kvasaca ima striktan aerobni metabolizam, mada su sposobni za rast i u anaerobnim uslovima. Na razvoj populacije kvasaca u toku zrenja utiču različiti faktori. Neki autori (Samelis i dr., 1993; Metaxopoulos i dr., 2001) navode da se kvasci u toku fermentacije kobasica mogu naći u broju od  $10^5$  cfu/g i da taj broj može biti stabilan u svim fazama proizvodnje. Copola i dr. (2000) navode da kvasci čine preovlađujuću mikrofloru, zajedno sa BMK i CNC, u kobasicama. Dijametar kobasice je važan faktor koji utiče na broj ovih mikroorganizama, veći broj kvasaca nađen je u kobasicama užeg dijametara usled većeg prisutva kiseonika (Selgas i Garcia, 2007.). Manji broj uočen je kod dimljenih kobasica u odnosu na kobasice koje se ne dime (Encinas i dr., 2000), jer su kvasci osetljivi na proces dimljenja.

### Značaj natrijum-hlorida u proizvodnji fermentisanih kobasica

Jedan od osnovnih ciljeva tokom fermentacije i zrenja fermentisanih suvih kobasica je snižavanje aktivnosti vode nadeva kobasice, odnosno smanjivanje sadržaja vlage nadeva kobasica. Dodavanje natrijum-hlorida predstavlja inicijalnu prepreku za razvoj nepoželjnih mikroorganizama, naročito u slučaju tradicionalne proizvodnje fermentisanih suvih kobasica, kada se ne dodaje nitrit.

Potrebne su relativno visoke koncentracije soli da inhibiraju mikroorganizme. Granične koncentracije natrijum-hlorida za rast mikroorganizama iznose: 5% za *Clostridium botulinum* tip E i *Pseudomonas fluorescens*, 6% za *Shigellae* i *Klebsiellae*, 8% za *Escherichia coli*, *Salmonellae*, *Bacillus cereus*, *C. botulinum* tip A i *C. perfringens*, 10% za *C. botulinum* tip B i *Vibrio parahaemolyticus*, 15% za *Bacillus subtilis* i *Streptococcaceae*, 18% za *Staphylococcus aureus*, 25% za *Penicillium* i *Aspregillus* vrste i 26% za *Halobacterium halobium*, *Bacterium prodigiosum* i *Spirillum* vrste (Prändl, 1988).

U industrijskim uslovima, uglavnom se koristi nitritna so za salamurenje. Dodavanje nitrita je važno zbog više faktora, kao što su: razvoj tipične crvene boje salamurenog mesa i inhibirajuće delovanje na razvoj nepoželjnih mikroorganizama. U slučaju proizvodnje kobasica sa dužim periodom zrenja, mogu da se dodaju i nitrati, koji se redukuju do nitrita posredstvom delovanja nitrat redukujućih bakterija, u prvom redu bakterija iz roda *Micrococcus* i *Staphylococcus*.

Tehnološka funkcija natrijum-hlorida sastoji se u tome da se, u prisustvu soli, proteini mesa, rastvoljivi u slanim rastvorima, ekstrahuju iz komadića mesa koji se nalaze u nadevu kobasice posle mlevenja i dodavanja soli. Ekstrahovani proteini, koji se nalaze u sol ili gel stanju, učestvuju u povezivanju komadića mesa sa komadićima masnog tkiva, što doprinosi razvoju čvrste teksture, tokom sušenja i zrenja kobasice. Uobičajena količina natrijum-hlorida, odnosno nitritne soli za salamurenje, koja se dodaje prilikom proizvodnje fermentisanih suvih kobasica iznosi 26–30 g/kg nadeva i ne bi trebalo da bude ispod 26 g/kg nadeva. Sadržaj natrijum-hlorida u gotovom proizvodu je uvek veći, usled gubitka vode sušenjem i, u ispitanim kobasicama sa našeg tržišta, kreće se u opsegu od 2,08 do 3,98%, u proseku 2,61% (Vranić i dr., 2009).

### Mogućnosti smanjenja sadržaja natrijum-hlorida u fermentisanim kobasicama

Moderni trendovi nutricionizma nalažu da se količina natrijum-hlorida, odnosno natrijuma u hrani smanji, zbog štetnog uticaja povećanog dnevnog unosa natrijuma na pojavu hipertenzije i, sledstveno tome, kardiovaskularnih oboljenja. O smanjenju sadržaja natrijum-hlorida u proizvodima od mesa, kao izazovu za industriju mesa, izveštavaju Ruusunen i Puolanne (2005) i Desmond (2006), što se može postići: (1) smanjivanjem dodatog natrijum-hlorida (Sofos, 1983; Lilić, 2000); (2) zamenom dela NaCl drugim solima (Sofos, 1983; Terell, 1983; Guàrdia et al., 2006; Lilić i dr., 2008.); (3) upotrebom pojačivača ukusa i maskirajućih agenasa (Desmond, 2006); (4) kombinacijom navedenih postupaka (Sofos, 1983; Terell, 1983); (5) dodavanjem začinskog bilja i ekstrakata začina u proizvode od mesa (Lilić i Matkalo-Sverak, 2007); (6) optimizacijom fizičke forme soli (Angus i dr., 2005); i (7) alternativnim procesnim tehnikama (Claus et Sørheim, 2006).

Najniži limit sadržaja natrijum-hlorida u suvim fermentisanim kobasicama, prema nekim podacima (Ruusunen i Puolanne, 2005), iznosi 2,5%, što se,

naročito, odnosi na salame. Proizvodi sa manjim sadržajem natrijum-hlorida nisu dovoljno čvrsti i teško se narezuju, što je jedna od osnovnih karakteristika ove grupe kobasica. U cilju smanjivanja sadržaja soli u fermentisanim kobasicama kao supstituenti natrijum-hlorida koriste se, uglavnom, hloridne soli kalijuma, magnezijuma i kalcijuma. Prilikom korišćenja supstituenata, osnovni problem je pojava gorkog ukusa, poreklom od drugih soli, jer jedino natrijum-hlorid daje čisti slan ukus. Koriste se još i askorbati, koji nemaju tu funkciju kao hloridni joni da se vežu za mikrofilamente mesa. Obično dolazi do smanjenja intenziteta crvene boje, usled smanjivanja sadržaja nitrozo hem pigmenta, a proizvodi su manje slani nego što je to uobičajeno (Gimeno i dr., 1998).

Gou i dr. (1996), koristili su kalijum-hlorid, kalijum-laktat i glicin kao supstituente natrijum-hlorida u fermentisanim kobasicama. Ovi autori su utvrdili da supstitucija natrijum-hlorida veća od 40% bilo kojim jedinjenjem, ili mešavina, dovodi do nepovratnih i nepoželjnih promena u senzorskom kvalitetu proizvoda. Značajni problemi javljaju se i sa teksturom proizvoda u slučaju da je supstitucija izvršena sa 30% kalijum-laktata i 50% glicina.

Isti autori (1995) utvrdili su pad u ukupnoj prihvatljivosti proizvoda u slučaju supstitucije natrijum-hlorida kalijum-laktatom u količini od 30%, glicinom u količini od 20% i kalijum-hloridom u količini od 40%.

Askar i dr. (1993) nisu utvrdili statistički značajne razlike u ukupnoj prihvatljivosti mirisa i ukusa kada su, kao supstituenti natrijum-hlorida, korišćeni kalijum laktat i kalijum hlorid, u ukupnoj količini od 50%.

Ibañez i dr. (1997) nisu primetili značajne razlike u opštoj prihvatljivosti između fermentisanih suvih kobasica proizvedenih sa 3% natrijum hlorida, što je uobičajena količina, i kobasica proizvedenih sa 1,5% natrijum-hlorida i 1% kalijum-hlorida, pri čemu je sadržaj natrijuma u ovim proizvodima iznosio 25%, a odnos natrijuma i kalijuma pao je sa 4,38 na 0,87. Isti autori (1995) su utvrdili da su procesi nitrozacije i heterofermentativne aktivnosti starter kultura na ugljene hidrate iz nadeva kobasice jače izraženi kod kobasica koje su sadržale i natrijum (1,37%) i kalijum-hlorid (0,92%), nego kod kobasica koje su sadržale samo natrijum-hlorid u količini od 2,37%.

Gimeno i dr. (1998) su pokušavali da smanje sadržaj natrijum-hlorida u proizvodnji „Chorizo“ kobasice (veličina komadića mesa i masnog tkiva 16 mm) korišćenjem smeše 1% natrijum-hlorida, 0,55% kalijum-hlorida, 0,23% magnezijum-hlorida i 0,46% kalcijum-hlorida, u cilju zamene 2,6% soli, koliko se uobičajeno koristi. U gotovim proizvodima je sadržaj natrijuma bio smanjen sa 1,88%, koliko je iznosio u

kontrolnoj grupi kobasica, na 0,01% koliko je iznosio u proizvodu sa korišćenim supstituentima. Senzorska prihvatljivost bila je manja kod eksperimentalnih kobasica sa supstituisanim natrijum-hloridom, najviše zbog manjeg intenziteta slanosti.

U kobasici „Chorizo de Pamplona“, koja predstavlja tradicionalnu suhu fermentisanu špansku kobasicu, sa komadićima mesa i masnog tkiva od 3 mm, korišćena je smeša koja je sadržala 1% natrijum-hlorida, 0,55% kalijum-hlorida i 0,74% kalcijum-hlorida, čime je u gotovom proizvodu sadržaj natrijuma smanjen sa 1,35% na 0,82% (Gimeno i dr., 1999). Takođe, povećan je sadržaj kalijuma, od 0,21% do 0,60%, odnosno od 154 mg/100 g na 319 mg/100 g, što je predstavljalo interes u nutricionističkom smislu. Instrumentalno merenje teksture i određivanje boje (CIE L\*a\*b\*), pokazalo je da postoje neke neznatne razlike u odnosu na tradicionalni proizvod.

Značajno smanjenje sadržaja natrijuma u kobasicama može da se postigne delimičnom supstitucijom natrijum-hlorida određenim količinama kalcijum-askorbata, čime se postiže smanjenje sadržaja natrijuma sa 1,98% na 1,07% (Gimeno i dr., 2001). U ovim eksperimentima, sadržaj kalcijuma povećao se sa 130 mg/100 g, koliko je iznosio u kontrolnoj grupi, do 400 mg/100 g.

Veoma je važno napomenuti da u pomenutim eksperimentima higijenski i bezbednosti aspekti, usled korišćenja manjih količina natrijum-hlorida u nadevu kobasica, nisu bili narušeni, kao i da nije dolazilo do rasta i razmnožavanja nepoželjnih mikroorganizama.

Pojedini autori (Campagnol i dr., 2011) su ispitali efekte smanjenja sadržaja soli na sadržaj isparljivih jedinjenja u fermentisanim suvim kobasicama, koristeći 25–50% kalijum-hlorida za supstituciju natrijum-hlorida. Sa druge strane, Ravyts i dr. (2010) su utvrdili da supstitucija natrijum-hlorida nekom solju, ili njihovom smešom ne utiče na rast mikroorganizama koji bi mogao da utiče na produkciju isparljivih jedinjenja.

Corral i Flores (2013) su ispitali uticaje umejene redukcije soli od 16% na sadržaj isparljivih jedinjenja u fermentisanim kobasicama. Pomenuti autori su utvrdili da isparljiva jedinjenja poreklom od razlaganja ugljenih hidrata predstavljaju 80–83% od ukupnih ekstrahovanih aromatskih jedinjenja. Drugi izvori ekstrahovanih isparljivih jedinjenja činili su proizvodi autooksidacije lipida (8–14%), proizvodi razgradnje aminokiselina (4–8%), proizvodi beta oksidacije lipida (0,3–0,5%), proizvodi aktivnosti esteraze bakterija roda *Staphylococcus* (0,1–0,3%), dok su preostala ekstrahovana jedinjenja tretirana kao nepoznata. Sadržaj natrijum-hlorida, odnosno mešavine natrijum-hlorida sa drugim solima,

značajno utiče na sadržaj aromatičnih jedinjenja. Isparljiva aromatična jedinjenja, kao proizvodi oksidacije lipida, više su zastupljena u proizvodima sa mešavinama soli nego u proizvodima sa smanjenim sadržajem natrijum-hlorida i proizvodima samo sa dodatim natrijum-hloridom.

Sadržaj aromatičnih jedinjenja poreklom od razlaganja aminokiselina je manji u proizvodima sa manje dodatog natrijum-hlorida, kao i u proizvodima sa supstytutentima, odnosno mešavinom soli, u odnosu na proizvode izrađene samo sa natrijum-hloridom. Sadržaj aromatičnih jedinjenja nastalih posredstvom aktivnosti esteraze bakterija roda *Staphylococcus*, veći je kod kobasica sa dodatim kalijum-hloridom i kobasica sa smanjenim sadržajem natrijum-hlorida (Corral i dr., 2013). Ipak, sadržaj soli nije značajno uticao na aromatična jedinjenja poreklom iz fermentacije ugljenih hidrata ili beta oksidacije lipida, ali je ispoljio uticaj na različite procese stvaranja aromatičnih jedinjenja u nekoliko različitih metaboličkih procesa, kao što su autooksidacije lipida mesa i masnog tkiva, kao i bakterijski metabolizam (razgradnja aminokiselina i aktivnost esteraze *Staphylococcus* vrsta). Smanjivanje sadržaja soli za 16%, kao i supstituisanje natrijum-hlorida kalijum-hloridom, nije uticalo na rast bakterija mlečne kiseline i stafilokoka. Shodno tome, autori tvrde da razlike u aromatičnim jedinjenjima nastalih iz aminokiselinske razgradnje posredstvom stafilokoka, nisu bile posledica smanjivanja sadržaja soli, ili njene supstitucije. Smanjenje sadržaja natrijum-hlorida od 16% negativno je uticalo na ukupnu prihvatljivost mirisa i ukusa ovih proizvoda, dok supstitucija natrijum-hlorida kalijum-hloridom nije imala te efekte.

Ravyst i dr., (2010) navode slične rezultate, dok Olesen i dr. (2004) ukazuju na veliki značaj profila isparljivih jedinjenja u slučaju smanjenja sadržaja natrijum-hlorida za 50%, kada dolazi do aktivacije rasta bakterija mlečne kiseline i ubrzanja procesa zrenja.

Postoje velike teškoće u razvoju novih proizvoda, kao što su to fermentisane suve kobasice sa smanjenim sadržajem natrijum-hlorida i masti, jer oba ova sastojka igraju veoma važnu ulogu u formiranju ukusa proizvoda. Natrijum-hlorid ima najveći značaj za ukus gotovog proizvoda, odnosno slanost, kao i za postizanje mikrobiološke stabilnosti kobasice, jer tokom proizvodnje one ne podležu toplotnoj obradi. Masno tkivo je neophodno za odgovarajući razvoj poželjnih senzorskih svojstava, kao što su tekstura, sočnost i ukus. Zbog toga se, uglavnom, na tržištu nalaze proizvodi, odnosno mešavine različitih vrsta soli i dodataka, namenjeni smanjivanju soli u barenim kobasicama i proizvodima obradnim toplotom. Na tržištu se već nalaze dijetalne soli koje su mešavina natrijum-hlorida i kalijum-hlorida, obično uz dodatak L-lizin hidrohlorida, koji maskira gorak ukus soli i pospešuje izlučivanje natrijuma iz organizma (Ruusunen i Puolanne, 2005).

U najrazvijenijim zemljama sveta, oko 80% soli dodaje se u hranu u toku različitih faza proizvodnje. U skladu sa aktuelnošću ove teme, mnogi proizvođači iniciraju program redukcije soli u proizvodnji i počinju sa reformulacijom svojih proizvoda, a mnoge zemlje su razvile sopstvene smernice programa za unos soli. WHO je počela sa strategijom redukcije kroz regionalne direktorate i 11 zemalja EU je potpisalo program redukcije sadržaja soli od 16% u naredne 4 godine.

## Literatura

- Askar A., El-Samahz S. K., Shehata H. A., Tawfik M., 1993. Pasterma and beef bouillon. The effect of substituting KCl and K/lacatate for sodium chloride. *Fleischwirtschaft*, 73, 289–292.
- 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 Environmental Microbiology*, 69, 4583–4594.
- Campagnol P. C. B., dos Santos B. A., Wagner R., Terra N. N., Pollonio M. A. R., 2011. The effect of yeast extract addition on quality of fermented sausages at low NaCl content. *Meat Science* 87, 290–298.
- Claus J. R., Sørheim O., 2006. Preserving prerigor meat functionality for beef patty production. *Meat Science*, 73, 287–294.
- Cocolin L., Manzano M., Cantoni C., Comi G., 2001. Denaturing Gradient Gel Electrophoresis Analysis of the 16S rRNA Gene V1 Region to Monitor Dynamic Changes in the Bacterial Population during Fermentation of Italian Sausages. *Applied Environmental Microbiology*, 67, 5113–5121.
- 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.
- Coppola S., Mauriello G., Aponte M., Moschetti G., Villani F., 2000. Microbial succession during ripening of Naples-type salami, a southern Italian fermented sausage. *Meat Science*, 56, 321–329.
- Corral S., Flores M. 2013. Effect of salt reduction on aroma active compounds from drz fermented sausages. 59th International Congress of Meat Science and Technology, 18–23<sup>rd</sup> August 2013, Izmir, Turkey, 1–4.

- Corral S., Salvador A., Flores M., 2013.** Salt reduction in slow fermented sausages affects the generation of aroma active compounds. *Meat Science* 93, 776–785.
- Desmond E., 2006.** Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Science* 74, 188–196.
- Di Cagno R., Lopez C. C., Tofalo R., Gallo G., De Angelis M., Paparella A., Hammes W., Gobbetti M., 2008.** Comparison of the compositional, microbiological, biochemical and volatile profile characteristics of three Italian PDO fermented sausages. *Meat Science*, 79, 224–235.
- Drosinos E., Mataragas M., Xiraphi N., Moschonas G., Gaitis F., Metaxopoulos J., 2005.** Characterization of the microbial flora from a traditional Greek fermented sausage. *Meat Science*, 69, 307–317.
- Encinas J. P., López-Díaz T. M., García-López M. L., Otero A., Moreno B., 2000.** Yeast populations on Spanish fermented sausages. *Meat Science*, 54, 3, 203–208.
- Galgano F., Favati F., Schirone M., Martuscelli M., Crudele M. A., 2003.** Influence of indigenous starter cultures on the free fatty acids content during ripening in artisan sausages produced in the Basilicata region, *Food Technology and Biotechnology*, 41, 253–258.
- Garriga M., Aymerich T., 2007.** The microbiology of fermentation and ripening. In: F. Toldrá (Ed.) *Handbook of Fermented Meat and Poultry*. Blackwell Publishing, 125–135.
- Gimeno O., Astiasarán I., Bello J., 1998.** A Mixture of Potassium, Magnesium, and Calcium Chlorides as a Partial Replacement of Sodium Chloride in Dry Fermented Sausages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 4372–4375.
- Gimeno O., Astiasarán I., Bello J., 1999.** Influence of partial replacement of NaCl with KCl and CaCl<sub>2</sub> on texture and color of dry fermented sausages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 873–877.
- Gimeno O., Astiasarán I., Bello J., 2001.** Calcium ascorbate as a potential partial substitute for NaCl in dry fermented sausages: effect on colour, texture and hygienic quality at different concentrations. *Meat Science*, 57, 23–29.
- Gou P., Guerrero L., Gelabert J., Arnau J., 1996.** Potassium chloride, potassium lactate and glycine as sodium chloride substitutes in fermented sausages and in dry-cured pork loin. *Meat Science*, 42, 1, 37–48.
- Guàrdia M. D., Guerrero L., Gelabert J., Gou P., Arnau J., 2006.** Consumer attitude towards sodium reduction in meat products and acceptability of fermented sausages with reduced sodium content. *Meat Science* 73, 484–490.
- Hammes W. P., Knauff H. J., 1994.** Starters in the processing of meats. *Meat Science*, 36, 155–168.
- Hierro E., L de la Hoz, Ordoñez J. A., 1999.** Contribution of the microbial and meat endogenous enzymes to the free amino acid and amine contents of dry fermented sausages. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 47, 1156–1161.
- Hönikel K., 1999.** Kvalitet mesa, *Tehnologija mesa*, 40, 3–4, 1–6.
- Hugas M. and Monfort J., 1997.** Bacterial starter cultures for meat fermentation. *Food Chem.*, 59: 547–554.
- Hughes C., Kerry J. P., Arendt E. K., Kenneally P. M., McSweeney P. L. H., O'Neill, E. E., 2002.** Characterization of proteolysis during ripening of semi-dry fermented sausages, *Meat Science*, 62, 205–216.
- Hutkins R. W., 2006.** *Microbiology and technology of fermented foods*, Blackwell Publishing, First edition, IFT Press.
- Ibañez C., Quintanilla L., Astiasarán I., Bello J., 1997.** Dry fermented sausages elaborated with *Lactobacillus plantarum* – *Staphylococcus carnosus*. Part II. Effect of partial replacement of NaCl with KCl on the proteolytic and insolubilization processes. *Meat Science*, 46, 277–284.
- Kenneally P. M., Fransen N. G., Grau H., O'Neill E. E., Arendt E. K., 1999.** Effects of environmental conditions on microbial proteolysis in a pork myofibril model system. *Journal of Applied Microbiology*, 87, 794–803.
- Larroure C., Ardaillon V., Pepin, M., Montel M. C., 2000.** Ability of meat starter cultures to catabolize leucine and evaluation of the degradation products by using an HPLC method. *Food Microbiology*, 17, 563–570.
- Lebert I., Leroy S., Talon R., 2007.** Microorganisms in traditional fermented meats. In: F. Toldrá (Ed.) *Handbook of Fermented Meat and Poultry*. Blackwell Publishing, 113–124.
- Leistner L., 1996.** Food protection by hurdle technology. *Bull. Ipn. Soc. Res. Food. Prot.*, 2, 2–26.
- Leistner L., 2004.** *Food design by hurdle technology and HACCP*, Raps & Co, Kulmbach, Germany.
- Lilić S., 2000.** Ispitivanje važnijih čimnica od značaja za održivost i kvalitet sušenog svinjskog mesa. *Magistarska teza*, Fakultet veterinarske medicine, Beograd.
- Lilic S., Matekalo-Sverak Vesna, 2007.** Influence of partial replacement of sodium chloride by potassium chloride and adding of rosemary extract on taste acceptability of ground meat. *Proceedings, "I International congress „Food technology, quality and safety“*, Symposium of Biotechnology and Food Microbiology, Novi Sad, 61–66.
- Lilic S., Matekalo-Sverak V., Borovic B., 2008.** Possibility of replacement of sodium chloride by potassium chloride in cooked sausages – sensory characteristics and health aspects. *Biotechnology in Animal Husbandry* 24, 1–2, 133–138.
- Lindgren S. E., Dobrogosr W. J., 1990.** Antagonistic activities of lactic acid bacteria in food and feed fermentations. *FEMS Microbiology Review*, 7, 149–163.
- Liu D., 2011.** *Molecular Detection of Human Bacterial Pathogens*, chapter 10, 111–115.
- Lizaso G., Chasco J., Beriain M. J., 1999.** Microbial and biochemical changes during ripening of salsichón, a Spanish dry-cured sausage. *Food Microbiology*, 16, 219–228.
- Mauriello G., Casaburi A., Blaiotta G., Villani F., 2004.** Isolation and technological properties of coagulase negative staphylococci from fermented sausages of Southern Italy. *Meat Science*, 67, 149–158.
- 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*, 13, 3–18.
- Molly K., Demeyer D., Johansson G., Raemaekers M., Ghistelinck M., Geenen I., 1997.** The importance of meat enzymes in ripening and flavor generation in dry fermented sausages. First results of a European project. *Food Chemistry*, 54, 539–545.
- Olesen P. T., Mezer A. S., Stahnke L. H., 2004.** Generation of flavour compounds in fermented sausages – The influence of curing ingredients *Staphylococcus* starter culture and ripening time. *Meat science*, 66, 675–687.
- Oluški V., Miloševski V., Ćirić M., Marinković S., 1974.** Uticaj sastava sirovine i dodataka glukonodeltalaktone na brzinu zrenja i kvalitet trajnih kobasica. *Tehnologija mesa*, 6, 177–182.



- Papamanoli E., Kotzekidou, P., Tzanetakis, N., Litopoulou-Tzanetaki, E., 2002.** Characterization of Micrococcaceae isolated from dry fermented sausages. *Food Microbiology*, 19, 441–449.
- Papamanoli E., Tzanetakis N., Litopoulou-Tzanetaki E., Kotzekidou P., 2003.** Characterization of lactic acid bacteria isolated from a Greek dry-fermented sausage in respect of their technological and probiotic properties. *Meat Science*, 65, 859–867.
- Petäjä-Kanninen E. and Puolanne E., 2007.** Principles of Meat Fermentation. In: F. Toldrá (Ed.) *Handbook of Fermented Meat and Poultry*. Blackwell Publishing, 31–36.
- Prändl O., 1988.** Verarbeitung des Fleisches, Grundlagen der Haltbarmachung, Fleisch: Technologie und Hygiene der Gewinnung und Verarbeitung, Stuttgart: Ulmer, 234–372.
- Prändl A., Fischer T., Schmidhofer H., Sinell J., 1988.** Fleisch-Technologie und Hygienen der Gewinnung und Verarbeitung, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Pravilnik o kvalitetu usitnjenog mesa, poluproizvoda od mesa i proizvoda od mesa. Službeni glasnik RS 31/2012 i 43/2013.**
- Radovanović R., Čavoški D., 1998.** Prehrambena tehnologija za mesare, III izdanje.
- Rantsiou K., Drosinos E. H., Gialitaki M., Urso R., Krommer J., Gasparik-Reichardt J., Toth S., Metaxopoulos I., Comi G., Cocolin L., 2005.** Molecular characterization of *Lactobacillus* species isolated from naturally fermented sausages produced in Greece, Hungary and Italy. *Food Microbiology*, 22, 19–28.
- Rašeta J., 1957.** Ispitivanje procesa zrenja u Sremskoj kobasici, Doktorska disertacija, Veterinarski fakultet, Beograd.
- Rašeta M., Vesković-Moračanin S., Borović B., Karan D., Vranić D., Trbović D., Lilić S., 2010.** Mikroklimatski uslovi tokom zrenja kobasica proizvedenih na tradicionalan način. *Tehnologija mesa*, 51, 1, 45–51.
- Ravys F., Steen L., Goemaere O., Paelinck H., De Vuyst L., Leroy F., 2010.** The application of Staphylococci with flavour-generating potential is affected by acidification in fermented dry sausages. *Food Microbiology* 27, 945–954.
- Ruusunen M., Puolanne E., 2005.** Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science*, 70, 3, 531–541.
- Samelis J., Aggelis G., Metaxopoulos J., 1993.** Lipolytic and microbial changes during the natural fermentation and ripening of Greek dry sausages. *Meat Science*, 35, 371–385.
- Sanz Y., Fadda S., Vignolo G., Aristoy M.C., Oliver G., Toldrá F., 1999.** Hydrolysis of muscle myofibrillar proteins by *Lactobacillus curvatus* and *Lactobacillus sakei*. *International Journal of Food Microbiology*, 53, 115–125.
- Savić L., Tadić R., 1991.** Korisno delovanje mikroorganizama – procesi fermentacije u preradi mesa, *Tehnologija mesa*, 5, 188–204.
- Selgas M. D., Garcia M. L., 2007.** Starter Cultures: Yeasts. In: F. Toldrá (Ed.) *Handbook of Fermented Meat and Poultry*. Blackwell Publishing, 159–169.
- Sofos J. N., 1983.** Effects of reduced salt levels on sensory and instrumental evaluation of frankfurters. *Journal of Food Science*, 48, 1691–1692.
- Talon R., Leroy S., Fadda S., 2004.** Dry fermented sausages. In: YH Hui, L Meunier-Goddik, ÅS Hansen, J Josephsen, W-K Nip, PS Stanfield, F Toldrá, eds. *Handbook of Food and Beverage Fermentation Technology*. New York: Marcel Dekker, Inc., 397–416.
- Talon R., Leroy S., Lebert I., 2007.** Microbial ecosystems of traditional fermented meat products: the importance of indigenous starters. *Meat Science*, 77, 55.
- Terell R. N., 1983.** Reducing the sodium content of processed meats. *Food Technology*, 37, 77, 66–71.
- Tojagić S., 1980.** Promena biohemijskih i organoleptičkih svojstava Sremske kobasice tokom proizvodnje, Doktorska disertacija, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- Vranić D., Saičić S., Lilić S., Trbović D., Janković S., 2009.** Studija o sadržaju natrijum-hlorida i natrijuma u nekim proizvodima od mesa sa tržišta Srbije. *Tehnologija mesa*, 50, 3–4, 249–255.

# Influence of reduced sodium chloride content on the fermentation and quality of dry fermented sausages

Lilić Slobodan, Borović Branka, Vranić Danijela

*S u m m a r y:* Production of dry fermented sausages is mostly based on local customs and traditional ways of manufacturing. However, in recent decades, these sausages are increasingly produced in industrial conditions, and there is a need to establish the manufacturing procedures, in order to ensure uniformity of the product, and its safety. During the drying of sausages, various changes occur in the sausage stuffing under the influence of water loss and enzymatic degradation of proteins and fats by the action of endogenous (enzymes present in the meat and fat) and exogenous enzymes (enzymes derived from microorganisms). These processes cause the product to obtain the specific, typical sensory properties and longer viability. Microorganisms which are usually responsible for the fermentation process which takes place in the sausages are lactic acid bacteria, and in addition to them coagulase-negative cocci and yeast. Coagulase-negative cocci, with their fermentative activity, contribute to the formation of desirable sensory characteristics of fermented sausages, and lactic acid bacteria contribute to lowering pH value of the stuffing.

In the development of new products, such as fermented dry sausages with a reduced content of sodium chloride and fat, there are considerable difficulties because the two components are playing a very important role in the taste of the final product. Sodium chloride has the greatest significance for the taste of the final product, i.e. for its saltiness/savoury quality. Also, it is very important in achieving the microbiological stability of the sausages, because during manufacture they are not subject to heat treatment. The lowest limit of sodium chloride content, according to some data, is 2.5 %, particularly in case of salami. With a lower content of sodium chloride, the products are not hard enough, and are difficult to cut, which is one of the main characteristics of this group of sausages. In order to reduce the salt content in the fermented sausages, the chloride salts of potassium, magnesium and calcium are used as the substituent of sodium chloride. In most developed countries, about 80 % of the salt is originated from food. According to the actuality of this topic, manufacturers are initiating a program of salt reduction in production, and they are starting with the reformulation of their products. Many countries have developed their own guidelines for salt intake program. WHO started the strategy of reduction of salt through the Regional Directorate, and the 11 EU countries signed the program of reduction salt content by 16% over the next 4 years.

**Key words:** dry fermented sausages, reducing of sodium chloride content.

Rad primljen: 2.12.2013.

Rad prihvaćen: 11.12.2013.