

ISSN 0494-9846
UDK 664.9:614.31: 637.5(05)

tehnologija mesa

meat technology

God.

51

Vol.

Br.

1

No.

Beograd,

2010

Belgrade,

Osnivač i izdavač – FOUNDER AND PUBLISHER
INSTITUT ZA HIGIJENU I TEHNOLOGIJU MESA, BEOGRAD
INSTITUTE OF MEAT HYGIENE AND TECHNOLOGY

TEHNOLOGIJA MESA je naučni časopis koji objavljuje rezultate osnovnih i primenjenih istraživanja u oblasti biotehničkih nauka, odnosno grana: veterinarstvo, prehrambeno inženjerstvo i biotehnologija.

Meat Technology is the scientific journal that publishes results of basic and applied research in the field of biotechnical sciences i.e. the following subcategories: veterinary sciences, food engineering and biotechnology.

UREĐIVAČKI ODBOR – EDITORIAL BOARD

Prof. dr Milan Ž. Baltić

Fakultet veterinarske medicine, Beograd, RS
Faculty of Veterinary Medicine, Belgrade, Republic of Serbia

Ph. D. Andrzej Borys

Institut za istraživanje mesa i masti, Varšava, Poljska
Meat and Fat Research Institute, Warsaw, Poland

Prof. dr Sava Bunčić

Poljoprivredni fakultet, Katedra za veterinarsku medicinu,
Novi Sad, RS
Faculty of Agriculture, Department for Veterinary Medicine,
Novi Sad, Republic of Serbia

Prof. dr Luca Cocolin

Poljoprivredni fakultet, Katedra za eksploataciju i zaštitu
agrikulturalnih i šumskih resursa, Sektor za mikrobiologiju,
Torino, Italija
Faculty of Agriculture, DIVAPRA, Turin, Italy

Prof. dr Radoslav Grujić

Tehnološki fakultet, Banja Luka, Bosna i Hercegovina
Faculty of Technology, Banja Luka, Republika Srpska

Prof. dr Andrej B. Lisicin

Sveruski istraživački institut za meso, Moskva, Rusija
The All-Russian Meat Research Institute, Moscow, Russia

Dr Vesna Matekalo-Sverak

Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Beograd, RS
Institute of Meat Hygiene and Technology, Belgrade,
Republic of Serbia

Prof. dr Dragojlo Obradović

Poljoprivredni fakultet, Katedra za tehnološku mikrobiologiju,
Beograd, RS
Faculty of Agriculture, Department for Technological
Microbiology, Belgrade, Republic of Serbia

Prof. dr Radomir Radovanović

Poljoprivredni fakultet, Katedra za tehnologiju animalnih
proizvoda, Beograd, RS
Faculty of Agriculture, Department for Technology of Animal
Products, Belgrade, Republic of Serbia

Dr Apostolos Rantsios

Konsultant EBTE, Ltd; Marousi, Grčka
EBTE Consultant, Ltd; Marousi, Greece

Dr Aurelija Spirić

Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Beograd, RS
Institute of Meat Hygiene and Technology, Belgrade,
Republic of Serbia

Prof. dr Mitre Stojanovski

Fakultet za biotehničke nauke, Bitolj, BJRM
Faculty of Biotechnical Sciences, Bitola,
FYROM

Prof. dr Marija Škrinjar

Tehnološki fakultet, Novi Sad, RS
Faculty of Technology, Novi Sad, Republic of Serbia

Prof. dr Klaus Troeger

Institut za tehnologiju, Savezni istraživački zavod za ishranu i
životne namirnice, Kulmbach, Nemačka
Institute of Technology, Federal Research Centre for Food and
Nutrition, Kulmbach, Germany

Dr Lazar Turubatović

Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Beograd, RS
Institute of Meat Hygiene and Technology, Belgrade, Republic
of Serbia

Dr Slavica Vesković-Moračanin

Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Beograd, RS
Institute of Meat Hygiene and Technology, Belgrade,
Republic of Serbia

Prof. dr Ilija K. Vuković

Fakultet veterinarske medicine, Beograd, RS
Faculty of Veterinary Medicine, Belgrade, Republic of Serbia

Prof. dr Božidar Žlender

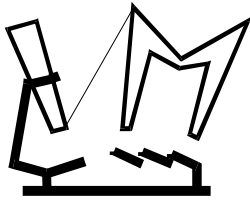
Biotehnički fakultet, Katedra za hranu, istraživanja i tehnologiju,
Ljubljana, Republika Slovenija
Faculty of Biotechnology, Department of Food, Science and
Technology, Ljubljana, Republic of Slovenia

Rukopisi prispeli za štampanje obavezno podležu recenziji. Redakcija časopisa „Tehnologija mesa“ zadržava pravo da rukopise prilagodi usvojenom stilu časopisa ili da ih vrati autorima radi ispravke. Institut ne preuzima bilo kakvu odgovornost za postavke navedene u člancima „Tehnologije mesa“. Rukopisi se ne vraćaju. Časopis se objavljuje u tri broja godišnje. Reprodukovanje časopisa nije dozvoljeno.

Manuscripts submitted for publishing are subject to reviewing. The Editorial staff of the journal „Tehnologija mesa“ reserves the right of editing manuscripts in order to conform with the adopted style of the journal or to return them to authors for revision. The Institute is not responsible for the statements and opinions expressed in the articles published in the „Tehnologija mesa“ journal. The manuscripts are not sent back. Journal is published three times a year. Reprinting of the Journal is not permitted.

Časopis „Tehnologija mesa“ je u vidu apstrakta dat u FSTA (Food Science and Technology Abstracts), SCIndeksu i na www.inmesbgd.com, a u celini u CABI bazi podataka.

Journal „Tehnologija Mesa“ is abstracted in FSTA (Food Science and Technology Abstracts), SCIndex (Serbian Citation Index) and www.inmesbgd.com. Full text is available in CABI Database.



tehnologija mesa

naučni časopis

Tehnologija mesa God. 51 Br. 1 Str. 1–102 Beograd 2010

OSNIVAČ I IZDAVAČ

**Institut za higijenu i
tehnologiju mesa**

11000 Beograd, Kačanskog 13
P. fah 33-49
Tel. 011/ 2650-655
Telefax 011/ 2651-825
e-mail: institut@inmesbgd.com
www.inmesbgd.com

DIREKTOR
Dr Lazar Turubatović

GLAVNI I ODGOVORNI
UREDNIK
Dr Aurelija Spirić

UREDNICI TEMATSKIH OBLASTI

Dr Slobodan Lilić – tehnologija, kvalitet
i bezbednost mesa, proizvoda od mesa,
hrane za životinje i sl.

Dr Slavica Vesković-Moračanin – opšta i
tehnološka mikrobiologija

Dr Vesna Matekalo-Sverak – aditivi,
začini, dodatni sastojci i sl.

Dr Aurelija Spirić – hemijske metode
ispitivanja

LEKTOR ZA SRPSKI JEZIK
Vlada Janković

LEKTOR ZA ENGLJSKI JEZIK
Srđan Stefanović

TEHNIČKO UREĐENJE
Danijela Šarčević
Radmila Zdravković

U celini dostupan na
www.inmesbgd.com

Na osnovu mišljenja Ministarstva za
nauku i tehnologiju Republike Srbije (br.
413-00-00416/2000-01), ova publikacija
je od posebnog interesa za nauku.

Cena godišnje pretplate za časopis za
Republiku Srbiju iznosi 4500,00 din.
Uplate se mogu vršiti na tekući račun
Instituta broj 205-7803-56 kod
Komerčijalne banke AD Beograd, sa
naznakom „pretplate na časopis“.

Cena godišnje pretplate za časopis za
inostranstvo iznosi: 100 eura. Naručuje
se kod: Institut za higijenu i tehnologiju
mesa, P.O. Box 33-49, Kačanskog 13,
11000 Beograd, Republika Srbija.

Komputerska obrada i štampa
Beoknjiga, Beograd
beobook@drenik.net
Tiraž 200 primeraka

SADRŽAJ

Originalni naučni radovi

- **Funkcionalne osobine pilećeg mesa u zavisnosti od infekcije brojlera protozom *Eimeria tenella***
Lilić Slobodan, Vranić Danijela, Matekalo-Sverak Vesna, Ilić Tamara, Ivanović Snežana, Milićević Dragan, Dimitrijević Sanda..... 1
- **Uticao tufozela, kao dodatka hrani, na mesnatost različitih kategorija svinja**
Drljačić Aleksandar, Krstić Milena, Marković Radmila, Šefer Dragan, Đurić Jelena, Baltić Ž. Milan..... 12
- **Uticao vremena skladištenja na tok lipidne oksidacije u zamrznutom svinjskom mesu**
Petrović Ljiljana, Ivanović Snežana, Šojić Branislav, Mandić Anamarija, Tasić Tatjana, Džinić Natalija, Tomović Vladimir..... 18
- **Sastav i važnije promene masti funkcionalnih fermentisanih kobasica**
Vasilev Dragan, Vuković Ilija, Saičić Snežana, Vasiljević Nada, Milanović-Stevanović Mirjana, Tubić Miodrag..... 27
- **Efekti korišćenja kozjeg mesa u proizvodnji tradicionalnog sudžuka**
Živković Dušan, Miloradović Zorana, Stanišić Nikola, Žujović Miroslav, Radulović Zorica, Perunović Marija, Maksimović Nevena..... 36
- **Mikroklimatski uslovi tokom zrenja kobasica proizvedenih na tradicionalan način**
Rašeta Mladen, Vesković-Moračanin Slavica, Borović Branka, Karan Dragica, Vranić Danijela, Trbović Dejana, Slobodan Lilić..... 45
- **Sadržaj masnih kiselina i holesterola u nekim proizvodima od mesa sa domaćeg tržišta**
Saičić Snežana, Trbović Dejana, Vranić Danijela, Janković Saša, Stefanović Srđan, Petronijević Radivoj..... 52
- **Poboljšanje konzistencije i stabilnosti fino usitnjenih barenih kobasica od svinjskog mesa dodatkom emulgatora i stabilizatora**
Grujić Slavica, Grujić Radosav, Savanović Danica, Odžaković Božana, Rađenović Nikolina..... 60
- **Uticao različitih smeša gasova na promene nekih mikrobioloških i hemijskih parametara u odrescima šarana (*Cyprinus Carpio*) upakovanih u modifikovanu atmosferu**
Milijašević Milan, Babić Jelena, Baltić Ž. Milan, Spirić Aurelija, Velebit Branko, Borović Branka, Spirić Danka..... 66
- **Kvalitet delova dobijenih rasecanjem svinjskih trupova**
Tatulov Jurij, Sus Irina, Miteljštejn Tatjana..... 77

Pregledni radovi

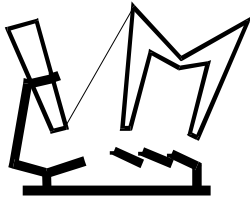
- **Bakteriocini BMK kao prirodni protektori hrane – mogućnosti primene u industriji mesa**
Vesković-Moračanin Slavica..... 83

Prethodno saopštenje

- **Svojstva ambalažnih materijala za pakovanje fermentisanih kobasica pod vauumom i u modifikovanoj atmosferi**
Lazić Vera, Krkić Nevena, Petrović Ljiljana, Tasić Tatjana, Ikonić Predrag, Savatić Snežana, Šojić Branislav..... 95

Uputstvo autorima za pisanje radova 101

U FINANSIRANJU ČASOPISA UČESTVUJE:
Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije



meat technology scientific journal

Meat Technology Vol. 51 No. 1 P. 1–102 Belgrade 2010

FOUNDER AND PUBLISHER

**Institute of Meat Hygiene and
Technology**

11000 Belgrade, Kačanskog 13
P.O. Box 33-49
Phone 381 11 2650-655
Fax 381 11 2651-825
e-mail: institut@inmesbgd.com
www.inmesbgd.com

DIRECTOR
Lazar Turubatović, PhD

EDITOR IN CHIEF
Aurelija Spirić, PhD

EDITORS OF SCIENTIFIC FIELDS

Dr Slobodan Lilić – Technology, quality
and safety of meat, meat products,
feedingstuffs et sim.

Dr Slavica Vesković-Moračanin – basic
and technological microbiology

Dr Vesna Matekalo-Sverak – food
additives, spices, food components et
sim.

Dr Aurelija Spirić – analytical
methodology

PROOFREADER FOR
SERBIAN LANGUAGE
Vlada Janković

PROOFREADER FOR
ENGLISH LANGUAGE
Srđan Stefanović

TECHNICAL EDITION
Danijela Šarčević
Radmila Zdravković

Full paper is available on
www.inmesbgd.com

Based on the opinion issued by Ministry
of Science and Technology Republic of
Serbia (No. 413-00-00416/2000-01), this
publication is of special interest for the
science.

Annual subscription rate is: 100 EUR.
Orders should be sent to the Institute of
Meat Hygiene and Technology, P.O. Box
33-49, Kačanskog 13, 11000 Belgrade,
Serbia.

Computer processing and printing
„Beoknjiga“- Belgrade
beobook@drenik.net
Circulation 200 copies

CONTENTS

Original scientific paper

- **Functional properties of broilers' meat depending on infection with *Eimeria tenella***
Lilić Slobodan, Vranić Danijela, Matekalo-Sverak Vesna, Ilić Tamara, Ivanović Snežana, Milićević Dragan, Dimitrijević Sanda..... 1
- **The influence of tufozel, as feed additive, on meatiness of different categories of pigs**
Drljačić Aleksandar, Krstić Milena, Marković Radmila, Šefer Dragan, Đurić Jelena, Baltić Ž. Milan..... 12
- **The influence of storage time on lipids oxidation processes in frozen pork**
Petrović Ljiljana, Ivanović Snežana, Šojić Branislav, Mandić Anamarija, Tasić Tatjana, Džinić Natalija, Tomović Vladimir..... 18
- **The composition and significant changes in fats of functional fermented**
*Vasilev Dragan, Vuković Ilija, Saičić Snežana, Vasiljević Nađa, Milanović-
-Stevanović Mirjana, Tubić Miodrag*..... 27
- **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*..... 36
- **Microclimate conditions during ripening of traditionally produced
fermented sausages**
*Rašeta Mladen, Vesković-Moračanin Slavica, Borović Branka, Karan Dragica,
Vranić Danijela, Trbović Dejana, Slobodan Lilić*..... 45
- **Fatty acids and cholesterol content in certain meat products from the
national market**
*Saičić Snežana, Trbović Dejana, Vranić Danijela, Janković Saša, Stefanović
Srđan, Petronijević Radivoj*..... 52
- **Improvement of consistency and stability of finely chopped pork sausages
by the addition of emulsifiers and stabilisers**
*Grujić Slavica, Grujić Radoslav, Šavanović Danica, Odžaković Božana,
Rađenović Nikolina*..... 60
- **The influence of different gas mixtures on the changes of certain
microbiological and chemical parameters in carp's (*Cyprinus carpio*) cuts
packed in modified atmosphere**
*Milijašević Milan, Babić Jelena, Baltić Ž. Milan, Spirić Aurelija, Velebit
Branko, Borović Branka, Spirić Danka*..... 66
- **Качество отрубков, полученных при разделке свиных туш**
Татулов Юрий, Сусь Ирина, Миттельштейн Татьяна..... 71

Review

- **Lactic acid bacteria bacteriocins as natural food protectors – possibilities
of application in meat industry**
Vesković-Moračanin Slavica..... 83

Previous communication

- **Properties of packaging materials for vacuum packed fermented sausages
in modified atmosphere**
*Lazić Vera, Krkić Nevena, Petrović Ljiljana, Tasić Tatjana, Ikonić Predrag,
Savatić Snežana, Šojić Branislav*..... 95

Guidelines for the authors 103

PUBLICATION OF THIS JOURNAL IS FINANCIALLY SUPPORTED BY:
Ministry of Science and Technological Development of the Republic of Serbia

Funkcionalne osobine pilećeg mesa u zavisnosti od infekcije brojlera protozooom *Eimeria tenella*

Lilić Slobodan¹, Vranić Danijela¹, Matekalo-Sverak Vesna¹, Ilić Tamara², Ivanović Snežana³, Milićević Dragan¹, Dimitrijević Sanda²

S a d r ž a j: Cekalna kokcidioza je značajno parazitsko oboljenje koje izaziva velike štete, procenjene u milionima dolara godišnje. Cilj rada bio je da se ispituju funkcionalne osobine pilećeg mesa (sposobnost vezivanja vode – SVV i istisnuta voda – IV), dobijenog od brojlera inficiranih sa *Eimeria tenella* ($7,8 \times 10^4$ infektivnih oocista – prva ogledna grupa; $4,7 \times 10^5$ – druga ogledna grupa; $9,4 \times 10^5$ infektivnih oocista – treća ogledna grupa), koji su zatim izleženi, kao i od brojlera koji nisu bili inficirani. Sadržaj vode i pH vrednost određeni su standardnim metodama (ISO), a funkcionalne osobine centrifugovanjem. Rezultati ispitivanja obrađeni su analizom varijanse i Tukey testom. Infekcija protozooom *E. tenella* ispoljila je negativan uticaj na sadržaj vode u mesu grudi i bataka sa karabtkom, odnosno uslovlila je povećanje sadržaja vode. Vrednosti pH mesa, takođe, bile su pod uticajem infekcije, tako da je u mesu brojlera ogledne grupe pH mesa grudi bio najmanji. Sposobnost vezivanja vode bila je najveća u mesu brojlera kontrolne grupe, dok je procenat istisnute vode bio najmanji. Može da se zaključi da je infekcija negativno uticala na ove funkcionalne osobine mesa, naročito u slučaju kada oboljenje nije lečeno, odnosno kada se pojavilo u supkliničkoj formi.

Gljučne reči: *Eimeria tenella*, kokcidioza, pileće meso, funkcionalne osobine.

Uvod

Cekalna kokcidioza je parazitsko oboljenje uzrokovano protozooom *Eimeria tenella*. To je kokcidioza koja se najčešće javlja, naročito u intenzivnom brojlerskom tovu pilića i može da izazove velike ekonomske štete, zbog loših proizvodnih rezultata, povećanog utroška i niske konverzije hrane, te smanjenog prirasta, tako da tov brojlera često mora da se produži (Vermeulen i dr., 2001).

Štete od ovog oboljenja očigledne su i kod podmlatka za reprodukciju i komercijalna jata nosilja, pri čemu su koke slabije razvijene, a ukupna nosivost je smanjena. Pronošenje kasni, a shodno tome smanjen je i ukupan broj jaja u periodu iskoriscavanja. Štete zbog kokcidioze, kod svih uzgojnih kategorija, veoma su velike i procenjuju se u milionima dolara godišnje, na svetskom nivou (Williams, 2002).

Podaci iz literature o uticaju kokcidioze na meso, veoma su oskudni. U dostupnoj literaturi, samo jedna grupa autora (Koinarski i dr., 1998) istraživala je uticaj ove bolesti na meso i jetru brojlera. Brojleri u ovom eksperimentu inficirani su 21. dana života

sa 8×10^4 oocista *Eimeria tenella*. Deset dana posle nastanka infekcije, u mesu brojlera nisu bile utvrđene značajne razlike u pogledu sadržaja vode i proteina, ali je utvrđen značajno veći sadržaj proteina u jetri neinficiranih pilića. Takođe, utvrđene su značajne razlike u sadržaju minerala u mesu i jetri. Sadržaj gvožđa u mesu bio je smanjen, a mangana i fosfora povećan. U jetri inficiranih pilića, sadržaj gvožđa i bakra bio je značajno manji.

Usled povećane potrošnje pilećeg mesa, javlja se potreba intenziviranja proizvodnje brojlera. U takvoj proizvodnji, mogućnosti za pojavu kokcidioze postaju sve veće, iako se pilići uobičajeno hrane potpunim smešama sa dodatkom antikokcidijala. Suprotno tome, trend proizvodnje organske hrane nameće potrebu da se brojleri hrane smešama bez dodatka leka, pri čemu je rizik od izbijanja bolesti još veći. I pored postojanja ovog trenda, kontrolne strategije u suzbijanju kokcidioze i dalje obuhvataju profilaktičku medikaciju kroz hranu i vakcinaciju (Vermeulen i dr., 2001), i naravno, dobru proizvođačku praksu i redovne postupke sanitacije.

Veliki problem predstavlja i brz razvoj rezistencije na lekove, udružen sa teškoćama njihove pri-

¹Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kačanskog 13, 11 000 Beograd, Republika Srbija;

²Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Bulevar oslobođenja 18, 11 000 Beograd, Republika Srbija;

³Naučni institut za veterinarstvo, Vojvode Toze 14, 11 000 Beograd, Republika Srbija.

mene i visokom cenom razvijanja novih generacija antikokcidijala koji bi se koristili u profilaktičke i terapijske svrhe. Pomenute okolnosti prisiljavaju da se pronadu nove mogućnosti suzbijanja kokcidioze kao što su imunološke, biotehničke i genetske metode kao nove alternative dosadašnjim načinima borbe (Grag i dr., 1999), a od svih uzročnika kokcidioze, *Eimeria tenella*, kao veoma rasprostranjena i visoko patogena, pokazala se kao „gold standard“ za projekat sekvencioniranja genoma i kao najpogodnija za eradikaciju (Augustine i dr., 2001).

U skladu sa navedenim, cilj ovog rada bio je da se ispituju neke funkcionalne osobine pilećeg mesa, kao što su sposobnost vezivanja vode i procenat istisnute vode, dobijenog od brojlera koji su, u jednom periodu uzgoja, bili inficirani sa *E. tenella*, zatim i izleženi, odnosno od brojlera koji su oboleli od supkliničke forme oboljenja.

Materijal i metode

Radi ispitivanja uticaja infekcije brojlera protozooom *Eimeria tenella* na funkcionalne osobine pilećeg mesa, organizovan je ogled po grupno-kon-

trolnom sistemu u trajanju od 42 dana. Za ogled je korišćeno 106 pilića Hybro G+ provenijencije. Ispitivanja su obavljena na brojlerima oba pola, koji potiču od istog roditeljskog jata. Smeštaj, nega, ishrana, napajanje brojlera i primena profilaktičkih mera, prilagođeni su podnom načinu uzgajanja. Zoo-higijenski i mikroklimatki uslovi odgovarali su tehnološkim normativima za provenijenciju Hybro G+ (*Technical information on Hybro G+ broilers*).

U toku ogleda, sve grupe brojlera hranjene su smešama koje su odgovarale njihovom dobu. Potpuna smeša za početni tov pilića, predstarter, korišćena je do sedmog dana života, starter od 7. do 14. dana, grower od 14. do 35. dana, a smeša za završni tov (finisher) od 35. do 42. dana ogleda. Sastav smeša za ishranu prikazan je u tabeli 1. Hemijski sastav smeša korišćenih za ishranu brojlera prikazan je u tabeli 2. Smeše za ishranu brojlera su, po hemijskom sastavu, zadovoljavale potrebe brojlera u hranljivim materijama i bile su u skladu sa potrebama brojlera navedenim u tehnološkim normativima za provenijenciju Hybro G+ (*Technical information on Hybro G+ broilers*).

Shodno postavljenom cilju i planu ogleda, u smeše za ishranu brojlera dodat je antikokcidijal sa-

Tabela 1. Sastav smeša za ishranu brojlera (%)

Table 1. Feed mixtures composition (%)

	Predstarter Pre-starter 1–7. dan/ 1–7 days	Starter Starter 7–14. dan/ 7–14 days	Grower Grower 14–35. dan/ 14–35 days	Finisher Finisher 35–42. dan/ 35–42 days
Kukuruz/Corn	54,45	50,79	53,84	54,20
Stočno brašno, pšenično/ Wheat meal	2,00	2,50	1,00	4,00
Sojina sačma/Soybean meal	25,00	25,00	23,50	23,00
Suncokretova sačma/ Sunflower meal	5,00	5,00	6,00	5,00
Kvasac/Yeast	3,00	3,00	3,00	3,00
Riblje brašno/Fish meal	5,00	4,00	3,00	–
Brašno dehidrovane lucerke/ Dehydrated alfalfa meal	–	2,00	2,00	2,00
Sojino ulje/Soybean oil	3,00	5,00	4,50	5,50
Dikalcijum fosfat/ Dicalcium phosphate	1,00	1,20	1,30	1,10
Stočna kreda/Limestone	–	–	0,20	0,40
Stočna so/Salt	0,20	0,20	0,30	0,30
Lizin/Lysine	0,10	0,06	0,11	0,25
Metionin/Methionine	0,25	0,25	0,25	0,25
VMD/Premix	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabela 2. Hemijski sastav smeša za ishranu brojlera (%)
Table 2. Chemical composition of feed mixtures (%)

	Predstarter/ Pre-starter 1–7. dan 1–7 days	Starter/ Starter 7–14. dan 7–14 days	Grower/ Grower 14–35. dan 14–35 days	Finisher/ Finisher 35–42. dan 35–42 days
Vlaga/Moisture	11,03	10,72	10,79	20,85
Sirovi pepeo/Crude Ash	5,61	5,79	5,96	5,44
Sirovi proteini/Crude protein	22,73	22,23	21,34	19,48
Sirova mast/Crude fat	5,93	7,76	7,28	8,16
Sirova celuloza/Crude fibre	3,94	4,37	4,51	4,37
BEM/N-free extracts	50,76	49,12	50,12	51,69
Ca	0,95	0,97	0,99	0,81
P	0,86	0,85	0,85	0,71
ME, MJ/kg	12,92	13,23	13,12	13,43
Lizin/Lysine	1,36	1,30	1,26	1,20
Metionin + cistin/Methionine + cystine	0,97	0,95	0,92	0,84
Triptofan/Tryptophan	0,31	0,31	0,29	0,27

linomicin u količini od 66 mg/kg hrane i to: za brojlere kontrolne i treće ogledne grupe u predstarter, starter i grower, a za brojlere prve i druge ogledne grupe u predstarter i starter. U smeše za završni tov pilića, poslednjih sedam dana, nije dodat lek, da bi se ispoštovala karenca koja za pileće meso iznosi 5 dana.

Prilikom postavljanja ogleda, obavljen je pojedinačni klinički pregled. Sve odabrane jedinke bile su zdrave, vitalne i u dobroj kondiciji. Pre početka ogleda nije obavljena vakcinacija pilića, a zdravstveno stanje je praćeno svakodnevno.

Ogled je izveden na 106 pilića, prosečne telesne mase $43,39 \pm 2,24$ grama, podeljenih u četiri grupe: kontrolna grupa (K), prva ogledna grupa (O–I),

druga ogledna grupa (O–II) i treća ogledna grupa (O–III), pri čemu je kontrolna grupa pilića bila odvojena od oglednih. Treće nedelje gajenja (21. dana), brojleri oglednih grupa inficirani su različitim brojem infektivnih oocista kokcidije *E. tenella*.

Organizacija ogleda prikazana je u tabeli 3.

Za inokulaciju su korišćene oociste terenskog soja *E. tenella* izolovane iz cekuma obolele živine sa izraženim kliničkim simptomima. Radi izolacije oocista, cekumi su najpre otvoreni, zatim je njihov sadržaj sastrugan predmetnim staklom, a tako dobio materijal je dalje sedimentiran. Preostali cekumi su stavljeni u opodeldok bocu sa staklenim perlama, dodata im je destilovana voda i sve zajedno je mešano 15 minuta, kako bi se preostale oociste

Tabela 3. Organizacija ogleda
Table 3. Experiment design

	Kontrolna grupa/ Control group	Prva ogledna grupa/ The first experimental group	Druga ogledna grupa/ The second experimental group	Treća ogledna grupa/ The third experimental group
Antikokcidijal u hrani do 14. dana tova/ Anticoccidial in feed up to the 14th day	+	+	+	+
Antikokcidijal u hrani do 35. dana tova/ Anticoccidial in feed up to the 35th day	+	–	–	+
Infekcija/Infection	–	+	+	+
Lečenje/Treatment	–	–	+	+

odvojile sa zidova cekuma. Zatim je ovaj sadržaj prebačen u sedimentacionu čašu i ostavljen da se staloži u toku dva časa. Posle isteka ovog vremena, supernatant je odliven i ponovo je dosuta destilovana voda. Ovaj postupak je ponovljen četiri puta, posle čega je supernatant izvučen vakuum pumpom uz ostavljanje male količine sedimenta sa oocistama. Mikroskopiranjem je proverena čistoća oocista iz sedimenta. Posle toga materijal je stavljen u termostat na temperaturu od 37°C u trajanju od 24 do 48 časova, uz povremeno provetravanje, za koje vreme je sporulisala većina oocista. Posle 36 časova oko 70% oocista je bilo infektivno. Sve do momenta izvođenja veštačke infekcije, radi konzervisanja materijala, kulturi je dodat dvopostotni kalijum bihromat. Pre infekcije obavljeno je obavezno ispiranje oocista od kalijum bihromata, tako što je materijalu dodata destilovana voda i suspenzija centrifugovana 5 minuta na $800 \times g$. U tako dobijenom materijalu metodom po McMasteru (Hofstad, 1984) utvrđen je broj oocista u 1 mL sadržaja.

Za dobijanje potrebnog broja oocista za izvođenje eksperimenta, obavljena je pasaža materijala, inokulacijom kulture *E. tenella* dobijene na prethodno opisan način. Pasaža je izvedena kroz 20 brojlera, provinijencije Hybro G+, starosti 14 dana. U ovom delu eksperimenta, za ishranu brojlera korišćena je potpuna smeša bez dodataka antikocidijala. Sedmog dana od inokulacije, svih 20 brojlera je žrtvovano. Posle obdukcije sadržaj cekuma je iskorišćen za dobijanje oocista na prethodno opisan način.

Infektivni materijal sadržao je $7,8 \times 10^4$ infektivnih oocista u 1 mL.

Infekcija brojlera obavljena je 21. dana života, plastičnom sondom, direktno u voljku. Brojleri su inficirani pripremljenim materijalom u količini od:

- 1 mL – $7,8 \times 10^4$ infektivnih oocista – prva ogledna grupa
- 6 mL – $4,7 \times 10^5$ infektivnih oocista – druga ogledna grupa
- 12 mL – $9,4 \times 10^5$ infektivnih oocista – treća ogledna grupa

Kontrolna grupa pilića nije bila inficirana.

Oboleli brojleri lečeni su preparatom ESB 30% (sulphaclozine sodium) počev od šestog dana infekcije, jednokratno, u trajanju od tri dana. Lek je aplikovan u vodi za napajanje u količini od 1 g/L, prema uputstvu proizvođača (Novartis, Bazel, Švajcarska).

Sadržaj vode (%) određivan je sušenjem pripremljenog uzorka pri temperaturi 105°C, do konstantne mase (SRPS ISO 1442/1998).

Vrednost pH, radi određivanja kvaliteta mesa, određivana je 6 časova *post mortem*, aparatom pH-Meter 3310 Jenway, po metodi SRPS ISO 2917/2004, primenom kombinovane staklene elektrode koja je direktno ubadana u meso. Aparat je, pre upotrebe, baždaren pomoću standardnih rastvora pufera vrednosti pH 7,00 i 4,00.

Sposobnost vezivanja vode (SVV) određivana je prema postupku koji su opisali Wardlaw i dr. (1973). Zamrznuto meso odmrznuto je pri temperaturi frižidera, zatim otkoštено i usitnjavano u mikseru u trajanju od jednog minuta. Po pet grama usitnjenog mesa je odmereno i stavljeno u kivete zapremine 35 mL u koje je dodato po 8 mL 0,6 M rastvora natrijum-hlorida. Rastvor sa mesom je mešan u vortexu 30 sekundi, zatim inkubiran 30 minuta pri temperaturi frižidera i centrifugovan pri $7000 \times g$ u trajanju od 15 minuta. Posle centrifugovanja, izmerena je zapremina supernatanta u 10 mL volumetrijskoj menzuri. Rezultati su prikazani kao odnos tečnosti koju uzorak zadržava, po sledećoj formuli: $SVV = ((\text{inicijalna zapremina} - \text{zapremina supernatanta}) / \text{inicijalna zapremina}) \times 100$.

Istisnuta voda (IV) je određivana po postupku Earla i dr. (1996) u mesu koje je usitnjeno u prethodnom postupku. Tri komada filter papira Whatman # 3 (5,5 cm) i jedan komad Whatman # 50 (7,0 cm) stavljeni su jedan na drugi, zatim je na # 50 stavljen 1,5 g usitnjenog mesa, uvijenog u til i sve zajedno je stavljeno u polikarbonatnu kivetu i centrifugirano pri $30900 \times g$ u trajanju od 15 minuta pri temperaturi od 4°C. Posle centrifugovanja, meso sa tilom je odstranjeno. Filter papir je izmeren, a istisnuta voda prikazana je kao maseni udeo izgubljen od originalnog uzorka, po sledećoj formuli: $IV = (\text{masa filter papira posle centrifugovanja} - \text{masa filter papira pre centrifugovanja}) / \text{masa uzorka} \times 100$.

Rezultati istraživanja grupisani su u odgovarajuće statističke serije i obrađeni uz primenu nekoliko matematičko-statističkih metoda korišćenjem programa Microsoft Excel 2002, kako bi bilo omogućeno objektivnije i egzaktnije izvođenje zaključaka. U radu su navedene sledeće statističke metode: izračunavanje aritmetičke sredine, izračunavanje mera varijacije (standardna devijacija, standardna greška, koeficijent varijacije i interval varijacije) i analiza varijanse uz primenu odgovarajućeg testa (Tukey test).

Mere varijacije omogućavale su da se prati varijabilnost unutar svakog obeležja, apsolutno i relativno, a preko koeficijenta varijacije i poređenja varijacija i između obeležja. Metodom analize varijanse i izračunavanjem F vrednosti, odnosno njenim poređenjem sa tabličnim F vrednostima za određeni stepen slobode, obavljeno je poređenje

svih tretmana. Tukey testom izračunata je t vrednost koja je upoređivana sa tabličnim t vrednostima. Time je omogućeno poređenje prosečnih vrednosti ispitivanih obeležja, pri čemu je postavljena hipoteza o jednakosti aritmetičkih sredina. Svi testovi su korišćeni na nivou rizika od 5 i 1%, tako da su i zaključci dati za verovatnoću od 95 i 99%.

Rezultati i diskusija

Sadržaj vode prikazan je u tabeli 4.

Tabela 4. Sadržaj vode u mesu (%)
Table 4. Moisture content in meat (%)

Grupa/ Group	n	\bar{X}	Sx	Sd	Cv	Iv
Grudi/Breast						
K	10	74,11 ^x	8,72	0,55	0,75	73,52–75,49
O–I	10	75,09 ^{a,y}	8,61	0,66	0,88	73,90–76,02
O–II	10	75,59 ^{b,y,q}	7,99	0,33	0,44	75,12–76,23
O–III	10	74,80 ^{y,z}	12,50	0,48	0,64	74,01–75,57
Batak sa karabatkom/Drumstick with thigh						
K	10	73,45 ^a	8,64	0,69	0,94	72,23–74,37
O–I	10	74,28 ^b	8,52	0,50	0,68	73,70–75,48
O–II	10	74,22 ^b	7,84	0,85	1,14	72,68–75,51
O–III	10	74,17 ^b	12,39	1,12	1,50	71,80–76,45

(a,b; c,d) $p < 0,05$

(x,y; q,z) $p < 0,01$

Najveći sadržaj vode od 75,59% utvrđen je u mesu grudi brojlera O–II i značajno se razlikovao ($p < 0,01$) od sadržaja vode u mesu grudi brojlera K i O–III grupe (74,11 i 74,80%), odnosno O–I grupe ($p < 0,05$).

Dobijene vrednosti sadržaja vode u mesu grudi brojlera iz kontrolne grupe (prosečno 74,11%), u saglasnosti su sa rezultatima *Van Heerdena i dr.* (2002), koji su ustanovili 74,01% vode, *Wattanachanta i dr.* (2004), koji su dokazali 74,87% vode, *Živkov-Baloš* (2004), koja navodi 74,02% i *Ristića i dr.* (2005) koji je utvrdio 74,8% vode u mesu grudi.

Manji sadržaj vode u mesu grudi od 73,42% dokazali su *Loneragan i dr.* (2003), zatim *Dorđević* (2005) koji je ustanovio 73,81 i *Ivanović* (2003) koja je utvrdila 71,73–72,98% vode u mesu grudi brojlera Arbor Acres provenijencije. Nešto veću vrednost sadržaja vode od 75,54% navode *Castellini i dr.* (2002) u mesu grudi brojlera Ross provenijencije, kao i *Abeni i Bergoglio* (2001) koji su ustanovili 74,81–75,50% vode.

Utvrđene statistički značajne razlike ($p < 0,01$) između sadržaja vode u mesu grudi brojlera oglednih grupa, u odnosu na kontrolnu grupu, jasno ukazuju da je infekcija protozom *E. tenella* negativno uticala na ovaj parametar hemijskog sastava mesa.

Sadržaj vode u mesu bataka i karabataka brojlera oglednih grupa (74,28, 74,22 i 74,17%) bio je ujednačen ($p > 0,05$) i značajno veći ($p < 0,01$) od sadržaja vode u mesu bataka i karabataka brojlera K grupe (73,45%).

Rezultati sadržaja vode u mesu bataka i karabataka (prosečno 73,45%), nešto su veći u odnosu na ispitivanja *Van Heerdena i dr.* (2002) koji su utvrdili 72,47% vode, *Ivanović* (2003) koja navodi 66,22 do 71,98% vode, *Sushy i dr.* (2002) koji su ustanovili 71,4 do 71,5% sadržaja vode u crvenom mesu brojlera i *Dorđević* (2005) koji navodi 72,35% vode.

Wattanachant i dr. (2004) navode nešto veće vrednosti sadržaja vode, 77,22%, zatim *Ristić i dr.* (2005) koji navode 74,5% i *Castellini i dr.* (2002) koji su ustanovili 76,02% vode u crvenom mesu Ross brojlera.

Kokcidioza izazvana sa *E. tenella* ispoljila je negativan uticaj na sadržaj vode u crvenom mesu, odnosno mesu bataka i karabataka brojlera koji su bili inficirani, s tim što su razlike bile manje značajne ($p < 0,05$) u odnosu na razlike utvrđene u sadržaju vode mesa grudi brojlera inficiranih sa *E. tenella*.

Vrednosti pH mesa prikazane su u tabeli 5.

Vrednosti pH mesa grudi, izmerenih šest časova *post mortem*, bile su numerički ujednačene kod

Tabela 5. pH mesa 6 časova *post mortem*
Table 5. pH value of meat 6 hours *post mortem*

Grupa/ Group	n	\bar{X}	Sx	Sd	Cv	Iv
Grudi/Breast						
K	19	5,96 ^x	0,02	0,08	1,29	5,82–6,09
O–I	20	5,91 ^y	0,01	0,06	0,93	5,85–6,02
O–II	21	5,94	0,36	0,06	1,08	5,82–6,05
O–III	19	5,94	1,34	0,05	0,87	5,87–6,08
Batak/Drumstick						
K	19	6,33 ^a	0,01	0,06	0,92	6,20–6,42
O–I	20	6,30 ^b	0,01	0,03	0,50	6,26–6,40
O–II	21	6,32	0,38	0,04	0,63	6,25–6,42
O–III	19	6,32	1,42	0,05	0,78	6,25–6,41
Karabatak/Thigh						
K	19	6,25 ^a	0,01	0,05	0,80	6,18–6,39
O–I	20	6,23 ^b	0,01	0,04	0,58	6,16–6,33
O–II	21	6,24	0,37	0,03	0,54	6,19–6,31
O–III	19	6,25 ^a	1,41	0,04	0,65	6,20–6,35

(a,b; c,d) $p < 0,05$ (x,y; q,z) $p < 0,01$

svih ispitivanih grupa. Razlike su bile ustanovljene između kontrolne (5,96) i prve ogledne grupe (5,91) na nivou značajnosti od $p < 0,01$.

Meso bataka brojlera kontrolne grupe imalo je najvišu pH vrednost od 6,33 koja se značajno razlikovala od pH mesa bataka O–I grupe koji je iznosio 6,30 ($p < 0,05$), dok su vrednosti kod O–II i O–III grupe (6,32 i 6,32) bile slične onoj utvrđenoj u mesu bataka brojlera K grupe.

Najveći izmeren pH mesa karabataka bio je kod brojlera K i O–III grupe (6,25), nešto manji u mesu brojlera O–II grupe (6,24) i najmanji kod mesa brojlera O–I grupe od 6,23 koji se statistički značajno razlikovao u odnosu na K i O–III grupu ($p < 0,05$).

Vrednost pH je važan činilac kvaliteta pilećeg mesa, naročito u tehnološkom smislu. Na pH vrednost mesa utiču način držanja, dužina gladovanja pre klanja, transportovanje, stres, način klanja, način i dužina skladištenja mesa i vreme merenja posle klanja. Izmerena 15 do 30 minuta posle klanja, pH vrednost može da bude pouzdan indikator kvaliteta mesa. Ako je pH vrednost manja od 5,7 to označava da se radi o PSE (pale, soft, exudative) mesu, a vrednost veća od 6,5 ukazuje na DFD meso (dark, firm, dry). Karakterističan pH za uobičajeni kvalitet mesa grudi je 5,8 do 6,5 (Taylor i Jones, 2004).

Dobijene vrednosti pH u mesu grudi brojlera kontrolne grupe, u saglasnosti su sa rezultatima Gardzielewske i dr. (2005) koji navode da pH mesa gru-

di šest časova *post mortem* iznosi 5,84 do 6,04 i sa nalazom Liu i dr. (2004), koji su utvrdili pH mesa grudi od 5,98. Wattanachant i dr. (2004) utvrdili su znatno nižu vrednost od 5,39.

Prosečne vrednosti pH od 6,33, izmerene u mesu bataka, odnosno 6,25 u mesu karabataka, slične su nalazima Silve i dr. (2002) koji su utvrdili vrednost od 6,30 i Dorđevića (2005), koji navodi 6,27 do 6,30, dok Wattanachant i dr. (2004) navode nešto veću vrednost, 6,62.

U tabelama 6 i 7, prikazane su funkcionalne osobine pilećeg mesa kao što su sposobnost vezivanja vode (water holding capacity) i procenat istisnute vode (expressible water).

Sposobnost vezivanja vode mesa grudi bila je najbolja kod brojlera kontrolne grupe, odnosno kod grupe koja nije bila inficirana i značajno se razlikovala od SVV mesa grupe O–I ($p < 0,01$) i grupe O–III ($p < 0,05$). Kod mesa bataka sa karabatkom, sposobnost vezivanja vode bila je značajno manja u grupi O–I u odnosu na kontrolnu, drugu i treću oglednu grupu ($p < 0,01$). Rezultati ukazuju da je cekalna kokcidioza negativno uticala na ovu funkcionalnu, odnosno tehnološku osobinu mesa. Važno je napomenuti da su brojleri ove grupe imali supkliničku formu oboljenja i da nisu bili lečeni, što znači da je dužina infekcije imala presudnu ulogu.

Procenat istisnute vode bio je najmanji u mesu grudi brojlera kontrolne grupe, odnosno značajno

Tabela 6. Sposobnost vezivanja vode (%)
Table 6. Water binding capacity (%)

Grupa/Group	n	\bar{X}	Sx	Sd	Cv	Iv
Grudi/Breast						
K	10	14,78 ^x	1,77	2,02	13,65	11,58–18,38
O-I	10	12,21 ^{a,y}	1,43	1,89	15,48	9,82–16,23
O-II	10	13,67	1,46	1,70	12,43	10,63–16,58
O-III	10	14,33 ^b	2,42	2,10	14,65	12,25–18,13
Batak i karabatak/Drumstick with thigh						
K	10	20,37 ^x	2,46	3,29	16,17	17,22–28,52
O-I	10	16,14 ^{y,q}	1,88	1,98	12,29	12,85–19,24
O-II	10	20,41 ^z	2,17	1,86	9,13	18,52–24,63
O-III	10	20,20 ^z	3,39	1,69	8,36	17,49–23,36

(a,b; c,d) p < 0,05

(x,y; q,z) p < 0,01

Tabela 7. Istisnuta voda (%)
Table 7. Expressible water (%)

Grupa/Group	n	\bar{X}	Sx	Sd	Cv	Iv
Grudi/Breast						
K	10	38,04 ^x	4,52	3,70	9,72	33,21–45,25
O-I	10	42,09 ^{a,y}	4,85	2,59	6,16	38,47–47,25
O-II	10	38,91 ^b	4,13	3,07	7,90	33,85–44,78
O-III	10	39,82	6,68	3,51	8,81	35,47–46,68
Batak sa karabatakom/Drumstick with thigh						
K	10	42,92	5,08	2,88	6,71	37,46–46,28
O-I	10	43,73	5,03	2,45	5,60	38,89–47,18
O-II	10	42,99	4,56	3,09	7,19	36,69–47,25
O-III	10	43,69	7,33	3,93	9,00	35,77–47,85

(a,b; c,d) p < 0,05

(x,y; q,z) p < 0,01

manji u odnosu na prvu oglednu grupu ($p < 0,01$). Takođe, vrednosti su bile male i kod druge ogledne grupe, a značajno manje u odnosu na prvu oglednu grupu ($p < 0,05$). U mesu bataka i karabataka nisu bile utvrdene statistički značajne razlike između prosečnih vrednosti za ovaj parametar ($p > 0,05$).

Sposobnost vezivanja vode je jedna od najznačajnijih funkcionalnih osobina mesa. *Jauregui i dr.* (1981) koriste više termina koji bliže određuju sposobnost vezivanja vode, a to su: potencijal vezivanja vode, istisnuta voda i slobodno ceđenje. Potencijal vezivanja vode (water binding potential) definiše se kao sposobnost proteina mesa da zadrže vodu pod uticajem spoljašnje sile. Istisnuta voda (expressible moisture) odnosi se na količinu vode koja može da bude istisnuta iz mesa delovanjem sile. Slobodno ceđenje (free drip) odnosi se na količinu vode koju

meso gubi bez uticaja spoljašnje sile, odnosno samo pod uticajem kapilarnih sila, odnosno gravitacije.

Oko 88 do 95% vode u mesu je intracelularna voda koja se nalazi u prostoru između aktinskih i miozinskih filamenata. Samo 5 do 12% vode u mišiću je locirano između miofibrila. Faktori kao što su pH, dužina sarkomera, jonska jačina, osmotski pritisak i razvoj rigor mortisa utiču na sposobnost vezivanja vode (*Northcutt i dr.*, 1994).

Pod uticajem sposobnosti vezivanja vode su i senzorske osobine kao što su nežnost, sočnost i tvrdoća, koje utiču na kvalitet mesa, odnosno proizvoda od mesa. Na SVV mesa utiču mnogi faktori kao što su stvaranje mlečne kiseline, usled glukolize i, shodno tome, pad vrednosti pH, što ima kao posledicu denaturaciju proteina, gubitak rastvorljivosti proteina i redukciju reaktivnih grupa

dostupnih za vezivanje vode u proteinima mesa (Wismer-Perdersen, 1986). Smanjenje reaktivnih grupa dešava se usled pada pH vrednosti, koja se bliži izoelektričnoj tački proteina mesa, kada se broj pozitivnih i negativnih naelektrisanja na reaktivnim grupama izjednačava. Jednaka distribucija različitih naelektrisanja u reaktivnim grupama proteina privlače jedni druge, smanjujući broj grupa dostupnih za reakciju sa polarnim molekulima vode slabeći sposobnost proteina da vežu vodu.

Još jedan važan faktor koji utiče na SVV je nedostatak prostora između miofibrilarnih proteina što ima kao posledicu akumulaciju aktomiozinskog kompleksa, pošto su izvori energije u mišiću utroše-

ni. Kako napreduje *rigor mortis*, dvovalentni katjoni kao što su magnezijum i kalcijum u sarkoplazmi, vezuju se za reaktivne grupe na najbližim proteinskim lancima, smanjujući elektrostatičku odbojnost između negativno naelektrisanih grupa koje ih održavaju odvojenim. Ova reakcija povlači susedne proteinske lance bliže, smanjujući prostor koji je potreban da bi voda bila zadržana u mesu, i time povećavajući količinu vode koja se izbacuje u ekstracelularni prostor.

U tabelama 8 do 11, prikazana je statistička procena razlike ispitivanih parametara između i unutar grupa.

Tabela 8. Procena razlike sadržaja vode u mesu
Table 8. Difference estimation of water content

Izvori varijacije/ Sources of variation	Stepeni slobode/ Degrees of freedom	Suma kvadrata/ Sum of squares	Sredina kvadrata/ Median of squares	F	F tabelle/ F-tables
Grudi/Breast					
Između grupa/ Between groups	3	11,55	3,85	12,79	2,89 _(0,05)
Unutar grupa/ Within groups	36	10,83	0,30		4,43 _(0,01)
Ukupno/ Total	39	22,38			
Batak i karabatak/Drumstick with thigh					
Između grupa/ Between groups	3	4,56	1,52	2,03	2,89 _(0,05)
Unutar grupa/ Within groups	36	26,92	0,75		4,43 _(0,01)
Ukupno/ Total	39	31,48			

Tabela 9. Procena razlike vrednosti pH
Table 9. Difference estimation of pH value

Izvori varijacije/ Sources of variation	Stepeni slobode/ Degrees of freedom	Suma kvadrata/ Sum of squares	Sredina kvadrata/ Median of squares	F	F tabelle/ F-tables
Grudi/ Breast					
Između grupa/ Between groups	3	0,02	0,01	2,01	2,70 _(0,05)
Unutar grupa/ Within groups	75	0,31	0,00		3,99 _(0,01)
Ukupno/Total	78	0,33			
Batak/ Drumstick					
Između grupa/Between groups	3	0,01	0,00	1,63	2,70 _(0,05)
Unutar grupa/Within groups	75	0,16	0,00		3,99 _(0,01)
Ukupno/ Total	78	0,17			
Karabatak/Thigh					
Između grupa/Between groups	3	0,01	0,00	1,96	2,70 _(0,05)
Unutar grupa/Within groups	75	0,13	0,00		3,99 _(0,01)
Ukupno/Total	78	0,14			

Tabela 10. Procena razlike sposobnosti vezivanja vode
Table 10. Difference estimation of water holding capacity

Izvori varijacije/ Sources of variation	Stepeni slobode/ Degrees of freedom	Suma kvadrata/ Sum of squares	Sredina kvadrata/ Median of squares	F	F tabelle/ F-tables
Grudi/Breast					
Između grupa/Between groups	3	37,77	12,59	3,03	2,89 _(0,05)
Unutar grupa/Within groups	36	149,37	4,15		4,43 _(0,01)
Ukupno/ Total	39	187,14			
Batak i karabatak/Drumstick with thigh					
Između grupa/Between groups	3	131,78	43,93	7,49	2,89 _(0,05)
Unutar grupa/Within groups	36	211,06	5,86		4,43 _(0,01)
Ukupno/Total	39	342,85			

Tabela 11. Procena razlike procenta istisnute vode
Table 11. Difference estimation of expressible water percentage

Izvori varijacije/ Sources of variation	Stepeni slobode/ Degrees of freedom	Suma kvadrata/ Sum of squares	Sredina kvadrata/ Median of squares	F	F tabelle/ F-tables
Grudi/Breast					
Između grupa/Between groups	3	90,93	30,31	2,59	2,89 _(0,05)
Unutar grupa/Within groups	36	421,41	11,71		4,43 _(0,01)
Ukupno/Total	39	512,34			
Batak sa karabatom/ Drumstick with thigh					
Između grupa/Between groups	3	5,67	1,89	0,17	2,89 _(0,05)
Unutar grupa/Within groups	36	392,99	10,92		4,43 _(0,01)
Ukupno/Total	39	398,66			

Zaključak

Infekcija protozom *E. tenella* ispoljila je negativan uticaj na sadržaj vode u mesu grudi i bataka sa karabat kom, odnosno uslovlila je povećanje sadržaja vode.

Vrednosti pH mesa, takođe, bile su pod uticajem infekcije, tako da je u mesu grudi brojlera prve ogleadne grupe pH vrednost mesa bila najmanja.

Sposobnost vezivanja vode bila je najveća u mesu brojlera kontrolne grupe, dok je procenat istisnute vode bio najmanji.

Može da se zaključi da je infekcija negativno uticala na ove funkcionalne osobine mesa, naročito u slučaju kada oboljenje nije lečeno, odnosno kada se pojavilo u supkliničkoj formi.

Literatura

- Abeni F., Bergoglio G., 2001. Characterization of different strains of broiler chicken by carcass measurements, chemical and physical parameters and NIRS on breast muscle. *Meat Science*, 57, 2, 133–137.
- Augustine C. P., Bartha R. J., Innes L., Müller N., 2001. Chasing coccidia – new tools enter the race. *Trends in Parasitology*, 17, 11, 509–511.
- Castellini C., Mugnai C., Dal B. A., 2002. Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Science*, 60, 219–225.
- Đorđević M., 2005. Uticaj supstitucije ribljeg brašna dehidrovanim brašnom larvi domaće muve (*Musca domestica* L.) na proizvodne rezultate i kvalitet mesa brojlera. Doktorska disertacija, Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu.

- Earl L. A., King A. J., Fitzpatrick D. P., Cooper J. E., 1996. A modification of a method to determine expressible moisture in ground, dark poultry meat. *Poultry Science*, 75, 1433–1436.
- Gardzielewska J., Jakubowska M., Tarasewicz Z., Szczerbińska D., Ligocki, M., 2005. Meat quality of broiler quail fed on feeds with different protein content. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Animal Husbandry*, 8, 1.
- Grag R., Banerjee D. P., Gupta S. K., 1999. Immune responses in chickens against *Eimeria tenella* sporozoite antigen. *Veterinary Parasitology*, 81, 1–10.
- Hofstad M. S., 1984. *Diseases Of Poultry*, Iowa State University Press. Ames.
- Ivanović S., 2003. Ispitivanje uticaja probiotika na odabrane pokazatelje kvaliteta i higijenske ispravnosti pilećeg mesa, Doktorska disertacija, Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu.
- Jauregui C. A., Regenstein J. M., Baker R. C., 1981. A simple centrifugal method for measuring expressible moisture, a water binding property of muscle foods. *Journal of Food Science*, 46, 1271–1273.
- Koinarski V., Georgieva D., Pavlov A., 1998. Effect of coccidiosis upon the chemical composition of broiler meat and liver. Poster session, *Parasitology International* 47.
- Liu Y., Lyon B. G., Windham W. R., Lyon C. E., Savage E. M., 2004. Principal Component Analysis of Physical, Color and Sensory Characteristics of Chicken Breasts Deboned at Two, Four, Six and Twenty-Four Hours Post-mortem. *Poultry Science*, 83, 1, 101–108.
- Lonergan S. M., Deeb N., Fedler C. A., Lamont S. J., 2003. Breast Meat Quality and Composition in Unique Chicken Populations. *Poultry Science*, 82, 12, 1990–1994.
- Northcutt J. K., Foegeding E. A., Edens F. W., 1994. Water-holding properties of thermally preconditioned chicken breast and leg meat. *Poultry Science*, 73, 308–316.
- Ristić M., Damme K., Freudenreich P., 2005. Einfluss phytogener Futterzusatzstoffe auf die Qualität von Geflügelfleisch. *Tehnologija mesa*, 1–2, 46, 51–55.
- Silva M. G. C., Glória M. B. A., 2002. Bioactive amines in chicken breast and thigh after slaughter and during storage at 4+1°C and in chicken-based meat products. *Food Chemistry*, 78, 2, 241–248.
- SRPS ISO 1442/1998. Meso i proizvodi od mesa – određivanje sadržaja vlage (referentna metoda).
- SRPS ISO 2197/2004. Meso i proizvodi od mesa – merenje pH (referentna metoda).
- Suchy P., Jelinek P., Strakova E., Hucl J., 2002. Chemical composition of muscles of hybrid broiler chickens during prolonged feeding. *Czech Journal of Animal Science*, 47, 12, 511–518.
- Taylor R. D., Jones G. P., 2004. The incorporation of whole grain into pelleted broiler chicken diets. *Poultry Science*, 45, 2, 237–246.
- Technical information on Hybro G+ broilers, www.hybro.com.
- Van Heerden S. M., Schönfeldt H. C., Smith M. F., Jansen van Rensburg D. M., 2002. Nutrient Content of South African Chickens. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15, 47–64.
- Vermeulen A. N., Schaapk D. C., Schetters T. P. M., 2001. Control of coccidiosis in chickens by vaccination. *Veterinary Parasitology*, 100, 13–20.
- Wardlaw F. B., McCaskill L. H., Acton J. C., 1973. Effects of postmortem muscle changes on poultry meat loaf properties. *Journal of Food Science*, 38, 421–423.
- Wattanachant S., Benjakul S., Ledward D. A., 2004. Composition, Color and Texture of Thai Indigenous and Broiler Chicken Muscles. *Poultry Science*, 83, 1, 123–128.
- Williams R. B., 2002. Anticoccidial vaccines for broiler: pathways to success. *Avian Pathology*, 31, 317–353.
- Wisner-Perdersen J., 1986. Chemistry of animal tissues: Water. In *The science of meat and meat products*. Price, J. F., Schweigert B. S., Food & Nutrition Press, Inc. Westport, CN. 141–154.
- Živkov-Baloš M., 2004. Uticaj korišćenja fitaze u ishrani brojlera na proizvodne rezultate, iskoristivost fosfora i stepen mineralizacije koštanog sistema. Doktorska disertacija, Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu.

Functional properties of broilers' meat depending on infection with *Eimeria tenella*

Lilić Slobodan, Vranić Danijela, Matekalo-Sverak Vesna, Ilić Tamara, Ivanović Snežana, Milićević Dragan, Dimitrijević Sanda

S u m m a r y: Caecal coccidiosis is important parasitic disease that causes significant financial damages measured in millions of dollars per year. The aim of this paper is to investigate functional properties of broilers' meat (water binding capacity - WBC and expressible water - EW) obtained from animals infected with *Eimeria tenella* ($7,8 \times 10^4$ infectious oocysts – the first experimental group; $4,7 \times 10^5$ – the second experimental group and $9,4 \times 10^5$ infectious oocysts – the third experimental group). The infected animals were treated and the values of functional properties were compared to the results from control group of healthy animals.

Water content and pH were determined using ISO methods, while the results of functional properties values were obtained by the method of centrifugation. The results were statistically processed using variance analysis and Tukey's test.

The highest water content (75.59%) was determined in breast meat of broilers from group O-II. It differed significantly ($p < 0,01$) from the results obtained from K and O-III group (74,11 and 74,80% respectively), as well as O-I group ($p < 0,05$). The highest pH value of thigh was found in K and O-III group (6.25), pH measured in animals from O-II group was somewhat lower (6.24), while the lowest pH was measured in thighs of broilers from O-I group (6.23). The results obtained from O-I group were significantly different ($p < 0,05$) comparing to group K and O-III.

Water binding capacity of breast meat was highest in the group of healthy animals (K) and it differed significantly from the values measured in group O-I ($p < 0,01$) and group O-III ($p < 0,05$). WBC of drumstick and thigh meat was significantly lower in O-I group compared to control, O-II and O-III ($p < 0,01$). These results point out that caecal coccidiosis had negative

effect on this functional, i.e. technological meat property. It is important to mention that broilers from infected groups had sub-clinical form of the disease and received no treatment, meaning that the period of infection played crucial role.

The percentage of EW was lowest in breast meat of broilers from control group – significantly lower compared to O-I ($p < 0,01$). Low values were also measured in the second experimental group, significantly lower compared to O-I ($p < 0,05$). No significant differences were determined in drumstick and thigh between average values of EW ($p > 0,05$).

Infection with protozoan parasite *Eimeria tenella* resulted in negative effects on water content in breast meat, drumstick and thigh (increased values of the parameter). Value of pH was also affected by the infection which resulted with the lowest pH of meat from experimental group. Water binding capacity was the highest in meat from control group of broilers, while the percentage of expressed water was the lowest. It can be concluded that the infection had negative effects on functional properties of meat, especially in case when no treatment was administered, which resulted in sub-clinical form of the disease.

Key words: *Eimeria tenella*, coccidiosis, broilers' meat, functional properties.

Rad primljen: 19.01.2010.

Rad prihvaćen: 22.01.2010.

Uticaj tufozela, kao dodatka hrani, na mesnatost različitih kategorija svinja

Drljačić Aleksandar¹, Krstić Milena², Marković Radmila², Šefer Dragan², Đurić Jelena², Baltić Ž. Milan²

S a d r Ź a j: Primena zeolita u ishrani svinja pokazala je pozitivno dejstvo na proizvodne parametre svinja u tovu, te njihova primena kao specifičnih adsorbenata ima svoje nutritivno, medicinsko i ekonomsko opravdanje. Radi ispitivanja dejstva tufozela, kao predstavnika zeolita, na mesnatost trupova i debljinu masnog tkiva, istraživanje je sprovedeno na tri kategorije svinja ukrštenih rasa: mlade nerastove, nazimice i kastrate. Svaka kategorija svinja podeljena je u dve grupe, kontrolnu i oglednu. U obroke oglednih grupa umešano je po 0,5% tufozela. Posle završenog tova, svinje su zaklane, a na liniji klanja ispitivana je mesnatost trupova i to merenjem debljine masnog tkiva na leđima i merenjem mase toplih polutki. Kod svinja ispitanih kategorija, prosečna masa trupa oglednih grupa bila je veća nego kod kontrolnih, s tim da je kod nerastova ta razlika bila najveća. Razlike u debljini masnog tkiva kod oglednih grupa kastrata i nazimica pokazale su se statistički visoko značajne ($p < 0,001$), dok između prosečne debljine masnog tkiva ogledne i kontrolne grupe mladih nerastova nije utvrđena statistički značajna razlika. Uticaj tufozela na prosečnu masu mesa i procenat mesa u trupu kod kastrata i nazimica oglednih grupa pokazao se kao statistički visoko značajan ($p < 0,001$). Između prinosa mesa kontrolne i ogledne grupe mladih nerastova izraženog u kg, odnosno u %, utvrđena je statistički značajna razlika ($p < 0,05$). Dobijeni rezultati ukazuju na pozitivan uticaj tufozela na parametre mesnatosti i mesnatost ispitivanih kategorija svinja.

Ključne reči: svinje, mesnatost, tufozel.

Uvod

U svetu se čine ogromni naponi da se proizvede što više hrane. Ti naponi su raznorodni, a rezultat tih napora je stalno povećanje obima poljoprivredne proizvodnje. Razvijene zemlje danas podmiruju svoje potrebe u poljoprivrednim proizvodima iz sopstvene proizvodnje, a imaju i viškove pojedinih ratarskih kao i stočarskih proizvoda. Podmirenje potreba poljoprivrednih proizvoda iz dela stočarske proizvodnje je teže ostvariti nego podmirenje potreba iz ratarske proizvodnje. Stočarska proizvodnja je specifičnija i zahtevnija i ne može u tolikoj meri da se industrijalizuje, kao što je to slučaj sa ratarskom proizvodnjom. Dužina biološkog ciklusa proizvodnje, reprodukcija i mogućnost industrijalizacije osnovni su razlozi neravnomernog rasta proizvodnje različitih vrsta mesa (Lazarević, 2006).

Meso i proizvodi od mesa predstavljaju visokokvalitetnu hranu, imaju izražena hranljiva i biološka svojstva. Nezamenljivi su u pravilnoj ishrani i čine osnovne izvore proteina visoke biološke vrednosti. Porast stočarske proizvodnje osnova je poboljšanja

ishrane visokovrednim životinjskim proizvodima neophodnim za stanovništvo.

Intenzivna stočarska proizvodnja podrazumeva uzgoj velikog broja životinja na malom prostoru, uz konstantno održavanje njihovog dobrog zdravstvenog stanja i povećanje produktivnosti. Sa druge strane, razvoj industrijske prerade mesa i zahtevi tržišta za što kvalitetnijim proizvodima od mesa ukazuju na potrebu gajenja mesnatijih i ekonomski isplativijih vrsta životinja. Kvalitet živih i zaklanih svinja i njihova klanična vrednost, kao i osobine mesa i slanine, zavisi od mnogih činilaca. Najvažniji su rasa i tip, genetska osnova, ishrana, masa i starost svinja pri klanju. Svaki od ovih činilaca pojedinačno utiče na kvalitet svinja za klanje, ali je njihovo delovanje međusobno veoma povezano, tako da jedan činilac umanjuje ili podstiče delovanje drugog (Volčević, 2002). U intenziviranju stočarske proizvodnje primena zeolita kao specifičnog adsorbera našla je svoje mesto u ishrani životinja.

Zeolitiski minerali pripadaju grupi aluminosilikatnih minerala. Karakteriše ih razućena površina i visoka vrednost kapaciteta katjonske izmene koja

¹Magnavita holding A. D. Futoška br. 2, 21 000 Novi Sad, Republika Srbija;

²Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Bulevar oslobođenja 18, 11 000 Beograd, Republika Srbija.

potiče od izomornih supstancija trovalentnog aluminijuma sa dvovalentnim katjonima (Mg^{2+} , C^{2+}), zbog čega poseduju negativno naelektrisanje površine koje je kompenzovano sa katjonima koji mogu lako da se zamene sa drugim. Njihova efikasnost za adsorpciju supstancija zavisi od kapaciteta adsorpcije, kristalne strukture i površinskog naelektrisanja sa jedne strane, kao i od osobina toksina sa druge strane. Danas je poznato oko 50 prirodnih vrsta zeolita i oko stotina sintetskog porekla. Kao dodatak hrani za životinje u određenoj koncentraciji, njegov zadatak je da efikasno, selektivno i brzo adsorbuje toksične supstancije i na taj način znatno smanji njihovu biodostupnost i samim tim njihovu toksičnost.

Još krajem šezdesetih godina utvrđeno je da je klinoptilolit (prirodni zeolit) primenjen putem hrane, pružio adekvatnu zaštitu različitim vrstama i kategorijama životinja od mikotoksina i povoljno uticao na proizvodne performanse životinja. Preparati na bazi zeolita ili sami zeoliti korišćeni su u istraživanjima na govedima (Pešev i dr., 2005), ali i živini (Wu-Haan i dr., 2007; Shariatmandari, 2008). Stojković i dr. (2005) su koristili preparat na bazi zeolita kao dodatak ishrani jagnjadi u tovu i ističu povećan dnevni prirast, kao i veću prosečnu telesnu masu ogleadne grupe. Pozitivnu stranu zeolita istakli su i Defang i Nikishov (2009) u smislu povećanja, kako prirasta, tako i signifikantno povećanje mase mesa kod ogleadnih grupa svinja u odnosu na kontrolnu grupu. Veći broj autora potvrdilo je nedvosmisleno vezu između zeolita i povećane mesnatosti svinja (Tsitshishvili i dr., 1999; Margeta i Kralnik, 2006; Yanaakopoulos i dr., 2000) kao i pozitivan uticaj ovog dodatka ishrani na opšte zdravstveno stanje životinja.

Zeoliti pokazuju sposobnost da za sebe vežu odnosno hemisorbuju različite mikotoksine u digestivnom traktu i na taj način sprečavaju negativan efekat prisustva mikotoksina u hrani. Pokazali su dobru adsorpciju mikotoksina i u *in vitro* uslovima (Tomašević-Čanović i dr., 2003; Spoti i dr., 2005; Daković i dr., 2005), a protektivnu ulogu zeolita u organizmu u odnosu na mikotoksine su u svojim istraživanjima *in vivo*, na svinjama, potvrdili i mnogobrojni istraživači (Šperanda i dr., 2006; Zöllner i dr., 2002). Zeoliti su, kao adsorbensi, ili ekonomičan izvor minerala pronašli svoje mesto kao dodatak hrani za životinje, i to u količinama od 0,2 do 2%.

Dosadašnji rezultati primene zeolita u ishrani svinja najvećim delom se odnose na njegov uticaj na prirast, konverziju hrane i zdravstveno stanje životinja. Manje je podataka o uticaju zeolita u ishrani svinja na prinos mesa. Stoga je cilj ovog rada i bio ispitivanje uticaja tufozela primenjenog u vidu aditiva smešama za ishranu svinja, na mesnatost različitih kategorija svinja.

Materijal i metode

U ogledu su korišćeni nazimice, kastrati i mladi nerastovi ukrštenih vrsta nemačkog landrasa, velikog jokšira i Cotswold 10, podeljenih u kontrolne i ogleadne grupe (po 20 jedinki iz svake kategorije). Ishrana kontrolnih i ogleadnih grupa razlikovala se u toliko što je kod ogleadnih grupa kao dodatak hranivima korišćeno 0,5% tufozela (zeolita). Posle završetka tova (masa živih svinja od 100 do 105 kg) svinje su transportovane do klanice, klane i obrađene na uobičajen način za industrijsku klanicu.

Mesnatost polutki utvrđena je na liniji klanja na osnovu dva parametra: debljina slanine na leđima i mase toplih polutki.

Debljina masnog tkiva na leđima, zajedno sa kožom, gde je slanina najtanja (prostor u visini 13–15. pršljena) i na krstima, na mestu na kome mišić *M. gluteus medius* najviše urasta u slaninu. Debljina slanine merena je čeličnom pantljkikom sa tačnošću ± 1 mm, a izražena je u milimetrima. Zbir navedene dve mere označava debljinu slanine na leđima.

Masa toplih polutki određivana je merenjem na automatskoj vagi proizvođača „Libela” Celje, tipa merne naprave KG II, na koloseku, sa tačnošću $\pm 0,5$ kg. Masa polutki izražena je u kilogramima.

Određivanje mesnatosti prema Pravilniku

Mesnatost je određivana na osnovu debljine slanine na leđima i mase toplih polutki. Za to su korišćene tabele iz *Pravilnika o kvalitetu zaklanih svinja i kategorizaciji svinjskog mesa* (1985), od kojih jedna služi za određivanje prinosa mesa u kilogramima, a druga za određivanje prinosa mesa u procentima.

Rezultati i diskusija

Rezultati uticaja tufozela kao dodatka hrani na mesnatost različitih kategorija svinja prikazani su u tabelama. U tabeli 1 prikazana je prosečna masa trupova svih ispitivanih kategorija, po grupama. Iz rezultata prikazanih u tabeli 1 vidi se da je prosečna masa trupa kontrolne grupe kastrata bila $78,1 \pm 3,81$ kg, a ogleadne $78,8 \pm 1,88$ kg i da između prosečnih masa trupa ogleadne i kontrolne grupe nije utvrđena statistički značajna razlika. Slični rezultati dobijeni su i za nazimice, dok je kod mladih nerastova prosečna masa trupa ogleadne grupe bila za 3,70 kg veća od kontrolne, ali ni u ovoj kategoriji razlika između prosečnih masa trupa ogleadne i kontrolne grupe nije utvrđena statistički značajna razlika. Dobijeni rezultati u saglasnosti su sa istraživanjima Margete i Kralnika (2006) o uticaju zeolita na masu trupova ogleadnih grupa u poređenju sa kontrolnim.

Tabela 1. Prosečna masa trupa oglednih i kontrolnih grupa (kg)
Table 1. Average weight of carcasses in experimental and control group (kg)

Grupa/Group	Prosečna masa/ Average weight X	Mere varijacije/Measures of variation			
		S _d	S _e	I _v	C _v (%)
Kastrati/Castrates					
Kontrolna/Control	78,10	3,81	0,85	12	4,88
Ogledna/Experimental	78,80	1,88	0,42	6	2,39
Nazimice/Gilts					
Kontrolna/Control	77,70	2,62	0,59	9	3,37
Ogledna/Experimental	78,80	1,47	0,33	5	1,87
Nerastovi/Boars					
Kontrolna/Control	73,20	4,29	1,36	13	5,86
Ogledna/Experimental	76,90	6,40	2,03	7	8,33

S_d – standardna devijacija/standard deviation

S_e – standardna greška/standard error

I_v – interval varijacije/interval of variation

C_v (%) – koeficijent varijacije/coefficient of variation

Prosečna debljina masnog tkiva kao parametar mesnatosti prikazan je u tabeli 2. Prosečna debljina slanine bila je kod kontrolne grupe kastrata $50,7 \pm 3,44$ mm, a kod ogledne $45,65 \pm 2,78$ mm. Između prosečne debljine slanine ogledne i kontrolne grupe kastrata utvrđena je statistički veoma značajna razlika ($p < 0,001$). Prosečna debljina slanine bila je kod kontrolne grupe nazimica $47,5 \pm 4,00$ mm, a kod ogledne $42,20 \pm 2,62$ mm. Između prosečne debljine slanine ogledne i kontrolne grupe nazimica utvrđena je statistički veoma značajna razlika ($p < 0,001$). Prosečna debljina slanine bila je kod kontrolne grupe mladih nerastova $31,75 \pm 4,29$ mm, a kod ogledne $33,25 \pm 3,68$ mm (tabela 2.). Između prosečne debljine slanine ogledne i kontrolne grupe mladih nerastova nije utvrđena statistički značajna razlika.

Mesnatost trupova za ispitivane kategorije svinja, u kilogramima i procentima, izvedena u odnosu na prethodna dva pokazatelja prikazana je u tabeli 3 i grafikonu 1. Prosečna masa mesa u trupovima kastrata kontrolne grupe bila je $31,35 \pm 1,50$ kg, a ogledne $32,85 \pm 0,93$ kg. Procenat mesa u trupu kastrata kontrolne grupe bio je $40,45 \pm 0,93\%$, a ogledne grupe $41,60 \pm 0,60\%$. Između prinosa mesa kontrolne i ogledne grupe kastrata izraženog u kg, odnosno u %, utvrđena je statistički veoma značajna razlika ($p < 0,001$). Povećanje prinosa mesa korišćenjem zeolita u ishrani svinja različitih kategorija potvrđuje rezultate do kojih su došli *Defang i Nikishov* (2009).

U trupovima nazimica prosečna masa mesa bila je, u kontrolnoj $31,75 \pm 1,16$ kg, a u oglednoj grupi

Tabela 2. Prosečna debljina masnog tkiva oglednih i kontrolnih grupa (mm)
Table 2. Average thickness of fat tissue in experimental and control group (mm)

Grupa/Group	Prosečna debljina masnog tkiva, X/ Average thickness of fat	Mere varijacije/Measures of variation			
		S _d	S _e	I _v	C _v (%)
Kastrati/Castrates					
Kontrolna/Control	50,70 ^a	3,44	0,77	12	4,79
Ogledna/Experimental	45,65 ^b	2,78	0,62	10	6,09
Nazimice/Gilts					
Kontrolna/Control	47,50 ^a	4,00	0,89	15	8,42
Ogledna/Experimental	42,20 ^b	2,62	0,59	9	6,21
Nerastovi/Boars					
Kontrolna/Control	31,75	4,29	1,36	4	13,51
Ogledna/Experimental	33,25	3,68	1,17	8	11,08

^{a, b} $p < 0,001$

Tabela 3. Prosečna masa mesa ispitivanih grupa
Table 3. Average weight of meat in investigated groups

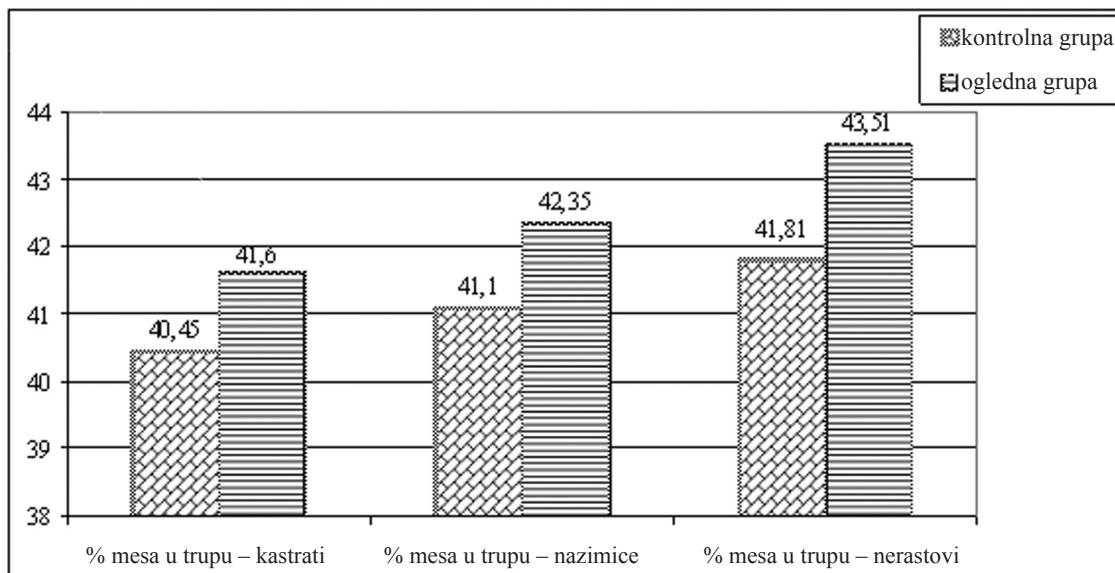
Kategorija svinja/ Pigs category	Statistički parametri/ Statistical parameters	Prosečna masa mesa/ Average weight of meat(kg)		Procenat mesa u trupu/ Percentage of meat in carcasses (%)	
		Kontrolna/ Control	Ogledna/ Experimental	Kontrolna/ Control	Ogledna/ Experimental
Kastrati/Castrates	X	31,35 ^a	32,85 ^β	40,45 ^a	41,60 ^β
	S _d	1,50	0,93	0,93	0,60
	S _e	0,34	0,21	0,19	0,13
	I _v	5	3	3	2
	C _v (%)	4,79	2,83	2,05	1,44
Nazimice/Gilts	X	31,75 ^a	33,25 ^β	41,10 ^a	42,35 ^β
	S _d	1,16	0,85	0,85	0,59
	S _e	0,26	0,19	0,19	0,13
	I _v	4	3	3	2
	C _v (%)	3,65	2,56	2,07	1,39
Nerastovi/Boars	X	30,81 ^x	33,25 ^y	41,81 ^x	43,51 ^y
	S _d	2,01	3,15	1,39	0,50
	S _e	0,64	1,00	0,44	0,16
	I _v	3,68	0,78	1,61	4,99
	C _v (%)	6,53	9,46	3,33	1,14

^{a,β} p < 0,001, ^{x,y} p < 0,05

33,25 ± 0,85 kg. Procenat mesnatosti trupa nazimica razlikovalo se za 1,15% u korist ogledne grupe.

Između prinosa mesa kontrolne i ogledne grupe nazimica izraženog u kg, odnosno u %, utvrđena je statistički veoma značajna razlika (p < 0,001).

Uticaj tufozela na mesnatost mladih nerastova je takođe primetan. Prosečna masa mesa u trupovima nerastova kontrolne grupe bila je 30,81 ± 2,01 kg, a ogledne 33,25 ± 3,15 kg. Procenat mesa u trupu nerastova kontrolne grupe bio je 41,81 ± 1,39%,



Grafikon 1. Prosečna masa mesa kod kontrolnih i oglednih grupa ispitivanih kategorija (%)

Figure 1. Average weight of meat in control and experimental group of different categories of pigs (%)

Legenda/Legend:

% mesa u trupu – kastrati/percentage of meat in carcasses (%);

% mesa u trupu – nazimice/percentage of meat in gilts (%);

% mesa u trupu – nerastovi/percentage of meat in boars (%);

a ogledne grupe $43,51 \pm 0,50\%$. Između prinosa mesa kontrolne i ogledne grupe mladih nerastova izraženog u kilogramima, odnosno u %, utvrđena je statistički značajna razlika ($p < 0,05$).

Klasifikacija i ocena svinjskog mesa sprovedena u skoro svim zemljama EU podrazumeva metode bazirane na merenju debljine masnog i mišićnog tkiva, kao parametra za izračunavanje procenata mesa, izraženog kao udeo u masi čitavog trupa (*Petrović i dr.*, 2009). Razvrstavanje svinjskih trupova u trgovačke klase (SEUROP) je jedan od pokazatelja kvaliteta svinja i bitan činilac u formiranju tržišne vrednosti svinjskih trupova u zemljama EU (tabela 4). Rezultati ispitivanja, *Kušec i dr.* (2006), koji se odnose na klasiranje svinjskih trupova u trgovačke klase (SEUROP), pokazuju da je najveći procenat trupova nazimica (mesnatost je određivana instrumentalno) pripadao klasi E, 50,00% (S 7,14%; U 21,43% i R 21,43%), kao i trupova kastrata E, 46,15% (U 30,77% i R 23,08%).

Tabela 4. Razvrstavanje trupova svinja u zemljama EU

Table 4. Classification of pigs carcasses in EU countries

Klasa/class	% mesa u trupu*/ % of meat in carcass
S	≥ 60
E	55–59
U	50–54
R	45–49
O	40–44
P	<40

Napomena: * – dve polutke iste svinje/
Note: * – two halves of the same carcass

Rezultati ispitivanja, *Tolušija i dr.* (2006), klasiranja svinjskih trupova u trgovačke klase (SEUROP) pokazuju da je učestalost navedenih klasa kod F 1 hibrida pijetren/švedski landras-veliki jorkšir bila sledeća: S 42,37%, E 55,93%, U 1,69%, dok je kod F 1 hibrida nemački landras/švedski landras-veliki jorkšir bila sledeća: E 54,17%, U 33,33%, R 12,50% (mesnatost je određivana metodom dve tačke).

Rezultati ispitivanja, *Bara i dr.* (2003), klasiranja trupova poljskih belih svinja i poljskog landrasa sa individualnih farmi u trgovačke klase (SEUROP) pokazuju sledeću zastupljenost pojedinih klasa. E 25,50%, U 20,20%, R 21,70%, O 23,30% i P 9,30%

(mesnatost je određivana instrumentalnom metodom – Ultra FOM 100).

Rezultati ispitivanja *Pöldverea i dr.* (2002), klasiranja trupova estonskih rasa svinja u trgovačke klase (SEUROP), pokazuju da je zastupljenost pojedinih trgovačkih klasa pri klasiranju trupova estonskog landrasa bila sledeća S 34%, E 56%, U 10% dok je pri klasiranju trupova estonskih belih svinja zastupljenost pojedinih trgovačkih klasa bila sledeća S 28%, E 68% i U 4% (mesnatost je određivana instrumentalnom metodom – Ultra FOM 100).

Po odredbama *Pravilnika o kvalitetu zaklanih svinja i kategorizaciji svinjskog mesa* (1985), koji se još primenjuje u našoj zemlji, pod mesnatošću trupa ili svinjskih polutki podrazumeva se ukupna masa mesa bez mišićnog tkiva koje pripada trbušno-rebarnoj muskulaturi, a koje prosečno iznosi od 7 do 10%. Zakonska regulativa, prema važećem *Pravilniku o kvalitetu zaklanih svinja i kategorizaciji svinjskog mesa* (1985) ukazuje da se procenat mesa u trupu zaklanih, masnih svinja kreće u opsegu od 23,70 do 31,89% a mesnatih svinja u opsegu od 28,77 do 46,61%. Zbog različitih metoda određivanja mesnatosti svinja u Evropskoj uniji i Srbiji rezultati mesnatosti svinja su teško poredivi. U kontrolnim grupama procenat mesa u trupu bio je između 40,45–41,81%, dok je kod oglednih grupa prosečna mesnatost bila od 41,60 do 43,51%. Eksperimentalno dobijeni rezultati svrstavaju sve tri kategorije svinja u mesnate, s tim da je tufozel kao dodatak u smešama uticao na veći procenat mesa, odnosno mesnatost svinja.

Zaključak

Na osnovu obavljenih ispitivanja dobijeni rezultati ukazuju da je, numerički gledano, ali ne i statistički značajno, prosečna masa trupova svinja hranjenih sa dodatkom tufozela veća u odnosu na prosečne mase trupova svinja hranjenih bez dodatka tufozela.

Prosečna debljina masnog tkiva trupova nazimica i kastrata hranjenih obrocima sa dodatkom 0,5% tufozela bila je statistički značajno manja u odnosu na debljinu masnog tkiva svinja koje nisu hranjene sa dodatkom tufozela.

Prinos mesa kod poređenih grupa svinja hranjenih sa dodatkom tufozela, izražen u procentima i kilogramima, bio je statistički značajno veći u odnosu na grupe svinja hranjenih bez dodatka tufozela.

Literatura

- Bar T., Denaburski J., Kondratowicz J., Matusėvičius P., 2003. Post-slaughter evaluation of the meat content in pig carcasses part I. Veterinarija IR Zootechnika. T. 21, 43.
- Daković A., Tomašević-Čanović M., Dondur V., Rottinghaus G. E., Medaković V., Zarić S., 2005. Adsorption of mycotoxins by organozeolites. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 46, 20–25.
- Defang H. F., Nikishov A. A., 2009. Effect of dietary inclusion of zeolite on performance and carcass quality of grower-finisher pigs. Livestock Research for Rural Development 21, 6.
- Kušec G., Đukin J., Petričević A., Kralnik G., Maltar Z. 2006. Influence of sex on tissue distribution in pig carcasses. Krmiva, 48, 3, 131–142.
- Lazarević R., 2006. Kako brže do profitabilnog stočarstva, Vizartis, Beograd.
- Margeta V., Kralnik G., 2006. Rezultati primjene zeolita u tovu svinja na dubokoj stelji. Krmiva, 48, 2, 69–75.
- Pešev S., Ilić Z., Simeonova V., Milošević B., Spasić Z., 2005. The influence of the zeolite type „Tufozel“ on dairy cows reproductive characteristics. Biotechnology in Animal Husbandry, 21, 5–6, 19–24.
- Petrović Lj., Tomović V., Džinić N., Tasić T., Ikonić P., 2009. Parametri i kriterijumi za ocenu kvaliteta polutke i mesa svinja. Tehnologija mesa, 50, 1–2, 121–139.
- Pöldvere A., 2002. Carcass quality estimation of young boars. Estonian Pig Breeding Association. Tortu County, Märja 51015, Estonia.
- Pravilnika o kvalitetu zaklanih svinja i kategorizaciji svinjskog mesa, Sl. list SFRJ br. 2 i 12, 1985.
- Shariatmandari F., 2008. The application of zeolite in poultry production. World's Poultry Science Journal, 64, 76–84.
- Spotti, M., Fracchiolla, M., Arioli, F.; Caloni, F., Pompa, G., 2005. Aflatoxin B₁ Binding to Sorbents in Bovine Ruminal Fluid. Veterinary Research Communications, 29, 6, 507–515, 9.
- Stojković J., Adamović M., Lemić J., Jašović B., 2005. The effect of natural zeolite on fattening lambs production results. Biotechnology in Animal Husbandry, 21, 5–6, 49–52.
- Šperanda M., Liker B., Šperanda T., Šerić V., Antunović Z., Grabarević Ž., Senčić Đ., Grgurić D., Steiner Z., 2006. Haematological and biochemical parameters of weaned piglets fed on fodder mixture contaminated by zearalenone with addition of clinoptilolite. Acta Veterinaria, 56, 2–3, 121–136.
- Toluši Z., Kralnik I., Hanžek D., 2006. Market values of pig carcasses that differ in muscular tissue portions. Krmiva, 189–191.
- Tomašević-Čanović M., Daković A., Rottinghaus G., Matijašević S., Đuričić M., 2003. Surfactant modified zeolites-new efficient adsorbents for mycotoxins. Microporous and Mesoporous Materials, 61, 173–180.
- Tsitshishvili G. V., Andronikashvili T. G., Kvashali N. P., Bagishvili R. M., Zurabashvili Z. A., 1999. Agricultural application of natural zeolites in the Soviet Union, 217–224.
- Volčević B., 2002. Svinjarstvo. TERA NOVA, Novi Sad.
- Wu-Haan W., Powers W. J., Angel C. R., Hale C. E., Applegate T. J., 2007. Effect of an Acidifying Diet Combined with Zeolite and Slight Protein Reduction on Air Emissions from Laying Hens of Different Ages. Poultry Science, 86, 182–190.
- Yanaakopoulos A., Tserveni-Gousi A., Kassoli-Fournaraki A., Tsiramides A., Michalidis K., Filippidis A., Lutat U., 2000. Effect of dietary clinoptilolite-rich tuff on the performance of growing-finishing pigs. Natural Zeolites for the Third Millennium. C. Collela and F. A. Mumpton, eds., 471–481.
- Zöllner P., Jodlbauer J., Kleinova M., Kahlbacher H., Kuhn T., Hochsteiner W., 2002. Concentration levels of Zearalenone and its metabolites in urine, muscle tissue, and liver samples of pigs fed with mycotoxin-contaminated oats. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50, 2494–2501.

The influence of tufozel, as feed additive, on meatiness of different categories of pigs

Drljačić Aleksandar, Krstić Milena, Marković Radmila, Šefer Dragan, Đurić Jelena, Baltić Ž. Milan

Summary: Application of zeolite in the diet of pigs showed multiple effects, and its application as a specific adsorbent resulted in increased growth and food conversion. In order to study effects of tufozel as representative of the zeolite on the meatiness and thickness of fat tissue, research was conducted on three groups of pigs: cross breed gilts, boars and castrates. Each category of pigs was divided into two groups, control and experimental. The experimental group was fed with feed containing 0.5% of tufozel. After fattening, pigs were slaughtered at the slaughter line and the meatiness of warm carcasses was examined by measuring the thickness of fat on animals' back and weight of warm carcasses. Average weight of carcasses from the experimental group was higher compared to the control, the difference being highest in the category of young boars. The thickness of fat tissue value was statistically lower ($p < 0.001$) in experimental groups of gilts and castrates, compared to the group of young boars. Tufozel impact on the average weight and meat percentage in carcasses of castrates and gilts was statistically highly significant ($p < 0.001$). Statistically significant difference in yield ($p < 0.05$) was also observed within the category of young boars, between control and experimental group, the latter showing higher yield values. The results indicate a positive effect of tufozel on parameters of meatiness of investigated pig categories.

Key words: pigs, meatiness, tufozel.

Rad primljen: 31.03.2010.

Rad prihvaćen: 1.06.2010.

Uticaj vremena skladištenja na tok lipidne oksidacije u zamrznutom svinjskom mesu*

Petrović Ljiljana¹, Ivanović Snežana³, Šojić Branislav¹, Mandić Anamarija², Tasić Tatjana², Džinić Natalija¹, Tomović Vladimir¹

S a d r ž a j: U našoj zemlji ne postoji standard kojim se propisuje dužina skladištenja zamrznutog mesa u zavisnosti od vrste mesa, temperature skladištenja ili tehnološke obrade. Tokom skladištenja zamrznutog mesa odigravaju se oksidativne promene na lipidima.

U ovom radu prikazani su rezultati praćenja oksidativnih promena na lipidima i sadržaja masnih kiselina i holesterola u klasiranom mesu III, IV i V kategorije skladištenom na temperaturi od -20°C nakon zamrzavanja na -30°C , tokom godinu dana skladištenja. Oksidativne promene na lipidima praćene su preko koncentracije malonildialdehida (MDA). Tokom tri meseca skladištenja ne dolazi do oksidativnih promena na lipidima, a nakon šest meseci, u svim ispitanim uzorcima došlo je do porasta MDA vrednosti (0,41–0,54 mg/kg). Uočene oksidativne promene do šest meseci skladištenja su prihvatljive, a stepen lipidne peroksidacije povećava se značajno ($p < 0,001$) daljim skladištenjem. Nakon devet meseci, uzorci mesa III kategorije su sadržali 0,75 mg/kg, IV kategorije 0,83 mg/kg, a V kategorije 1,36 mg/kg MDA, što je visoko statistički značajno ($p < 0,001$) više nego u uzorcima mesa III i IV kategorije. Odnos nezasićenih i zasićenih masnih kiselina u zamrznutom svinjskom mesu se značajno ($p < 0,001$) smanjuje tokom skladištenja. Sadržaj holesterola u uzorcima pre zamrzavanja nije u uskoj vezi sa sadržajem slobodne masti. U mesu III kategorije je nađen najniži sadržaj holesterola (59,5 mg/100 g), a najveći u mesu IV kategorije (61,1 mg/100 g). Tokom 12 meseci skladištenja sadržaj holesterola se značajno ($p < 0,001$) smanjuje u svim kategorijama mesa.

Dobijeni rezultati potvrđuju da stepen lipidne peroksidacije zavisi od dužine skladištenja zamrznutog mesa i sadržaja masti u mesu, te ukazuju na potrebu usaglašavanja nacionalnih propisa sa međunarodnim.

Ključne reči: zamrznuto svinjsko meso, vreme skladištenja, oksidativne promene, masne kiseline, holesterol.

Uvod

Ohlađeno svinjsko meso može da se zamrzava, a potom skladištiti u zamrznutom stanju tokom kraćeg ili dužeg vremenskog perioda, radi potrošnje nakon kulinarske obrade ili može da se koristi za dalju industrijsku preradu. U našoj zemlji ne postoji standard kojim se propisuje moguća dužina skladištenja zamrznutog mesa u zavisnosti od vrste mesa, temperature skladištenja ili prethodne tehnološke obrade. Skladištenjem zamrznutog mesa dolazi do oksidativnih promena na lipidima, a dugotrajno skladištenje uzorkuje značajno umanjeno kvaliteta mesa i proizvoda od mesa (Petrović, 1989).

Oksidacija masti je jedan od češćih uzroka gubitka kvaliteta i kvara mesa i proizvoda od mesa, a praćena je diskoloracijama, promenama mirisa i ukusa i smanjenjem nutritivne vrednosti (Milanović-Stevanović i dr., 2006).

Oksidativna razgradnja lipida mesa obuhvata oksidaciju nezasićenih masnih kiselina, naročito polinezasićenih masnih kiselina.

Polinezasićene masne kiseline koje imaju tri ili više dvostrukih veza su pre svega vezane za fosfolipide i bitne su za razvoj karakterističnog stadijuma ukusa hrane. Oksidacija nezasićenih masnih kiselina odvija se preko sledećeg mehanizma po tipu radikala (Bastić, 1986):

***Napomena:** Rad je realizovan u okviru projekta „Razvoj tehnologije sušenja i fermentacije petrovačke kobasice (Petrovská klobasá – oznaka geografskog porekla) u kontrolisanim uslovima“, ev. broj TR 20037 koji finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

¹Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Republika Srbija;

²Univerzitet u Novom Sadu, Institut za prehrambene tehnologije, Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Republika Srbija;

³Univerzitet u Beogradu, Naučni institut za veterinarstvo, Autoput za Zagreb 3, 11000 Beograd, Republika Srbija.

Inicijalni period	$RH + O_2 \rightarrow R\cdot + \cdot OH$
Razvoj	$R\cdot + O_2 \rightarrow RO_2\cdot$ $RO_2\cdot + RH \rightarrow RO_2H + R\cdot$
Završetak	$R\cdot + R\cdot \rightarrow RO_2R$ $RO_2\cdot + RO_2\cdot \rightarrow RO_2R + O_2$

Rezultujući slobodni radikali lipida ($R\cdot$) reaguju sa kiseonikom pri čemu se stvaraju peroksidiradikali ($ROO\cdot$). U tom početnom procesu, $ROO\cdot$ reaguje sa više RH i nastaju hidroperoksidi lipida ($ROOH$) koji su osnovni primarni proizvodi oksidacije. Primarni proizvodi oksidacije estara masnih kiselina, hidroperoksidi, izgleda da su bez ukusa i mirisa. Međutim, njihovim daljim razlaganjem nastaje veliki broj karbonilnih jedinjenja, kiselina i drugih proizvoda. Mnogi od sekundarnih produkata oksidacije imaju relativno malu molekulsku masu, a sva ta jedinjenja doprinose neželjenim promenama ukusa i mirisa (Bastić, 1986).

Prisustvo produkata oksidacije masnih kiselina i holesterola u hrani sve više je predmet interesovanja ljudske populacije. Produkti oksidacije holesterola povezani su sa razvojem ateroskleroze i koronarnih bolesti, utiču na oštećenja ćelijskih membrana i promene njihove permeabilnosti. Holesterol je relativno stabilno jedinjenje, ali može da se oksiduje pod ekstremnim uslovima. Na oksidaciju holesterola u hrani utiču faktori kao što su temperatura i vreme skladištenja, način pakovanja kao i struktura lipida (Hur i dr., 2007).

Hidroperoksidi polinezasićenih masnih kiselina nastali za vreme lipidne oksidacije ubrzavaju oksidaciju holesterola. O autooksidaciji holesterola dosta je raspravljano, ali tek sa razvojem uređaja GC–MS kombinacije izolovani su i identifikovani proizvodi oksidacije holesterola (Bastić, 1986).

Količina i sastav produkata oksidacije holesterola u mesu znatno varira u zavisnosti od vrste životinje i vremena skladištenja. Produkti oksidacije holesterola 7α -hidroksiholesterol, 7β -hidroksiholesterol, 7-ketoholesterol i α -epoksid pronađeni su i u svežem svinjskom mesu na samom početku skladištenja (Nam i dr., 2001).

Prema važećem *Pravilniku o kvalitetu i drugim zahtevima za proizvode od mesa* (2004), meso papkara i kopitara za preradu razvrstava se prema količini masnog i vezivnog tkiva na četiri kategorije. Predlog za izmenu *Pravilnika* dat na osnovu izučavanja u okviru projekta „Proizvodnja i priprema svinjskog mesa za veleprodaju, maloprodaju, industriju gotove hrane i preradu“ (Petrović, 2005) svinjsko meso za preradu, prema količini masnog tkiva i sadržaju proteina, razvrstava na šest kategorija te su istim preciznije definisani zahtevi kvaliteta.

Iz činjenice da ne postoji propis o dužini skladištenja zamrznutog mesa, što je od posebnog značaja kada je zamrznuto meso namenjeno izradi fermentisanih suvih kobasica, čija izrada dugo traje, a potom se gotovi proizvodi mogu i duže vremena skladištiti, na relativno visokoj temperaturi (+15°C) (Vuković, 2006), a uzimajući u obzir predlog *Pravilnika* za kategorizaciju mesa za preradu (Petrović, 2005), proistekao je cilj ovog rada, tj. da se ispituju oksidativne promene na lipidima u klasiranom zamrznutom svinjskom mesu za preradu tokom dugotrajnog skladištenja. Za ispitivanje su korišćeni uzorci sa većim sadržajem masti (III, IV i V kategorija), skladišteni na –20°C, nakon zamrzavanja na temperaturi od –30°C, tokom perioda od godinu dana. Kao indikator oksidativnih promena na lipidima u ovim uzorcima korišćen je TBARS test, odnosno promena sadržaja masnih kiselina i holesterola.

Materijal i metode

Rasecanje i otkoštavanje svinjskih polutki, klasiranje mesa za preradu, te zamrzavanje i skladištenje smrznutog mesa obavljeno je u pogonu Industrije mesa „Carnex“ u Vrbasu, a sva hemijska ispitivanja su obavljena na Tehnološkom fakultetu u Novom Sadu. Rasecanje polutki je obavljeno na osnovne anatomske delove, prema proceduri rasecanja polutki opisanoj u *Pravilniku* (1985).

Nakon utvrđivanja mase dobijenih osnovnih delova polutke obavljeno je otkoštavanje buta, plečke, trbušno-rebarnog dela, karea, vrata, glave i špic rebara. Sa svakog osnovnog anatomskeg dela koji je otkošten, pažljivo je skinuto masno tkivo sa kožom, potom su razdvojene grupe mišića, a pri tome je izdvojeno meko masno tkivo.

Izdvojeni mišići buta i plečke, te kare su dalje prema vizuelnoj proceni udela masti u njima razvrstani u jednu od tri kategorije (I kategorija: meso buta bez potkolenice, slabina i leđa, očišćeno od masnog i vezivnog tkiva < 5% masti; II kategorija: meso očišćeno od masnog i vezivnog tkiva < 10% masti; III kategorija: meso grubo očišćeno od masnog i vezivnog tkiva < 20% masti).

Trbušno-rebarni deo, vrat, miškulatura glave i špic rebara su obrađeni tako da su sa osnovnih delova bez kostiju i kože sa masnim tkivom skinuti mesni i masni obresci, koji su pripojeni odgovarajućoj kategoriji mesa ili masnog tkiva, a osnovni deo je prema proceni sadržaja masnog i vezivnog tkiva, takođe, ali u celosti svrstan u odgovarajuću kategoriju mesa, te su formirane i IV, V i VI kategorija mesa (IV kategorija: meso trbu-

šno-rebarne regije svinja bez kože < 35% masti; V kategorija: meso trbušno-rebarne regije svinja bez kože < 50% masti; VI kategorija: meso sa pripadajućim masnim i vezivnim tkivom).

Nakon što su svi osnovni delovi jedne polutke otkošteni (otkošteno je 13 polutki), a dobijeno meso razvrstano po kategorijama sjedinjeno, obavljena je dalja homogenizacija propuštanjem celokupne mase izdvojenog mesa po kategorijama kroz vuk sa pločom otvora \varnothing 20 mm. Ovako homogenizovano klasirano meso III, IV i V kategorije je pakovano u PVC foliju, pri čemu je formiran pravilan blok dimenzija $30 \times 20 \times 10$ cm, mase cca 6 kilograma i to po tri bloka za svaku kategoriju mesa i sva vremena ispitivanja. Blokovi su postavljeni na ravnu paletu, uneti u tunel za zamrzavanje na temperaturi od -30°C . Nakon zamrzavanja blokovi su razvrstani u četiri kartonske kutije prema vremenu skladištenja (3, 6, 9 i 12 meseci), a kutije su potom smeštene u komoru za skladištenje zamrznutog mesa na -20°C . Posle isteka planiranog vremena skladištenja, zamrznuto svinjsko meso u blokovima je delimično odmrznuto na temperaturi od 4°C tokom 12 časova. Potom je pripremljen reprezentativni uzorak od svakog bloka (cca 0,5 kg), koji je dobro homogenizovan i dalje korišćen za sva određivanja.

Za određivanje sadržaja slobodne masti, proteina i vode u svinjskom mesu razvrstanom na kategorije korišćene su standardne SRPS ISO metode (SRPS ISO 1444:1998; SRPS ISO 937:1992; SRPS ISO 1442:1998).

Za utvrđivanje stepena lipidne peroksidacije u zamrznutim uzorcima mesa korišćen je TBARS test (Botsoglou i dr., 1994).

Masno-kiselinski sastav određen je GC-MS metodom (Bannon i dr., 1982). Iz delimično odmrznutog i homogenizovanog uzorka obavljena je ekstrakcija masnih frakcija petrol-etrom (SRPS ISO 1443:1973).

Izdvojene masne frakcije su saponifikovane, a masne kiseline su oslobađane i esterifikovane u prisustvu BF₃ katalizatora za dalju analizu GC-MS-om (Bannon i dr., 1982).

Sadržaj ukupnog holesterola određen je metodom tečne hromatografije visoke rezolucije (High Performance Liquid Chromatography, HPLC). Homogenizovani uzorak je najpre saponifikovan sa kalijum-hidroksidom, a zatim je izvedena ekstrakcija holesterola sa heksanom i diizopropil etrom (Indyk, 1990). Za HPLC određivanje holesterola korišćen je aparat Liquid Chromatograph HP 1090 (Hewlett-Packard, USA). Određivanje holesterola je obavljeno pri sledećim uslovima HPLC hromatografije: Kolona Hypersil

ODS, 5 μm ; Protok: 0,2 ml/min; Mobilna faza: Metanol; DAD detektor: 212/4 nm. Masno-kiselinski sastav i sadržaj holesterola ispitani su u uzorcima pre zamrzavanja (0) i nakon 6, 9 i 12 meseci skladištenja. Sva određivanja su obavljena na tri uzorka u dva ponavljanja, a rezultati su predstavljeni kao srednja vrednost.

Radi pravilne interpretacije rezultata istraživanja obavljena je i statistička obrada dobijenih podataka (Hadživuković, 1991), tako što je izračunata standardna devijacija, kao merilo apsolutne disperzije osnovnog skupa i utvrđena značajnost razlika između aritmetičkih sredina, primenom jednodimenzionalne klasifikacije analize varijanse i višestrukog testa intervala (Duncanov test), između više aritmetičkih sredina. Za izračunavanja je korišćen programski paket STATISTIKA 8.0 (StatSoft, Inc., 2008).

Rezultati i diskusija

Iz podataka predočenih u tabeli 1 vidi se da je vizuelna procena sadržaja masti u mesu klasiranom za preradu, uglavnom bila objektivna, odnosno meso I, II, III i V kategorije je gotovo idealno razvrstano u te kategorije po očekivanom sadržaju masti (do 5%, 10%, 20% i 50% respektivno), dok je samo nešto manje masti nađeno u mesu IV kategorije (27,79%, u odnosu na zahtevanih ne više od 35%). Ovaj nalaz ukazuje da se u industrijskim uslovima za kategorizaciju mesa, zbog ekonomske valorizacije, ipak mora da koristi savremena oprema sa odgovarajućim mernim instrumentima koji omogućavaju precizniju standardizaciju klasiranog mesa ne samo prema sadržaju masti već i proteina (Rede i Petrović, 1997).

Za praćenje oksidativnih promena u zamrznutom svinjskom mesu tokom dugotrajnog skladištenja odabrano je meso III, IV i V kategorije, odnosno meso sa većim sadržajem masti, jer može da se očekuje da sa porastom sadržaja masti u mesu i oksidativne promene budu izraženije (Bastić, 1986). Tok oksidativnih promena praćen je na osnovu promene koncentracije malonildialdehida (grafikon 1) i indirektno masno-kiselinskog sastava (tabele 2, 3 i 4), odnosno promene sadržaja holesterola u ispitivanim uzorcima (tabela 5).

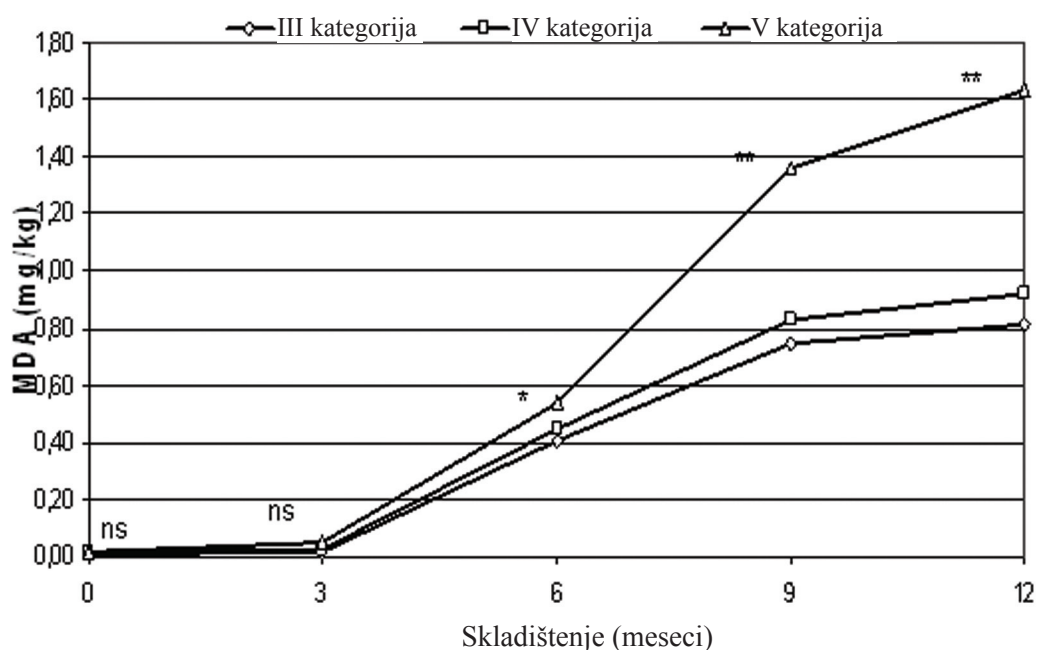
Malonildialdehid (MDA), glavni degradacioni proizvod lipidnih peroksida, korišćen je kao marker za određivanje stepena lipidne peroksidacije. Rezultati TBARS testa izraženi kao sadržaj MDA (mg/kg) su prikazani na grafikonu 1.

MDA vrednost u svim uzorcima mesa na početku eksperimenta bila je mala i kretala se u inter-

Tabela 1. Osnovni hemijski sastav svinjskog mesa (%) razvrstanog po kategorijama na osnovu vizuelne procene**Table 1.** Basic chemical composition of pork (%) separated into different categories according to visual evaluation

Kategorija mesa/ Category of meat	Sadržaj/Content of		
	Masti/Fat (%)	Vode/Moisture (%)	Proteina/Proteins (%)
I	1,52 ± 0,02 ^E	75,4 ± 0,15 ^A	20,4 ± 0,28 ^A
II	9,53 ± 0,06 ^D	70,0 ± 0,40 ^B	18,7 ± 0,13 ^B
III	18,3 ± 0,30 ^C	62,4 ± 0,20 ^C	17,7 ± 0,20 ^C
IV	27,8 ± 0,25 ^B	56,9 ± 0,18 ^D	14,3 ± 0,14 ^D
V	49,1 ± 0,27 ^A	41,2 ± 0,20 ^E	8,72 ± 0,11 ^E

^{ABCDE} Vrednosti u istoj koloni se značajno razlikuju sa 99,9% verovatnoće ($p < 0,001$)/^{ABCDE} The values in the same column are significantly different with 99,9% probability ($p < 0,001$)



^{ns}Razlike nisu statistički značajne sa 95% verovatnoće ($p > 0,001$)/The differences are not statistically significant with 95% probability ($p > 0,001$)

*Razlike su statistički značajne sa 95% verovatnoće ($p < 0,05$)/The differences are statistically significant with 95% probability ($p < 0,05$)

**Razlike su statistički značajne sa 99,9% verovatnoće ($p < 0,001$)/The differences are statistically significant with 99.9% probability ($p < 0,001$)

Grafikon 1. MDA vrednosti ispitivanih uzoraka zamrznutog svinjskog mesa III, IV i V kategorije tokom skladištenja**Graph 1.** MDA values of frozen pork samples of categories III, IV and V during the long term storage

valu od 0,01 do 0,02 mg/kg. Nakon isteka tri meseca skladištenja, MDA vrednost u ispitivanim uzorcima nije se statistički značajno ($p > 0,05$) promenila i iznosila je 0,01–0,06 mg/kg. Nakon isteka šest meseci skladištenja, u svim ispitanim uzorcima mesa došlo je do porasta MDA vrednosti, a one su se nalazile u intervalu od 0,41 do 0,54 mg/kg. Nakon

devet meseci skladištenja, uzorci mesa III kategorije su sadržali 0,75 mg/kg, IV kategorije 0,83 mg/kg, a V kategorije 1,36 mg/kg MDA. Dalji porast MDA vrednosti zabeležen je nakon 12 meseci skladištenja, a dobijene vrednosti iznosile su 0,82, 0,92 i 1,63 mg/kg za III, IV i V kategoriju mesa, po navedenom redosledu. Nakon 6 meseci skladištenja na -20°C ,

oksidativne promene na mastima, izražene preko sadržaja malonildialdehida (mg/kg), su statistički značajno ($p < 0,001$) veće u odnosu na ispitane uzorke skladištene tokom tri meseca. Oksidativne promene nakon 9 i 12 meseci su statistički značajno ($p < 0,001$) veće u odnosu na promene tokom šest meseci skladištenja u svim ispitanim uzorcima. Najizraženije su promene u uzorcima mesa sa najvećim sadržajem masti, odnosno u mesu V kategorije, nakon šest meseci skladištenja oksidativne promene su značajno ($p < 0,05$) veće, a u periodu od 9 do 12 meseci visoko značajno ($p < 0,001$) veće u odnosu na te promene u mesu III i IV kategorije.

Količina od 0,5 mg/kg MDA u sirovom mesu se smatra graničnom vrednosti na kojoj se senzornom analizom može da uoči nepoželjna aroma kao posledica užeglosti (Lanari i dr., 1995). Lipidna peroksidacija kao posledica oksidativnih promena na mastima više je izražena kod uzoraka sa većim sadržajem masti. Osim toga, peroksidi, primarni proizvodi lipidne peroksidacije koji se akumuliraju u zamrznutom mesu skladištenjem, nakon odmrzavanja mesa mogu da iniciraju slobodne radikalske reakcije koje vode do stvaranja sekundarnih proizvoda lipidne peroksidacije (Hansen i dr., 2004a). Intenzitet ovih procesa veoma zavisi od anatomske dela (vrste mesa) (Erickson, 1987; Hansen i dr., 2004b).

Pored ukupnog sadržaja lipida, sastav masnih kiselina je veoma bitan za niz osobina koje ispo-

ljavaju namirnice u čiji sastav ulaze (na primer palatabilnost, ponašanje pri skladištenju, itd.). Bitno je za namirnicu koja sadrži lipide, da ukoliko je veća količina i stepen nezasićenja masnih kiselina, lipidni sistem je podložniji oksidaciji (Bastić, 1986).

Na osnovu prikazanih rezultata u tabelama 2, 3 i 4 zapaža se da je udeo oleinske kiseline najveći ($p < 0,001$) u masno-kiselinskom sastavu svežeg svinjskog mesa III, IV i V kategorije, a da je udeo nezasićenih masnih kiselina visoko značajno ($p < 0,001$) veći od udela zasićenih masnih kiselina u svim ispitanim uzorcima svežeg svinjskog mesa pre zamrzavanja i skladištenja, što je u saglasnosti sa podacima iz literature (Teye, 2009).

Nakon zamrzavanja i skladištenja u trajanju od šest meseci dolazi do promena masno-kiselinskog sastava uzoraka svinjskog mesa III, IV i V kategorije. Smanjenje udela nezasićenih i istovremeno povećanje udela zasićenih masnih kiselina u uzorcima zamrznutog svinjskog mesa tokom skladištenja posledica je oksidativnih promena na lipidima. Pod uticajem hemijske i enzimske oksidacije polinezasićene masne kiseline dugih lanaca (C18:2, C18:3, C20:4 i druge) generišu zasićene masne kiseline nižih molekulskih masa (Woods i Fearon, 2009). Dugi lanci oleinske i stearinske kiseline nastali hidrolizom masti i ulja pod anaerobnim uslovima se sporo razgrađuju do lanaca nižih masnih kiselina. Tako degradacijom oleinske kiseline nastaju stearinska

Tabela 2. Promene masno-kiselinskog sastava (%) zamrznutog svinjskog mesa III kategorije tokom skladištenja do 12 meseci

Table 2. Changes in fatty acid content (%) in frozen pork of III category during storage up to 12 months

Masno-kiselinski sastav/ Fatty acid content	Vreme skladištenja/Storage time			
	0 meseci/ 0 month	6 meseci/ 6 months	9 meseci/ 9 months	12 meseci/ 12 months
C14:0	1,53 ± 0,02 ^{FP}	1,28 ± 0,01 ^{FQ}	1,26 ± 0,02 ^{FQ}	1,28 ± 0,01 ^{FQ}
C16:0	25,6 ± 0,10 ^{BP}	21,5 ± 0,20 ^{BS}	22,5 ± 0,10 ^{BR}	23,1 ± 0,20 ^{BQ}
C18:0	14,4 ± 0,10 ^{CS}	19,2 ± 0,06 ^{CR}	20,1 ± 0,30 ^{CQ}	21,5 ± 0,05 ^{CP}
C16:1	2,60 ± 0,10 ^E	2,54 ± 0,02 ^E	2,52 ± 0,02 ^E	2,54 ± 0,01 ^E
C18:1	43,6 ± 0,20 ^{AP}	39,7 ± 0,30 ^{AQ}	38,8 ± 0,10 ^{AR}	37,8 ± 0,10 ^{AS}
C18:2	9,03 ± 0,01 ^{DpP}	8,99 ± 0,01 ^{DqP}	8,82 ± 0,02 ^{DrQ}	8,62 ± 0,02 ^{DsR}
ZMK/SFA*	41,5 ± 0,18 ^{YsR}	42,0 ± 0,24 ^{YrQ}	43,8 ± 0,23 ^{YqP}	45,9 ± 0,19 ^{YpP}
NMK/UFA*	55,2 ± 0,31 ^{XP}	51,2 ± 0,33 ^{XQ}	50,1 ± 0,14 ^{XR}	49,0 ± 0,07 ^{XS}
NMK/ZMK-UFA/SFA	1,33 ^P	1,22 ^Q	1,14 ^R	1,07 ^S

*ZMK/SFA – zasićene masne kiseline/saturated fatty acids; NMK/UFA – nezasićene masne kiseline/unsaturated fatty acids
^{ABCDEF,XY} Vrednosti u istoj koloni se značajno razlikuju sa 99,9% verovatnoće ($p < 0,001$)/The values in the same column are significantly different with 99.9% probability ($p < 0,001$)

^{pqrs} Vrednosti u istom redu se značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($p < 0,05$)/The values in the same row are significantly different with 95% probability ($p < 0,05$)

^{PQRS} Vrednosti u istom redu se značajno razlikuju sa 99,9% verovatnoće ($p < 0,001$)/The values in the same row are significantly different with 99.9% probability ($p < 0,001$)

Tabela 3. Promene masno-kiselinskog sastava (%) zamrznutog svinjskog mesa IV kategorije tokom skladištenja do 12 meseci**Table 3.** Changes in fatty acid content (%) in frozen pork of IV category during storage up to 12 months

Masno-kiselinski sastav/ Fatty acid content	Vreme skladištenja/Storage time			
	0 meseci/ 0 month	6 meseci/ 6 months	9 meseci/ 9 months	12 meseci/ 12 months
C14:0	1,38 ± 0,01 ^{FrQ}	1,36 ± 0,01 ^{FsR}	1,49 ± 0,01 ^{FqP}	1,51 ± 0,01 ^{FpP}
C16:0	24,9 ± 0,10 ^{BrQR}	27,0 ± 0,20 ^{BpP}	23,8 ± 0,10 ^{BsS}	25,2 ± 0,02 ^{BqQR}
C18:0	13,8 ± 0,10 ^{CS}	18,9 ± 0,10 ^{CR}	19,6 ± 0,20 ^{CQ}	20,9 ± 0,25 ^{CP}
C16:1	2,62 ± 0,01 ^{EP}	2,24 ± 0,01 ^{ES}	2,36 ± 0,02 ^{EQ}	2,30 ± 0,01 ^{ER}
C18:1	43,1 ± 0,10 ^{AP}	41,2 ± 0,15 ^{AQ}	41,2 ± 0,10 ^{AQ}	40,2 ± 0,20 ^{AR}
C18:2	10,2 ± 0,20 ^{DpP}	9,49 ± 0,02 ^{DqQ}	9,21 ± 0,02 ^{DrQ}	9,05 ± 0,05 ^{DsR}
ZMK/SFA	40,1 ± 0,01 ^{YR}	47,3 ± 0,31 ^{YP}	44,9 ± 0,31 ^{YQ}	47,6 ± 0,26 ^{YP}
NMK/UFA	55,9 ± 0,29 ^{XP}	53,0 ± 0,16 ^{XQ}	52,6 ± 0,11 ^{XQ}	51,6 ± 0,26 ^{XR}
NMK/ZMK-UFA/SFA	1,39 ^P	1,12 ^Q	1,17 ^R	1,08 ^S

ZMK/SFA – zasićene masne kiseline/saturated fatty acids; NMK/UFA – nezasićene masne kiseline/unsaturated fatty acids

^{ABCDEF,XY} Vrednosti u istoj koloni se značajno razlikuju sa 99,9% verovatnoće ($p < 0,001$)/The values in the same column are significantly different with 99.9% probability ($p < 0,001$)

^{pqrs} Vrednosti u istom redu se značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($p < 0,05$)/The values in the same row are significantly different with 95% probability ($p < 0,05$)

^{PQRS} Vrednosti u istom redu se značajno razlikuju sa 99,9% verovatnoće ($p < 0,001$)/The values in the same row are significantly different with 99.9% probability ($p < 0,001$)

Tabela 4. Promene masno-kiselinskog sastava (%) svinjskog mesa V kategorije tokom skladištenja do 12 meseci**Table 4.** Changes in fatty acid content (%) in frozen pork of V category during storage up to 12 months

Masno-kiselinski sastav/ Fatty acid content	Vreme skladištenja/Storage time			
	0 meseci/ 0 month	6 meseci/ 6 months	9 meseci/ 9 months	12 meseci/ 12 months
C14:0	1,58 ± 0,01 ^{FS}	2,15 ± 0,01 ^{ER}	2,35 ± 0,01 ^{EQ}	2,41 ± 0,02 ^{EP}
C16:0	25,8 ± 0,10 ^{BsR}	27,7 ± 0,06 ^{BrQ}	28,0 ± 0,20 ^{BqQ}	29,0 ± 0,10 ^{BpP}
C18:0	14,1 ± 0,10 ^{CS}	18,7 ± 0,20 ^{CR}	19,2 ± 0,10 ^{CQ}	20,5 ± 0,10 ^{CP}
C16:1	2,68 ± 0,01 ^{EP}	2,02 ± 0,01 ^{EQ}	1,88 ± 0,01 ^{FR}	1,81 ± 0,01 ^{FS}
C18:1	42,8 ± 0,20 ^{AP}	40,1 ± 0,10 ^{AR}	40,5 ± 0,10 ^{AQ}	37,1 ± 0,10 ^{AS}
C18:2	9,42 ± 0,01 ^{DP}	8,46 ± 0,01 ^{DQ}	8,09 ± 0,01 ^{DR}	8,12 ± 0,03 ^{DR}
ZMK/SFA	41,4 ± 0,21 ^{YS}	48,6 ± 0,14 ^{YR}	49,6 ± 0,30 ^{YQ}	51,9 ± 0,22 ^{XP}
NMK/UFA	54,9 ± 0,22 ^{XP}	50,6 ± 0,12 ^{XQ}	50,5 ± 0,12 ^{XQ}	47,0 ± 0,14 ^{YR}
NMK/ZMK-UFA/SFA	1,33 ^P	1,04 ^Q	1,02 ^R	0,91 ^S

^{ABCDEF,XY} Vrednosti u istoj koloni se značajno razlikuju sa 99,9% verovatnoće ($p < 0,001$)/The values in the same column are significantly different with 99.9% probability ($p < 0,001$)

^{pqrs} Vrednosti u istom redu se značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($p < 0,05$)/The values in the same row are significantly different with 95% probability ($p < 0,05$)

^{PQRS} Vrednosti u istom redu se značajno razlikuju sa 99,9% verovatnoće ($p < 0,001$)/The values in the same row are significantly different with 99.9% probability ($p < 0,001$)

(C18:0), palmitinska (C16:0) i miristinska kiselina (C14:0) (Lalman i Bagley, 2001). U odnosu na zasićene, nezasićene masne kiseline su reaktivnije, zbog prisustva dvostrukih veza i lako podležu oksidativnim promenama (Bastić, 1986), te tokom 12 meseci skladištenja nastaje kontinualno smanjenje odnosa NMK/ZMK. Odnos NMK/ZMK zamrznutog svinjskog mesa III, IV i V kategorije u periodu skladištenja od šest meseci je visoko zna-

čajno manji ($p < 0,001$) od odnosa NMK/ZMK u uzorcima pre zamrzavanja. Nakon 9 i 12 meseci skladištenja uočava se da je odnos NMK/ZMK visoko značajno ($p < 0,001$) manji od NMK/ZMK uzoraka skladištenih tokom šest meseci. Kod uzoraka zamrznutog svinjskog mesa III i IV kategorije odnos NMK/ZMK bio je 1,08, odnosno 1,07, dok je odnos NMK/ZMK zamrznutog mesa V kategorije bio 0,91 (tabele 2, 3 i 4). Dakle, oksidativne promene na uzor-

cima smrznutog svinjskog mesa V kategorije su naj-intenzivnije, što je i potvrđeno rezultatima TBARS testa, odnosno sadržajem malonildialdehida u tim uzorcima (grafikon 1). Skladištenjem zamrznutog svinjskog mesa III, IV i V kategorije nastaju promene sadržaja ukupnog holesterola (tabela 5).

i 21,41% proteina), koje odgovara mesu I kategorije po predloženom Standardu (Petrović, 2005) ipak ima nešto manje holesterola nego u masnijem mesu, a što nije utvrđeno u ovim istraživanjima.

Sadržaj holesterola u svim ispitanim uzorcima nakon šest meseci skladištenja je visoko značajno

Tabela 5. Promene sadržaja holesterola (mg/100 g) u smrznutom svinjskom mesu III, IV i V kategorije tokom skladištenja do 12 meseci

Table 5. Changes of cholesterol content (mg/100g) in frozen pork of III, IV and V category during storage up to 12 months

Kategorija mesa/ Category of meat	Vreme skladištenja/Storage time			
	0 meseci/ 0 month	6 meseci/ 6 months	9 meseci/ 9 months	12 meseci/ 12 months
III	59,5 ± 0,20 ^{cBP}	58,1 ± 0,10 ^{bBQ}	55,3 ± 0,20 ^{cBR}	53,7 ± 0,20 ^S
IV	61,1 ± 0,20 ^{aAP}	59,4 ± 0,40 ^{aAQ}	56,8 ± 0,10 ^{bAR}	54,1 ± 0,40 ^S
V	60,6 ± 0,20 ^{bAP}	58,5 ± 0,40 ^{bABQ}	57,1 ± 0,30 ^{aAR}	54,2 ± 0,30 ^S

^{abc} Vrednosti u istoj koloni se značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($p < 0,05$)/The values in the same column are significantly different with 95% probability ($p < 0,05$)

^{ABC} Vrednosti u istoj koloni se značajno razlikuju sa 99,9% verovatnoće ($p < 0,001$)/The values in the same column are significantly different with 99.9% probability ($p < 0,001$)

^{pqrs} Vrednosti u istom redu se značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($p < 0,05$)/The values in the same row are significantly different with 95% probability ($p < 0,05$)

^{PQRS} Vrednosti u istom redu se značajno razlikuju sa 99,9% verovatnoće ($P < 0,001$)/The values in the same row are significantly different with 99.9% probability ($p < 0,001$)

Oksidacija lipida u hrani se smatra faktorom rizika za ljudsko zdravlje. Oksidacija holesterola u mesu i proizvodima od mesa se ubrzava kada se u proizvodnji koristi meso koje je prethodno bilo zamrznuto u poređenju sa proizvodima dobijenim od svežeg mesa (Hur i dr., 2007). Zamrznuto svinjsko meso skladišteno do šest meseci ne sadrži oksisterole štetne po ljudsko zdravlje, prema podacima iz literature (citat Tomović, 2009). Iz rezultata predloženih u tabeli 5 vidi se da sadržaj holesterola u uzorcima pre zamrzavanja nije u uskoj vezi sa sadržajem slobodne masti. Naime, u mesu IV kategorije (27,79% slobodne masti i 14,30% proteina) utvrđeni sadržaj holesterola (61,1 mg/100 g) je značajno ($p < 0,05$) veći od sadržaja holesterola utvrđenog u mesu III kategorije (18,34% slobodne masti i 17,73% proteina) (59,5 mg/100 g), i mesu V kategorije (60,6 mg/100 g) koje sadrži znatno više slobodne masti (49,09% slobodne masti i 8,72% proteina). Dobijeni rezultati su samo delimično u saglasnosti sa podacima koje je dobio Tomović (2009), koji je utvrdio da je sadržaj holesterola u *M. semimembranosus* svinja nešto niži (55,98 mg/100g) od količina holesterola nađenih u ovom radu, odnosno može da se kaže da u potpuno obezmašćenom krtom mesu (ispitani *M. semimembranosus* sadržao je 2,16% slobodne masti

($p < 0,001$) manji u odnosu na sadržaj holesterola u uzorcima pre zamrzavanja. U uzorcima mesa III, IV i V kategorije tokom skladištenja od 12 meseci nastavljen je trend smanjenja sadržaja holesterola za sve kategorije mesa (tabela 5), odnosno sadržaj holesterola u svim ispitanim uzorcima nakon 9 i 12 meseci skladištenja je visoko značajno ($p < 0,001$) manji u odnosu na sadržaj holesterola u uzorcima pre zamrzavanja, kao što je i sadržaj holesterola u ispitanim uzorcima nakon šest meseci skladištenja visoko značajno ($p < 0,001$) veći u odnosu na sadržaj u uzorcima ispitanim nakon 9 i 12 meseci skladištenja. Dobijeni rezultati su u saglasnosti sa podacima iz literature (Erickson, 1987; Nam i dr., 2001), da se tokom hlađenja i skladištenja mesa na niskim temperaturama primarni produkti oksidacije holesterola prevode u sekundarne, što utiče na smanjenje ukupnog holesterola u svinjskom mesu. Tok oksidacije holesterola, može da se prati preko rezultata TBARS testa. Sadržaj produkata oksidacije holesterola u korelaciji je sa koncentracijom MDA u lipidima svinjskog mesa ($r = 0,704$), odnosno sa povećanjem sadržaja MDA nastaje povećanje koncentracije produkata oksidacije holesterola u lipidima, što se direktno reperkutuje na smanjenje ukupnog holesterola (Cayuela i dr., 2002). Na sadržaj holesterola i stepen oksidacije holesterola ne

utiče sadržaj masti u ispitanim uzorcima. Dobijeni rezultati u ovim ispitivanjima su u saglasnosti sa podacima iz literature (Hansen i dr., 2004a).

Na osnovu svega izloženog, uočava se neophodnost definisanja vremena skladištenja zamrznutog mesa, a na osnovu predočenih rezultata može da se zaključi da je granica od šest meseci skladištenja svinjskog mesa na -18°C , definisana slovenačkim Pravilnikom (1995) objektivna, te da bi i naš predlog za budući standard mogao da bude sličan, polazeći od ovde predočenih rezultata.

Zaključak

Na osnovu dobijenih rezultata može da se zaključi:

- da oksidativne promene na mastima tokom prva tri meseca skladištenja zamrznutog svinjskog mesa na temperaturi od -20°C nisu statistički značajne ($p > 0,05$) u odnosu na sve ispitane uzorke pre zamrzavanja,

- da su uočene oksidativne promene do šest meseci skladištenja prihvatljive ($\text{MDA} < 0,5 \text{ mg/kg}$),
- da je stepen lipidne peroksidacije visoko značajno ($p < 0,001$) veći u mesu V u odnosu na meso III i IV kategorije u periodu od 6 do 12 meseci skladištenja,
- da se odnos NMK/ZMK zamrznutog svinjskog mesa tokom skladištenja značajno smanjuje ($p < 0,001$),
- da sadržaj masti u mesu ne utiče značajno ($p > 0,05$) na količinu holesterola i brzinu njegove destrukcije,
- da je sadržaj holesterola u svim ispitanim uzorcima nakon 6, 9 i 12 meseci skladištenja visoko značajno ($p < 0,001$) manji u odnosu na sadržaj holesterola pre smrzavanja,
- da celokupno dobijeni rezultati ukazuju na potrebu usaglašavanja postojećih nacionalnih propisa sa međunarodnim, u vezi dužine trajanja skladištenja zamrznutog mesa.

Literatura

- Bannon C. D., Craske J. D., Hai N. T., Harper N. L., O'Rourke K. L., 1982. Analysis of fatty acid methyl esters with high accuracy and reliability II Methylation of oils and fats with boron trifluoride-methanol. *Journal of Chromatography*, 247, 63–70.
- Bastić Lj., 1986. Sastav i termičko ponašanje intramuskularnih lipida M. Semimembranosus svinja. Doktorska disertacija, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd.
- Botsoglou N. A., Fletouris D. J., Papageorgiou G. E., Vassilopoulos V. N., Mantis A. J., Trakatellis A. G., 1994. Rapid, sensitive, and specific thiobarbituric acid method for meat lipid peroxidation in animal tissue, food, and feedstuff samples. *Journal of Agriculture & Food Chemistry*, 42, 9, 1931–1937.
- Cayuela J. M., Gil M. D., Banon S. J., Alvarez D., Garrido M. D., 2002. Effect of dietary vitamin E supplementation and packing methods on oxidative stability in raw pork meat. 48th ICoMST-Rome, 2.
- Erickson M. C., 1987. Lipid Oxidation: Flavor and Nutritional Quality Deterioration in Frozen Foods, in *Quality in Frozen Foods*. Eds. M. J. Erickson and Y. C. Hung. International Thomson Publishing, USA.
- Hadživuković S., 1991. Statistički metodi. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Hansen E., Juncher D., Henckel P., Karlsson A., Bertelsen G., Skibsted L. H., 2004a. Oxidative stability of chilled pork chops following long term freeze storage. *Meat Science*, 68, 2, 185–191.
- Hansen E., Lauridsen L., Skibsted L. H., Moawad R. K., Andersen M. L., 2004b. Oxidative stability of frozen pork patties: Effect of fluctuating temperature on lipid oxidation. *Meat Science*, 68, 2, 185–191.
- Hur S. J., Park G. B., Joo G. T., 2007. Formation of cholesterol oxidation products (Cops) in animal products. *Food Control*, 18, 8, 939–947.
- Indyk H. E., 1990. Simultaneous liquid chromatographic determination of cholesterol, photosterols and tocopherols in foods. *Analyst*, 115, 12, 1525–1530.
- Lalman A. J., Bagley M. D., 2001. Anaerobic degradation and methanogenic inhibitory effects of oleic and stearic acids. *Water Research*, 35, 12, 2975–2983.
- Lanari M. C., Schaefer D. M., Scheller K. K., 1995. Dietary vitamin E supplementation and discoloration of pork bone and muscle following modified atmosphere packaging. *Meat Science*, 41, 3, 237–250.
- Milanović-Stevanović M., Vuković I., Kočovski T. M., 2006. Uticaj začinskog bilja na promene masti tokom zrenja i skladištenja fermentisanih kobasica. *Tehnologija mesa*, 47, 1–2, 38–44.
- Nam K. C., Du M., Jo C., Ahn D. U., 2001. Cholesterol oxidation products in irradiated raw meat with different packaging and storage time. Department of Animal Science, Iowa State University, Ames, IA 50011–3150, USA.
- Petrović Lj., 1989. Smrzavanje mesa. Monografija, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- Petrović Lj., 2005. Završni izveštaj o radu na projektu: „Proizvodnja i priprema svinjskog mesa za veleprodaju, maloprodaju, industriju gotove hrane i preradu“ (BTN 351008). Rukovodilac projekta: Lj. Petrović, Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Pravilnik o kakovosti zaklanih prašičev in kategorizaciji svinjskega mesa, 1995. Uradni list RS, 68/1995.
- Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za proizvode od mesa, 2004. Službeni list SCG, broj 33.
- Pravilnik o kvalitetu zaklanih svinja i kategorizaciji svinjskog mesa sa dopunama, 1985. Službeni list SFRJ, broj 2 i 12.
- Rede R. R., Petrović Lj. S., 1997. Tehnologija mesa i nauka o mesu. Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- SRPS ISO 1442:1998. Meso i proizvodi od mesa – Određivanje sadržaja vlage (Referentna metoda).
- SRPS ISO 1443:1998. Meso i proizvodi od mesa – Određivanje sadržaja ukupne masti.
- SRPS ISO 1444:1998. Meso i proizvodi od mesa – Određivanje sadržaja slobodne masti.

- SRPS ISO 937:1992.** Meso i proizvodi od mesa – Određivanje sadržaja azota (Referentna metoda).
- StatSoft, Inc., 2008.** STATISTICA (data analysis software system), version 8.0. Available at : <http://www.Statsoft.com>.
- Teye G. A., 2009.** Effects of age/weight and castration on fatty acids composition in pork fat and the qualities of pork and pork fat in meishan x large white pigs. African journal of food agriculture nutritional and development, 9, 8, 1697–1711.
- Tomović V., 2009.** Uticaj brzine hlađenja polutki, vremena otkoštavanja post mortem i postupka salamurenja na kvalitet i bezbednost kuvane šunke. Doktorska disertacija, Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Vuković I., 2006.** Osnove tehnologije mesa. Veterinarska komora Srbije, Beograd.
- Woods V. B., Fearon A. M., 2009.** Dietary sources of unsaturated fatty acid for animals and their transfer into meat, milk and eggs. Livestock Science, 126, 1–3, 1–20.

The influence of storage time on lipids oxidation processes in frozen pork

Petrović Ljiljana, Ivanović Snežana, Šojić Branislav, Mandić Anamarija, Tasić Tatjana, Džinić Natalija, Tomović Vladimir

S u m m a r y: Standards for storage time of frozen meat in relation to types of meat, storage temperature or meat pretreatment are lacking in our country. Meat storage induces oxidative changes of lipids.

In this study, pork was classified into categories followed by determination of oxidative changes in lipids and fatty acids and content of cholesterol of classified meats with higher fat content. Frozen at -30 °C, and stored at -20 °C, these categories were monitored during one year period. The oxidative changes were monitored through the concentration of malonildialdehyde (MDA). After 3 months of storage, MDA value has not significantly changed. After the 6 months period of storage, MDA value increased in all samples in the interval of 0.41-0.54 mg/kg. After 9 months, samples of category III, IV and V contained 0.75 mg/kg, 0.83 mg/kg and 1.36 mg/kg of MDA respectively. Oxidative changes observed up to the 6th month of storage are considered as acceptable, however, the longer storage period resulted in increase ($p < 0.001$) of lipid peroxydation.

During storage the ratio of unsaturated and saturated fatty acids decreased significantly ($p < 0.001$) in all investigated samples.

Cholesterol content in the samples before freezing is not closely related to the content of free fat. The lowest cholesterol content (59.5 mg / 100g) was found in the meat category III, while the highest cholesterol content (61.1 mg / 100g) was determined in the meat category IV. During 12 months of storage, content of cholesterol decreased significantly ($p < 0.001$), in all investigated samples.

The obtained results confirm that the degree of lipid peroxydation depends on the storage time and fat content of meat and points to the necessity for harmonization of national regulations with the international ones.

Key words: frozen pork meat, storage time, oxydative changes, fatty acids, cholestertol.

Rad primljen: 9.03.2010.

Rad ispravljen: 8.04.2010.

Rad prihvaćen: 15.04.2010.

Sastav i važnije promene masti funkcionalnih fermentisanih kobasica*

Vasilev Dragan¹, Vuković Ilija¹, Saičić Snežana², Vasiljević Nađa³, Milanović-Stevanović Mirjana², Tubić Miodrag⁴

S a d r ž a j: U radu su ispitivani sadržaj masnih kiselina, hidrolitičke i oksidacione promene masti konvencionalne fermentisane kobasice, fermentisane kobasice sa palminom masti, funkcionalne fermentisane kobasice i funkcionalne fermentisane kobasice sa palminom masti. Sadržaj pojedinih masnih kiselina srazmeran je učešću masnog tkiva i palmine masti u proizvodu. Fermentisane kobasice sa palminom masti sadrže više palmitinske kiseline, a fermentisane kobasice sa masnim tkivom sadrže više stearinske kiseline. Sadržaj oleinske kiseline veći je u mastima fermentisanih kobasica sa palminom masti, a sadržaj linolne kiseline veći je u mastima fermentisanih kobasica sa masnim tkivom svinja. Sadržaj transmasnih kiselina kod fermentisanih kobasica sa palminom masti je stotinu puta veći nego u fermentisanim kobasicama sa masnim tkivom svinja. Ukupan sadržaj zasićenih masnih kiselina veći je u mastima fermentisanih kobasica sa palminom masti, ali je ukupan sadržaj nezasićenih masnih kiselina u mastima fermentisanih kobasica sa masnim tkivom svinja i palminom masti gotovo isti. Masti fermentisanih kobasica sa palminom masti sadrže više mononezasićenih masnih kiselina, a masti fermentisanih kobasica sa masnim tkivom svinja više polinezasićenih masnih kiselina. Sadržaj mononezasićenih masnih kiselina je u mastima fermentisanih kobasica sa palminom masti oko 3,9 puta veći, a u mastima fermentisanih kobasica sa masnim tkivom oko 3,3 puta veći od sadržaja polinezasićenih masnih kiselina. U mastima fermentisanih kobasica sa masnim tkivom svinja manji su odnosi između sadržaja zasićenih i nezasićenih masnih kiselina, a veći između sadržaja polinezasićenih i zasićenih masnih kiselina. U fermentisanim kobasicama sa palminom masti, kao i kod funkcionalne fermentisane kobasice koja sadrži dijetna vlakna, slabije su izražene hidrolitičke i oksidacione promene masti. Oksidacione promene masti za vreme skladištenja manje su izražene kod vakuum-pakovanih fermentisanih kobasica. Upotreba preparata mikroinkapsulisanih omega-3 masnih kiselina ne utiče na promene masti fermentisanih kobasica.

Ključne reči: fermentisane kobasice, funkcionalna hrana, masti, sadržaj masnih kiselina, hidroliza, oksidacija.

Uvod

Fermentisane kobasice sadrže između 30 i 45% masti. Funkcionalne fermentisane kobasice sadrže, po pravilu, manje masti od konvencionalnih proizvoda (Müller, 2006; Vuković i dr., 2009), ali u njihovom sastavu mogu da se nalaze ulja bogata omega-3 masnim kiselinama, kao što su maslinovo (Muguerza i dr., 2001; Jimenez-Colmenero, 2007), suncokretovo (Carvalho i dr., 2006; Rubio i dr., 2007), sojino (Muguerza i dr., 2003, 2004; Rubio i dr., 2007), laneno, deodorisano riblje ulje (Valencia i dr., 2006/a), ulje algi (Valencia i dr., 2007) itd. Ulja, međutim, nisu dovoljno stabilna i, u fermentisanim

kobasicama, lakše oksidišu nego životinjske masti. Umesto ulja mogu da se koriste hidrogenisane biljne masti koje su stabilnije i na sobnoj temperaturi imaju čvrstu konzistenciju (Jones i Jew, 2007; Hilk, 2005), kao i preparati inkapsulisanih omega-3 masnih kiselina (Jimenez-Colmenero, 2007).

Masti fermentisanih kobasica, proizvedenih od svinjskog i govedeg mesa i masnog tkiva svinja, sadrže 22,14–25,46% palmitinske, 12,47%–14,85% stearinske, 40,91–43,83% oleinske, 12,51–15,45% linolne i 0,72–0,77% linoleinske kiseline (Ansorena i Astiasaran, 2004; Valencia i dr., 2006/b). Muguerza i dr. (2001) i Valencia i dr. (2006/b) navode da odnos između nezasićenih i zasićenih masnih kise-

***Napomena:** U radu je prikazan deo rezultata dobijenih u toku realizacije naučnoistraživačkog projekta broj TR-20073 („Razvoj proizvoda od mesa kao funkcionalne hrane“), finansiran sredstvima Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije (2008–2010).

¹Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Bulevar oslobođenja 18, 11 000 Beograd, Republika Srbija;

²Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kačanskog 13, 11 000 Beograd, Republika Srbija;

³Medicinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Dr Subotića 8, 11 000 Beograd, Republika Srbija;

⁴Kompanija „BigBull“, Sremska 26, 22 225 Bačinci, Republika Srbija.

lina u fermentisanim kobasicama iznosi 2,08, a odnos između polinezasićenih i zasićenih masnih kiselina je 0,33–0,43. U mastima fermentisanih kobasica kod kojih je 25% masnog tkiva zamenjeno emulzijama sojinog ulja, maslinovog ulja i ulja alge *Schizochytrium*, povećava se sadržaj polinezasićenih masnih kiselina, a time i odnos između polinezasićenih i zasićenih masnih kiselina na 0,61–0,73 (Muguerza i dr., 2001; Muguerza i dr., 2003; Ansorena i Astiasaran, 2004; Valencia i dr., 2006/b; Valencia i dr., 2007). Valencia i dr. (2006/a) navode da fermentisane kobasice proizvedene sa 25% masnog tkiva, u 100 g sadrže 6,23 g palmitinske, 3,49 g stearinske, 11,05 g oleinske, 4,20 g linolne i, u manjoj meri, ostale masne kiseline. Funkcionalne fermentisane kobasice u kojima je 25% masnog tkiva zamenjeno emulzijom ribljeg ulja sadrže, u 100 g, 6,26 g palmitinske, 3,11 g stearinske, 10,37 g oleinske, 4,02 g linolne, 0,64 g eikosapentaenoične (EPA) i 0,46 g dokosaheksaenoične (DHA) masne kiseline.

Za vreme zrenja i skladištenja fermentisanih kobasica hidrolizu masti katalizuju lipaze masnog tkiva i mikroorganizama. Tkivne lipaze učestvuju u lipolizi u većem obimu (do 75%) nego bakterijske (Johansson i dr., 1996; Leroy i dr., 2006). Hidroliza masti se odvija bez obzira na prisustvo antioksidansa (Müller, 2006). Na stepen lipolize utiče, pored ostalog, vrsta mesa i stepen usitnjenosti nadeva. Lipoliza je intenzivnija u mesu svinja nego u mesu goveda i u nadevu finije usitnjenih kobasica. Finijim usitnjavanjem više se oštećuju ćelije mišićnog i masnog tkiva, što olakšava lipolizu (Johansson i dr., 1996). Na početku zrenja fermentisanih kobasica, kiselinski broj je u opsegu od 4,8 do 6,2 mg KOH/g masti i povećava se na kraju zrenja do vrednosti od 34,1 do 41 mg KOH/g masti (Eim i dr., 2008). Kiselinski broj fermentisanih kobasica proizvedenih sa dodatkom repičinog ulja iznosi, na kraju zrenja, 6,3 mg KOH/g (Müller, 2006), a sa dodatkom emulzije sojinog ulja, kreće se u opsegu od 10,23 do 10,86 mg KOH/g (Muguerza i dr., 2003).

Oksidacione promene fermentisanih kobasica zavise od više činilaca, kao što su kvalitet masnog tkiva, prisustvo antioksidanasa, dužina zrenja, bakterijska flora kobasice, zatim prečnik, dužina i način skladištenja kobasice i drugo. Fermentisane kobasice dobijene od smrznutog mesa i masnog tkiva, koji su duže vreme bili skladišteni, lakše podležu oksidaciji. Kobasice koje sadrže nitrite i antioksidanse, kao što su, askorbinska kiselina (Zanardi i dr., 2004), butilhidroksianizol (BHA), butilhidroksitoluen (BHT) (Ansorena i Astiasaran, 2004; Valencia i dr., 2006/a), polifenoli, flavonidi, karotinoidi dijetnih vlakana (Fernandez-Lopez i dr.,

2004), stabilnije su na oksidaciju. Takođe je poznato da je oksidacija masti izraženija u fermentisanim kobasicama manjeg prečnika (Müller, 2006). U fermentisanim kobasicama sa manjom pH vrednosti, u čijoj mikroflori ima više heterofermentativnih laktobacila koji deluju prooksidativno, oksidacija masti je izraženija nego u fermentisanim kobasicama sa višim pH, u čijoj mikroflori se nalaze mikrokoke čija katalaza razlaže vodonik-peroksid (Leroy i dr., 2006). Pakovanjem proizvoda u vakuumu usporava se oksidacija masti (Ansorena i Astiasaran, 2004). Omega-3 masne kiseline, koje u fermentisanim kobasicama lako oksidišu, štite se od oksidacije mikroinkapsulacijom (Hilk, 2005; Jimenez-Colmenero, 2007; Jones i Jew, 2007). Oksidacija neinkapsulisanih omega-3 masnih kiselina u fermentisanim kobasicama može da se umanjati primenom antioksidanasa BHA i BHT (Valencia i dr., 2006/a) ili ekstrakta ruzmarina (Müller, 2006). Stepen oksidacije masti izražava se peroksidnim brojem, koji predstavlja količinu aktivnog kiseonika na kilogram masti ili ulja i izražava se u mmol/kg ili kao meq O₂/kg (meq = miliekvivalent). Vrednost peroksidnog broja izražena u meq O₂/kg dvostruko je veća u odnosu na vrednosti izražene u mmol/kg (1 mmol/kg = 2 meq O₂/kg). Prema podacima iz literature, kod fermentisanih kobasica u kojima je 15 i 25% masnog tkiva zamenjeno emulzijom ulja alge *Schizochytrium*, peroksidni broj ne prelazi vrednost od 2 meq O₂/kg masti (Valencia i dr., 2007). Na kraju zrenja fermentisanih kobasica peroksidni broj iznosi 0 meq O₂/kg masti, kao i kod proizvoda u kojima je 15%, 20% i 25% masnog tkiva zamenjeno emulzijom sojinog ulja, što je objašnjeno antioksidativnim delovanjem vitamina E iz sojinog ulja (Muguerza i dr., 2003).

Razlaganjem slobodnih masnih kiselina i produkata oksidacije nastaju niža jedinjenja, kao što su alkani, alkeni, alkoholi, aldehidi, ketoni i furani (Leroy i dr., 2006). TBARS vrednost, kojom se izražava stepen ovih promena, počinje da raste na početku i nastavlja sa rastom za vreme zrenja (Marco i dr., 2006). Prema podacima mnogih autora, TBARS vrednost fermentisanih kobasica veoma varira i iznosi od 0,13, pa čak i do 8,0 mg MAL/kg (Ansorena i Astiasaran, 2004; Fernandez-Lopez i dr., 2004; Marco i dr., 2006; Müller, 2006; Valencia i dr., 2006/b). Ansorena i Astiasaran (2004) su utvrdili da se TBARS vrednost smanjuje za vreme skladištenja kao posledica reakcije malonaldehida sa proteinima i šećerima. TBARS vrednost fermentisanih kobasica dobijenih sa dodatkom antioksidanasa iznosi 0,22–0,50 mg MDA/kg (Ansorena i Astiasaran, 2004; Müller, 2006; Valencia i dr., 2006/b). TBARS vrednost fermentisanih kobasica dobijenih sa nitri-

tima iznosi oko 0,10 mg MDA/kg (Zanardi i dr., 2004). Zamenom dela masnog tkiva emulzijom sojinog ulja koja sadrži vitamina E dobija se niža TBARS vrednost fermentisanih kobasica je niža i iznosi 0,29 mg MAL/kg (Muguerza i dr., 2003). Zamenom dela loja emulzijom ulja lešnika koje sadrži α -tokoferol, postiže se TBARS vrednost sudžuka od 0,4 do 0,6 mg MAL/kg, a kod sudžuka proizvedenog samo sa lojem ova vrednost iznosi 0,6 mg MAL/kg (Yildiz-Turp i Serdaroglu, 2008).

U prethodnom saopštenju (Saičić i dr., 2009) dali smo kraći prikaz važnijih promena masti, a u ovom radu detaljnije su prikazani rezultati ispitivanja sadržaja masnih kiselina, hidrolitičkih i oksidacionih promena masti funkcionalnih fermentisanih kobasica, proizvedenih sa masnim tkivom svinja i palminom masti.

Materijal i metode

Izrađivane su i ispitivane četiri vrste eksperimentalnih fermentisanih kobasica, i to 1) konvencionalna fermentisana kobasica (goveđe i svinjsko meso I kategorije 75% i čvrsto masno tkivo, 25%), 2) fermentisana kobasica sa palminom masti (goveđe i svinjsko meso I kategorije, 80% i palmina mast, 20%), 3) funkcionalna fermentisana kobasica (goveđe i svinjsko meso I kategorije, 75%, čvrsto masno tkivo, 20%, inulin, 2,5%, Fibruline instant Cosucra S.A., Belgija, i dijetna vlakna graška, 2,5% – Swelite, Cosucra S.A., Belgija) i 4) funkcionalna fermentisana kobasica sa palminom masti (goveđe i svinjsko meso I kategorije, 80%, palmina mast, 15%, inulin, 2,5% – Fubruline instant, Cosucra S.A., Belgija i dijetna vlakna graška 2,5%, Swelite, Cosucra S.A., Belgija). Na 1 kg nadeva dodavano je 28,0 g nitritne soli za salamurenje, 0,625 g preparata probiotičke bakterije *Lactobacillus casei* LC 01 (Chr. Hansen, Danska), 1,5 g dekstroze, 4,0 g saharoze i 4,0 g mešavine začina. U funkcionalne fermentisane kobasice dodavan je preparat omega-3 masnih kiselina (Denomega Gat 100, GAT Food Essentials, Austrija). Masa svake proizvodne partije bila je 40 kilograma. Eksperimenti su ponavljani tri puta. Posle usitnjavanja i mešanja u kuteru, nadev je punjen u kolagene veštačke omotače prečnika 60 mm. Kobasice su prvo temperirane, a zatim podvrgnute fermentaciji u toku dva dana pri temperaturi od 26°C. Sledeća tri dana kobasice su dimljene pri temperaturi od 22°C do 24°C, a dalje zrenje se odvijalo pri 15°C do 21. dana proizvodnje. Relativna vlažnost vazduha za vreme trenja postepeno je opadala, od 91% do 85%. Kobasice su skladištene do 60 dana na dva načina: 1) neupakovane pri temperaturi od

15°C i relativnoj vlažnosti vazduha od 75–80% i 2) upakovane u vakuum-pakovanju pri temperaturi od 15°C (vakuum do 100%).

Za ispitivanje su primenjene navedene standardne metode: 1) sadržaj ukupne masti – SRPS ISO 1443 (1992); 2) sadržaj masnih kiselina – ekstrakcija lipida iz uzorka i priprema metil estara po metodi koju su opisali Garces i Mancha (1993), a potom određivanje sadržaja masnih kiselina metodom gasne hromatografije na 100 m koloni sa odnosom splita 1:30, identifikacijom sa standardom FAME MIX 37, 3) sadržaj omega-3 masnih kiselina određen je zaštićenom metodom firme „GAT Food Essentials“, Austrija. 4) kiselinski broj – ekstrakcijom lipida iz uzorka i dalje određivanje po metodi SRPS ISO 660 (2000); 5) peroksidni broj – ekstrakcijom lipida iz uzorka i dalje određivanje po metodi SRPS ISO 3960 (2001); 6) TBARS vrednost (Thiobarbituric Acid Reactive Substances) – po metodi Tarladgis i dr. (1964) i Holland (1971). Rezultati ispitivanja statistički su obrađeni.

Rezultati i diskusija

Sadržaj masnih kiselina

Sadržaj masnih kiselina u masnom tkivu svinja i palminoj masti prikazan je u tabeli 1. Osnovna razlika između njih je u tome što palmina mast sarži oko 2,5 puta više palmitinske kiseline, a masno tkivo svinja dva puta više stearinske kiseline. Odnos između palmitinske i stearinske kiseline u masnom tkivu svinja je 2:1, a u palminoj masti 10:1. Masno tkivo svinja sadrži, takođe, za oko 2% više oleinske i linolne kiseline, kao i 0,13% arahidonske kiseline, koja nije dokazana u palminoj masti.

Sadržaj masnih kiselina u mastima fermentisanih kobasica, proizvedenih sa masnim tkivom svinja i palminom masti prikazan je u tabeli 2. Kao što ovi rezultati pokazuju, sadržaj pojedinih masnih kiselina srazmeran je učešću masnog tkiva i palmine masti u kobasici. To znači da fermentisane kobasice sa palminom masti sadrže više palmitinske kiseline, a fermentisane kobasice sa masnim tkivom sadrže više stearinske kiseline. Sadržaj oleinske kiseline je za oko 2% veći u mastima fermentisanih kobasica sa palminom masti, a sadržaj linolne kiseline za oko 2% veći u mastima fermentisanih kobasica sa masnim tkivom svinja. Funkcionalne fermentisane kobasice, pored toga, sadrže i dve omega-3 masne kiseline, eikosapentaenoičnu i dokosaheksaenoičnu, koje su, preparatom ovih kiselina, dodate u nadev za vreme izrade, u količini 40 mg/100 grama. Sadržaj masnih kiselina u mastima konvencionalne i funkcionalne fermentisane kobasice tipičan je za fermentisane ko-

Tabela 1. Sadržaj masnih kiselina u masnom tkivu i palminoj masti (g/100g)
Table 1. Fatty acids content in fatty tissue and palm fat (g/100g)

<i>Masne kiseline/Fatty acids</i>		<i>Masno tkivo/Fatty tissue</i>	<i>Palmina mast/Palm fat</i>
Kaprilna/Caprilic	8:0	n.d.	n.d.
Kaprična /Capric	10:0	n.d.	n.d.
Laurinska/Lauric	12:0	1,66	0,15
Miristinska/Myristic	14:0	1,12	0,79
Palmitinska/Palmitic	16:0	18,16	44,92
Palmitoleinska/Palmitoleic	16:1	n.d.	0,14
Heptadekanoična/Heptadecanoic	17:0	n.d.	0,11
Stearinska /Stearic	18:0	9,19	4,44
Arahidonska/Arachidonic	20:0	0,13	n.d.
Oleinska /Oleic	18:1n9c	41,80	39,82
Linolna /Linolic	18:2n6c	11,92	9,20
Elaidinska/Elaidic	18:1n9t	–	n.d.
Linoleaidinska/Linoleaidic	18:2n6t	–	n.d.

n. d. – nije detektovano/not detected

basice sa masnim tkivom (*Ansorena i Astiasaran*, 2004; *Valencia i dr.*, 2006/a i 2006/b). Sadržaj *trans* masnih kiselina kod fermentisanih kobasica sa palminom masti je stotinu puta veći nego u fermentisanim kobasicama sa masnim tkivom svinja. Prema *Simopuloussu i dr.* (2000) dozvoljeni dnevni unos *trans* masnih kiselina za čoveka je 2,0 grama. Da bi čovek, sa funkcionalnom fermentisanom kobasicom u koju je dodato 15% palmine masti, uneo 2,0 grama *trans* masnih kiselina u organizam trebao bi dnevno da pojede oko 330 grama tog proizvoda.

masti sadrže oko 6% više zasićenih masnih kiselina nego kobasice sa masnim tkivom, međutim, nije utvrđena razlika između ukupnog sadržaja nezasićenih masnih kiselina u mastima fermentisanih kobasica sa masnim tkivom svinja i kobasica sa palminom masti. Masti fermentisane kobasice sa palminom masti sadrže više mononezasićenih masnih kiselina, a masti fermentisanih kobasica sa masnim tkivom svinja sadrže više polinezasićenih masnih kiselina. Masti fermentisanih kobasica sa palminom masti sadrže oko 3,9, a masti fermentisanih kobasica

Tabela 2. Sadržaj masnih kiselina u mastima fermentisanih kobasica
Table 2. Fatty acids content in fats of fermented sausages

<i>Masne kiseline (% u masti)/ Fatty acids (% in fats)</i>		<i>Konvencionalna f. kobasica/ Conventional</i>	<i>Kobasica sa palminom masti/ With palm fat</i>	<i>Funkcionalna Kobasica/ Functional</i>	<i>Funkcionalna kobasica sa palminom masti/ Functional with palm fat</i>
Kaprilna/Caprilic	8:0	0,30	0,40	0,32	0,39
Kaprična/Capric	10:0	0,10	0,03	0,12	0,04
Laurinska/Lauric	12:0	0,07	0,17	0,08	0,16
Miristinska/Myristic	14:0	0,13	1,20	0,16	1,21
Palmitinska /Palmitic	16:0	25,92	37,76	25,93	37,78
Stearinska/Stearic	18:0	12,88	6,20	12,89	6,21
Arahidonska/Arachidonic	20:0	0,33	0,30	0,36	0,27
Oleinska/Oleic	18:1n9c	38,86	40,46	38,85	40,47
Linolna/Linolic	18:2n6c	11,64	9,81	11,62	9,80
Linoleinska/Linolenic	18:3n3	0,13	0,53	0,12	0,55
EPA C20:5n3 + DHA C20:6n3		–	–	0,20	0,20
Elaidinska/Elaidic	18:1n9t (<i>trans</i>)	0,02	1,99	0,02	1,99

Ukupan sadržaj zasićenih i nezasićenih masnih kiselina i njihovi međusobni odnosi prikazani su u tabeli 3. Masti fermentisanih kobasica sa palminom

sa masnim tkivom svinja sadrže 3,3 puta više mononezasićenih u odnosu na polinezasićene masne kiseline. Na osnovu toga, u mastima fermentisanih

kobasica sa masnim tkivom svinja manji su odnosi između sadržaja zasićenih i nezasićenih masnih kiselina, a veći između sadržaja polinezasićenih i zasićenih masnih kiselina.

Za vreme skladištenja, hidroliza masti više je izražena kod fermentisanih kobasica sa masnim tkivom (do 20,3 mg KOH/g), nego kod fermentisanih kobasica sa palminom masti (do 10,2 mg KOH/g)

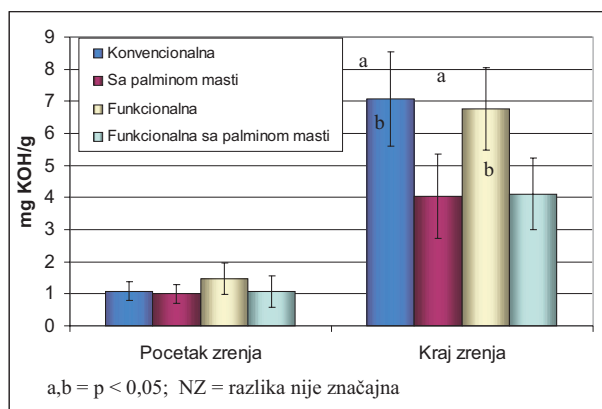
Tabela 3. Ukupan sadržaj zasićenih i nezasićenih masnih kiselina i njihovi odnosi u mastima fermentisanih kobasica

Table 3. Total content of saturated and unsaturated fatty acids and their ratio in fats of fermented sausages

Masne kiseline (% u masti)/ Fatty acids (% in fats)	Konvencionalna f. kobasica/ Conventional	Kobasica sa palminom masti/ With palm fat	Funkcionalna kobasica/ Functional	Funkcionalna kobasica sa palminom masti/ Functional with palm fat
Σ Zasićene/Saturated	39,73	46,06	39,86	46,06
Σ Nezasićene/Unsaturated	50,63	50,80	50,79	51,02
Mononezasićene/Monounsaturated	38,86	40,46	38,85	40,47
Polinezasićene/Polyunsaturated	11,77	10,34	11,94	10,55
Zasićene/nezasićene/ Saturated/Unsaturated	0,78	0,91	0,78	0,90
Polinezasićene / zasićene/ Polyunsaturated/Saturated	0,30	0,22	0,30	0,23

Hidrolitičke i oksidacione promene masti

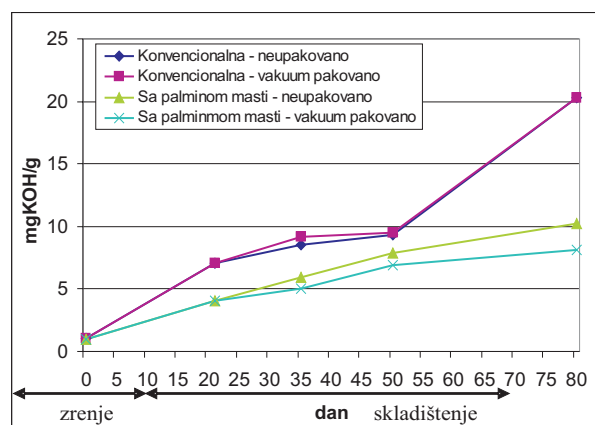
Na početku zrenja fermentisanih kobasica kiselinski broj bio je u opsegu od 1,0 do 1,5 mg KOH/g i ne postoji značajna razlika između ovih vrednosti kod fermentisanih kobasica sa masnim tkivom i palminom masti. Međutim, na kraju zrenja fermentisanih kobasica sa masnim tkivom kiselinski broj bio je 6,7, odnosno 7,1 mg KOH/g, a fermentisanih kobasica sa palminom masti 4,0, odnosno 4,1 mg KOH/g. Razlika između vrednosti kiselinskog broja fermentisanih kobasica sa masnim tkivom i kobasica sa palminom masti statistički je značajna ($p < 0,05$).



Slika 1. Kiselinski broj fermentisanih kobasica na početku i na kraju zrenja

Figure 1. Acid value of sausages at the beginning and at the end of ripening

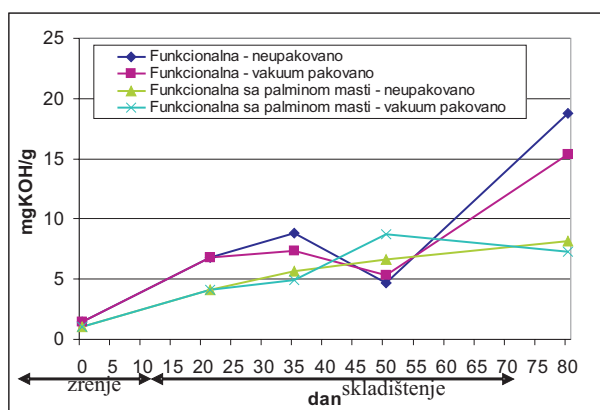
(slike 2 i 3). Način skladištenja ne utiče značajnije na hidrolizu masti, jedino je kod funkcionalne fermentisane kobasice na kraju skladištenja u vakuum-pakovanju utvrđen nešto manji kiselinski broj (15,44 mg KOH/g) u odnosu na istu kobasicu koja je skladištena na vazduhu (18,81 mg KOH/g).



Slika 2. Kiselinski broj fermentisanih kobasica u toku zrenja i skladištenja

Figure 2. Acid value of fermented sausages during ripening and storage

Vrednosti kiselinskog broja fermentisanih kobasica u skladu su sa rezultatima ispitivanja drugih autora (Muguerza i dr., 2003; Müller, 2006; Eim i dr., 2008). Manje vrednosti kiselinskog broja fermentisanih kobasica sa palminom masti posledica su, pre svega, veće stabilnosti te masti, ali i činjenice da se u tim kobasicama hidroliza masti odvija samo pod uticajem bakterijskih lipaza, dok u fermentisanim

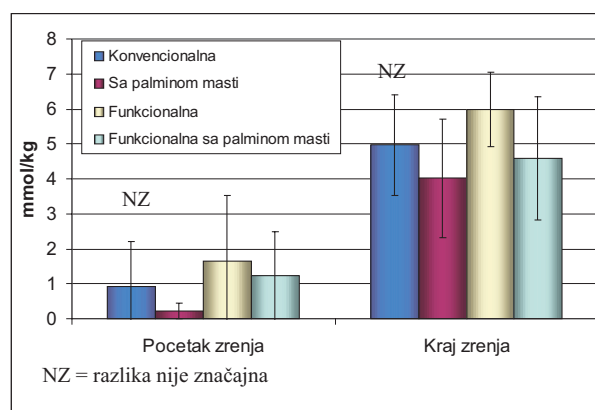


Slika 3. Kiselinski broj funkcionalnih fermentisanih kobasica u toku zrenja i skladištenja
Figure 3. Acid value of functional fermented sausages during ripening and storage

kobasicama sa masnim tkivom u hidrolizi učestvuje i lipaza masnog tkiva (Johansson i dr., 1996; Leroy i dr., 2006). Dodatak mikroinkapsulisanih omega-3 masnih kiselina ne utiče na povećanje kiselinskog broja kod funkcionalnih fermentisanih kobasica, što potvrđuju i rezultati drugih autora (Hilk, 2005; Jimenez-Colmenero, 2007; Jones i Jew, 2007). Takođe, ni način skladištenja ne utiče na kiselinski broj fermentisanih kobasica, što je posledica činjenice da hidroliza masti ne zavisi od prisustva vazduha već od aktivnosti lipolitičkih enzima (Johansson i dr., 1996; Leroy i dr., 2006; Müller, 2006).

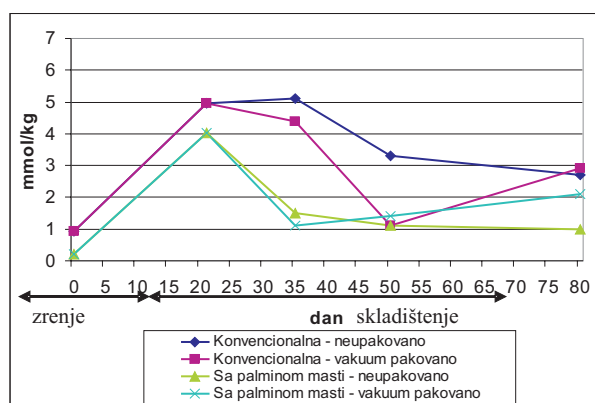
Na početku zrenja peroksidni broj fermentisanih kobasica kreće se u opsegu od 0,2 do 1,7 mmol/kg. Na kraju zrenja peroksidni broj fermentisanih kobasica sa masnim tkivom iznosi 5,0, odnosno 6,0 mmol/kg, a kobasica sa palminom masti 4,0, odnosno 4,6 mmol/kg. Kod funkcionalnih fermentisanih kobasica sa masnim tkivom i palminom masti peroksidni broj se povećava sa 1,89 na 6,16 mmol/kg. Međutim, zbog variranja rezultata, značajnost razlika između vrednosti peroksidnog broja nije statistički potvrđena (slika 4). Ovi rezultati potvrđuju navode Jimenez-Colmenero (2007) da je palmovina mast stabilnija na oksidaciju nego masno tkivo svinja.

U toku skladištenja peroksidni broj se smanjuje i kod fermentisanih kobasica sa masnim tkivom i na kraju skladištenja je 2,7, odnosno 3,2 mmol/kg, a kod proizvoda skladištenih u vakuum-pakovanju 2,9, odnosno 5,5 mmol/kg. Kod fermentisanih kobasica sa palminom masti peroksidni broj se smanjuje na 1,0, odnosno 2,7 mmol/kg, a kod ovih kobasica u vakuum-pakovanju na 1,9, odnosno 2,1 mmol/kg (slike 5 i 6). Peroksidni broj funkcionalne fermentisane kobasice na kraju zrenja veći je nego kod konvencionalne (slike 5 i 6), što može da bude posledica prooksidativne aktivnosti laktobacila koji



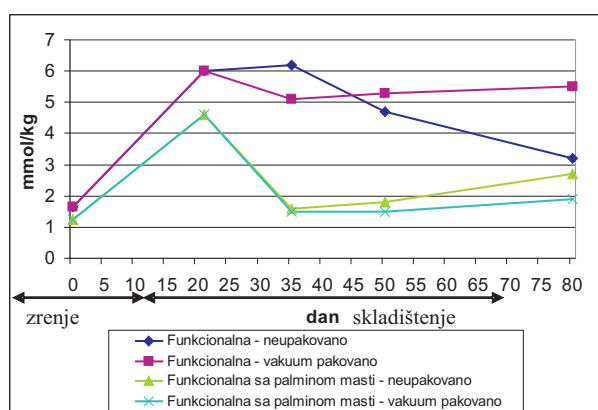
Slika 4. Peroksidni broj fermentisanih kobasica na početku i na kraju zrenja
Figure 4. Peroxide value of fermented sausages at the beginning and at the end of ripening

bolje rastu u funkcionalnoj fermentisanoj kobasici, kao i manjeg broja mikrokokka. Slične rezultate saopštili su i Leroy i dr. (2006). Mikroinkapsulisane omega-3 masne kiseline, koje su dodate funkcionalnim fermentisanim kobasicama, zaštićene su od oksidacije mikroinkapsulama (Hilk, 2005; Jones i Jew, 2007; Jimenez-Colmenero, 2007) i ne utiču na peroksidni broj fermentisanih kobasica. U fermentisanim kobasicama sa palminom masti, koja je stabilnija na oksidaciju, vrednosti peroksidnog broja za vreme zrenja i skladištenja su manje nego u kobasicama sa masnim tkivom (slike 5 i 6).



Slika 5. Peroksidni broj fermentisanih kobasica u toku zrenja i skladištenja
Figure 5. Peroxide value of fermented sausages during ripening and storage

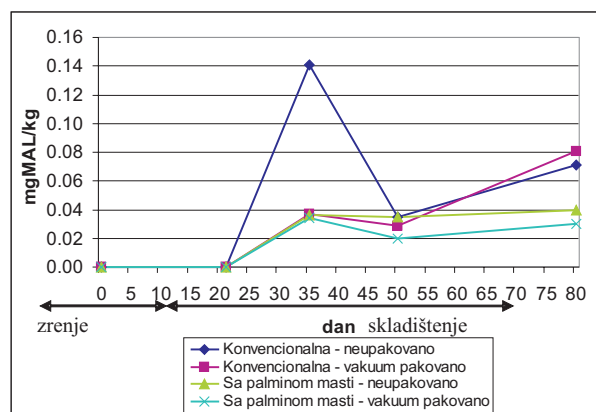
Na početku i na kraju zrenja svih fermentisanih kobasica TBARS vrednost je 0,0 mg MAL/kg (slike 7 i 8). Za vreme skladištenja TBARS vrednost se postepeno povećava do 35. dana, pri čemu je najveća vrednost utvrđena kod konvencionalne fermentisane kobasice skladištene na vazduhu (0,141 mgMAL/kg),



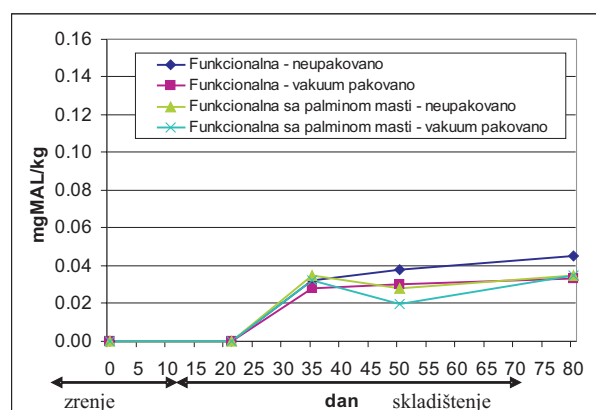
Slika 6. Peroxidni broj funkcionalnih fermentisanih kobasica u toku zrenja i skladištenja
Figure 6. Peroxide value of functional fermented sausages during ripening and storage

a znatno manje vrednosti kod ostalih proizvoda, nezavisno od sastava i načina skladištenja (0,028–0,037 mgMAL/kg). U toku daljeg skladištenja, TBARS vrednost konvencionalne fermentisane kobasice se smanjuje, verovatno kao posledica reakcije malondialdehida sa proteinima i šećerima, što su utvrdili i drugi autori (*Ansorena i Astiasaran, 2004*). TBARS vrednost se od 50. dana ponovo postepeno povećava kod svih kobasica, naročito kod konvencionalne fermentisane kobasice, bez obzira na način skladištenja, i na kraju tog perioda TBARS vrednost neupakovanih fermentisanih kobasica sa masnim tkivom iznosi 0,045, odnosno 0,071 mg MAL/kg, a kod kobasica skladištenih u vakuum-pakovanju 0,033, odnosno 0,081 mg MAL/kg. Kod fermentisanih kobasica sa palminom masti TBARS vrednost iznosi 0,035, odnosno 0,040 mg MAL/kg, a kod kobasica u vakuum-pakovanju 0,030, odnosno 0,035 mg MAL/kg. Manja TBARS vrednost funkcionalnih fermentisanih kobasica mogla bi da bude posledica antioksidativnog delovanja dijetnih vlakana, o čemu izveštavaju *Fernandez-Lopez i dr. (2004)*, a kod fermentisanih kobasica sa palminom masti većom stabilnosti te masti, kao i u njoj prisutnih prirodnih antioksidanasa (*Jimenez-Colmenero, 2007*). Antioksidativnu aktivnost u fermentisanim kobasicama dobijenih uz upotrebu različitih biljnih ulja i dijetnih vlakana utvrdili su i drugi autori (*Muguerza i dr., 2003; Fernandez-Lopez i dr., 2004; Yildiz-Turp i Serdaroglu, 2008*). Proizvodi sa dodatkom preparata mikroinkapsulisanih omega-3 masnih kiselina nisu imali veće TBARS vrednosti od proizvoda bez dodatka ovog preparata, o čemu izveštavaju i drugi autori (*Hilk, 2005; Jones i Jew, 2007; Jimenez-Colmenero, 2007*). Treba istaći da su TBARS vrednosti kod svih fermentisanih kobasica manje od praga osetljivosti za užegao ukus, koji,

prema navodima *Zanardi i dr. (2004)*, za sveže svinjsko meso iznosi 0,5 mg MDA/kg, a za kuvano meso 1,0 mg MDA/kg.



Slika 7. TBARS vrednost fermentisanih kobasica za vreme zrenja i skladištenja
Figure 7. TBA value of fermented sausages during ripening and storage



Slika 8. TBARS vrednost funkcionalnih fermentisanih kobasica za vreme zrenja i skladištenja
Figure 8. TBA value of functional fermented sausages during ripening and storage

Zaključak

Sadržaj pojedinih masnih kiselina srazmeran je učešću masnog tkiva i palmine masti u proizvodu. Fermentisane kobasice sa palminom masti sadrže više palmitinske kiseline, a fermentisane kobasice sa masnim tkivom sadrže više stearinske kiseline. Sadržaj oleinske kiseline veći je u mastima fermentisanih kobasica sa palminom masti, a sadržaj linolne kiseline veći je u mastima fermentisanih kobasica sa masnim tkivom svinja. Sadržaj *trans* masnih kiselina kod fermentisanih kobasica sa palminom masti je stotinu puta veći nego kod fermentisanih kobasica sa masnim tkivom svinja.

Ukupan sadržaj zasićenih masnih kiselina veći je u mastima fermentisanih kobasica sa palminom masti, ali je ukupan sadržaj nezasićenih masnih kiselina u mastima fermentisanih kobasica sa masnim tkivom svinja i palminom gotovo isti. Masti fermentisanih kobasica sa palminom masti sadrže više mononezasićenih masnih kiselina, a masti fermentisanih kobasica sa masnim tkivom svinja više polinezasićenih masnih kiselina. Sadržaj mononezasićenih masnih kiselina je u mastima fermentisanih kobasica sa palminom masti oko 3,9 puta veći, a u mastima fermentisanih kobasica sa masnim tkivom oko 3,3 puta veći nego sadržaj polinezasićenih masnih kiselina. U mastima fermentisanih koba-

sica sa masnim tkivom svinja manji su odnosi između sadržaja zasićenih i nezasićenih masnih kiselina, a veći između sadržaja polinezasićenih i zasićenih masnih kiselina.

U fermentisanim kobasicama sa palminom masti, kao i kod funkcionalne fermentisane kobasice koja sadrži dijetna vlakna, slabije su izražene hidrolitičke i oksidacione promene masti. Oksidacione promene masti za vreme skladištenja manje su izražene kod vakuum-pakovanih fermentisanih kobasica. Upotreba preparata mikroinkapsulisanih omega-3 masnih kiselina ne utiče na promene masti fermentisanih kobasica.

Literatura

- Ansorena D., Astiasaran I., 2004.** Effect of storage and packaging on fatty acid composition and oxidation in dry fermented sausages made with added olive oil and antioxidants. *Meat Science*, 67, 237–244.
- Carvalho I. S., Miranda I., Pereira H., 2006.** Evaluation of oil composition of some crops suitable for human nutrition. *Industrial Crops and Products*, 24, 75–78.
- Eim V. S., Simal S., Rossello C., Femenia A., 2008.** Effects of addition of carrot fibre on the ripening process of a dry fermented sausage (sobrassada). *Meat Science*, 80, 173–182.
- Fernandez-Lopez J., Fernandez-Gines J. M., Aleson-Carbonell L., Sendra E., Sayas-Barbera E., Perez-Alvarez J. A., 2004.** Application of functional citrus by-products to meat products, *Trends in Food Science and Technology*, 15, 176–185.
- Garces R., Mancha M., 1993.** One step lipid extraction and fatty acid methyl esters preparation from fresh plant tissues. *Analytical Biochemistry*, 21, 1, 139–143.
- Hilk M., 2005.** Fischöl sucht Fleischwurst, omega-3-Fettsäuren machen aus Fleischwaren funktionelle Lebensmittel. *Fleischwirtschaft*, 85, 62–64.
- Holland C. D., 1971.** Determination of Malonaldehyde as an Index of Rancidity in Nut Meats Journal of the AOAC. 54 (5), 1024–1026.
- Jimenez-Colmenero F., 2007.** Healthier lipid formulation approaches in meat-based functional foods. Technological options for replacement of meat fats by non-meat fats. *Trends in Food Science and Technology*, 18, 567–578.
- Johansson G., Molly K., Green I., Demeyer D., 1996.** Lipolysis and Proteolysis in Meat Fermentation, European AIR Project, Optimisation of Endogenous and Bacterial Metabolism for the Improvement of Safety and Quality of fermented Meat products. Proceedings of a Workshop at the 42nd International Congress of Meat Science and Technology, Lillehammer, September 1, 6–17.
- Jones P., Jew S., 2007.** Functional food development: concept to reality. *Trends in Food Science and Technology*, 18, 387–390.
- Leroy F., Verluyten J., De Vuyst L., 2006.** Functional meat starter cultures for improved sausage fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 106, 270–285.
- Marco A., Navarro J. L., Flores M., 2006.** The influence of nitrite and nitrate on microbial, chemical and sensory parameters of slow dry fermented sausage. *Meat Science*, 73, 660–673.
- Muguerza E., Gimeno O., Ansorena D., Bloukas J. G., Astiasaran I., 2001.** Effect of replacing pork backfat with pre-emulsified olive oil on lipid fraction and sensory quality of Chorizo de Pamplona – a traditional Spanish fermented sausage. *Meat Science*, 59, 251–258.
- Muguerza E., Ansorena D., Astiasaran I., 2003.** Improvement of nutritional properties of Chorizo de Pamplona by replacement of pork backfat with soy oil. *Meat Science*, 65, 1361–1367.
- Muguerza E., Gimeno O., Ansorena D., Astiasaran I., 2004.** New formulations for healthier dry fermented sausages. *Trends in Food Science and Technology* 15, 452–457.
- Müller W. D., 2006.** Funktionelle Fleischerzeugnisse – Rohwürste, *Mitteilungsblatt der Fleischforschung Kulmbach*, 45, 173, 185–191.
- Rubio B., Martinez B., Sanchez M. J., Garcia-Cachan M. D., Rovira J., Jaime I., 2007.** Study of the shelf life of dry fermented sausage „salchichon“ made from raw material enriched in monounsaturated and polyunsaturated fatty acids and stored under modified atmospheres. *Meat Science*, 76, 128–137.
- Saičić S., Vuković I., Vasilev D., Vasiljević N., Tubić M., 2009.** Influence of pork backfat substitution with palm oil on lipid hydrolysis and oxidation in fermented sausage. 42th IUPAC Congress, Glasgow; <http://www.iupac2009.org>.
- Simopolous A. P., Leaf A., Salem N., 2000.** Workshop Statement on the Essentiality of and Recommended Dietary Intakes for Omega-6 and Omega-3 Fatty Acids, Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids, 63 (3), 119–121.
- Tarladgis B. G., Pearson A. M., Dugan L. R., 1964.** Chemistry of the 2-thiobarbituric acid test for determination of oxidative rancidity in foods. II Formation of the TBA malonaldehyde complex without acid-heat treatment. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 15, 602.
- Valencia I., Ansorena D., Astiasaran I., 2006/a.** Nutritional and sensory properties of dry fermented sausages enriched with n-3 PUFAs. *Meat Science*, 72, 727–733.
- Valencia I., Ansorena D., Astiasaran I., 2006/b.** Stability of linsseed oil and antioxidants containing dry fermented sausages: A study of the lipid fraction during different storage conditions. *Meat Science* 73, 269–277.
- Valencia I., Ansorena D., Astiasaran I., 2007.** Development of dry fermented sausages rich in docosahexaenoic acid with oil from the microalga *Schizochytrium sp.*: Influence on nutritional properties, sensorial quality and oxidation stability. *Food Chemistry*, 104, 3, 1087–1096.

- Vuković I., Vasilev D., Vasiljević N., 2007. Fermented sausage as functional food. I International Congress Food Technology, Quality and Safety, XI Symposium NODA, Proceedings, Novi Sad, November 13–15, 2007, 130–134.
- Vuković I., Saičić S., Vasilev D., Tubić M., Vasiljević N., Milanović-Stevanović M., 2009. Neki parametri kvaliteta i nutritivna vrednost funkcionalnih fermentisanih kobasica. Tehnologija mesa, 50, 68–74.
- Yildiz-Turp G., Serdaroglu M., 2008. Effect of replacing beef fat with hazelnut oil on quality characteristics of sucuk – A Turkish fermented sausage. Meat Science, 78, 447–545.
- Zanardi E., Ghidini S., Battaglia A., Chizzolini R., 2004. Lipolysis and lipid oxidation in fermented sausages depending on different processing conditions and different antioxidants, Meat Science, 66, 415–423.

The composition and significant changes in fats of functional fermented

Vasilev Dragan, Vuković Ilija, Saičić Snežana, Vasiljević Nađa, Milanović-Stevanović Mirjana, Tubić Miodrag

S u m m a r y: The paper presents investigations of fatty acids content, hydrolytic and oxidative changes in fats of conventional fermented sausage, fermented sausage with palm fat, functional fermented sausage and functional fermented sausage with palm fat. Content of some fatty acids is proportional to the share of fatty tissue and palm fat in the product. Fermented sausages with palm fat have higher content of palmitic acid, while sausages with fatty tissue show higher content of stearic acid. Oleic acid content is higher in fats of sausages with palm fat; content of linolic acid is higher in fats of fermented sausages with pork fatty tissue. Content of trans-fatty acids in fermented sausages with palm fat is one hundred times higher compared to sausages containing pork fatty tissue. Total content of saturated fatty acids is higher in fats of fermented sausages with palm fat. However, total content of unsaturated fatty acids is almost equal in sausages with palm fat and sausages with pork fatty tissue. Fats of fermented sausages with palm fat contain more monounsaturated fatty acids, while fats of fermented sausages with pork fatty tissue contain more polyunsaturated fatty acids. Content of monounsaturated fatty acids is about 3.9 times higher in fermented sausages with palm fat and about 3.3 times higher in fermented sausages with pork fatty tissue, then the content of polyunsaturated fatty acids. The ratio of saturated and unsaturated fatty acids is lower in fats of sausages with pork fatty tissue while the ratio of polyunsaturated and saturated fatty acids is higher in the same type of sausages. Hydrolytic and oxidative changes of fats are less pronounced in fermented sausages with palm fat and in functional fermented sausages containing dietary fibers. Oxidative changes in fats during storage are less pronounced in vacuum-packed fermented sausages. Usage of preparations of microencapsulated omega-3 fatty acids does not influence changes in fats of fermented sausages.

Key words: fermented sausages, functional food, fats, fatty acids content, hydrolysis, oxidation.

Rad primljen: 7.06. 2010.

Rad prihvaćen: 11.06.2010.

Efekti korišćenja kozjeg mesa u proizvodnji tradicionalnog sudžuka

Živković Dušan¹, Miloradović Zorana¹, Stanišić Nikola², Žujović Miroslav², Radulović Zorica², Perunović Marija², Maksimović Nevena²

S a d r ž 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 duugo 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.*,

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

²Institut 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% NaNO₂, 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 nareska 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. Nепroteinski 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 sarkoplazmatskih i miofibrilarnih proteina

Ekstrakti sarkoplazmatskih 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 sarkoplazmatske proteine. Miofibrilarni proteini ekstrahovani su iz taloga homogenizacijom sa rastvorom koji sadrži ureju (8 M) i 1% β-merkaptoetanolu, dva minuta u blenderu (Philips HR 2000). Homogenat je ponovo centrifugovan pod istim uslovima i dobijen je supernatant koji sadrži miofibrilarne proteine. Probe sa sarkoplazmatskim 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 sarkoplazmatske 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 sarkoplazmatske 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 sarkoplazmatskih proteina. Uslovi rada bili su 80 mA i 300 V tokom 4 časa za sarkoplazmatske 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 obučanih 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 jednofaktorijskom 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

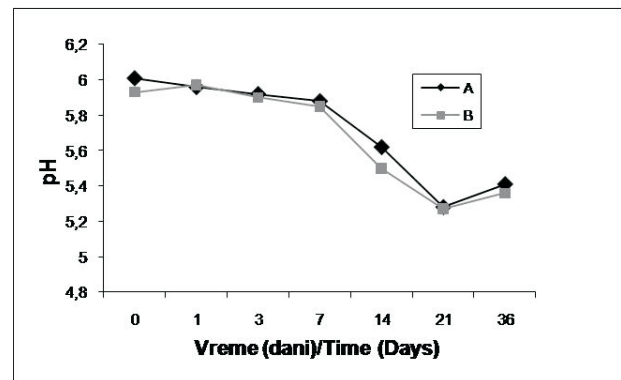
Tabela 1. Promena kala u toku procesa proizvodnje sudžuka (%)
Table 1. Weight loss of sucuk during production (%)

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

^{a,b} 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

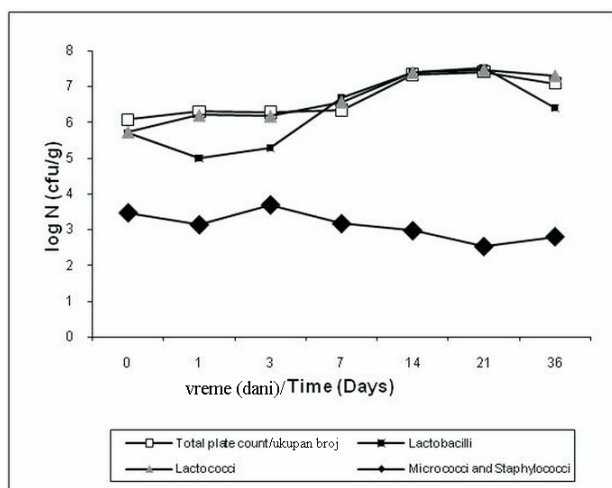
Tabela 2. Hemijski sastav sudžuka tokom procesa proizvodnje (%)
Table 2. Chemical composition of sucuk during production (%)

Parametri/ Parameters Dani/Days	Voda/Water		Masti/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).

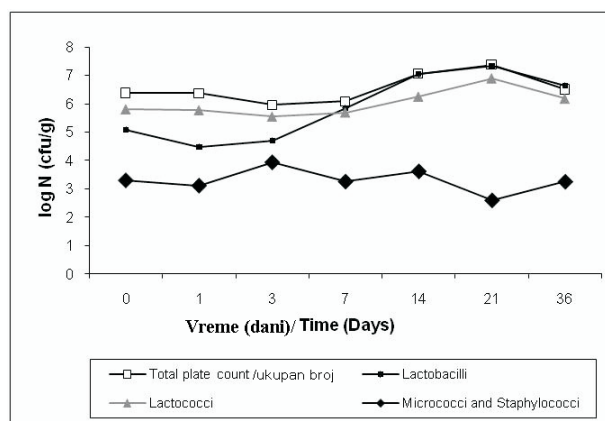


Grafikon 2. Rast mikroorganizama za vreme proizvodnje sudžuka A

Figure 2. Microbial growth during production of sucuk A

Početni ukupan broj mikroorganizama bio je 6,1 log cfu g⁻¹ za uzorak A, i 6,4 log cfu g⁻¹ 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⁻¹ za oba uzorka.

Broj laktobacila u uzorcima A i B opada prvog dana, sa 5,9 cfu g⁻¹ na 3,9 cfu g⁻¹ (A) i sa 5,1 cfu g⁻¹ na 4,5 cfu g⁻¹ (B). Nakon toga počinje intenzivno da raste, da bi dvadeset prvog dana dostigao maksimum, sa vrednostima 7,5 cfu g⁻¹ (A) i 7,3 cfu g⁻¹ (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⁻¹ do 7,5 cfu g⁻¹ (sudžuk A), i od 5,8 cfu g⁻¹ do 6,9 cfu g⁻¹ (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.

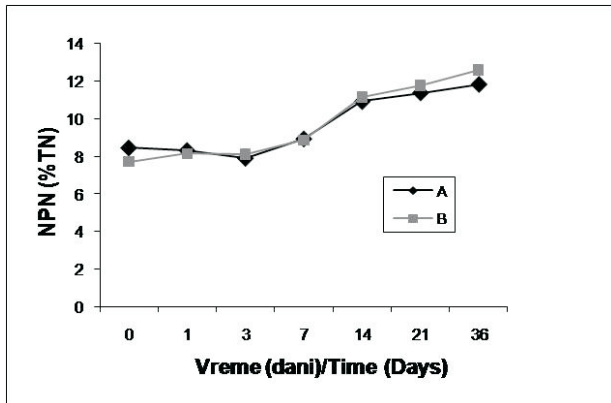
Micrococcus sp. i *Staphylococcus* sp. redukuju nitrat u nitrit i omogućuju razvoj boje. Takođe, mogu da doprinesu razvoju ukusa i arome fermentisanih proizvoda od mesa (Johansson i dr., 1994). Broj mikrokoka i stafilokoka bio je manji nego broj BMK i kretao se u rasponu od 2,5 do 3,7 log cfu g⁻¹ za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

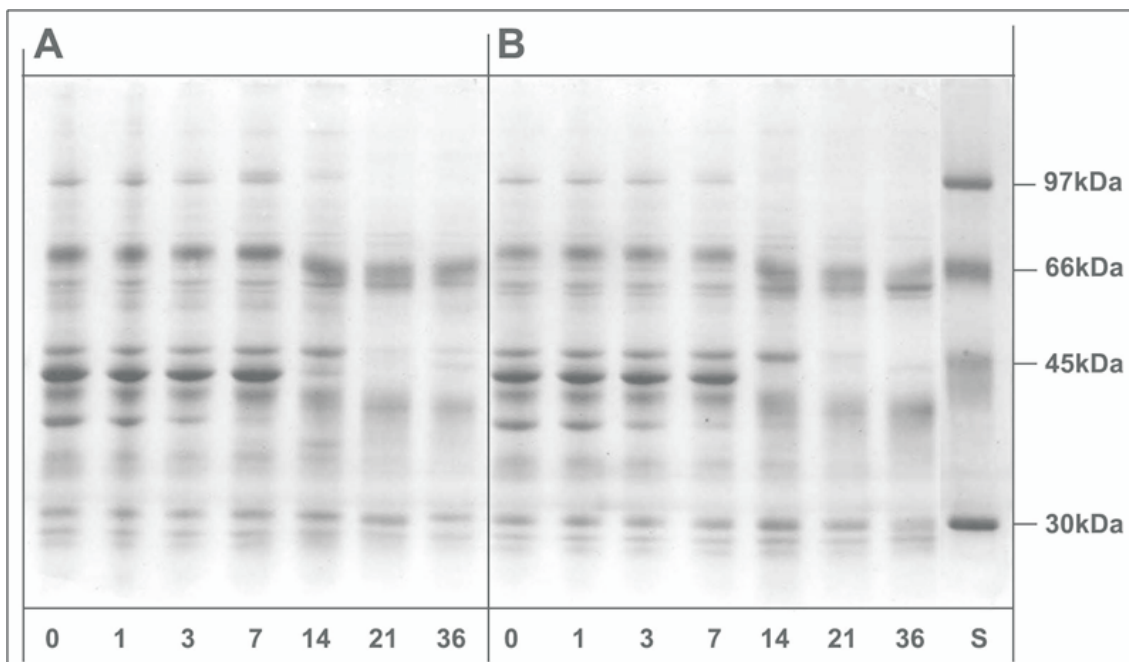
6.1 Sarkoplazmatični proteini

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

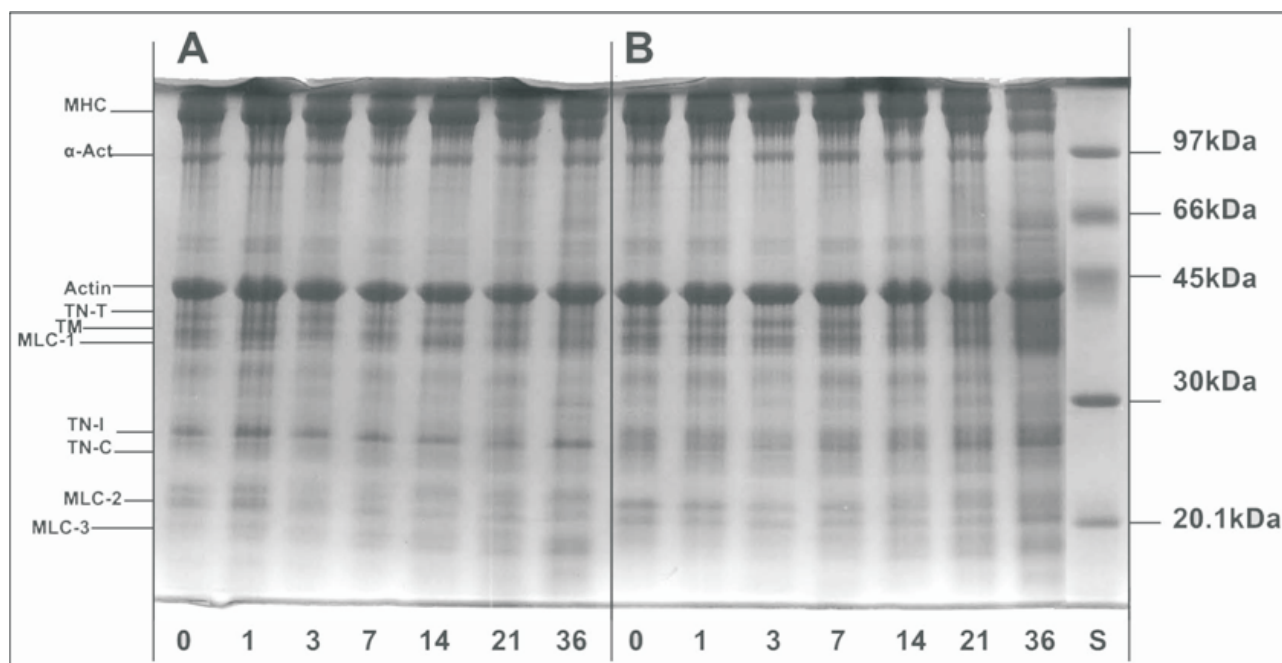
takođe je uočen (Johansson i dr., 1994; Fadda i dr., 1999b).

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 ^a	4,06 ± 0,51 ^a	4,22 ± 0,43 ^a	3,94 ± 0,29 ^a	4,11 ± 0,21 ^a
B	4,39 ± 0,21 ^a	4,56 ± 0,39 ^b	3,89 ± 0,40 ^a	3,61 ± 0,58 ^a	3,89 ± 0,40 ^a

^{a,b} 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 NO_3^- , 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., Berdagüé 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.
- Toldrà 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 „sudzuk“ was carried out on 0th, 1st, 3rd, 7th, 14th, 21st and 36th 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 21st day of production (5.28 in both batches). Total viable count reached its maximal value on 21st day of production (7.4 log cfu g⁻¹ for both batches). Lactobacilli count decreases on the first day, then the steady mild increase was recorded and the maximum is reached on 21st day – 7.5 cfu g⁻¹ (batch A) and 7.3 cfu g⁻¹ (batch B). After the 21st day, lactobacilli count decreases. Lactococci count shows a sharp increase from the 1st day to the 21st day of production. Micrococci and staphylococci count remained almost unchanged during the entire production process. Significant increase of NPN value was observed between the 3rd and the 14th day of production. This coincides with intensive increase of LAB count.

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

Mikroklimatski uslovi tokom zrenja kobasica proizvedenih na tradicionalan način*

Rašeta Mladen¹, Vesković-Moračanin Slavica¹, Borović Branka¹, Karan Dragica¹, Vranić Danijela¹, Trbović Dejana¹, Lilić Slobodan¹

S a d r ž a j: U ovom radu praćena je proizvodnja tri vrste tradicionalnih suvih fermentisanih kobasica – sremska, levačka i užička kobasica. Ispitani su relativna vlažnost, temperatura i cirkulacija vazduha tokom dimljenja, sušenja i zrenja ovih kobasica, kao i ukupna prihvatljivost gotovih proizvoda. Dobijeni rezultati ukazuju da su uslovi pod kojima se ove kobasice proizvode, pod direktnim uticajem podneblja i klimatskih faktora, odnosno vremenskih uslova koji vladaju tokom proizvodnje i da se, ponekad, kreću u veoma širokom opsegu. Na kraju proizvodnje, sve tri kobasice ocenjene su kao prihvatljive uz konstataciju da su senzorne karakteristike kvaliteta u velikoj meri zavisile od mikroklimatskih uslova koji su vladali u komorama u kojima se odvijala proizvodnja.

Ključne reči: mikroklimatski uslovi zrenja, tradicionalna proizvodnja, fermentisane kobasice.

Uvod

Tradicionalne, fermentisane proizvode od mesa, koji potiču sa određenog geografskog područja, odlikuju specifična senzorna svojstva, i po pravilu vrhunski kvalitet. Na svojstva i kvalitet ovih proizvoda značajno utiču, pored ostalog, i opšte karakteristike podneblja, a posebno specifični klimatski uslovi, karakteristični za određeno geografsko područje (Radovanović i dr., 2005). Proizvodnja fermentisanih kobasica je jedna od oblasti prerade mesa koja je poslednjih decenija, predmet intenzivnih naučnih istraživanja. Sa povećanjem konkurencije i liberalizacijom svetskog tržišta, industrija mesa se, slično drugim prehrambenim granama, usmerava na veću produktivnost i profit (Žlender i Gašperin, 2004). Danas se poklanja veća pažnja tradicionalnom načinu proizvodnje fermentisanih proizvoda od mesa, zbog sve naglašenije njihove potražnje na tržištu, usled poželjnih i prepoznatljivih senzornih svojstava.

Dosadašnjim ispitivanjima u našoj zemlji dobijeni su mnogobrojni podaci o optimalnom sirovin-skom sastavu, upotrebljenim začinima i aditivima, o

moćnosti korišćenja starter kultura, kao i poluprečišćenih bakteriocina, kao i mnogobrojni drugi pokazatelji o primeni novih tehnoloških postupaka u izradi tradicionalno fermentisanih proizvoda od mesa (Vesković-Moračanin, 2007). Mikroflora fermentovanih kobasica ima veliki značaj za biohemijske procese koji se odvijaju u kobasicama tokom njihove fermentacije. U specifičnim mikroklimatskim uslovima aktiviraju se prisutna epifitna mikroflora i enzimi iz mesa i masnog tkiva, koji ostaju aktivni tokom celog procesa proizvodnje, što omogućava stvaranje prijatnih aromatičnih svojstava gotovog proizvoda.

Određene vrste mikroorganizama mogu da imaju poželjno delovanje na proces zrenja fermentisanih kobasica. Tako postoji potreba za izolovanjem tih mikroorganizama koji bi, dodavani u nadev, kontrolisano vodili proces zrenja do dobijanja bezbednog proizvoda prepoznatljivih senzornih karakteristika (Gasparik-Reichardt i dr., 2005a). S druge strane, bakteriocine mogu da proizvode određeni sojevi mlečnokiselinskih bakterija koji su prisutni u hrani i oni predstavljaju činilac za ograničenje rasta i razmnožavanja patogenih mikroorganizama i mi-

***Napomena:** Rezultati rada su deo naučno-istraživačkog projekta, koji je finansiralo Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, ev. br. 20127 – „Tehnološke i protektivne osobine autohtonih sojeva bakterija mlečne kiseline izolovanih iz tradicionalno fermentisanih kobasica i mogućnost njihove primene u industriji mesa“.

¹Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kaćanskog 13, 11 000 Beograd, Republika Srbija.

kroorganizama potencijalnih uzročnika kvara hrane (Rantisou i dr., 2005).

S obzirom na to da specifičnosti mikroklimata imaju veoma važan uticaj na tok i ishod fermentacije i zrenja, Srbija bi u sklopu svojih nacionalnih interesa trebala da obezbedi sopstvene starter kulture za svoje tradicionalne suvomesnate proizvode i suve fermentisane kobasice. Starter kulture ubrzavaju i stabilizuju procese fermentacije, zrenja i sušenja kobasica i na taj način doprinose bezbednosti gotovog proizvoda (Petrohilou i Rantsios, 2005). Upotrebom starter kultura, koje sadrže proverene autohtone sojeve mikroorganizama, postoji mogućnost da se tradicionalni proizvodi ustaljenog i prepoznatljivog kvaliteta plasiraju na domaće i strano tržište. Jedan od preduslova za primenu domaćih starter kultura je i precizno definisanje mikroklimatskih uslova tokom proizvodnje tradicionalnih fermentisanih proizvoda od mesa.

Cilj ovog rada je bio da se ispituju mikroklimatski uslovi tokom dimljenja, sušenja i zrenja sremske, levačke i užičke kobasice, koje su najprepoznatljiviji predstavnici tradicionalnih suvih fermentisanih kobasica.

Materijal i metode

Kobasice su pripremane po tradicionalnoj recepturi i u toku ispitivanja izrađene su po tri proizvodne partije – fermentacije, od svake vrste. U Pomoravskom regionu, u industrijskim uslovima, na tradicionalan način, proizvedene su sremska i levačka kobasica (septembar 2008 – novembar 2008. godine). Proizvodnja sremske i levačke kobasice je organizovana istog dana kako bi se uzorkovanje obavilo istovremeno, a planirana ispitivanja i registrovanje mikroklimatskih parametara utvrdilo pomoću istih mernih uređaja u istoj komori. Mikroklimatski uslovi dimljenja, sušenja i zrenja sremske i levačke kobasice su praćeni zajedno. U Zlatiborskom regionu, u selu Kačer u individualnom domaćinstvu, u tri proizvodne partije, užička kobasica je izrađivana u periodu od tri meseca (novembar 2008 – januar 2009. godine).

Kobasice su, posle punjenja nadevom, kačene na štapove i stavljanje na kolica. Na svakim kolicima označena je vrsta, broj proizvodne partije i datum izrade. Pre daljeg postupka, kobasice su ostavljane u proizvodnoj prostoriji na temperaturi od +10°C, nekoliko časova, pa su zatim unošene u klasične pušnice, u kojima se odvijalo dimljenje, zrenje i sušenje na tradicionalan način. Poznato je da se u klasičnim pušnicama zrenje kobasica odvija u nekontrolisanim uslovima, pri čemu temperatura i vla-

žnost zavise, prvenstveno, od vremenskih uslova. Dimljenje je obavljeno po hladnom postupku, sagorevanjem bukovog drveta na otvorenom ložištu. U komorama je svakog časa merena temperatura i relativna vlažnost vazduha pomoću digitalnog data logera (175-H2, proizvođač Testo, Nemačka), a svakodnevno (tri puta dnevno: ujutro, u podne i uveče) merena je cirkulacija vazduha digitalnim anemometrom (405-V1, proizvođač Testo, Nemačka).

Gotove proizvode senzorski je ispitalo pet ocenjivača – eksperata, a za ove potrebe korišćene su numeričko-deskriptivne skale. Ukupna prihvatljivost je ocenjena skalom od devet podeljaka, pri čemu je najviša ocena predstavljala i najbolje izražen skup senzornih svojstava koji čine ukupnu prihvatljivost ove vrste proizvoda.

U statističkoj analizi dobijenih rezultata navedeni su sledeći elementi: aritmetička sredina (\bar{X}), standardna devijacija (SD), standardna greška (Se), interval varijacije (IV) i koeficijent varijacije (CV).

Za utvrđivanje statistički značajnih razlika između ispitivanih eksperimentalnih grupa, korišćena su dva testa. Prvi je po potpuno slučajnom planu (ANOVA), grupni test i na osnovu njega ustanovljeno je postojanje značajnih razlika između ukupno posmatranih tretmana. Drugi test je pojedinačni, Turkey test, pomoću koga su, takođe ustanovljavane statistički signifikantne razlike. Statistička analiza dobijenih rezultata rađena je u statističkom programu StatsoftStatistica v7.00.

Razlike u tabelama prikazane su sa tri nivoa značajnosti ($p \leq 0,05$; $p \leq 0,01$ i $p \leq 0,001$) i to između pojedinih dana ispitivanja malim slovima, a između fermentacija velikim slovima.

Rezultati i diskusija

U tabelama 1 i 2 prikazani su rezultati ispitivanja relativne vlažnosti u objektima za izradu suvih fermentisanih kobasica proizvedenih na tradicionalan način, prikazani kao prosečna vrednost od 24 merenja u toku jednog dana.

U toku prvih sedam dana proizvodnje sremske i levačke kobasice (I fermentacija) relativna vlažnost je bila približno jednaka (58,22% – 1. dan i 58,90% – 7. dan). U narednih četrnaest dana, relativna vlažnost je bila značajno veća ($p < 0,001$) u odnosu na prvih sedam dana proizvodnje (65,48 i 74,22%). Tokom druge fermentacije, relativna vlažnost bila je prosečno od 64,50% prvog dana do 75,53% koliko je izmereno četrnaestog dana ispitivanja. Razlike između izmerenih vrednosti tokom svih dana ispitivanja bile su statistički značajne ($p < 0,001$). U trećoj fermentaciji, relativna vlažnost zabeležila je

značajan porast ($p < 0,001$) od prvog do sedmog dana (od 64,91 do 75,54%), dok je u narednim merenjima bila približno jednaka ($p > 0,05$).

Tokom sušenja i zrenja užičke kobasice, takođe su primećene statistički značajne razlike. U prvoj fermentaciji vrednosti relativne vlažnosti kretale su se u opsegu od 69,35% koliko je zabeleženo četrnaestog dana proizvodnje do 80,34% koliko je izmereno na kraju fermentacije. Razlike između vrednosti izmerenih prvih 14 dana bile su statistički značajne u odnosu na kraj proizvodnje ($p < 0,001$), dok između prvog i četrnaestog dana nisu bile zabeležene značajne razlike ($p > 0,05$). U drugoj fermentaciji, relativna vlažnost je beležila značajan rast ($p < 0,001$) tokom prvih 14 dana (80,65%), a u poslednjoj nedelji proizvodnje pala je na 73,45%, što je bilo statistički značajno manje u odnosu na 14. dan ($p < 0,001$).

Iz tabela 1 i 2 može da se vidi da su postojale statistički značajne razlike ($p < 0,001$) u izmerenim vrednostima relativne vlažnosti tokom pojedinih dana ispitivanja prve, druge i treće fermentacije. Može da se kaže da su sve utvrđene razlike nastale kao rezultat nekontrolisanih uslova sušenja i zrenja kobasica, jer tradicionalna proizvodnja upravo zavisi od klimatskih uslova, odnosno vremenskih promena koje mogu da se očekuju u prirodnoj sredini.

Razultati merenja temperature tokom sušenja i zrenja kobasica, prikazani su kao srednje vrednosti sa parametrima varijacije, u tabelama 3 i 4.

Izmerene temperature u komorama za sušenje i zrenje sremeske i levačke kobasice su, u prvoj fermentaciji, bile prilično neujednačene. Najniža temperatura zabeležena je poslednji dan proizvodnje i bila je 15,19°C, što je bilo značajno različito niže u odnosu na prve dve nedelje proizvodnje kada su prosečne temperature bile 24,83, 29,07 i 21,62°C, prvog, sedmog i četrnaestog dana ($p < 0,001$). U drugoj fermentaciji, prosečne vrednosti kretale su se od 15,90 do 23,30°C i bile su slične prvog i poslednjeg dana proizvodnje (20,05 i 23,30°C), kao i sedmog i četrnaestog dana proizvodnje (16,81 i 15,90°C), ali su između njih zabeležene statistički značajne razlike ($p < 0,001$). Kao i tokom prve dve fermentacije, i u trećoj fermentaciji, razlike u temperaturama su bile na statistički značajnom nivou ($p < 0,001$), mada najpovoljnije u pogledu izrade suvih fermentisanih kobasica i bile u opsegu od 13,45 do 20,45°C.

U odnosu na temperature tokom sušenja i zrenja sremeske i levačke kobasice, prosečne vrednosti temperatura prilikom proizvodnje užičke kobasice bile su znatno niže. Tokom prve fermentacije, prosečne vrednosti bile u opsegu od 6,05 do 13,70°C i međusobno sustatistički značajno različite ($p < 0,001$). U drugoj fermentaciji, temperatura je bila kon-

Tabela 1. Relativna vlažnost vazduha tokom proizvodnje sremeske i levačke kobasice, %
Table 1. Relative humidity during the production of „sremeska“ and „levačka“ sausage, %

	1. dan day	7. dan day	14. dan day	21. dan day
I fermentacija/I fermentation				
\bar{X}	58,22 ^{q, Q}	58,90 ^{q, o, Q}	65,48 ^{z, Q}	74,22 ^{p, Q}
Se	0,48	0,71	0,29	0,26
Sd	2,36	3,46	1,40	1,25
Opseg/ Range	8,91	10,93	5,15	3,63
Min.	52,49	52,75	63,32	73,12
Max.	61,40	63,68	68,47	76,75
Cv	4,05	5,87	2,14	1,68
II fermentacija/II fermentation				
\bar{X}	64,50 ^{q, x, Z}	68,63 ^{z, Z}	75,53 ^{y, o, Z}	66,08 ^{p, Z}
Se	0,76	0,39	0,37	0,61
Sd	3,71	1,91	1,81	2,97
Opseg/ Range	12,70	7,98	6,30	10,45
Min.	57,38	63,79	73,34	62,00
Max.	70,08	71,77	79,64	72,45
Cv	5,75	2,78	2,40	4,50
III fermentacija/ III fermentation				
\bar{X}	64,91 ^{q, Z}	75,54 ^{z, P}	69,60 ^{a, o, P}	70,25 ^{a, p, P}
Se	0,80	0,64	0,41	0,69
Sd	3,91	3,13	1,98	3,37
Opseg/ Range	15,85	10,84	8,51	11,43
Min.	54,57	71,32	64,27	63,79
Max.	70,42	82,16	72,78	75,22
Cv	6,02	4,14	2,84	4,80

^{a,b,c,d} $p \leq 0,05$; ^{x,y,q,z} $p \leq 0,01$; ^{o,p,r,s} $p \leq 0,001$
^{A,B,C,D} $p \leq 0,05$; ^{X,Y,Q,Z} $p \leq 0,01$; ^{O,P,R,S} $p \leq 0,001$

stantna tokom celog procesa i između prosečnih vrednosti nisu utvrđene statistički značajne razlike ($p > 0,05$). Tokom sušenja i zrenja užičke kobasice u trećoj fermentaciji, prosečna temperatura je bila niska (8,89, 6,53 i 6,25°C) na početku proizvodnje, posle sedam dana i na kraju proizvodnje, dok je četrnaestog dana bila značajno viša (16,00°C).

Statistički značajne razlike utvrđene prilikom merenja bile su rezultat različitih delova godine kada se proizvodila užička kobasica, odnosno različitih vremenskih prilika koje direktno utiču na uslove u komori za sušenje i zrenje usled kolebanja i nemogućnosti održavanja kontrolisanog režima zrenja.

Prosečna cirkulacija vazduha tokom proizvodnje sremeske i levačke kobasice (tabela 5) bila je različita u sve tri fermentacije ($p < 0,001$). U prvoj fermentaciji bila je 0,66 m/s, u drugoj 0,31 m/s i

Tabela 2. Relativna vlažnost vazduha tokom proizvodnje užičke kobasice, %
Table 2. Relative humidity during the production of „užička“ sausage, %

	1. dan/ day	7. dan/ day	14. dan/ day	21. dan/ day
I fermentacija/I fermentation				
\bar{X}	72,67 ^{p, z, q, Q}	75,16 ^{q, Q}	69,35 ^{z, Q}	80,34 ^{o, Q}
Se	1,20	0,62	1,01	0,46
Sd	5,90	3,02	4,95	2,24
Opseg/ Range	22,40	13,90	19,00	8,20
Min.	58,20	66,50	59,70	76,30
Max.	80,60	80,40	78,70	84,50
Cv	8,12	4,02	7,14	2,79
II fermentacija/II fermentation				
\bar{X}	72,64 ^{q, Q}	77,13 ^{z, Q}	80,65 ^{z, Z}	73,45 ^{q, Z, X}
Se	1,33	0,61	0,52	0,67
Sd	6,53	3,00	2,54	3,27
Opseg/ Range	26,10	12,20	8,00	10,20
Min.	62,20	71,20	77,90	69,10
Max.	88,30	83,40	85,90	79,30
Cv	8,99	3,89	3,15	4,45
III fermentacija/III fermentation				
\bar{X}	82,23 ^{q, Z}	88,92 ^{z, Z}	70,06 ^{p, P}	70,11 ^{p, Z, Y}
Se	0,90	0,30	1,10	0,56
Sd	4,39	1,45	5,40	2,74
Opseg/ Range	12,00	4,80	21,40	10,60
Min.	76,50	85,80	55,60	65,90
Max.	88,50	90,60	77,00	76,50
Cv	5,34	1,63	7,71	3,91

^{a,b,c,d}p ≤ 0,05; ^{x,y,q,z}p ≤ 0,01; ^{o,p,r,s}p ≤ 0,001
^{A,B,C,D}p ≤ 0,05; ^{X,Y,Q,Z}p ≤ 0,01; ^{O,P,R,S}p ≤ 0,001

u trećoj 0,53 m/s. Tokom izrade užičke kobasice (tabela 6), razlike u cirkulaciji nisu bile statistički značajne (p > 0,05) između tri fermentacije i bile su 0,17, 0,17 i 0,16 m/s, međutim statistički značajne razlike postojale su između prosečnih vrednosti za cirkulaciju vazduha zabeleženu u proizvodnji užičke kobasice u odnosu na proizvodnju sremeske i levačke kobasice (p < 0,001). Kao i kod relativne vlažnosti i temperature, ove razlike su posledica vremenskih uslova (brzina vetra), odnosno podneblja u kojima se proizvodnja odvija.

Iz table 7 u kojoj su prikazani rezultati senzorne ocene ukupne prihvatljivosti može da se vidi da su svi proizvodi bili prihvatljivi u pogledu senzornih karakteristika. Užička kobasica je ocenjena najvišim ocenama (8,80 – prva fermentacija, 7,50 – druga fer-

Tabela 3. Prosečna temperatura tokom proizvodnje sremeske i levačke kobasice, °C
Table 3. Average temperature during the production of „sremska“ and „levačka“ sausage, °C

	1. dan/ day	7. dan/ day	14. dan/ day	21. dan/ day
I fermentacija/I fermentation				
\bar{X}	24,83 ^{q, X}	29,07 ^{z, Q}	21,62 ^{p, Q}	15,19 ^{o, Q}
Se	0,21	0,36	0,19	0,05
Sd	1,03	1,74	0,94	0,27
Opseg/ Range	3,52	6,72	3,36	0,80
Min.	23,12	26,64	20,24	14,64
Max.	26,64	33,36	23,60	15,44
Cv	4,15	5,99	4,35	1,78
II fermentacija/II fermentation				
\bar{X}	20,05 ^{q, Y}	16,81 ^{z, Z}	15,90 ^{z, Z}	23,30 ^{q, Z}
Se	0,41	0,18	0,21	0,37
Sd	2,01	0,86	1,04	1,82
Opseg/ Range	9,12	3,20	3,20	5,44
Min.	15,92	15,92	14,32	20,56
Max.	25,04	19,12	17,52	26,00
Cv	10,02	5,12	6,54	7,81
III fermentacija/III fermentation				
\bar{X}	17,09 ^{q, R}	20,45 ^{o, P}	14,03 ^{z, Z}	13,45 ^{q, Q}
Se	0,59	0,23	0,12	0,16
Sd	2,88	1,14	0,61	0,80
Opseg/ Range	9,12	4,00	1,60	3,52
Min.	12,88	18,32	13,20	11,92
Max.	22,00	22,32	14,80	15,44
Cv	16,85	5,57	4,35	5,95

^{a,b,c,d}p ≤ 0,05; ^{x,y,q,z}p ≤ 0,01; ^{o,p,r,s}p ≤ 0,001
^{A,B,C,D}p ≤ 0,05; ^{X,Y,Q,Z}p ≤ 0,01; ^{O,P,R,S}p ≤ 0,001

mentacija i 8,90 – treća fermentacija), dok su sremeska i levačka kobasica ocenjene nižim ocenama. Najnižu ocenu za ukupnu prihvatljivost dobila je sremeska kobasica u prvoj fermentaciji (4,00), na osnovu čega može da se pretpostavi da su uslovi u komori tokom sušenja i zrenja ove kobasice iskazali jasan negativan uticaj na senzorne karakteristike (visoka temperatura tokom celog procesa proizvodnje), što potvrđuje i niska ocena za ukupnu prihvatljivost levačke kobasice (5,20). Trebalo bi naglasiti da su senzorne karakteristike kvaliteta pod direktnim uticajem više činilaca, u prvom redu pod uticajem kvaliteta osnovnih sastojaka i kvaliteta začina koji se koriste, zatim pod uticajem delovanja epifitne mikroflore, i na kraju delovanja uslova pod kojima se odvija sušenje i zrenje ovih proizvoda.

Tabela 4. Prosečna temperatura tokom proizvodnje užičke kobasice, °C**Table 4.** Average temperature during the production of „užička“ sausage, °C

	1. dan/ day	7. dan/ day	14. dan/ day	21. dan/ day
I fermentacija/I fermentation				
\bar{X}	8,94 ^q	13,70 ^{z, Q}	9,11 ^{q, Q}	6,05 ^{o, A}
Se	0,30	0,33	0,37	0,07
Sd	1,49	1,63	1,81	0,36
Opseg/ Range	4,80	5,90	6,80	1,40
Min.	7,00	10,20	6,20	5,40
Max.	11,80	16,10	13,00	6,80
Cv	16,67	11,89	19,87	5,95
II fermentacija/II fermentation				
\bar{X}	7,06	7,59 ^Z	8,58 ^Q	8,56 ^B
Se	0,31	0,86	0,36	0,45
Sd	1,53	4,19	1,74	2,22
Opseg/ Range	5,20	14,30	6,20	7,70
Min.	4,60	-1,20	4,70	4,70
Max.	9,80	13,10	10,90	12,40
Cv	21,67	55,20	20,28	25,93
III fermentacija/III fermentation				
\bar{X}	8,89 ^{q, a}	6,53 ^{q, b, Z}	16,00 ^{z, Z}	6,25 ^{q, b, A}
Se	0,46	0,30	0,41	0,58
Sd	2,24	1,45	2,02	2,86
Opseg/ Range	5,30	4,70	8,50	9,20
Min.	6,10	4,00	12,10	1,90
Max.	11,40	8,70	20,60	11,10
Cv	25,19	22,21	12,63	49,76

a,b,c,d p ≤ 0,05; x,y,q,z p ≤ 0,01; o,p,r,s p ≤ 0,001

A,B,C,D p ≤ 0,05; X,Y,Q,Z p ≤ 0,01; O,P,R,S p ≤ 0,001

Tabela 5. Prosečna cirkulacija vazduha tokom proizvodnje sremske i levačke kobasice, m/s**Table 5.** Average air circulation during the production of „sremska“ and „levačka“ sausage, m/s

	I fermentacija/ I fermentation	II fermentacija/ II fermentation	III fermentacija/ III fermentation
\bar{X}	0,66 ^q	0,31 ^z	0,53 ^p
Se	0,02	0,02	0,01
Sd	0,08	0,08	0,04
Opseg/ Range	0,40	0,27	0,15
Min.	0,45	0,22	0,46
Max.	0,85	0,49	0,61
Cv	12,12	25,81	7,55

a,b,c,d p ≤ 0,05; x,y,q,z p ≤ 0,01; o,p,r,s p ≤ 0,001

A,B,C,D p ≤ 0,05; X,Y,Q,Z p ≤ 0,01; O,P,R,S p ≤ 0,001

Tabela 6. Prosečna cirkulacija vazduha tokom proizvodnje užičke kobasice, m/s**Table 6.** Average air circulation during the production of „užička“ sausage, m/s

	I fermentacija/ I fermentation	II fermentacija/ II fermentation	III fermentacija/ III fermentation
\bar{X}	0,17	0,17	0,16
Se	0,01	0,01	0,01
Sd	0,04	0,06	0,05
Opseg/ Range	0,14	0,31	0,15
Min.	0,12	0,09	0,09
Max.	0,26	0,40	0,24
Cv	23,53	35,29	31,25

a,b,c,d p ≤ 0,05; x,y,q,z p ≤ 0,01; o,p,r,s p ≤ 0,001

A,B,C,D p ≤ 0,05; X,Y,Q,Z p ≤ 0,01; O,P,R,S p ≤ 0,001

Tabela 7. Senzorska ocena ukupne prihvatljivosti sremske, levačke i užičke kobasice
Table 7. Sensory evaluation of overall impression of „sremska“, „levačka“ and „užička“ sausage

	I fermentacija/ I fermentation	II fermentacija/ II fermentation	III fermentacija/ III fermentation
	X ± SD	X ± SD	X ± SD
Sremska kobasica/ Sremska sausage	4,00 ± 0,00	5,20 ± 0,45	6,20 ± 0,45
Levačka kobasica/ Levacka sausage	5,20 ± 0,45	6,90 ± 0,22	8,00 ± 0,00
Užička kobasica/ Uzicka sausage	8,80 ± 0,27	7,50 ± 0,50	8,90 ± 0,42

Kvalitet i specifičnost suvih fermentisanih kobasica zavise od primenjenog tehnološkog postupka, u ovom slučaju tradicionalnog postupka proizvodnje koji je različit za svako podneblje. *Gasparik-Reichardt i dr.* (2005b) saopštavaju podatke o kretanju temperature, vlažnosti i cirkulaciji vazduha tokom proizvodnje grčke salame, bosanskog sudžuka, hrvatske, mađarske i srpske kobasice i italijanske salame. Pri tome naglašavaju da su tokom proizvodnje bosanska, hrvatska i srpska kobasica dimljene, delimično dimljene su mađarska kobasica i grčka salama, a italijanska salama nije podvrgavana ovoj fazi tehnološkog procesa. Prema ovim podacima bosanski sudžuk je dimljen sedam dana pri temperaturi od 15°C i relativnoj vlažnosti vazduha 90%, hrvatska kobasica je dimljena dva dana pri temperaturi od 20°C i relativnoj vlažnosti vazduha od 85% do 90%. Srpska kobasica je dimljena četiri dana pri prirodnim uslovima tokom februara meseca, mađarska kobasica je dimljena svega dva časa pri temperaturi od 20°C i relativnoj vlažnosti vazduha od 75%, a grčka salama, je takođe, dimljena dva časa pri temperaturi od 24°C.

Radetić (1997) ukazuje da temperatura prostorije u kojoj se fermentisane kobasice dime ne bi trebalo da je viša od 20°C. Fermentisane kobasice čiji je nadev dobro prosalamuren, mogu da se, prema podacima ovog autora, kratkotrajno dime bez štetnih posledica i pri višim temperaturama (24°C). Prema navodima *Radetića* optimalna relativna vlažnost tokom dimljenja sirovih kobasica je od 75 do 80%. Delimično formiran sasušen površinski sloj sirove kobasice može se, po navodima ovog autora, eliminirati prolaznim kratkotrajnim dimljenjem pri 85% relativne vlažnosti vazduha.

Vuković (2006) navodi da se fermentisane kobasice dime na početku zrenja, po hladnom postupku, najčešće pri temperaturi od 12°C do 25°C, a da se suše postepeno bez obzira na brzinu zrenja. Prilikom sušenja vlažnost vazduha treba da je uvek niža od aktivnosti vode (a_w) u sadržaju kobasica, ali ta razlika ne sme da bude suviše velika. Optimalno je da, relativna vlažnost vazduha bude od dve do četiri jedinice niža od a_w u sadržaju kobasica.

Optimalna temperatura dimljenja sremske kobasice trebalo bi da bude 18°C, relativna vlažnost od 94%, a cirkulacija vazduha 0,1 m/sec. U toku procesa fermentacije optimalna temperatura je 16°C,

relativna vlažnost vazduha od 90 do 92%, a cirkulacija vazduha od 0,5 m/sec. Tokom zrenja sremske kobasice temperatura treba da se održava od 14 do 15°C, relativna vlažnost vazduha od 78 do 80% i cirkulacija vazduha od 0,1 do 0,3 m/sec (*Turubatović i Tadić*, 2005 a i b).

Dobijeni rezultati su u saglasnosti sa podacima koje navode ovi autori pošto se i u njihovim ispitivanjima tehnološki parametri sušenja i zrenja kreću u širokom opsegu. Iako smo stalno pod uticajem globalnih klimatskih promena, tradicionalnost izrade ovih proizvoda trebalo bi zadržati u najvećoj meri i proizvoditi ih u onom periodu godine kada su najpovoljniji vremenski uslovi, a to su kasna jesen i zima. U skladu sa opštim zahtevima tržišta i sve većom potražnjom tradicionalnih proizvoda, trebalo bi obezbediti uslove da se tradicionalne suve fermentisane kobasice proizvode pod kontrolisanim uslovima relativne vlažnosti, temperature i cirkulacije vazduha, kao i da se ispita mogućnost korišćenja starter kultura, definisanih na osnovu epifitne mikroflore, da bi se obezbedilo dobijanje kvalitetnog, prepoznatljivog i zdravstveno bezbednog proizvoda.

Zaključak

Na osnovu obavljenih ispitivanja i analize dobijenih rezultata moguće je zaključiti:

1. Pri proizvodnji suvih fermentisanih kobasica, u prirodnim uslovima, temperatura, relativna vlažnost i cirkulacija vazduha kolebaju se u dosta širokim granicama.
2. Praćeni mikroklimatski parametri, kao karakteristika mikroambijenta u kome se odvija procesi dimljenja, zrenja i sušenja tradicionalnih fermentisanih kobasica, imaju značajan uticaj na senzorne karakteristike kvaliteta.
3. Pored kvaliteta osnovnih sastojaka i začina koji se koriste u izradi suvih fermentisanih kobasica, na formiranje karakterističnih senzornih svojstava, veliki uticaj ima i specifična epifitna mikroflora svakog podneblja u kome se izrađuju fermentisane kobasice na tradicionalan način.

Literatura

Gasparik-Reichardt J., Toth Sz., Cocolin L., Comi G., Drosinos E., Cvrtila Z., Kozačinski L., Smajović A., Saičić S., Borović B., 2005a. Technological, physicochemical and microbiological characteristics of

traditionally fermented sausages in Mediteranean and central European countries. Tehnologija mesa 3–4, 46, 143–153.

- Gasparik-Reichardt J., Toth Sz., Cocolin L., Comi G., Drosinos E., Cvirtla Z., Kozačinki L., Smajović A., Saičić S., Borović B., 2005b.** Properties of traditional fermented sausages in Mediterranean and central European countries. Proceedings workshop for dissemination of the project results „Safety of traditional fermented sausages; Research on protective cultures and bacteriocins“. University of Sarajevo, Faculty of Veterinary medicine, 10–23.
- Petrohilou I., Rantsios A., 2005.** Zadaci i ciljevi projekta „Bezbednost tradicionalnih fermentisanih kobasica: istraživanje o zaštitnim kulturama i bakteriocinima“. Tehnologija mesa 3–4, 46, 138–142.
- Radetić P., 1997.** Sirove kobasice, Beograd.
- Radovanović R., Tomić N., Tomašević I., Rajković A., 2005.** Prinos mišićne namjene proizvodnji „Govede užičke pršute“, Tehnologija mesa 5–6, 46, 250–260.
- Rantisou K., Urso R., Toth Sz., Gasparik-Reichardt J., Drosinos E., Mataragas M., Stefanović S., Cocolin L., 2005.** Optimalni uslovi za proizvodnju bakteriocina sojevima bakterija mlečne kiseline, izolovanih iz tradicionalnih fermentisanih kobasica. Tehnologija mesa 3–4, 46, 154–161.
- Turubatović L., Tadić R., 2005a.** Proizvodni parametri, načini pakovanja i kritične kontrolne tačke u lancu distribucije tradicionalno fermentisanih kobasica i standardne radne procedure. Tehnologija mesa 3–4, 46, 212–217.
- Turubatović L., Tadić R., 2005b.** Standard operating procedure (SOP) for the production of traditionally fermented sausages. Proceedings workshop for dissemination of the project results „Safety of traditional fermented sausages; Research on protective cultures and bacteriocins“, University of Sarajevo, Faculty of Veterinary Medicine.
- Vesković-Moračanin S., 2007.** Uticaj *Lactobacillus sakei* I 151, bakteriocina *Leuconostoc mesenteroides* E 131 i MAP na održivost „Sremske“ kobasice. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu.
- Vuković I., 2006.** Osnove tehnologije mesa. Treće izmenjeno i dopunjeno izdanje, Veterinarska komora Srbije, Beograd 2006.
- Žlender B., Gašperin L., 2004.** Tradicionalni postupci u preradi mesa i mogućnost njihove primene u savremenim industrijskim tehnologijama, Tehnologija mesa 45, 3–4, 81–88.

Microclimate conditions during ripening of traditionally produced fermented sausages

Rašeta Mladen, Vesković-Moračanin Slavica, Borović Branka, Karan Dragica, Vranić Danijela, Trbović Dejana, Slobodan Lilić

S u m m a r y: This paper presents the results of investigation of three types of fermented sausages production – sremska, levacka and uzicka. Relative humidity, temperature and air circulation are measured during smoking, drying and ripening of these sausages as well as evaluation of overall acceptability of the final product. The obtained results indicate that conditions under which these sausages are produced are directly influenced by the location and climatic factors, i.e. weather conditions present during production, that can vary significantly. All three types of sausages are evaluated as acceptable at the end of the production. However, it was noted that sensory properties and quality parameters are largely influenced by microclimate conditions present in production chambers.

Key words: microclimate conditions during ripening, traditional production, fermented sausages.

Rad primljen: 13.01.2010.
Rad ispravljen: 6.06.2010.
Rad prihvaćen: 14.06.2010.

Sadržaj masnih kiselina i holesterola u nekim proizvodima od mesa sa domaćeg tržišta*

Saičić Snežana¹, Trbović Dejana¹, Vranić Danijela¹, Janković Saša¹, Stefanović Srđan¹, Petronijević Radivoj¹

Sadržaj: Ispitane su četiri vrste proizvoda od mesa iz grupe fermentisanih suvih kobasica i četiri vrste iz grupe suvomesnatih proizvoda. U uzorcima je ispitan osnovni hemijski sastav, sadržaj masnih kiselina i holesterola. Od zasićenih masnih kiselina, najzastupljenija je palmitinska kiselina, sa sadržajem od 23,03% (svinjska pršuta) do 28,03% (goveđa pršuta); od mononezasićenih, oleinska, sa sadržajem od 39,27% (svinjski vrat) do 49,92% (goveđa pršuta). Najzastupljenija polinezasićena masna kiselina je linolna kiselina sa sadržajem od 3,13% (goveđa pršuta) do 12,13% (svinjska pršuta). Najveća vrednost odnosa polinezasićenih masnih kiselina i zasićenih, utvrđena je u uzorku svinjske pršute (0,42). Najpovoljniji odnos n-6/n-3 polinezasićenih masnih kiselina utvrđen je u uzorku goveđe pršute (10,83). Utvrđen je niži sadržaj holesterola u fermentisanim suvim kobasicama (prosečna vrednost 56,76 mg/100 g) u poređenju sa suvomesnatim proizvodima (prosečna vrednost 77,61 mg/100 g).

Cljučne reči: Proizvodi od mesa, masne kiseline, holesterol, nutritivna vrednost.

Uvod

Način ishrane savremenog čoveka je jedan od osnovnih činilaca rizika za razvoj više vrsta oboljenja, kao što su kancer, kardiovaskularna oboljenja, dijabetes, artritis, astma i druge bolesti. Hranu koja se najčešće konzumira, karakteriše visok sadržaj masti, sa velikom količinom zasićenih i (n-6) polinezasićenih masnih kiselina i malom količinom (n-3) polinezasićenih masnih kiselina (Bengmark, 1998). Ispitivanjem je utvrđeno da neravnoteža ovih kiselina (n-6/n-3) u ishrani može da uzrokuje ozbiljne poremećaje većeg broja fizioloških procesa. Ljudska bića su evoluirala hraneći se hranom sa malim, ali približno jednakim sadržajem n-3 i n-6 masnih kiselina, dok je kod savremenog čoveka ovaj odnos poremećen, što predstavlja veoma značajan faktor rizika za nastanak, pre svega, kardiovaskularnih oboljenja, ali i nekih vrsta kancera i autoimunih oboljenja (Mattson i Grundy, 1985; Alexander, 1998; Kris-Etherton, 1999; Schaefer, 1997). Mnogobrojnim ispitivanjima je dokazano da smanjeno unošenje n-6 masnih kiselina i povećano unošenje n-3 masnih

kiselina poboljšava zdravlje čoveka (Simopoulos, 2002). Istraživanjima je utvrđeno da se u lipidima hrane koja se danas upotrebljava u zapadnim zemljama odnos n-6/n-3 masnih kiselina kreće u opsegu od 15:1 do 16.7:1, umesto optimalno preporučenog odnosa od 1:1 do 5:1 (Simopoulos, 2004).

Sa druge strane, povećanje količina nezasićenih masnih kiselina u mišićnim membranama ćelija uzrokuje povećanje procesa oksidacije, a time i oštećenje ćelija (Monahan i dr., 1992a). Takođe, i lipidi koji su pretrpeli oksidaciju u samoj hrani mogu da izazovu štetne posledice po zdravlje ljudi (Draper i dr., 1986; Benamira i dr., 1995).

Poznato je da su proizvodi od mesa bogati mastima koje ne mogu da se svrstavaju u „zdrave“ masti, jer sadrže holesterol, pored zasićenih masnih kiselina i niskog nivoa polinezasićenih n-3 masnih kiselina (Fernandez i dr., 2007). Povećano unošenje holesterola upućuje na povećanu opasnost od nastanka ateroskleroze – degenerativne bolesti arterija, a pospešuje i nastanak srčanog infarkta. Ne tako davno, istraživanja su ukazala da upravo oksidacioni proizvodi holesterola mogu da budu uključeni u

***Napomena:** Rezultati su proistekli iz rada na realizaciji Projekta „Unapređenje sistema upravljanja bezbednošću i kvalitetom u procesima proizvodnji tradicionalnih proizvoda od mesa sa ostvarenom zaštitom geografskog porekla“, ev. br. 20121, koji, u okviru Programa istraživanja u oblasti tehnološkog razvoja, finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

¹Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kačanskog 13, 11 000 Beograd, Republika Srbija.

aterogenezu (*Guardiola i dr.*, 1996). U proizvodima od mesa, brzina nastanka oksidacionih proizvoda holesterola zavisi od uslova proizvodnje kao što su zagrevanje i dugo skladištenje gotovog proizvoda. Stoga je danas pažnja istraživača usmerena na proizvode oksidacije holesterola (oksisterole), najčešće na holestan-3 β ,5 α ,6 β -triol (holestantriol) i 25-hidroksiholesterol, kao najopasnije, jer je utvrđeno da su faktori rizika za nastajanje kardiovaskularnih bolesti povezani sa razvojem drugih bioloških promena, kao što su mutagenost, karcinogenost i citotoksičnost (*Kumar i Singhal*, 1991; *Guardiola i dr.*, 1996).

Potrošači su danas mnogo svesniji uticaja ishrane na njihovo zdravlje, a posledica toga je veća zainteresovanost za nutritivnu vrednost hrane. Imajući u vidu tendenciju za zdravom ishranom, postavili smo zadatak da se ispituju neki proizvodi od mesa, kako bi se stekao uvid u nutritivnu vrednost ovih proizvoda. U tu svrhu, za ispitivanje su odabrane dve grupe kvalitetnih i proizvoda od mesa koji se rado jedu: fermentisane suve kobasice i suvomesnati proizvodi. Određen je njihov osnovni hemijski sastav, sadržaj masnih kiselina i holesterola.

Materijal i metode rada

Fermentisane suve kobasice su proizvodi dobijeni od raznih vrsta mesa i čvrstog masnog tkiva, različitog stepena usitnjenosti podvrgnuti procesu fermentacije i sušenja. Suvomesnati proizvodi su proizvodi koji su dobijeni od različitih vrsta mesa u komadićima sa pripadajućim masnim tkivom, koji se suše i koji mogu da budu, a ne moraju, podvrgnuti procesu dimljenja.

Ispitano je po četiri vrste proizvoda od mesa iz grupe fermentisanih suvih kobasica (čajna i sremska kobasica, kulen i domaća salama) i iz grupe suvomesnatih proizvoda (svinjska pršuta, goveđa pršuta, svinjska pečenica i svinjski vrat). Uzorci za ispitivanje su poticali sa domaćeg tržišta. Od svake vrste proizvoda analizirano je po šest uzoraka, a u svakom uzorku svi parametri su određivani u duplikatu.

Sadržaj vode i ukupne masti određen je prema standardnim *SRPS ISO metodama (1442/1998 i 1443/1992, respektivno)*, dok je sadržaj proteina određen na automatskom aparatu za destilaciju belančevina „Tecator“, Kjeltex Auto 1030 Analyser.

Ekstrakcija ukupnih lipida za određivanje masnih kiselina

Ukupni lipidi, za određivanje masnih kiselina, ekstrahovani su metodom ubrzane ekstrakcije rastvaračima na aparatu Dionex ASE 200. Homo-

genizovani uzorak, pomešan sa dijatomejskom zemljom, ekstrahovan je smešom heksana i izo-propa-nola u 33 ml ekstrakcionoj čeliji, na temperaturi od 100°C i pod pritiskom od 1500 psi. Dobijeni ekstrakt uparen je u struji azota, na 50°C, do suvog ostatka masti.

Određivanje sadržaja masnih kiselina

Metilestri masnih kiselina su pripremljeni transesterifikacijom sa trimetilsulfonijum-hidroksidom, prema metodi *SRPS EN ISO, 2007*. Analizirani su na gasnom hromatografu GC/FID Shimadzu 2010 na cijanopropil-aril kapilarnoj koloni HP-88 (100 m \times 0,25 mm \times 0,20 μ m). Temperature injektora i detektora su bile 250°C, odnosno 280°C. Noseći gas je bio azot, a protok 1,33 ml/min, sa odnosom splita 1:50. Injektovana zapremina bila je 1 μ L. Temperatura peći kolone bila je programirana u opsegu od 125° do 230°C. Ukupno vreme trajanja analize bilo je 50,5 min. Metilestri masnih kiselina su identifikovani na osnovu retencionih vremena, poređenjem sa retencionim vremenima pojedinačnih jedinjenja u standardu smeše metilestara masnih kiselina, Supelco 37 Component FAME Mix.

Sadržaj masnih kiselina izražen je kao % od ukupno identifikovanih masnih kiselina.

Određivanje sadržaja holesterola

Sadržaj holesterola je određen tačnom hromatografijom, primenom HPLC/PDA, na aparatu HPLC Waters 2695 Separation modul, sa Waters 2996 Photodiodearray detektorom, prema metodi *Maraschiello i dr.* (1996). Hromatografsko razdvajanje je postignuto na Phenomenex Luna C₁₈₍₂₎ koloni (150 mm \times 3,0 mm, 5 μ m) sa odgovarajućom pretkolonom, izokratno, sa mobilnom fazom izo-propanol-acetonitril 20% : 80% v/v. Injekciona zapremina bila je 10 μ L. Holesterol je određen apsorbijom na talasnoj dužini od 210 nm. Analitički prinos (recovery) za date količine bio je u opsegu od 66,30% do 74,80%. Za izračunavanje sadržaja holesterola korišćena je eksterna kalibracija. Za kontrolu sistema, akviziciju podataka i njihovu obradu korišćen je Empower Pro softver.

Sadržaj holesterola izražen je kao mg/100 g proizvoda.

Statistička analiza

Statistička obrada dobijenih rezultata izvedena je softverom Exell pomoću dodatka „Data analysis tool pack“. Za poređenje rezultata i dobijanja statističke značajnosti, korišćena je ANOVA: Single factor i Tukeys test.

Rezultati ispitivanja i diskusija

Osnovni hemijski sastav

Rezultati ispitivanja osnovnog hemijskog sastava uzoraka iz grupe fermentisanih suvih kobasica (čajna i sremska kobasica, kulen i domaća salama), prikazani su u tabeli 1, a iz grupe suvomesnatih proizvoda (svinjska pršuta, goveđa pršuta, svinjska pečenica i svinjski vrat) u tabeli 2. Rezultati su diskutovani, kako pojedinačno, tako i prema grupama proizvoda, zbog različitog postupka proizvodnje (za fermentisane suve kobasice koristi se usitnjeno meso i masno tkivo, a za proizvodnju suvomesnatih proizvoda komadići mesa sa pripadajućim masnim tkivom).

sušenja je usporenija. Zbog toga se domaća salama razlikuje od ostalih kobasica i ima viši sadržaj vode (34,73%) i niži sadržaj masti (36,44%), što je u skladu sa rezultatima dobijenim za milansku salamu (34,6% vlage, 36,9% masti i 21,7% proteina) www.foodstandards.gov.au/monitoringandsurveillance/nuttab2006/onlineversion).

Rezultati koje smo dobili su uobičajeni za ovu vrstu proizvoda i u skladu su sa nalazima drugih istraživača (Rede i dr., 1995; Šutić i dr., 1995; Tojagić, 1996; Vuković i dr., 2004; Saičić i dr., 2006).

U grupi suvomesnatih proizvoda (tabela 2), nema značajne razlike ($p > 0,05$) u sadržaju proteina kod prva dva uzorka, svinjske pršute i svinjske pečenice (38,07% i 38,22%, respektivno), dok se u

Tabela 1. Osnovni hemijski sastav fermentisanih suvih kobasica (%)
Table 1. Basic chemical composition of dry fermented sausages (%)

Hemijski sastav/ Chemical composition	Čajna kobasica/ Tea sausage	Sremska kobasica/ Sremska sausage	Kulen/ Kulen	Domaća salama/ Salami
Voda/Moisture (%)	28,16 ± 0,57 ^a	28,17 ± 0,59 ^a	27,58 ± 0,49 ^a	34,73 ± 0,56 ^b
Ukupna mast/Fat (%)	43,81 ± 0,32 ^a	43,83 ± 0,31 ^a	43,36 ± 0,47 ^a	36,44 ± 0,66 ^b
Proteini/Proteins (%)	22,58 ± 0,44 ^a	22,04 ± 0,36 ^a	24,14 ± 0,45 ^b	22,20 ± 0,89 ^a
Pepeo/Ash (%)	4,52 ± 0,18 ^a	5,08 ± 0,03 ^b	4,09 ± 0,02 ^c	5,81 ± 0,17 ^d

^{a,b,c,d} Različite slovne oznake pokazuju da postoji statistički značajna razlika među rezultatima ($p \leq 0,05$)/

^{a,b,c,d} Different characters show statistically significant difference between the results ($p \leq 0,05$)

Tabela 2. Osnovni hemijski sastav suvomesnatih proizvoda (%)
Table 2. Basic chemical composition of dry meat products

Hemijski sastav/ Chemical composition	Svinjska pršuta/ Pork ham	Svinjska pečenica/ Pork steak	Goveđa pršuta/ Beef ham	Svinjski vrat/ Pork neck
Voda/Moisture (%)	38,99 ± 0,47 ^a	46,01 ± 0,73 ^b	48,07 ± 0,69 ^c	40,20 ± 0,77 ^d
Ukupna mast/Fat (%)	14,98 ± 0,91 ^a	9,69 ± 1,44 ^b	4,68 ± 0,30 ^c	21,98 ± 1,16 ^d
Proteini/Proteins (%)	38,07 ± 0,73 ^a	38,22 ± 1,02 ^a	39,85 ± 0,48 ^b	31,51 ± 0,69 ^c
Pepeo/Ash (%)	7,47 ± 0,07 ^a	5,73 ± 0,07 ^b	7,07 ± 0,03 ^c	6,25 ± 0,13 ^d

^{a,b,c,d} Različite slovne oznake pokazuju da postoji statistički značajna razlika među rezultatima ($p \leq 0,05$)/

^{a,b,c,d} Different characters show statistically significant difference between the results ($p \leq 0,05$)

Iz grupe fermentisanih suvih kobasica (tabela 1), čajna i sremska kobasica i kulen nemaju značajnu razliku ($p > 0,05$) u sadržaju vode (28,16%, 28,17% i 27,58%, respektivno) i u sadržaju masti (43,81%, 43,83% i 43,36%, respektivno). Sadržaj proteina je približan ($p > 0,05$) kod čajne i sremske kobasice i domaće salame (22,58%, 22,04% i 22,20%, respektivno), dok se kod kulena značajno razlikuje ($p \leq 0,05$) i njegov sadržaj iznosi 24,14%. Domaću salamu treba posmatrati odvojeno, jer se, za razliku od kobasica, salame, pri proizvodnji, pune u omotače šireg prečnika i, shodno tome, dinamika

uzorcima goveđe pršute i svinjskog vrata sadržaj proteina značajno razlikuje ($p \leq 0,05$) i iznosi 39,85% i 31,51%, respektivno). Sadržaj masti se značajno razlikuje u svim uzorcima iz ove grupe proizvoda ($p \leq 0,05$) i kreće se od 4,68% (goveđa pršuta) do 21,98% (svinjski vrat). Sadržaj vlage se nalazi u intervalu od 38,99% (svinjska pršuta) do 48,07% (goveđa pršuta) i kod svih uzoraka postoji statistički značajna razlika u dobijenim vrednostima ($p \leq 0,05$). Dobijeni rezultati za goveđu pršutu su u skladu sa nalazima Radovanovića i dr. (2003, 2004).

Sadržaj masnih kiselina

Sadržaj masnih kiselina, izražen kao % od ukupno identifikovanih masnih kiselina, u fermentisanim suvim kobasicama, prikazan je u tabeli 3, a u suvomesnatim proizvodima od mesa u tabeli 4.

Od zasićenih masnih kiselina, kod obe grupe proizvoda, najzastupljenija je palmitinska kiselina (C16:0), sa sadržajem od 23,03% (svinjska pršuta) do 28,03% (goveđa pršuta), a od mononezasićenih, oleinska kiselina (C18:1; cis 9), sa sadržajem od 39,27% (svinjski vrat) do 49,92% (goveđa pršuta). Sadržaj esencijalne polinezasićene masne kiseline, linolne kiseline (C18:2 n-6), koja je od vitalnog značaja za fiziološki ciklus organizma, nalazi se u opsegu od 3,13%, u goveđoj pršuti, do 12,13%, u svinjskoj pršuti. Ovakva razlika u sadržaju linolne kiseline između ova dva proizvoda je očekivana. Naime, linolna kiselina se unosi hranom i prolazi kroz stomak svinje nepromenjena, da bi iz tankog creva prešla u krvotok i ugradila se u tkivo. Kod preživara, linolna kiselina, koja se u velikoj količini nalazi u koncentratima hrane za životinje (trava i seme uljarica) razgrađuje se u rumenu u mononezasićene i zasićene masne kiseline, mikrobnom biohidrogenacijom, i samo mala količina, oko 10% C18:2 n-6 iz hrane je raspoloživa za ugradnju u tkivo lipida (Wood i dr., 2008). Iz grupe polinezasićenih masnih kiselina, α -linolenska kiselina – ALA (C18:3 n-3) je, takođe, esencijalna masna kiselina i njena količina u ispitivanim proizvodima od mesa se nalazi u intervalu od 0,25% (goveđa pršuta) do 0,57% (domaća kobasica).

U tabelama 3 i 4 su, takođe, prikazane ukupne količine zasićenih (ZMK), mononezasićenih (MNMK) i polinezasićenih masnih kiselina (PNMK). Svinjska pršuta ima najmanju količinu zasićenih masnih kiselina (36,67%). Svinjski vrat ima najveći udeo zasićenih masnih kiselina (42,74%) i najmanji udeo mononezasićenih masnih kiselina (44,83%). Goveđa pršuta je najbogatija u sadržaju mononezasićenih masnih kiselina (55,67%), zahvaljujući visokom sadržaju oleinske kiseline (C18:1, cis-9), koja se sintetiše iz stearinske kiseline (C18:0) pomoću enzima steroil Co-A desaturaze. Suvomesnati proizvodi su, u proseku, bogatiji u sadržaju mononezasićenih masnih kiselina u odnosu na fermentisane suve kobasice (podaci nisu prikazani tabelarno), odnosno bogatiji su u sadržaju masnih kiselina za koje je dokazano da smanjuju nivo holesterola u krvi, a takođe su povezane i sa niskim procentom kardiovaskularnih bolesti (Scheafer, 1997; Alexander, 1998; Garcia-Rebollo i dr., 1998; Kris-Etherton, 1999).

Radi procene nutritivnih vrednosti ispitanih uzoraka, u tabelama 3 i 4 su prikazani odnosi n-6/n-3 masnih kiselina. U grupi suvomesnatih proizvod, ovaj odnos se značajno razlikuje ($p \leq 0,05$) između goveđe pršute (10,83), s jedne strane i svinjske pršute (22,18), svinjske pečenice (21,88) i svinjskog vrata (22,09), s druge strane. Uzrok leži u činjenici da je svinjsko meso u odnosu na goveđe znatno bogatije (oko šest puta) u sadržaju linolne kiseline (C18:2, n-6), koja, u velikoj meri, utiče na povećanje ukupnog sadržaja n-6 masnih kiselina u uzorcima koji potiču od svinjskog mesa (Wood i dr., 2008). Ovo je uočljivo i kada su u pitanju uzorci iz grupe fermentisanih suvih kobasica. Naime, odnos n-6/n-3 masnih kiselina se značajno razlikuje ($p \leq 0,05$) ako se uporede, s jedne strane, uzorci čajne kobasice (18,83) i domaće salame (18,92), za čiju je proizvodnju korišćeno svinjsko i goveđe meso i s druge strane, uzorci sremske kobasice (26,39) i kulena (25,19), za čiju je proizvodnju korišćeno samo svinjsko meso. Odnos n-6/n-3 nezasićenih masnih kiselina kod svih uzoraka je iznad preporučenog nivoa od 1:1 – 5:1 (Simopoulos, 2004) ili 6:1 (Fernandez i dr., 2007).

U odvojenim ispitivanjima Hoz, (2004) i Valencia i dr. (2006), u kontrolnoj grupi fermentisanih suvih kobasica utvrđen je niži odnos n-6/n-3 masnih kiselina (12,05 i 13,86, respektivno) u odnosu na naše nalaze. Fernandez i dr. (2007) su ispitivanjem pet vrsti španskih suvih šunki (Serrano, Teruel, Dehesa, Huelva i Guijuelo), karakterističnih za to područje, utvrdili da se odnos n-6/n-3 masnih kiselina nalazi u intervalu od 9,36 do 13,55.

U tabelama 3 i 4 su, takođe, prikazani odnosi polinezasićenih i zasićenih masnih kiselina. Prema preporukama UK Department of Health, 1994, ovaj odnos treba da bude veći od 0,4 (PNMK/ZMK > 0,4), mada visok sadržaj polinezasićenih masnih kiselina, sam po sebi ne znači mnogo ukoliko ne sadrži izbalansiran odnos n-6/n-3 masnih kiselina (Simopoulos, 2002). Kod ispitivanih uzoraka, jedino je kod svinjske pršute utvrđen odnos koji zadovoljava minimum preporučene vrednosti (0,42), dok je kod ostalih uzoraka ovaj odnos niži. Najniža vrednost odnosa PNMK/ZMK je utvrđena kod goveđe pršute, iz razloga koji je naveden (nizak sadržaj linolne kiseline u govedem mesu utiče na ukupan sadržaj polinezasićenih masnih kiselina). Dobijene vrednosti koje se odnose na uzorke iz grupe fermentisanih suvih kobasica su u skladu sa nalazima Zanardija i dr., 2002, dok su Moretti i dr., 2004, dobili nešto niže vrednosti. Odnos PNMK/ZMK kod uzoraka iz grupe suvomesnatih proizvoda je u skladu sa nalazima Delgada i dr., 2002 i Fernandez i dr., 2007.

Tabela 3. Sadržaj masnih kiselina (%)^{*} i holesterola (mg/100 g) u fermentisanim suvim kobasicama
Table 3. Fatty acids content (%)^{*} and cholesterol content (mg/100 g) in dry fermented sausages

Masne kiseline/Fatty acids	Čajna kobasica/ Tea sausage	Sremska kobasica/ Sremska sausage	Kulen/ Kulen	Domaća salama/ Salami
C 14:0	1,74 ± 0,04 ^a	1,26 ± 0,03 ^b	1,49 ± 0,05 ^c	2,08 ± 0,05 ^d
C 16:0	25,30 ± 0,20 ^a	24,29 ± 0,03 ^b	25,75 ± 0,07 ^c	26,28 ± 0,09 ^d
C 16:1	2,98 ± 0,18 ^a	2,15 ± 0,02 ^b	2,83 ± 0,05 ^c	3,27 ± 0,11 ^d
C 18:0	13,40 ± 0,06 ^a	11,65 ± 0,03 ^b	11,85 ± 0,05 ^c	13,02 ± 0,07 ^d
C 18:1 C-9	43,48 ± 0,18 ^a	44,82 ± 0,02 ^b	43,18 ± 0,05 ^c	40,19 ± 0,05 ^d
C 18:1 C-7	2,42 ± 0,07 ^a	2,89 ± 0,02 ^b	2,69 ± 0,05 ^c	2,40 ± 0,10 ^a
C 18:2 cis n-6	8,11 ± 0,07 ^a	9,88 ± 0,02 ^b	9,44 ± 0,07 ^c	9,91 ± 0,06 ^b
C 18:3 n-6				
C 18:3 n-3	0,49 ± 0,09 ^a	0,41 ± 0,01 ^b	0,42 ± 0,04 ^b	0,57 ± 0,02 ^c
C 20:1	0,66 ± 0,04 ^a	0,89 ± 0,02 ^b	0,64 ± 0,02 ^a	0,74 ± 0,03 ^c
C 20:2	0,62 ± 0,03 ^a	0,75 ± 0,01 ^b	0,65 ± 0,06 ^a	0,64 ± 0,05 ^a
C 20:3 n-6	0,72 ± 0,04 ^a	0,91 ± 0,01 ^b	0,96 ± 0,04 ^c	0,73 ± 0,03 ^a
C 20:3 n-3				
C 22:1+C 20:4 n-6	0,16 ± 0,03 ^a	0,11 ± 0,01 ^b	0,11 ± 0,02 ^b	0,18 ± 0,02 ^a
C 20:5 n-3				
ZMK/SFA	40,44 ± 0,17 ^a	37,19 ± 0,03 ^b	39,10 ± 0,11 ^c	41,39 ± 0,06 ^d
MNMK/MUFA	49,53 ± 0,16 ^a	50,74 ± 0,03 ^b	49,34 ± 0,08 ^c	46,60 ± 0,10 ^d
PNMK/PUFA	10,11 ± 0,09 ^a	12,07 ± 0,01 ^b	11,57 ± 0,07 ^c	12,02 ± 0,06 ^b
PNMK/ZMK/PUFA/SFA	0,25 ± 0,002 ^a	0,32 ± 0,0003 ^b	0,30 ± 0,002 ^c	0,29 ± 0,001 ^d
Σn-6	8,99 ± 0,10 ^a	10,90 ± 0,01 ^b	10,50 ± 0,04 ^c	10,81 ± 0,09 ^d
Σn-3	0,49 ± 0,09 ^a	0,41 ± 0,01 ^b	0,42 ± 0,04 ^b	0,57 ± 0,02 ^c
Σn-6/n-3	18,83 ± 3,45 ^a	26,39 ± 0,55 ^b	25,19 ± 2,38 ^b	18,92 ± 0,68 ^a
Holesterol/Cholesterol	52,13 ± 0,50 ^a	60,72 ± 0,28 ^b	62,07 ± 0,15 ^c	52,13 ± 0,30 ^a

^{*}Sadržaj masnih kiselina je izražen kao % od ukupno identifikovanih masnih kiselina/

^{*}Fatty acids content was expressed as percentage of total fatty acids content

ZMK – zasićene masne kiseline; MNMK – mononezasićene masne kiseline; PNMK – polinezasićene masne kiseline

^{a,b,c,d} Različite slovne oznake pokazuju da postoji statistički značajna razlika među rezultatima ($p \leq 0,05$)/

SFA – Saturated fatty acids; MUFA – Monounsaturated fatty acids; PUFA – Polyunsaturated fatty acids

^{a,b,c,d} Different characters show statistically significant difference between the results ($p \leq 0,05$)

Sadržaj holesterola

Sadržaj holesterola u ispitivanim uzorcima, izražen kao mg/100 g proizvoda, takođe je prikazan u tabelama 3 i 4. Uočljivo je da je prosečan sadržaj holesterola u uzorcima koji pripadaju grupi fermentisanih suvih kobasica niži u poređenju sa sadržajem holesterola u grupi suvomesnatih proizvoda (prosečna vrednost 56,76 mg/100 g i 77,61 mg/100 g, respektivno); (rezultati nisu prikazani tabelarno). Uzrok se, u velikoj meri, nalazi u činjenici da je sadržaj holesterola u proizvodima od mesa koji se konzervišu sušenjem, po pravilu, veći za onoliko koliko navedeni proizvodi izgube vodu prilikom

sušenja. Mišićno tkivo, koje, inače, pri sušenju više gubi vodu od masnog tkiva, zastupljenije je u suvomesnatim proizvodima u odnosu na fermentisane suve kobasice, za čiju se proizvodnju koristi mišićno i masno tkivo. Osim toga, sadržaj holesterola u mesu proporcionalan je količini ćelijskih membrana u tkivima i ne zavisi od sadržaja masti (Vasilev, 2010).

Najniži sadržaj holesterola utvrđen je u čajnoj kobasici i domaćoj salami (52,13 mg/100 g), i nešto je niži u poređenju sa sadržajem holesterola u milanskoj salami (60 mg/100 g) (Zanardi i dr., 2002). U sremskoj kobasici i kulenu, utvrđen je nešto viši

Tabela 4. Sadržaj masnih kiselina (%)^{*} i holesterola (mg/100 g) u suvomesnatim proizvodima
Table 4. Fatty acids content (%)^{*} and cholesterol content (mg/100 g) in dry meat products

Masne kiseline/ Fatty acids	Svinjska pršuta/ Pork ham	Svinjska pečenica/ Pork steak	Goveđa pršuta/ Beef ham	Svinjski vrat/ Pork neck
C 14:0	0,98 ± 0,01 ^a	1,09 ± 0,02 ^b	1,74 ± 0,03 ^c	1,43 ± 0,02 ^d
C 16:0	23,03 ± 0,02 ^a	26,12 ± 0,02 ^b	28,03 ± 0,02 ^c	26,71 ± 0,02 ^d
C 16:1	1,89 ± 0,01 ^a	3,66 ± 0,03 ^b	5,12 ± 0,03 ^c	2,09 ± 0,03 ^d
C 18:0	12,66 ± 0,04 ^a	10,63 ± 0,05 ^b	9,63 ± 0,02 ^c	14,60 ± 0,03 ^d
C 18:1 C-9	42,19 ± 0,03 ^a	45,85 ± 0,02 ^b	49,92 ± 0,02 ^c	39,27 ± 0,03 ^d
C 18:1 C-7	3,21 ± 0,02 ^a	4,26 ± 0,02 ^b	0,44 ± 0,02 ^c	2,70 ± 0,03 ^d
C 18:2 cis n-6	12,13 ± 0,10 ^a	5,71 ± 0,04 ^b	3,13 ± 0,08 ^c	10,47 ± 0,02 ^d
C 18:3 n-6	0,04 ± 0,01			
C 18:3 n-3	0,53 ± 0,02 ^a	0,32 ± 0,01 ^b	0,25 ± 0,02 ^c	0,51 ± 0,01 ^a
C 20:1	0,83 ± 0,01 ^a	0,74 ± 0,01 ^b	0,18 ± 0,01 ^c	0,77 ± 0,03 ^d
C 20:2	0,91 ± 0,01 ^a	0,42 ± 0,02 ^b	0,16 ± 0,01 ^c	0,63 ± 0,02 ^d
C 20:3 n-6	1,22 ± 0,03 ^a	0,71 ± 0,03 ^b	0,67 ± 0,04 ^c	0,54 ± 0,03 ^d
C 20:3 n-3	0,09 ± 0,01 ^a		0,11 ± 0,01 ^b	
C 22:1+C 20:4 n-6	0,31 ± 0,06 ^a	0,50 ± 0,02 ^b	0,57 ± 0,03 ^c	0,28 ± 0,01 ^a
C 20:5 n-3			0,05 ± 0,01	
ZMK/SFA	36,67 ± 0,03 ^a	37,84 ± 0,05 ^b	39,40 ± 0,03 ^c	42,74 ± 0,03 ^d
MNMK/MUFA	48,11 ± 0,02 ^a	54,51 ± 0,03 ^b	55,67 ± 0,04 ^c	44,83 ± 0,04 ^d
PNMK/PUFA	15,22 ± 0,04 ^a	7,65 ± 0,06 ^b	4,93 ± 0,05 ^c	12,44 ± 0,03 ^d
PNMK/ZMK/PUFA/ SFA	0,42 ± 0,001 ^a	0,20 ± 0,002 ^b	0,13 ± 0,001 ^c	0,29 ± 0,001 ^d
Σn-6	13,70±0,04 ^a	6,92 ± 0,06 ^b	4,37 ± 0,07 ^c	11,30 ± 0,01 ^d
Σn-3	0,62 ± 0,02 ^a	0,32 ± 0,01 ^b	0,41 ± 0,02 ^c	0,51 ± 0,01 ^d
Σn-6/n-3	22,18 ± 0,91 ^a	21,88 ± 1,13 ^a	10,83 ± 0,77 ^b	22,09 ± 0,63 ^a
Holesterol/Cholesterol	77,97 ± 0,52^a	91,27 ± 0,47^b	82,22 ± 0,26^c	58,96 ± 0,58^d

^{*}Sadržaj masnih kiselina je izražen kao % od ukupno identifikovanih masnih kiselina/

^{*}Fatty acids content was expressed as percentage of total fatty acids content

ZMK – zasićene masne kiseline; MNMK – mononezasićene masne kiseline; PNMK – polinezasićene masne kiseline

^{a,b,c,d} Različite slovne oznake pokazuju da postoji statistički značajna razlika među rezultatima (p ≤ 0,05)/

SFA – Saturated fatty acids; MUFA – Monounsaturated fatty acids; PUFA – Polyunsaturated fatty acids

^{a,b,c,d} Different characters show statistically significant difference between the results (p ≤ 0,05)

sadržaj holesterola (60,72 mg/100 g i 62,07 mg/100 g, respektivno). Dobijeni rezultati za fermentisane suve kobasice su u skladu sa nalazima *Novelli i dr.*, 1998, koji su ispitivali tradicionalnu italijansku milansku fermentisanu kobasicu, čiji je sadržaj holesterola, u proseku, 64 mg/100 g proizvoda. Nešto viši rezultati su dobijeni ispitivanjem tradicionalne španske Chorizo de Pamplona fermentisane kobasice, čiji je sadržaj 94 mg/100 g (*Muguerza i dr.*, 2004).

Kada su u pitanju uzorci iz grupe suvomesnatih proizvoda, najmanje holesterola sadrži svinjski vrat (58,96 mg/100 g), a najviše svinjska pečenica (91,27 mg/100 g). *Chen i dr.*, 1997, su ispitivanjem

tradicionalnih šunki iz Severne Karoline, dobili nešto više vrednosti za sadržaj holesterola (118 mg/100 g) u odnosu na naš nalaz (78,24 mg/100 g u uzorku svinjske pršute). Isti istraživači su, odvojeno, ispitivali masno tkivo šunke i mišićno tkivo i ustanovili nešto manje količine u masnom (do 110 mg/100 g) u odnosu na mišićno tkivo (do 150 mg/100 g). Istraživanja *Petrona i dr.*, 2003, pokazala su da tradicionalna iberijska šunka sadrži neuobičajeno nizak nivo holesterola (34,03 mg/100 g). Nešto više vrednosti su dobijene ispitivanjem tradicionalne parmske šunke, i nalaze se u opsegu od 61 do 67 mg/100 g (*Zanardi i dr.*, 2000). Slična vrednost je

dobijena i za italijansku suhu pršutu i iznosi 66 mg/100g (www.ice-tokyo.or.jp/SALUMERIJA-italiana/ehhtml/p1_e.html).

Poređenje naših rezultata za sadržaj holesterola sa podacima iz literature, otežava činjenica da su uzorci za analizu pripremani na različite načine i, takođe, su primenjene i različite tehnike za kvantifikaciju holesterola (GC ili HPLC).

Takođe, uopšteno, pri upoređivanju rezultata treba imati u vidu da svojstvo mesa i masnog tkiva korišćenih za proizvodnju navedenih grupa proizvoda, zavisi od rase, starosti životinja i načina ishrane, metodologije pripreme sirovine, od uslova proizvodnje koji su specifični za svaku zemlju i drugog.

Zaključak

Od zasićenih masnih kiselina, najzastupljenija je palmitinska kiselina, sa sadržajem od 23,03% (svinjska pršuta) do 28,03% (goveđa pršuta), a od mononezasićenih, oleinska, sa sadržajem od 39,27% (svinjski vrat) do 49,92% (goveđa pršuta). Najzastupljenija polinezasićena masna kiselina je linolna kiselina, sa sadržajem od 3,13% (goveđa pršuta) do 12,13% (svinjska pršuta).

Najviša vrednost odnosa polinezasićenih masnih kiselina i zasićenih (PNMK/ZMK) utvrđena

je u uzorku svinjske pršute (0,42), koja je, ujedno, i najpribližnija preporučenoj vrednosti (PNMK/ZMK > 0,4).

Odnos n-6/n-3 masnih kiselina, koji je najpribližniji preporučenom odnosu (5:1, *Simopoulos*, 2004 ili 6:1, *Fernandez i dr.*, 2007), utvrđen je u uzorku goveđe pršute (10,83), pa se stoga može da smatra poželjnom hranom u pogledu nutritivnih karakteristika, imajući u vidu sastav masnih kiselina.

Sadržaj holesterola u uzorcima koji pripadaju grupi fermentisanih suvih kobasica niži je u poređenju sa sadržajem holesterola u uzorcima iz grupe suvomesnatih proizvoda (prosečne vrednosti 56,76 mg/100 g i 77,61 mg/100 g, respektivno).

Istraživački i razvojni timovi iz industrije mesa su tokom poslednjih deset godina učinili značajan korak u ispitivanju mogućnosti poboljšanja nutritivne vrednosti proizvoda od mesa sveobuhvatnim pristupom, koji podrazumeva obogaćivanje ishrane životinja n-3 masnim kiselinama, ili dodavanje u masu za proizvodnju proizvoda od mesa supstancije bogate n-3 masnim kiselinama. Najnovija istraživanja ukazuju da nije daleko dan kada će ovo postati svakodnevna praksa u industriji mesa, pri čemu će se proizvoditi nutritivno bogatiji, a time i poželjniji proizvodi od mesa, koji će ispunjavati osnovne standarde u pogledu sastava lipida.

Literatura

- Alexander J. W.**, 1998. Immunonutrition: the role of ω -3 fatty acids. *Nutrition*, 14, 627–633.
- Benamira M., Johnson K., Chaudary A., Bruner K., Tibbets C., Marnett L. J.**, 1995. Induction of mutations by replication of malondialdehyde- modified M13 DNA in *Escherichia Coli*: determination of the extent of DNA modification, genetic requirements for mutagenesis, and types of mutations induced. *Carcinogenesis*, 16, 1, 93–99.
- Bengmark S.**, 1998. Ecoimmunonutrition: a challenge for the third millennium. *Nutrition*, 14, 563–572.
- Chen H. Y., Pilkington H.D., Tharrington B.J., Allen C. J.**, 1997. Developing a Dry-Cured Ham Nutritional Database. *Journal of Food Composition and Analysis*, 10, 190–204.
- Delgado G. L., Gomez C. S., Rubio L. M. S., Capella V. S., Mendez M. D., Labastida R. C.**, 2002. Fatty acid and triglyceride profiles of intramuscular and subcutaneous fat from fresh and dry-cured hams from Hairless Mexican Pigs. *Meat Science*, 61, 61–65.
- Draper H. H., McGirr L. G., Hadley M.**, 1986. The metabolism of malonaldehyde. *Lipids*, 21, 4, 305–307.
- Fernandez M., Ordonez H. A., Cambero I., Santos C., Pin C., De la Hoz L.**, 2007. Fatty acid compositions of selected varieties of Spanish dry ham related to their nutritional implications. *Food Chemistry*, 101, 107–112.
- Garcia-Rebollo A. J., Macia E., Ortiz A., Morales P. J., Martin M., Fallola A.**, 1998. Effects of the consumption of meat product rich in monounsaturated fatty acids (the ham from the Iberian pig) on plasma lipids. *Nutrition Research*, 18, 743–750.
- Guardiola F., Codony R., Addis P. B., Rafecas M., Boatella J.**, 1996. Biological effects of oxysterols: current status. *Food Chemistry and Toxicology*, 34, 193–211.
- Hoz L.**, 2004. Development of an n-3 fatty acid and tocopherol enriched dry fermented sausage. *Meat Science*, 67, 485–495.
- Kris-Etherton P. M.**, 1999. AHA science advisory: monounsaturated fatty acids and risk of cardiovascular disease. *Journal of Nutrition*, 129, 2280–2284.
- Kumar N., Singhal O. P.**, 1991. Cholesterol oxides and atherosclerosis: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 55, 487–510.
- Maraschiello C., Diaz I., Regueiro J. A. G.**, 1996. Determination of Cholesterol in Fat and Muscle of Pig by HPLC and Capillary Gas Chromatography with Solvent Venting Injection. *Journal of High Resolution Chromatography*, 19, 165–168.
- Mattson F. H., Grundy S. M.**, 1985. Comparison of the effects of dietary saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids on plasma lipids and lipoproteins in man. *Journal of Lipid Research*, 26, 194–202;
- Monahan F. J., Buckley D. J., Morrissey P. A., Lynch P. B., Gray J. I.**, 1992a. Influence of dietary fat and α -tocopherol supplementation on lipid oxidation in pork. *Meat Science*, 31, 229–241.
- Moretti M. V., Madonia G., Diaferia C., Mentasti T., Paleari A. M., Panseri S., Pirone G., Gandini G.**, 2004. Chemical and microbiological parameters and sensory attributes of a typical Sicilian salami ripened in different conditions. *Meat Science*, 66, 845–854.

- Muguerza E., Ansorena D., Astiasaran I., 2004.** Functional dry fermented sausages manufactured with high levels of n-3 fatty acids: nutritional benefits and evaluation of oxidation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84, 1061–1068.
- Novelli E., Zanardi E., Ghiretti G. P., Campanini G., Dazzi G., Madarena G., Chizzolini R., 1998.** Lipid and Cholesterol Oxidation in Frozen Stored Pork, Salame Milano and Mortadella. *Meat Science*, 48, 1/2, 29–40.
- Petron J. M., Garcia-Regueiro A. J., Martín L., Muriel E., Antequera T., 2003.** Identification and Quantification of Cholesterol and Cholesterol Oxidation Products in Different Types of Iberian Hams. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 19, 5786–5791.
- Radovanović R., Stamenković T., Saičić S., 2003.** Sensory properties and chemical composition of beef prshuta. *Tehnologija mesa*, 44, 5–6, 212–219.
- Radovanović R., Stamenković T., Saičić S., 2004.** Evaluation of sensory and chemical characteristics of the quality of Uzice prosciutto. *Tehnologija mesa*, 45, 3–4, 108–113.
- Rede R., Vukas S., Džinić N., 1995.** Influence of starter cultures on properties of dried sausages during processing. *Tehnologija mesa*, 4, 270–274.
- Saičić S., Karan D., Vesković-Moračanin S., 2006.** Results of physicochemical and sensorial investigation of Sremska sausage with the addition added protective cultures and bacteriocins during production. 52nd International Congress of Meat Science and Technology (ICoMST), Dublin, Ireland, The book: 52nd International Congress of Meat Science and Technology, edited by Declan Troy et.al., Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 351–352.
- Schaefer E. J., 1997.** Effects of dietary fatty acids on lipoproteins and cardiovascular disease risk. *American Journal of Clinical Nutrition*, 65, S, 1655–1656.
- Simopoulos P. A., 2002.** The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 56, 365–379.
- Simopoulos P. A., 2004.** Omega-6/Omega-3 Essential Fatty Acid Ratio and Chronic Diseases. *Food Reviews International*, 20, 1, 77–90.
- SRPS ISO 1442/1998.** Meso i proizvodi od mesa – Određivanje sadržaja vlage.
- SRPS ISO 1443/1992.** Meso i proizvodi od mesa – Određivanje sadržaja ukupne masti.
- SRPS EN ISO 5509:2007.** Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla – Priprema metilestara masnih kiselina.
- Šutić M., Kočovski T., Lješević O., Marković K., 1995.** Starter cultures in meat products. *Tehnologija mesa*, 6, 346–352.
- Tojagić S., 1996.** The household production as the precursor of industrial production of Sremska sausage. *Tehnologija mesa*, 6, 261–265.
- UK Department of Health, 1994.** Nutritional aspects of cardiovascular disease. Report on Health and Social Subject No. 46. Her Majesty's Stationery Office, London.
- Valencia I., Ansorena D., Astiasaran I., 2006.** Nutritional and sensory properties of dry fermented sausages enriched with n-3 PUFAs. *Meat Science*, 72, 727–733.
- Vasilev D., 2010.** Ispitivanje čimlacima od značaja za bezbednost i kvalitet fermentisanih kobasica proizvedenih kao funkcionalna hrana. Doktorska disertacija, Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu.
- Vuković I., Vasilev D., Saičić S., Bunčić O., 2004.** Microflora and physico-chemical parameters of the quality of kulen. *Tehnologija mesa*, 45, 3–4, 104–107.
- Wood, J. D., Enser M., Fisher A.V., Nute G. R., Sheard P. R., Richardson R. I., Hughes S. I., Wittington, F. M., 2008.** Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, 78, 343–358.
- Zanardi E., Novelli E., Ghiretti G. P., Chizzolini R., 2000.** Oxidative stability of lipids and cholesterol in salame Milano, coppa and Parma ham: dietary supplementation with vitamin E and oleic acid. *Meat Science*, 55, 197–175.
- Zanardi E., Dorigoni V., Badiani A., Chizzolini R., 2002.** Lipid and colour stability of Milano-type sausages: effect of packing conditions. *Meat Science*, 61, 7–14.

Fatty acids and cholesterol content in certain meat products from the national market

Saičić Snežana, Trbović Dejana, Vranić Danijela, Janković Saša, Stefanović Srđan, Petronijević Radivoj

Summary: Four types of meat products were investigated from the group of dry meat. Investigated parameters were: basic chemical composition, fatty acids content and cholesterol content. Palmitic acid was the dominant saturated fatty acid (23.03% - pork ham and 28.03% - beef ham). The dominant monounsaturated fatty acids was oleic acid (39.27% in pork neck and 49.92% in beef ham). The highest level of polyunsaturated fatty acids was recorded for linolenic acid (3.13% in beef ham and 12.13% in pork ham). The highest ratio of polyunsaturated and saturated fatty acids was found in pork ham (0.42%). The most favourable n-6/n-3 ratio of polyunsaturated fatty acids was determined in the sample of beef ham (10.83). Lower cholesterol content was found in dry fermented sausages (average value of 56,76 mg/100g) comparing to dry meat products (average value of 77.61 mg/100g).

Key words: meat products, fatty acids, cholesterol, nutritive value.

Rad primljen: 4.06.2010

Rad prihvaćen: 5.06.2010

Poboljšanje konzistencije i stabilnosti fino usitnjenih barenih kobasica od svinjskog mesa dodatkom emulgatora i stabilizatora

Grujić Slavica¹, Grujić Radoslav², Savanović Danica¹, Odžaković Božana¹, Rađenović Nikolina¹

S a d r Ź a j: Senzorna svojstva prehrambenih proizvoda utiču na kvalitet i ukupnu prihvatljivost proizvoda. Cilj ovog rada bio je da se ispita uticaj odabranih aditiva sa funkcionalnim svojstvima emulgatora i stabilizatora na konzistenciju, teksturu i stabilnost fino usitnjenih barenih kobasica od svinjskog mesa tipa „parizer“, u toku skladištenja od 7 i 35 dana. Uzorci su proizvedeni u industrijskim uslovima, prema specifikaciji proizvođača: kontrolni uzorak (f) i eksperimentalni uzorci sa dodatkom odabranih mešavina aditiva. Rezultati ispitivanja pokazali su da dodavanje 0,3% mešavine stabilizatora „Carob germ flour i „Cellulose gum“ u uobičajne sastojke korišćene za izradu kobasica, značajno utiče na poboljšanje konzistencije, teksture, stabilnosti i ukupne prihvatljivosti proizvoda 7 i 35 dana posle proizvodnje, u poređenju sa kontrolnim uzorcima model-proizvoda.

Ključne riječi: kobasice od svinjskog mesa, aditivi, kvalitet, senzorna analiza.

Uvod

Potrošači žele da kupuju proizvode od mesa koji će im obezbediti odgovarajuće nutritivne sastojke i zadovoljstvo pri konzumiranju. Proizvođači nastoje da ispune želje i očekivanja potrošača izradom proizvoda odgovarajućeg izgleda i konzistencije, prijatnog mirisa i ukusa. Pronalaženje odgovarajuće recepture za izradu proizvoda i obezbeđenje stabilnog, ujednačenog kvaliteta, koji će ostati nepromenjen u roku upotrebe proizvoda, jedan je od zadataka sa kojima se industrija prerade mesa svakodnevno suočava (Sveinsdóttir i dr., 2009).

Danas se na tržištu nudi veliki broj proizvoda koji se ubrajaju u grupu barenih kobasica. Da bi novi i/ili redizajnirani proizvod zadovoljio očekivanja probirljivih potrošača i postao konkurentan na tržištu, važno je da se u toku njegove proizvodnje, ili aktivnosti na poboljšanju kvaliteta proizvoda, posebna pažnja posveti senzornim svojstvima gotovog proizvoda. Poznato je da se na kvalitet gotovog proizvoda može da utiče upotrebom prehrambenih aditiva specifičnih funkcionalnih svojstava (Klak i dr., 2001; Ruusunen i dr., 2003; Sokmen i dr., 2004; Grujić i dr., 2008; Bilška, 2007; Bilška i dr., 2008; Duda-Chodak i dr., 2008; Pyrcz i dr., 2008).

Cilj ovog rada je bio da se ispita uticaj odabranih aditiva sa funkcionalnim svojstvima emulgatora i stabilizatora na konzistenciju, teksturu i stabilnost fino usitnjenih barenih kobasica od svinjskog mesa tipa „parizer“, u toku 7 dana i 35 dana skladištenja.

Materijal i metode

Kao model-proizvod u toku rada korišćene su barene kobasice od svinjskog mesa u tipu „parizera“, proizvedene prema recepturi proizvođača, u industrijskim uslovima. Za izradu model-proizvoda korišćeni su navedeni sastojci: svinjsko meso, čvrsto masno tkivo, voda/led, kuhinjska so, izolovane sojine belančevine, dekstroza, začini, antioksidansi (askorbinska kiselina E300), pojačivač arome (mononatrijum-glutaminat, E621), konzervansi (natrijum-nitrit E250), a udeo sastojaka je prikazan prema „opadajućem“ redosledu. Proizvedena su četiri model-uzorka sa različitim vrstama i količinama prehrambenih aditiva (tabela 1), koji deluju na sposobnost emulgovanja i utiču na konzistenciju i stabilnost proizvoda. Nakon pripreme, nadev kobasica se punio u nepropustljivi veštački omotač i kobasice su obrađene pri temperaturi pasterizacije.

¹Univerzitet u Banjoj Luci, Tehnološki fakultet, Vojvode Stepe Stepanovića 73, 78 000 Banja Luka, Republika Srpska;

²Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Tehnološki fakultet, Karakaj bb, 76 300 Zvornik, Republika Srpska.

Posle toga, kobasice su hladene i skladištene pri temperaturi do +4°C do momenta ispitivanja. Kao kontrolni uzorak korišćena je barena kobasica („parizer“) od svinjskog mesa proizvedena prema originalnoj recepturi proizvođača.

Prilikom izrade model-proizvoda korišćene su smeše aditiva (proizvođač DANISCO, Danska):

- GRINDSTED Carrageenan CC 310 (karagenan E 407, guma iz semena rogača E410);
- GRINDSTED MEATLINE 345 A Emulsifier and Stabiliser System (natrijum-alginat E401, kalcijum-sulfat E516, natrijumove soli masnih kiselina E470a, tetranatrijum-difosfat E 450);
- GRINDSTED MEATLINE 333 Stabiliser System (brašno semena rogača, karboksimetilceluloza E466).

1 (za neprihvatljiv kvalitet). Ocenjena su navedena svojstva: spoljašnji izgled i/ili stanje ambalaže, izgled preseka, boja preseka, miris, aroma i ukus, i konzistencija proizvoda. Prilikom sprovođenja senzorne analize ocenjivači su koristili uputstvo za senzornu ocenu barenih kobasica, u kojem je dat pregled pokazatelja kvaliteta i mogućih nedostataka koji mogu da utiču na visinu ocene (Grujić i dr., 2008; Savanović i Grujić, 2008). Odabranim pokazateljima kvaliteta dodeljeni su odgovarajući koeficijenti važnosti: spoljašnji izgled i/ili stanje ambalaže (3), izgled preseka (3), boja preseka (4), miris, aroma i ukus (6) i konzistencija (4). Pre samog ocenjivanja ocenjivači su upoznati sa prirodom proizvoda i ciljem ispitivanja. Množenjem koeficijenta važnosti sa datom ocenom i sabiranjem dobijenih vrednosti dobijen je „procenat od maksimalno mogućeg kva-

Tabela 1. Količina aditiva dodata u model-uzorke „parizera“ od svinjskog mesa

Table 1. The quantity of additives added in the „parizer“ sausage model samples made of pork meat

ADITIVI/ FOOD ADDITIVES	Oznaka uzorka/Sample code			
	S3 = S9	S4 = S10	S5 = S11	S6 = S12
GRINDSTED Karagenan CC 310 (%)/ Carrageenan CC 310 (%)	0,30	–	–	–
GRINDSTED MEATLINE 345 A/ Stabilizator i emulgator (%) Emulsifier and Stabiliser (%)	–	0,30	–	–
GRINDSTED MEATLINE 333/ Stabilizator (%) Stabiliser (%)	–	–	0,30	–

Ispitivanje hemijskog sastava obavljeno je u Laboratoriji za analizu namirnica na Tehnološkom fakultetu u Banjoj Luci. Sadržaj vode ispitan je (sušenjem na 105°C do konstantne mase), sadržaj masti (metodom po Soxhletu), sadržaj proteina (referentnom metodom po Kjeldahlu), sadržaj natrijum-hlorida (metodom po Mohru), sadržaj nitrita (izraženih kao NaNO₂, referentnom metodom ISO:937:1992), sadržaj fosfata (izraženih kao P₂O₅, spektrofotometrijskom metodom ISO:13730:1996).

Senzorna ocena proizvoda je sprovedena u Laboratoriji za senzornu analizu namirnica, na Tehnološkom fakultetu u Banjoj Luci, angažovanjem 10 obučanih ocenjivača (ISO 2006; Antonić i dr., 2006; Grujić i dr., 2008; Savanović i Grujić, 2008). Ocenjivači su radili samostalno u, za to, predviđenim ocenjivačkim boksovima. Prilikom senzornog ocenjivanja ocenjivačima su dva puta dostavljana, po četiri različito označena uzorka (tri uzorka u koji su dodavani aditivi i četvrti, kontrolni uzorak).

Radi ispitivanja senzornih svojstava i poređenja kvaliteta izrađenih model-uzoraka kobasica korišćene su ordinalne skale i rang test. Skala je bila u rasponu od 5 (za najbolje ocenjeno svojstvo) do

liteta“, koji je 100% za najbolji kvalitet proizvoda. Ova vrednost podeljena sa zbirom koeficijenata (koji je 20) predstavlja ponderisanu srednju vrednost (Radovanović i Popov-Raljić, 2001).

Nakon senzorne analize metodom ordinalnih skala, ocenjivači su rangirali uzorke prema prihvatljivosti, od najprihvatljivijeg (na prvom mestu), do najmanje prihvatljivog (na poslednjem mestu) u nizu od po četiri uzorka, u dva dostavljanja (Grujić i dr., 2008). Obradom rang testa utvrđen je ukupan nivo prihvatljivosti kvaliteta.

Senzorna analiza model-uzoraka barenih kobasica u tipu „parizera“ od svinjskog mesa u ovom radu je sprovedena dva puta: 7. dana i 35. dana nakon proizvodnje (rok trajanja proizvoda ovog tipa je 60 dana).

Rezultati i diskusija

Rezultati ispitivanja prikazani su u tabelama 2–5.

U tabeli 2 prikazan je prosečan hemijski sastav proizvoda. Sadržaj ispitivanih sastojaka u svim uzorcima bio je u skladu sa zahtevima definisanim

Tabela 2. Prosečan hemijski sastav ispitivanih uzoraka „parizera“ od svinjskog mesa
Table 2. The average chemical composition of the tested „parizer“ pork sausage samples

	Oznaka uzorka/Sample code			
	S3 = S9	S4 = S10	S5 = S11	S6 = S12
Voda (%) /Moisture (%)	58,16 ± 2,15	57,06 ± 2,85	55,86 ± 1,98	56,78 ± 2,10
Fosfati (P₂O₅) (%) /Phosphate (P ₂ O ₅) (%)	0,29 ± 0,08	0,28 ± 0,10	0,26 ± 0,06	0,28 ± 0,09
NaCl (%) /NaCl (%)	2,67 ± 0,50	2,27 ± 0,38	2,31 ± 0,78	2,24 ± 0,46
Nitriti (mg/100g) /Nitrite (mg/100g)	0,023 ± 0,005	0,021 ± 0,009	0,022 ± 0,010	0,021 ± 0,007
Masti (%) /Fat (%)	21,30 ± 2,50	20,15 ± 2,89	24,25 ± 1,45	21,76 ± 1,10
Proteini (%) /Proteins (%)	12,29 ± 0,59	12,37 ± 0,46	12,27 ± 0,65	12,35 ± 0,32

Pravilnikom o kvalitetu proizvoda od mesa, pravosnažnom na prostoru Bosne i Hercegovine, gde je proizvodnja realizovana (*Sl. list SFRJ, br. 29/74*).

Senzorna analiza je korisna i nezamenljiva metoda za precizno određivanje karakteristika kvaliteta prehrambenih proizvoda (*Radovanović i Popov-Raljić, 2001*). Primenom deskriptivnih metoda moguće je precizno definisati odabrane karakteristike kvaliteta proizvoda, identifikovati potencijalne nedostatke proizvoda i utvrditi uticaj vrste i količine dodatih prehrambenih aditiva na kvalitet proizvoda. Mnogobrojni faktori utiču na postojanje razlika u kvalitetu gotovog proizvoda. Kako bi se precizno definisao uticaj upotrebljenih prehrambenih aditiva na kvalitet gotovog proizvoda i obezbedila mogućnost međusobnog poređenja kvaliteta i na minimum sveo uticaj ostalih činilaca, za izradu model-uzo-

raka, korišćeni su osnovni sastojci ujednačenog kvaliteta.

Tokom ocene kvaliteta proizvoda ocenjivači su posebnu pažnju posvetili oceni konzistencije model-uzoraka kobasica u koje su dodavani aditivi sa funkcionalnim svojstvom stabilizatora i emulgatora.

Tokom ocene konzistencije ustanovljeno je da je najvišu srednju vrednost ocene konzistencije 7. dana i 35. dana posle proizvodnje, imao uzorak S5, sa ocenama 4,80 i 4,70 znatno više od ocene koju je dobio kontrolni uzorak (S6). Konzistencija kontrolnog uzorka 7 dana posle proizvodnje je ocenjena prosečnom ocenom 3,35, tekstura je opisana kao sitnozrnasta, a proizvod se raspada u toku žvakanja. Proizvod je mastan, a konzistencija nešto mekša od očekivane. Nakon 35 dana skladištenja konzistencija kontrolnog uzorka ocenjena je prosečnom ocenom 3,45.

Tabela 3. Rezultati senzorne analize model-uzoraka „parizera“ od svinjskog mesa bazirane na petobalnoj skali bodovanja*

Table 3. Sensory analysis results for the „parizer“ sausage made of pork meat based on the five-point scale

Oznaka uzorka/ Sample code	Vreme skladištenja (dana)/ Storage time (days)	Srednje vrednosti ocena za odabrane pokazatelje kvaliteta/ The average scores for selected quality properties						
		Spoljni izgled k=3/ appearance	Izgled preseka k=3/ cut surfaces	Boja preseka k=4/ cut colour	Miris, aroma i ukus k=6/ odour, aroma and taste	Konzistencija k=4/ consistency	Srednja ponderisana ocena/ Average weighted score	Ustanovljeni kvalitet *(%)/ Established quality (%)
S3 = S9	7	5,00 ± 0,00	4,00 ± 0,55	4,20 ± 0,40	4,10 ± 0,44	3,95 ± 0,59	4,21	84,20
S4 = S10	7	5,00 ± 0,00	4,00 ± 0,55	4,30 ± 0,46	4,00 ± 0,55	4,05 ± 0,67	4,22	84,40
S5 = S11	7	5,00 ± 0,00	4,30 ± 0,64	4,10 ± 0,30	4,15 ± 0,36	4,80 ± 0,40	4,41	88,20
S6 = S12	7	5,00 ± 0,00	4,00 ± 0,77	4,30 ± 0,56	3,75 ± 0,54	3,35 ± 0,48	4,00	80,10
S3 = S9	35	5,00 ± 0,00	4,40 ± 0,73	4,70 ± 0,46	3,85 ± 0,36	3,85 ± 0,65	4,28	85,70
S4 = S10	35	5,00 ± 0,00	4,55 ± 0,50	4,65 ± 0,48	3,85 ± 0,36	4,30 ± 0,56	4,39	87,75
S5 = S11	35	5,00 ± 0,00	4,60 ± 0,49	4,55 ± 0,59	3,90 ± 0,30	4,70 ± 0,56	4,47	89,40
S6 = S12	35	5,00 ± 0,00	4,25 ± 0,77	4,00 ± 0,32	3,75 ± 0,62	3,45 ± 0,49	3,98	79,55

K – koeficijent značajnosti/ k – coefficient of significance;

* – postotak od maksimalno mogućeg kvaliteta/*percent of maximum possible quality

Broj ocenjivača 10/Number of panellists 10

Petobalna skala bodovanja: 1 = neprijatan, 2 = osrednji, 3 = prihvatljiv, 4 = dobar, 5 = izvanredan/Five-point scale: 1 = unacceptable, 2 = fair, 3 = acceptable, 4 = good, 5 = excellent

SD – standarda devijacija/SD – standard deviation

Konzistencija uzorka S3 (proizveden sa GRINDSTED Carrageenan CC 310 u količini od 0,3%) pokazala se nešto boljom od konzistencije kontrolnog uzorka. Kod ovog uzorka ocenjivači su uočili dobru povezanost sastavnih delova, a proizvod je imao blago sunderastu strukturu, 7 dana posle proizvodnje (srednja vrednost ocene konzistencije je 3,95) i 35 dana posle proizvodnje (srednja vrednost ocene konzistencije 3,85). Kod uzorka S4 (proizveden sa GRINDSTED MEATLINE 345 A Emulsifier i Stabiliser System u količini 0,3%), sedam dana posle proizvodnje (srednja ocena konzistencije 4,05) i 35 dana posle proizvodnje (srednja ocena 4,30) konzistencija je bila elastična, sadržaj je bio dobro povezan i žvkljivost je bila zadovoljavajuća. Za uzorak S5 (proizveden sa GRINDSTED MEATLINE 333 Stabiliser System u količini od 0,3%) konzistencija je ocenjena kao najbolja (prosečna ocena 4,80, 7 dana posle proizvodnje i 4,70, 35 dana posle proizvodnje). Funkcionalnim delovanjem aditiva korišćenih za izradu ovog proizvoda, postignuto je da je kobasica jedra i sočna. Proizvod pod pritiskom ne otpušta vodu ili mast, lako se narezuje i žvaće.

Ruusunen i dr. (2003) ustanovili su da uzorci bolonjske kobasice, za čiju izradu su kao sastojci korišćeni carrageenan i carboksimetilceluloza, imali manji gubitak mase u toku termičke obrade, bolju sočnost i izraženiju aromu. Kobasice u koje su istovremeno dodata oba navedena aditiva imala su najbolja senzorna svojstva i najmanji gubitak mase u toku termičke obrade.

Spoljašnji izgled svih model-uzoraka bio je zadovoljavajući. Svi uzorci su ocenjeni ocenom 5,00 (tabela 3), što znači da kod proizvoda nisu zapaženi bilo kakvi uočljivi nedostaci.

Boja i izgled preseka imaju značajan uticaj na prihvatljivost kobasica. Ocenom izgleda preseka uzoraka izrađenih za potrebe ispitivanja ustanovljeno je da osnovni sastojci nisu dovoljno homogenizovani, i da je na poprečnom preseku jednog broja uzoraka boja neujednačena.

U pojedinim uzorcima, uočeni su krupniji komadići sastojaka, koji ne utiču značajnije na sveukupnu prihvatljivost proizvoda. Ocene za izgled preseka, nakon 7 dana skladištenja, bile su relativno niže od očekivanih (od 4,00 za uzorke S3, S4, S6 do 4,30 za uzorak S5). Slično su ocenjeni i uzorci kobasica nakon 35 dana skladištenja (tabela 3).

Osnovni sastojci korišćeni za izradu model-uzoraka barenih kobasica imaju značajan uticaj na miris i ukus gotovog proizvoda. Izrada svih model-uzoraka kao i kontrolnog uzorka „parizera“ od svinjskog mesa, za potrebe ispitivanja, obavljena je prema istoj recepturi, zbog čega su svi uzorci imali

ujednačen ukus, miris i aromu. Najvećem broju uzoraka dodeljena je ocena 4, uz komentar ocenjivača da je aroma proizvoda slabije izražena od očekivane, a kontrolni uzorak je dobio ocenu 3,75, uz napomenu ocenjivača da je ukus kiseliji od očekivanog.

Kada se upoređi ukupna prihvatljivost, model-uzorak, ocenjen sedam dana posle proizvodnje, izražen kao procenat maksimalno mogućeg kvaliteta, odnosno srednja ponderisana ocena, može da se konstatuje da je uzorak S5 imao najveći postotak od maksimalno mogućeg kvaliteta (88,20%), ili srednju ponderisanu ocenu (4,41). Na drugom mestu je bio uzorak S4, sa nivoom kvaliteta 84,40%, ili srednjom ponderisanom ocenom 4,22, zatim uzorak S3, sa nivoom kvaliteta 84,20% (ili srednjom ponderisanom ocenom 4,21), i na kraju kontrolni uzorak (S6).

Kako se vidi iz tabele 3, sličan kvalitet proizvoda ustanovljen je i 35. dana posle proizvodnje. Najbolje je ocenjen uzorak S5 (sa 89,40% od maksimalno mogućeg kvaliteta, ili srednjom ponderisanom ocenom 4,47), zatim slede uzorci S4 i S3. Kontrolni uzorak kobasice (S6) se nalazi na poslednjem mestu, sa ustanovljenim nivoom kvaliteta 79,55%, ili srednjom ponderisanom ocenom 3,98. Ustanovljene manje varijabilnosti mogu da se pripisuju varijacijama u sadržaju osnovnih sastojaka i odnosa sastojaka korišćenih za izradu proizvoda kao i opštem utisku koji daju odabrani aditivi korišćeni za izradu svakog modela-proizvoda. Treba istaći da su svi uzorci imali relativno visoke ocene senzornih svojstava i da mogu da se okarakterišu kao proizvodi odličnog i vrlo dobrog kvaliteta.

U tabelama 4 i 5 dati su rezultati rangiranja i sume rangova dobijenih upoređivanjem kvaliteta proizvedenih model-uzoraka 7. i 35. dana nakon proizvodnje. Ocenjivači su uzorke rangirali prema ukupnoj prihvatljivosti, od najprihvatljivijeg kvaliteta, na prvom mestu, do najmanje prihvatljivog, na poslednjem 4. mestu (tabela 4). Upoređivanjem dobijenih vrednosti za sume rangova sa tabličnim vrednostima sume rangova, koje određuju statističku značajnost razlika, za nivo $p < 0,05$, ili uz rizik greške 5% (*cit. Radovanović i Popov-Raljić, 2001*), može da se zaključi da je za četiri tretmana (ili rangiranih proizvoda) i 20 ponavljanja (ocenjivanja) kritična tablična vrednost za sumu rangova između 23 i 37, što odgovara standardnom nivou kvaliteta proizvoda. Rangiranjem uzoraka prema ukupnoj prihvatljivosti ustanovljeno je (uz rizik greške 5%) da je uzorak S5 (suma rangova 26) ocenjen kao proizvod najboljeg kvaliteta, a zatim uzorci oznake S4 (suma rangova 31), te uzorci S3 (suma rangova 33), (tabela 4). Uzorak S6 (suma rangova 38) rangiran je kao proizvod najnižeg nivoa kvaliteta.

Tabela 4. Rezultati rangiranja „parizera“ od svinjskog mesa prema nivou prihvatljivosti kvaliteta 7. dana posle proizvodnje

Table 4. Ranking results for the „parizer“ sausage made of pork meat according to the quality acceptance level 7 days after production

Oznaka uzorka/ Sample code	SUME RANGOVA*/ SUM OF RANKS*
S3 = S9	33
S4 = S10	31
S5 = S11	26
S6 = S12	38

Broj ocenjivača = 12 /Number of panellists = 12

*Suma rangova koja određuje statističku značajnost razlika za 4 tretmana i 12 ponavljanja (ocenjivanja) je između 23 i 37 ($p < 0,05$)/The sum of the ranks, which determines the statistical significance of differences for the 4 treatments and 12 repetitions (evaluations) is between 23 and 37 ($p < 0,05$).

Kod rangiranja 35. dana posle proizvodnje, kritična tablična vrednost za sumu rangova je između 39 i 61 (za nivo $p < 0,05$). Rangiranjem uzoraka prema ukupnoj prihvatljivosti kvaliteta (tabela 5) ustanovljeno je (uz rizik greške 5%) da uzorak S5 (suma rangova 44) ima najprihvatljiviji nivo kvaliteta, a zatim uzorci oznake S4 (suma rangova 48), te uzorak S3 (suma rangova 55), koji se, na osnovu sume rangova i ocene nivoa ukupne prihvatljivosti, takođe mogu da definišu kao proizvodi dobrog kvaliteta. Uzorak S6 (suma rangova 71) ocenjuje se kao proizvod nižeg kvaliteta u odnosu na kvalitet proizvoda sa kojima je upoređivan.

Literatura

- Antonić B., Grujić S., Radovanović R., Baltić M., Grujić R., 2006. Uticaj primjene različitih količina kuhinjske soli tokom procesa soljenja na senzorna svojstva kvaliteta svinjske pršute. Tehnologija mesa, 47, 3–4, 110–114.
- Bilska A., 2007. Optimization of the composition of a mixture of selected additives in the production of raw sausages. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities: Food Science and Technology, 10, 1, www.ejpau.media.pl/volume10/issue1/art-12.
- Bilska A., Krysztofiak K., Uchman W., Konieczny P., Fabianowska-Stasiak I., Pipowski P., 2008. The effect of functional blends on shelf life of model processed meats. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities: Food Science and Technology, 11, 2, www.ejpau.media.pl/volume11/issue2/art-15.
- Duda-Chodak A., Tarko T., Sroka P., Satora P., 2008. Antioxidant activity of different kinds of commercially available teas – diversity and changes during storage. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities: Food Science and Technology, 11, 4, www.ejpau.media.pl/volume11/issue4/art-07.

Tabela 5. Rezultati rangiranja „parizera“ od svinjskog mesa prema nivou prihvatljivosti kvaliteta 35. dana posle proizvodnje

Table 5. Ranking results for the „parizer“ sausage made of pork meat according to the quality acceptance level 35 days after production

Oznaka uzorka/ Sample code	SUME RANGOVA*/ SUM OF RANKS*
S3 = S9	55
S4 = S10	48
S5 = S11	44
S6 = S12	71

Broj ocenjivača = 20 /Number of panellists = 20

*Suma rangova koja određuje statističku značajnost razlika za 4 tretmana i 20 ponavljanja (ocenjivanja) je između 39 do 61 ($p < 0,05$)/The sum of the ranks, which determines the statistical significance of differences for the 4 treatments and 20 repetitions (evaluations) is between 39 to 61 ($p < 0,05$).

Zaključak

Dodavanje prehrambenih aditiva sa funkcionalnim svojstvima emulgatora i stabilizatora u toku izrade barenih kobasica od svinjskog mesa u tipu „parizera“ imalo je pozitivan uticaj na konzistenciju i stabilnost proizvedenih model-uzoraka kobasica. Senzornom ocenom, kao najbolji su ocenjeni model-uzorci kobasica u čiji je nadev tokom izrade dodato brašno semena rogača i karboksimetilceluloza.

- Grujić S., Grujić R., Savanović D., Odžaković B., Glavaš D., 2008. Unapređenje kvaliteta namirnica rangiranjem senzornih svojstava. Zbornik radova, VIII Savjetovanje hemičara i tehnologa Republike Srpske, Banja Luka, 303–310.
- ISO 8587:2006 (E). Sensory analysis-methodology-ranking. International Organization of Standardisation.
- Klak W., Bilska A., Krysztofiak K., Sęk P., Uchman W., 2001. Effect of „vitmeat-c“ preparation on colour change and stability of „Bologna“ type sausage. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities: Food Science and Technology, 4, 2, www.ejpau.media.pl/volume4/issue2/food/art-03.
- Pravilnik o kvalitetu proizvoda od mesa. Sl. list SFRJ, br. 29/74.
- Pyrcz J., Kowalski R., Bilska A., Uchman W., 2008. Effect of selected antioxidants on some fat characteristics and sensory quality of raw sausages, electronic journal of polish agricultural universities: Food Science and Technology, 11, 2, www.ejpau.media.pl/volume11/issue2/art-01

- Radovanović R., Popović-Raljić J., 2001.** Senzorna analiza prehrambenih proizvoda. Univerzitet Beograd i Univerzitet Novi Sad, Beograd/Novi Sad.
- Ruusunen M., Vainionpää J., Puolanne E., Lyly M., Lähteenmäki L., Niemistö M., Ahvenainen R., 2003.** Effect of sodium citrate, carboxymethyl cellulose and carrageenan levels on quality characteristics of low-salt and low-fat „Bologna“ type sausages. *Meat Science*, 64, 4, 371–381.
- Savanović D., Grujić S., 2008.** Descriptive sensory analysis of finely comminuted pork sausage „parizer“ type. *Zbornik radova, Prvi međunarodni kongres „Ekologija, zdravlje, rad, sport“*, 2008. Banja Luka, 142–147.
- Sokmen A., Gulluce M., Akpulat H. A., Daferera D., Tepe B., Polissiou M., Sokmen M., Sahin F., 2004.** The in vitro antimicrobial and antioxidant activities of the essential oils and methanol extracts of endemic *Thymus spathulifolius*. *Food Control*, 15, 8, 627–634.
- Sveinsdóttir K., Martinsdóttir E., Green-Petersen D., Hyldig G., Schelvis R., Delahunty C., 2009.** Sensory characteristics of different cod products related to consumer preferences and attitudes. *European Conference on Sensory Science of Food and Beverages 2006. Food Quality and Preference*, 20, 2, 120–132.

Improvement of consistency and stability of finely chopped pork sausages by the addition of emulsifiers and stabilisers

Grujić Slavica, Grujić Radoslav, Savanović Danica, Odžaković Božana, Rađenović Nikolina

S u m m a r y: There are many types of products belonging to the group of cooked sausages available on the market today. In order to meet the expectations of the demanding consumers and become competitive on the market, it is important that during the development of such products, special attention is paid to its sensory properties. Sensory properties of food products have influence on their quality and overall acceptability, while it is well known that the quality of the finished product can be influenced by the use of food additives with specific functional properties. The aim of the study was to investigate influence of selected food additives (emulsifier and stabiliser) on consistency, texture and stability of finely chopped cooked pork sausages of the „parizer“ type during storage for 7 and 35 days. Samples were produced in industrial conditions according to the producer's specification, control sample and experimental samples that contained selected additives.

The results of the study have showed that addition of 0.3% mixture of Carob germ flour“ and „Cellulose gum“ stabilizers to the usual sausage ingredients, significantly improves consistency, texture, stability and overall product acceptance 7 days and 35 days after production, compared to the control group of finely chopped pork sausages of the „parizer“ type produced according to the producer's specification.

Sensory evaluation showed that the most acceptable model samples of sausages were those with carob germ flour and carboxymethylcellulose added to the sausage filling during the production.

Key words: pork sausages, additives, quality, sensory analysis.

Rad primljen: 28.04.2009.
Rad ispravljen: 29.07.2009.
Rad prihvaćen: 30.07.2009

Uticaj različitih smeša gasova na promene nekih mikrobioloških i hemijskih parametara u odrescima šarana (*Cyprinus carpio*) upakovanih u modifikovanu atmosferu

Milijašević Milan¹, Babić Jelena¹, Baltić Ž. Milan², Spirić Aurelija¹, Velebit Branko¹, Borović Branka¹, Spirić Danka¹

S a d r Ź a j: Cilj ovog eksperimenta je bio da se prati tok hemijskih, fizičko-hemijskih i mikrobioloških promena u odrescima šarana (*Cyprinus carpio*) upakovanih u modifikovanu atmosferu u toku petnaest dana skladištenja. Uzorci su podeljeni u dve grupe i upakovani u različite smeše gasova. A grupa uzoraka je upakovana u smešu koja se sastojala od 40% CO₂ i 60% N₂, a B grupa uzoraka u 100% CO₂. Svi uzorci su skladišteni petnaest dana u strogo kontrolisanim uslovima pri temperaturi od +3°C. Ispitivanja su obavljena 1, 3, 6, 9, 13. i 15. dana. Ispitivani su pH, ukupan isparljivi azot, ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija i ukupan broj enterobakterija. Prosečna pH vrednost u uzorcima A grupe bila je najniža 15. dana skladištenja ($6,30 \pm 0,03$), a u uzorcima B grupe najniža prosečna pH vrednost je zabeležena 9. dana ($6,13 \pm 0,06$). Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija je rastao u obe grupe uzoraka. U odrescima šarana upakovanih u modifikovanu atmosferu od 100% ugljen-dioksida rast ukupnog broja bakterija kože i mesa šarana bio je sporiji nego u odrescima upakovanim u modifikovanu atmosferu sa 40% ugljen-dioksida. Modifikovana atmosfera smanjuje ukupan broj enterobakterija, a najniža vrednost je dobijena kod odrezaka šarana upakovanih u modifikovanu atmosferu sa 100% ugljen-dioksida (petnaestog dana ispitivanja broj enterobakterija grupe B u mišićnom tkivu bio je $\log \text{CFU/g } 1,78 \pm 0,08$ a kože $\log \text{CFU/g } 1,96 \pm 0,23$).

ključne reči: šaran, održivost, modifikovana atmosfera (MAP).

Uvod

Sveža riba je namirnica koju karakteriše kratka održivost ($\text{pH} > 5,2$; $a_w > 0,95$) i, zbog toga, mora da bude skladištena pri niskim temperaturama hlađenja (-1 do $+3^\circ\text{C}$). Čak i pod ovim uslovima održivost sveže ribe je kratka, od 3 do 5 dana. Jedan od osnovnih razloga za kraću održivost ribe je njen hemijski sastav. Osnovni razlozi zbog koga se meso ribe brže kvari od mesa toplokrvnih životinja su manji sadržaj vezivnog tkiva u strukturi ribljeg mesa, povećana količina vode koja se nalazi u mišićnom tkivu ribe, povećana pH vrednost ribljeg mesa, hemijski sastav ribljeg mesa, specifična mikroflora i enzimi (Šoša,

1989). Meso riba je veoma različito u pogledu količine masti, koja i jeste parametar za razvrstavanje riba u kategorije, i to: nemasne – do 3% masti, srednje masne – do 8% masti i masne, sa količinom masti većom od 8% (Žlender, 2000).

Tokom proteklih decenija posebna pažnja se posvećuje ishrani stanovništva u cilju prevencije mnogih bolesti, a opšte je prihvaćeno da konzumiranje ribe doprinosi zdravom načinu života (Gezondheidsraad, 2004; Sidhu, 2003). Međutim, trenutna potrošnja ribe u mnogim evropskim zemljama nije ni blizu preporuke da se riba jede dva puta nedeljno (Welch i dr., 2002). Veliki broj istraživanja je sprovedeno da bi se utvrdili tačni

***Napomena:** Rezultati rada su proistekli iz projekta „Monitoring vodenih ekosistema u cilju dobijanja higijenski ispravnih i kvalitetnih akvakulturnih proizvoda, konkurentnih tržištu EU“, ev. br. 20122 koji, u okviru Programa istraživanja u oblasti tehnološkog razvoja, finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije (2008–2010).

¹Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kačanskog 13, 11 000 Beograd, Republika Srbija;

²Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Bulevar oslobođenja 18, 11 000 Beograd, Republika Srbija.

razlozi za nedovoljno korišćenje ribe na pojedinim tržištima (Olsen, 2003; Myrland i dr., 2000; Trondsen i dr., 2004) ali se, uprkos tome, mali broj istraživača bavio načinom na koji potrošači ocenjuju kvalitet ribe i kako to utiče na njihove odluke prilikom kupovine. U studiji koju su sprovedi Juhl i Poulsen (2000) utvrđeno je da mnogi potrošači nisu potpuno sigurni u svoju ocenu parametara svežine ribe i da zbog toga odustaju od nje kao namirnice.

U mišićnom tkivu sveže ohlađene ribe (–1 do +2°C) događaju se autolitičke promene pod delovanjem tkivnih enzima i proteolitičke promene katalizovane enzimima mikroorganizama. Proteini se progresivno razgrađuju do peptida, amino-kiselina, amonijaka i drugih nisko molekularnih supstancija koje sadrže azot. Toksični biogeni amini (histamin i tiramin) mogu da budu proizvod aktivnosti nekih mikroorganizama. Održivost masnih riba je ograničena hemijskim promenama u mastima (Özogul i dr., 2005). Oksidacija masnih komponenti ribljeg mesa može da uzrokuje stvaranje pojedinih mutagenih i karcinogenih materija (hidroperoksidi, endoperoksidi, epoksidi masnih kiselina, holesterol, aldehidi, alkoksi i hidroperoksi radikali), (Herzig i Suchý, 2006).

Mikroorganizmi doprinose nastanku kvara ribe na više načina. Oni stvaraju bakterijske enzime neophodne za odvijanje procesa biorazgrađivanja, kao što je nastajanje trimetilamina (TMA) iz trimetilamin oksida (TMAO) pod dejstvom bakterijskog enzima trimetilamin oksidaze. Materije koje su, takođe, rezultat mikrobiološke aktivnosti su vodonik-sulfid, dimetil-sulfid i metil-merkaptan, koji nastaju iz amino-kiselina koje sadrže sumpor; karbonilna jedinjenja koja nastaju iz lipida; indol, skatol, putrescin i kadaverin koji nastaju iz proteina (Avery i Lamprecht, 1988; Smith i dr., 1984). Bakterijska flora tek ulovljene ribe veoma je raznovrsna. Od Gram-negativnih vrsta zastupljene su *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Acinetobacter*, *Vibrio*, *Aeromonas* i *Flavobacterium*. Od Gram-pozitivnih vrsta najvažnije su *Micrococcus* i korineformne bakterije. Kod riba ulovljenih blizu obale mogu da budu veoma zastupljene bakterije koje potiču iz tla. Od njih su najznačajnije one koje pripadaju *Bacillus* vrstama. Mikroorganizmi su prisutni na koži, u škragama i crevima sveže ulovljene ribe. Liston (1980) je utvrdio da je normalna zastupljenost bakterija 10^2 – 10^7 CFU/cm² površine kože. Škrge i creva sadrže između 10^3 i 10^9 CFU/g. Tokom skladištenja rashlađene ribe, ili njenog čuvanja na ledu, rodovi *Pseudomonas*, *Moraxella* i *Achromobacter* postaju dominantna mikroflora. Od toga koji su mikroorganizmi najzastupljeniji u ribi u trenutku ulova u velikoj meri zavisi i kolika će biti njena održivost tokom skladištenja.

Na brzinu nastanka hemijskog i mikrobiološkog kvara mesa ribe može da se utiče načinom pakovanja. Danas se u svetu veliki procenat sveže ribe na tržištu nalazi upakovan u vakuum ili u modifikovanu atmosferu (MAP). U literaturi postoje podaci o velikom broju istraživanja koja su sprovedena da se utvrdi uticaj MAP-a na održivost ribe i proizvoda od ribe (Bak i dr., 1999; Goulas i dr., 2005; Hoz i dr., 2000; Lopez-Caballero, 2002; Özogul i dr., 2004; Ruiz-Capillas i Moral, 2001). Efekti gasova koji se koriste u tehnologiji pakovanja ribe u modifikovanu atmosferu do sada su uglavnom izučavani na morskim ribama (Özogul i dr., 2000; Davis, 1993). Smeše gasova se najčešće sastoje od ugljen-dioksida (CO₂), azota (N₂) i kiseonika (O₂), u različitim koncentracijama. Gasne smeše sa visokim koncentracijama CO₂ i N₂ su privukle najviše pažnje istraživača. Ugljen-dioksid je veoma rastvorljiv u vodi i mastima, a njegova rastvorljivost se, u velikoj meri, smanjuje sa snižavanjem temperature (Sivertsviki dr., 2002). On se najviše koristi u koncentracijama od 40–60%, pri kojima ispoljava jako antimikrobno dejstvo. CO₂ inhibira rast mikroorganizama kvara, posebno *Shewanella putrefaciens*, *Pseudomonas*, *Vibrio* i *Aeromonas* spp. (Devere i Boskou, 1996). Kada se nalazi u gasnoj smeši, on difunduje u mišićno tkivo, rastvara se u vodenoj fazi i gradi ugljenu kiselinu, usporavajući procese oksidacije.

Azot usporava nastanak užeglosti i inhibira rast aerobnih mikroorganizama zamenjujući kiseonik u pakovanju (Church, 1998). Kiseonik izaziva nastanak užeglosti u mastima ribe, stimuliše rast aerobnih i sprečava rast striktno anaerobnih mikroorganizama (Arashisar i dr., 2004; Özogul i dr., 2004). Kiseonik se u tehnologiji pakovanja ribe u MAP koristi za sprečavanje rasta bakterije *Clostridium botulinum* tip E, čije prisustvo nije retko kod ribe (Ruiz-Capillas i Moral, 2001; Özogul i Özogul, 2006).

U Srbiji se, od slatkovodnih riba, najviše jede ribnjački šaran (*Cyprinus carpio*). Na tržištu se, za sada, ne nalazi upakovan u modifikovanu atmosferu. Svrha ovog rada bio je da se ispita uticaj dve vrste različitih smeša gasova na održivost odrezaka šarana, sa aspekta promena odabranih mikrobioloških i hemijskih parametara.

Materijal i metode

Konzumni šaran (*Cyprinus carpio*) tipa „šupner“, u letnjem periodu, uzet je iz ribnjaka koji se nalazi u ravničarskom delu Srbije i u kome je primenjen poluintenzivan način uzgajanja. Za ishranu korišćena je hrana SOPROFISH 25/12 STANDARD SP (Veterinarski zavod Subotica). Za eksperiment je

korišćeno deset dvogodišnjih šarana prosečne mase 1,5 kilograma, koji su živi preneti do laboratorije Instituta za higijenu i tehnologiju mesa. Šarani su, u laboratorijskim uslovima, zaklani, očišćena je krljušt, a zatim je trup isečen na odreske debljine 2 centimetra. Odresci su, zatim, poleđini i transportovani do manjeg pogona za preradu mesa, gde su upakovani u dve različite modifikovane atmosfere. Za pakovanje je upotrebljena mašina Multivac (Multivac C350, D-87787 Wolfertschwenden, Nemačka). Kao materijal za pakovanje korišćena je folija OPA/EVOH/PE (orijentisani poliamid/etilen vinil alkohol/polietilen, UPM – Kymene, Walki Films, Finland), sa niskom propustljivošću za gas (stepen propustljivosti za O₂ – 5 cm³/m²/dan, pri 23°C; za N₂ – 1 cm³/m²/dan, pri 23°C; za CO₂ – 23 cm³/m²/dan, pri 23°C i za vodenu paru 15 – g/m²/dan, pri 38°C). Za pakovanje korišćena je smeša ugljen-dioksida i azota u odnosu 40:60 (grupa A), i ugljen-dioksid, 100% (grupa B), proizvođača MESSER TEHNOGAS. Odnos gas/uzorak u pakovanju je bio 2:1. Svi uzorci su skladišteni pri istovetnim uslovima na temperaturi od 3 ± 0,5°C, a zatim su 1, 3, 6, 9, 13. i 15. dana skladištenja obavljena mikrobiološka i hemijska ispitivanja.

Mikrobiološka i hemijska ispitivanja

Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija određivan je prema ISO 4833:2003 (PCA, Merck).

Broj bakterija familije *Enterobacteriaceae* određivan je prema ISO 21528-2:2004 (VRBG, Merck).

Vrednost pH je određivana prema standardnoj metodi SRPS ISO 2917/2004 (pH metar-Cyber Scan 510).

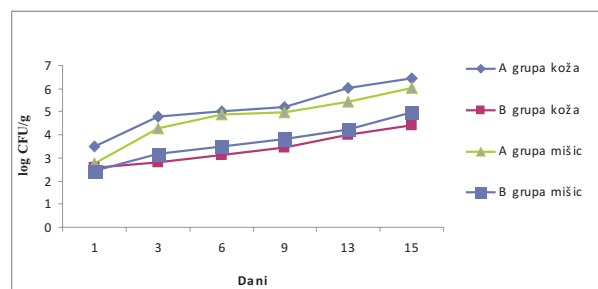
Ukupni isparljivi azot (TVBN) je određivan prema referentnoj metodi datoj u direktivi Commission Regulation (EC) No. 2074/2005.

Sva ispitivanja obavljena su u šest ponavljanja, potrebnih za statističku obradu podataka. Rezultati su statistički obrađeni (srednja vrednost, mere varijacije, analiza varijanse i t-test) pomoću programa Microsoft Excel 2007.

Rezultati i diskusija

Promene ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija uzoraka kože i mišićnog tkiva u odrescima šarana grupe A i B prikazane su u grafikonu 1.

Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija uzoraka kože prvog dana ispitivanja u šaranima grupe A bio je 3,50 ± 0,27 log CFU/g i statistički se značajno razlikovao (p < 0,01) od ukupnog broja bakterija grupe B kod koje je utvrđeno 2,60 ± 0,44 log CFU/g.

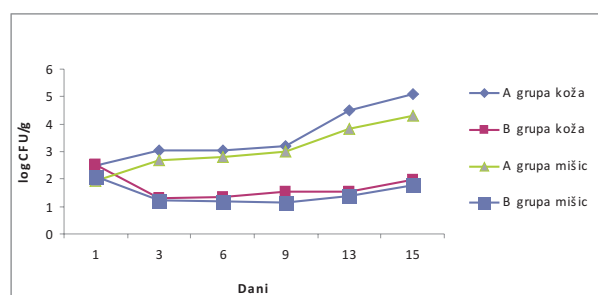


Grafikon 1. Promena ukupnog broja bakterija
Graph 1. Changes in total viable count

Legenda/Legend: A grupa koža/A group skin; B grupa koža/B group skin; A grupa mišić/A group muscle; B grupa mišić/B group muscle

Tokom skladištenja upakovanih odrezaka šarana pri temperaturi od 3 ± 0,5°C, u trajanju od petnaest dana, ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija rastao je u obe grupe uzoraka, kako u uzorcima kože, tako i u uzorcima mesa. U odrescima šarana upakovanim u modifikovanu atmosferu sa 100% ugljen-dioksida (grupa B), rast ukupnog broja bakterija u uzorcima kože i mesa bio je sporiji nego u odrescima upakovanim u modifikovanu atmosferu sa 40% ugljen-dioksida i 60% azota (grupa A). Ovo može da se objasni većom koncentracijom ugljen-dioksida, čiji se bakteriostatski efekat zasniva na produženju logaritamske faze rasta bakterija, o čemu svedoče navodi Arashisara i dr. (2004).

Promene broja enterobakterija u uzorcima kože i mesa odrezaka šarana grupe A i B prikazane su u grafikonu 2.



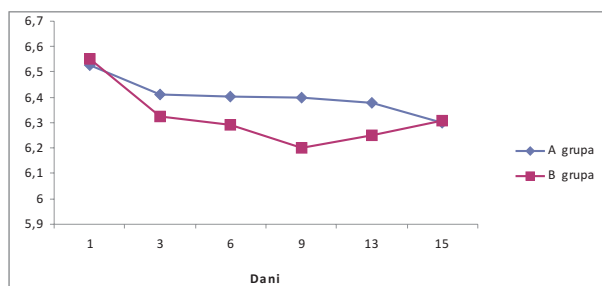
Grafikon 2. Promena ukupnog broja enterobakterija
Graph 2. Changes in Enterobacteriaceae count

Legenda/Legend: A grupa koža/A group skin; B grupa koža/B group skin; A grupa mišić/A group muscle; B grupa mišić/B group muscle

Na osnovu dobijenih rezultata, može da se kaže da modifikovana atmosfera ima jasan uticaj na smanjivanje ukupnog broja bakterija familije *Enterobacteriaceae*, što je, naročito, uočljivo kod

uzoraka upakovanih u modifikovanu atmosferu koja je sadržavala 100% ugljen-dioksida (petnaestog dana ispitivanja ukupan broj enterobakterija grupe B u mišićnom tkivu bio je $1,78 \pm 0,08 \log \text{CFU/g}$, a kože $1,96 \pm 0,23 \log \text{CFU/g}$.

Prvog dana ispitivanja, prosečne pH vrednosti uzoraka mesa šarana grupe A i B ($6,52 \pm 0,01$; $6,55 \pm 0,04$ respektivno, prikazane u grafikonu 3, nisu se statistički značajno razlikovale ($p > 0,05$). Prosečne pH vrednosti mesa šarana grupe A bile su značajno veće od vrednosti utvrđenih u mesu šarana grupe B, na nivou statističke značajnosti od ($p < 0,001$). Trećeg dana, prosečna pH vrednost mesa šarana grupe A iznosila je $6,41 \pm 0,02$, a mesa šarana grupe B $6,32 \pm 0,03$, zatim šestog dana skladištenja $6,40 \pm 0,02$ i $6,29 \pm 0,01$, devetog dana $6,4 \pm 0,02$ i $6,2 \pm 0,03$, trinaestog dana $6,38 \pm 0,01$ za grupu A i $6,25 \pm 0,05$ za grupu B. Petnaestog dana skladištenja vrednosti pH bile su približno jednake ($p > 0,05$) i iznosile su $6,30 \pm 0,03$, kod uzoraka mesa šarana grupe A i $6,31 \pm 0,03$, kod uzoraka mesa šarana grupe B.



Grafikon 3. Promena pH vrednosti tokom skladištenja

Graph 3. Changes of pH during storage

Legenda/Legend: A grupa/A group; B grupa/B group

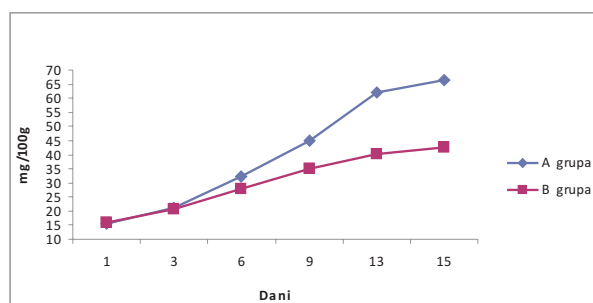
Niže vrednosti pH mesa šarana grupe B najverovatnije su posledica rastvaranja veće količine

Literatura

- Arashisar Ş., Hisar O., Kaya M., Yanik T., 2004. Effect of modified atmosphere and vacuum packaging on microbiological and chemical properties of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. *International Journal of Food Microbiology* 97, 209–214.
- Avery J. J. W., Lamprecht A., 1988. The shelf-life extension of fresh hake through gamma irradiation. *Food Review*, 15, 28.
- Bak L. S., Andersen A. B., Andersen E. M., Bertelsen G., 1999. Effect of modified atmosphere packaging on oxidative changes in frozen stored cold water shrimp (*Pandalus borealis*). *Food Chemistry*, 64, 169–175.
- Church N., 1998. MAP fish and crustaceans-sensory enhancement. *Food Science and Technology Today* 12: 73–83.
- Commission Regulation (EC) No. 2074/2005.
- Davis H. K., 1993. Modified atmosphere packing of fish. In: Parry RT, Principles and applications of modified

ugljen-dioksida prisutnog u pakovanju u vodenoj fazi mesa i nastanka ugljene kiseline (Radetić i dr., 2007). Prosečna pH vrednost u uzorcima A grupe bila je najniža 15. dana skladištenja ($6,30 \pm 0,03$), a u uzorcima B grupe najniža prosečna pH vrednost je zabeležena 9. dana ($6,13 \pm 0,06$).

Promene ukupnog isparljivog azota odrezaka šarana prikazane su u grafikonu 4. Količina ukupnog isparljivog azota, u obe grupe uzoraka, je konstantno rasla tokom skladištenja, s tim što je izmerena vrednost petnaestog dana ispitivanja u A grupi bila $66,23 \pm 0,01$, a u grupi B $42,63 \pm 0,01$.



Grafikon 4. Promena ukupnog isparljivog azota
Graph 4. Changes in values of total volatile nitrogen

Legenda/Legend: A grupa/A group; B grupa/B group

Zaključak

Rezultati ispitivanja su pokazali da odresci šarana pakovani u atmosferu sa 40% ugljen-dioksida i 60% azota ostaju prihvatljivi do 9. a odresci šarana upakovani u atmosferu sa 100% ugljen-dioksida do 15. dana skladištenja. Pakovanjem u modifikovanoj atmosferi, naročito u atmosferi sa 100% ugljen-dioksida, može značajno da se produži održivost odrezaka šarana.

atmosphere packaging of foods. Blackie Academic and Professional, London, 189–228.

- Debevere J., Boskou G., 1996. Effect of modified atmosphere packaging on the TVB/TMA producing microflora of cod fillets. *International Journal of Food Microbiology* 31: 221–229.

- Gezondheidsraad H., 2004. Vis en gezondheid bij volwassenen (Fish and health among adults). Report D/2004/7795/3. Brussels: FOD Volksgezondheid.

- Goulas A. E., Chouliara I., Nessi E., Kontominas M. G., Savvaidis I. N., 2005. Microbiological, biochemical and sensory assessment of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) stored under modified atmosphere packaging. *Journal Applied Microbiology*, 98, 752–760.

- Herzig I., Suchý P., 2006. Harmful and toxic stuffs in fodder of animal origin (*In Czech*). Institute of Animal Science, Prague. <http://www.vuzv.cz/vyziva/studie13.doc>

- Hoz L., Lopez-Galez D. E., Fernandez M., Hierro E., Ordonez J. A., 2000.** Use of carbon dioxide enriched atmospheres in the refrigerated storage (2°C) of salmon (*Salmo salar*) steaks. *European Food Research and Technology*, 210, 179–188.
- ISO 4833:2003.** Microbiology of food and animal feeding stuffs – horizontal method for the numeration of microorganisms – Colony-count technique at 30°C.
- ISO 21528-2:2004.** Microbiology of food and animal feeding stuffs – horizontal method for the enumeration of *Enterobacteriaceae*. Part 2: Colony-count method.
- Juhl H. J., Poulsen C. S., 2000.** Antecedents and effects of consumer involvement in fish as a product group. *Appetite*, 34, 261–267.
- Liston S., 1980.** Microbiology of seafoods. *Fish Science & Technology*. Fishing News (Books), Surrey, U K pp. 138–157.
- Lopez-Caballero M. E., Goncalves A., Nunes M. L., 2002.** Effect of CO₂/O₂-containing modified atmospheres on packed deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*). *European Food Research and Technology*, 214, 192–197.
- Myrland R., Trondsen T., Johnston, R. S., Lund E., 2000.** Determinants of seafood consumption in Norway: Lifestyle, revealed preferences, and barriers to consumption. *Food Quality and Preference*, 11, 169–188.
- Olsen S. O., 2003.** Understanding the relationship between age and seafood consumption: The mediating role of attitude, health involvement and convenience. *Food Quality and Preference*, 14, 199–209.
- Özogul F., Taylor K. D. A., Quantick P., Özogul Y., 2000.** Chemical, microbiological, and sensory evaluation of Atlantic herring (*Clupea harengus*) stored in ice, modified atmosphere and vacuum pack. *Food Chemistry* 71: 267–273.
- Özogul F., Polat A., Özogul Y., 2004.** The effect of modified atmosphere packaging on chemical, sensory and microbiological changes of sardines (*Sardina pilchardus*). *Food Chemistry*, 85, 49–57.
- Özogul Y., Özyurt G., Özogul F., Kuley E., Polat A., 2005.** Freshness assesment of European eel (*Anguilla anguilla*) by sensory, chemical and microbiological methods. *Food Chemistry* 92, 745–751.
- Özogul F., Özogul Y., 2006.** Biogenic amine content and biogenic amine quality indices of sardines (*Sardina pilchardus*) stored in modified atmosphere packaging and vacuum packaging. *Food Chemistry* 99: 574–578.
- Radetić P., Milijašević M., Jovanović J., Velebit B., 2007.** Pakovanje svežeg mesa u modifikovanoj atmosferi – trend koji traje. *Tehnologija mesa* 1–2, 99–109.
- Ruiz-Capillas C., Moral A., 2001.** Residual effect of CO₂ on hake (*Merluccius merluccius L.*) stored in modified and controlled atmospheres. *European Food Research and Technology*, 212, 413–420.
- Sidhu K. S., 2003.** Health benefits and potential risks related to consumption of fish or fish oil. *Regulations in Toxicology and Pharmacology*, 38, 336–344.
- Sivertsvik M., Jeksrud W. K., Rosnes J. T., 2002.** A review of modified atmosphere packaging of fish and fishery products – significance of microbial growth, activities and safety. *International Journal of Food Science and Technology* 37, 107–127.
- Smith R., Nickerson R., Martin R., Fiane G., 1984.** Bacteriology of indole production in shrimp homogenates held at different temperatures. *Journal of Food Protection*, 47, 867–864.
- Šoša B., 1989.** Higijena i tehnologija prerade morske ribe. Školska knjiga, Zagreb.
- Trondsen T., Braaten T., Lund E., Eggen A. E., 2004.** Health and seafood consumption patterns among women aged 45–69 years. A Norwegian seafood consumption study. *Food Quality and Preference*, 15, 117–128.
- Welch A. A., Zavitsanos X., Tumino R., Galasso R., Bueno-de-Mesquita, H. B., Ocke' M. C., 2002.** Variability of fish consumption within the 10 European countries participating in the European investigation into cancer and nutrition (EPIC) study. *Public Health Nutrition*, 5, 1273–1285.
- Žlender B., 2000.** Morske in slatkovodne ribe. Sestava in kakovost mesa rib. Meso in mesnina, 1, 1, 42–43.

The influence of different gas mixtures on the changes of certain microbiological and chemical parameters in carp's (*Cyprinus carpio*) cuts packed in modified atmosphere

Milijašević Milan, Babić Jelena, Baltić Ž. Milan, Spirić Aurelija, Velebit Branko, Borović Branka, Spirić Danka

S u m m a r y: The aim of this experiment was to monitor the changes in chemical, physico-chemical and microbiological changes in cuts of carp (*Cyprinus carpio*) packed in modified atmosphere during the 15 days of storage. The samples were divided into two groups and packed in different gas mixtures. Group A was packed in the mixture consisting of 40% CO₂ i 60% N₂. Group B was packed in 100% CO₂. All samples were stored for 15 days in controlled environment at the temperature of +3°C. The investigations were carried out on the 1st, 3rd, 6th, 9th, 13th and 15th day of storage. The investigated parameters were: pH value, total volatile nitrogen, total count of aerobic mesophilic bacteria and total count of Enterobacteriaceae. Average pH in group A was the lowest on the 15th day of storage (6,30 ± 0,03), while the lowest pH for the group B was recorded on the 9th day (6,13 ± 0,06). Total count of aerobic mesophilic bacteria increased in both groups of samples. The increase of total viable count in skin and muscle was slower in cuts packed in 100% of carbon dioxide compared to samples packed in 40% of the same gas. Modified atmosphere decreased total count of Enterobacteriaceae, lowest value recorded in cuts packed in 100% CO₂. On the 15th day of experiment, Enterobacteriaceae count of B group of samples was log CFU/g 1,78 ± 0,08 in muscle and log CFU/g 1,96 ± 0,23 in skin.

Key words: carp, shelf-life, modified atmosphere (MAP).

Rad primljen: 10.06.2010.

Rad prihvaćen: 11.06.2010.

Качество отрубов, полученных при разделке свиных туш

Татулов Юрий¹, Сусь Ирина¹, Миттельштейн Татьяна¹

Реферат: В результате научных исследований определен принцип разделки свинины и границы отделения отрубов, разработана схема разделки свиных полутуш на отрубы, изучена их пищевая и биологическая ценность, органолептические и функциональные свойства мяса разных частей свиных туш. Полученные данные позволяют организовать рациональное целенаправленное использование свиных отрубов и провести дифференцированную ценовую политику, что имеет большое экономическое и социальное значение.

Ключевые слова: разделка свинины, органолептические и функциональные свойства, туши, границы отделения.

Введение

Современное свиноводство это высокоразвитая отрасль животноводства с огромным производственным потенциалом.

В настоящее время в нашей стране свинина в общих заготовках мяса занимает около 32 %. Свиноводство, является одной из наиболее эффективных отраслей животноводства, обеспечивая наибольшую отдачу на единицу затраченных материально-технических ресурсов. От одной свиноматки можно получить 18-20 и даже 25-30 поросят в год, вырастив которых при интенсивном откорме, можно получить 1,8-3,0 тонны свинины с минимальными затратами труда и кормов.

Вопросам рационального использования свинины, производству высококачественных продуктов из нее уделяется большое внимание. Для определения направления использования свинины и получения конечного продукта высокого качества необходим дифференцированный подход к оценке качества свинины с учетом пищевой и биологической ценности различных частей туши. Такой подход возможен при применении схем разделки туш на отрубы, основанных на показателях химического состава, пищевой ценности и технологических свойств отдельных частей туши.

В каждой стране действуют свои схемы разделки, которые существенно отличаются друг от друга, учитывают национальные традиции,

вкусы и ассортимент выпускаемых изделий. (Алексахина и Шмаков, 1980; Большаков и др., 2002; Каталог торговых отрубов туш убойных животных Германии, 2002; Справочник по мясной продукции США (свинина), 2004; Каталог разделки свинины в Дании, 2000; Международный словарь, Схемы разделки туш скота, птицы и рыбы и описание продуктов из их мышечной ткани, 1998; Стандарт ЕЭК/ООН UN /ECE Standard for porcine carcasses and cuts, проект, Женева, 2005) В нашей стране до настоящего времени на разделку свинины действовал ГОСТ 7597-55 «Мясо свинина. Разделка для розничной торговли», который предусматривал разделку свиных полутуш на 7 торговых отрубов. Согласно требованиям указанного стандарта все отрубы, полученные при разделке, являлись отрубями на кости, что не соответствует современным требованиям (Рудинцева и др., 1977).

В связи с глобализацией мирового рынка, становится все более очевидной необходимость адаптации российских стандартов разделки мяса международным, т.е. разработки новых подходов к разделке туш, учитывающих самые последние достижения науки и практики и международный опыт.

Учитывая положительный международный опыт разделки туш и торговли мясом, некоторые специфические особенности и качество свинины, производимой в России, а также результаты комплексных исследований, проведенных в институ-

¹ГНУ ВНИИМП им. В.М. Горбатова Россельхозакадемии, Талалихина, 26, г. Москва, 109316, Россия.

те, по изучению пищевой и биологической ценности, органолептических и функциональных свойств мяса разных частей свиных туш определен принцип разделки свинины и границы отделения отрубов.

Результатом работы стала новая схема разделки свиных полутуш на 17 отрубов на кости и 21 бескостных.

Новая схема разделки свиных полутуш представлена на рис. 1.

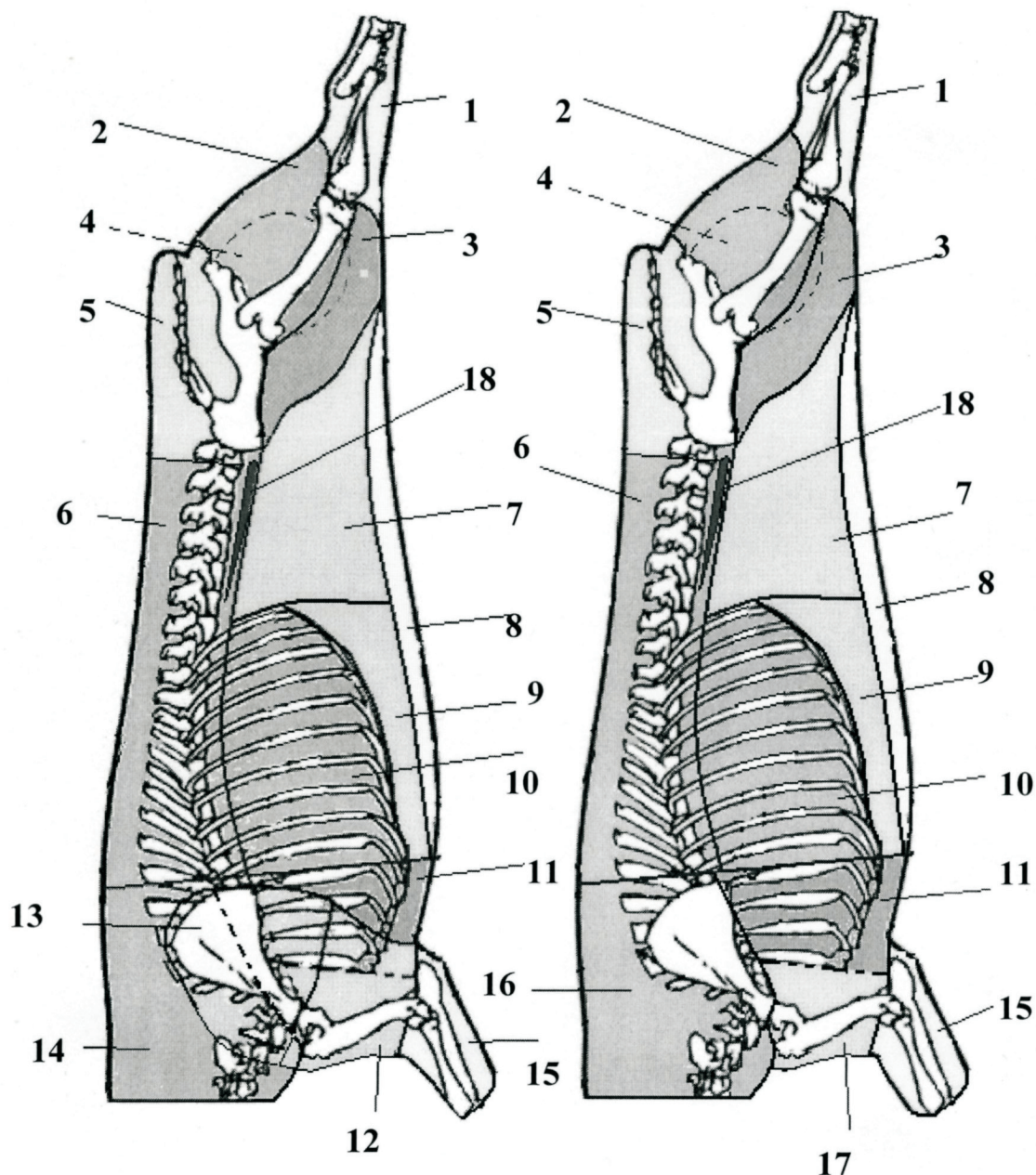


Рис. 1. Схема разделки свинины на отрубы

1-5 – Тазобедренный отруб: 1 – задняя голяшка; 2 – наружная часть; 3 – боковая часть; 4 – внутренняя часть; 5 – верхняя часть;

6-10 – Средний отруб: 6 – спинно-поясничный отруб; 7 – межсосковая часть; 8 – пашина; 9 – грудной отруб; 10 – реберный отруб;

Передний отруб: 11-15 Вариант 1 – 11 – подлопаточные ребра; 12-13 – плечелопаточный отруб; 12 – нижняя часть плечелопаточного отруба; 13 – верхняя часть плечелопаточного отруба; 14 – шейный отруб; 15 – передняя голяшка;

11, 15-17 – Вариант 2 – 11 – подлопаточные ребра; 15 – передняя голяшка; 16 – шейно-лопаточный отруб; 17 – плечевой отруб;

18 - Вырезка

Материалы и методы

Очевидно, что качество (пищевая и биологическая ценность) отрубов зависит от их анатомического расположения и выполняемых нагрузок. В этой связи большое значение для характеристики пищевой ценности мясного отруба имеет количественное содержание общего белка и доли соединительно-тканного белка, жиров, влаги (табл.1), степень развариваемости коллагена (табл.2), т.е. веществ, изменение которых в процессе обработки оказывает решающее влияние на качество готовых продуктов, способность усваиваться и удовлетворять физиологические потребности организма.

Биологическую ценность отрубов оценивали степенью перевариваемости белков мышечной ткани *in vitro* ферментами пищеварительного тракта трипсином и пепсином (рис. 2). Технологические свойства отрубов оценивали по показателям «индекса мясности», «индекса постности» и микроструктурным свойствам.

Результаты исследований

В таблице 1 представлены усредненные данные химического состава и энергетической ценности свинины по отрубам.

Данные таблицы 1 свидетельствуют о неоднородности отрубов по пищевой ценности. При этом если по содержанию общего белка различия между отрубам незначительны, то по содержанию жира и количеству соединительно-тканых белков они достаточно существенны. Больше всего соединительно-тканых белков содержится в передней (2,14 %) и задней (2,13 %) голяшке, затем в нижней части плечелопаточного отруба (1,80 %), межсосковой части (1,78 %).

Учитывая взаимосвязь между нежностью мяса и лабильностью коллагена, для характеристики консистенции бескостных отрубов и отдельных мышц определяли не только содержание соединительной ткани (соединительно-тканые белки), но и степень развариваемости коллагена, а также степень снижения механической прочности (жесткости) мяса (табл. 2)

Таблица 1. Усредненные данные химического состава и энергетической ценности свинины по отрубам

Наименование отруба	Влага, % M±m	Жир, % M±m	Общий белок, % M±m	Оксипролин мг/% M±m	Белок соед. ткани, %	Энерг. ценность, ккал
Тазобедренный отруб, в т.ч.						
наружная часть	68,20±0,31	12,20±0,50	18,50±0,31	160,00±12,00	1,29	183,80
внутренняя часть	71,70±0,28	6,50±0,18	20,70±0,39	124,80±8,93	1,00	141,30
боковая часть	72,50±0,22	7,30±0,20	19,00±0,28	128,00±11,42	1,03	139,70
верхняя часть	67,00±0,30	12,10±0,46	19,70±0,25	155,20±14,70	1,25	187,70
нижняя часть	70,30±0,32	9,40±0,18	19,00±0,25	190,40±15,98	1,53	160,60
задняя голяшка	70,30±0,34	9,90±0,22	18,60±0,23	264,00±9,24	2,13	159,00
Средний отруб, в т.ч.:						
грудной отруб	51,50±0,20	32,70±0,67	14,50±0,18	208,00±12,63	1,68	352,30
пашина	62,90±0,25	17,90±0,50	18,10±0,29	158,40±13,82	1,28	233,50
спинно-поясничный отруб	76,90±0,28	12,10±0,20	19,70±0,27	118,40±6,68	0,95	187,70
реберный отруб	49,10±0,37	36,50±0,71	13,50±0,22	123,20±10,68	0,99	200,00
Передний отруб, в т.ч.						
верхняя часть плечелопаточного отруба	67,00±0,33	12,10±0,48	19,70±0,27	210,00±7,75	1,69	187,70
нижняя часть плечелопаточного отруба	63,70±0,30	18,30±0,49	16,50±0,20	224,00±11,47	1,80	230,70
шейный отруб	58,10±0,27	25,10±0,52	15,80±0,24	177,60±16,33	1,43	289,10
передняя голяшка	70,30±0,28	9,40±0,23	19,30±0,26	265,60±9,22	2,14	161,80
Межсосковая часть	34,50±0,40	55,70±0,80	8,70±0,20	220,80±18,33	1,78	536,10
Вырезка	73,90±0,23	4,20±0,18	20,80±0,17	100,80±15,15	0,81	121,00

Таблица 2. Характеристика жесткости свинины по отрубам

Наименование	Напряжение среза сырого мяса, Па М±m	Напряжение среза вареного мяса, Па М±m	Степень снижения механической прочности, %	Развариваемость коллагена, % М±m
1	2	3	4	5
Тазобедренный отруб, в т.ч.				
наружная часть	222,50±3,0	142,50±29,5	34,83	47,20±4,4
внутренняя часть	167,00±8,5	104,76±27,5	37,27	50,30±3,0
боковая часть	137,50±14,5	89,75±2,0	34,80	48,10±2,8
верхняя часть	159,50±6,0	101,81±6,5	36,17	50,00±4,9
нижняя часть	192,50±12,0	115,91±6,0	39,79	55,00±5,8
задняя голяшка	516,00±17,5	367,00±12,0	28,90	40,00±3,8
Средний отруб, в т.ч.				
грудной отруб	350,00±26,0	185,50±13,5	40,29	54,60±6,0
пашина	220,50±9,5	154,35±8,5	30,30	42,00±4,6
спинно-поясничный отруб	130,00±7,5	76,56±19,0	41,11	51,30±3,0
реберный отруб	230,50±5,5	154,47±11,5	32,98	45,40±3,4
Передний отруб, в т.ч.				
верхняя часть плечелопаточного отруба	379,00±14,5	256,21±2,0	32,40	44,70±3,9
нижняя часть плечелопаточного отруба	284,00±1,0	192,55±14,5	32,20	44,00±2,8
шейный отруб	144,50±3,5	86,18±2,5	40,36	55,80±5,5
передняя голяшка	298,00±10,0	216,08±7,5	27,49	38,00±4,1
Межсосковая часть	297,00±14,0	140,50±14,5	50,15	88,00±9,8
Вырезка	151,00±11,0	208,00±8,0	37,88	52,30±2,6

Данные таблицы 2 свидетельствуют о том, что показатели развариваемости коллагена соединительной ткани и структурно-механических свойств свинины изученных отрубов различны и колеблются в большом диапазоне. Так, развариваемость коллагена колеблется от 38,00 % (передняя голяшка) до 88,00 % (межсосковая часть), степень снижения механической прочности – от 27,49 % (передняя голяшка) до 50,15 % (межсосковая часть).

Анализ данных, характеризующих интенсивность комплексного воздействия протеолитических ферментов желудочно-кишечного тракта на белки мяса (рис. 2) показывает, что они находятся в обратной зависимости от количества соединительно-тканых белков. Так, например, при содержании оксипролина в передней и задней голяшке 0,264 % и 0,265 %, развариваемость составила 38,0 % и 40,0 %, и переваримость 21,8 и 21,1 мг тирозина/ г белка; в спинно-поясничном отрубе содержится 0,118 % оксипролина, степень развариваемости 51,3 % и переваримость 28,8 мг тирозина/ г белка. В то же время в шейном отрубе содержится оксипролина 0,177 %, в грудном отрубе – 0,208 %, при этом

развариваемость 55,8 и 54,6 %, переваримость 25,6 и 30,1 соответственно.

Эти данные свидетельствуют о том, что качество соединительной ткани в этих частях туши различно. В грудном и шейном отрубках содержится преимущественно рыхлая соединительная ткань, содержание жира в них составило соответственно 32,7 и 25,1 %, а в голяшке – плотная соединительная ткань, что предопределило степень развариваемости и переваримости мяса этих частей туши. Качество соединительной ткани спинно-поясничного отруба туши связано в основном с анатомическим расположением и выполняемой функциональной нагрузкой.

Для характеристики отрубов определяли взаимосвязь между изученными показателями и рассчитаны коэффициенты корреляции. Установлено, что между содержанием оксипролина, количеством соединительно-тканых белков и степенью снижения механической прочности мяса при термической обработке имеется обратная корреляция: $r = -0,55$ и $-0,56$ соответственно.

Отмечена прямая корреляционная зависимость между прочностными свойствами сырого

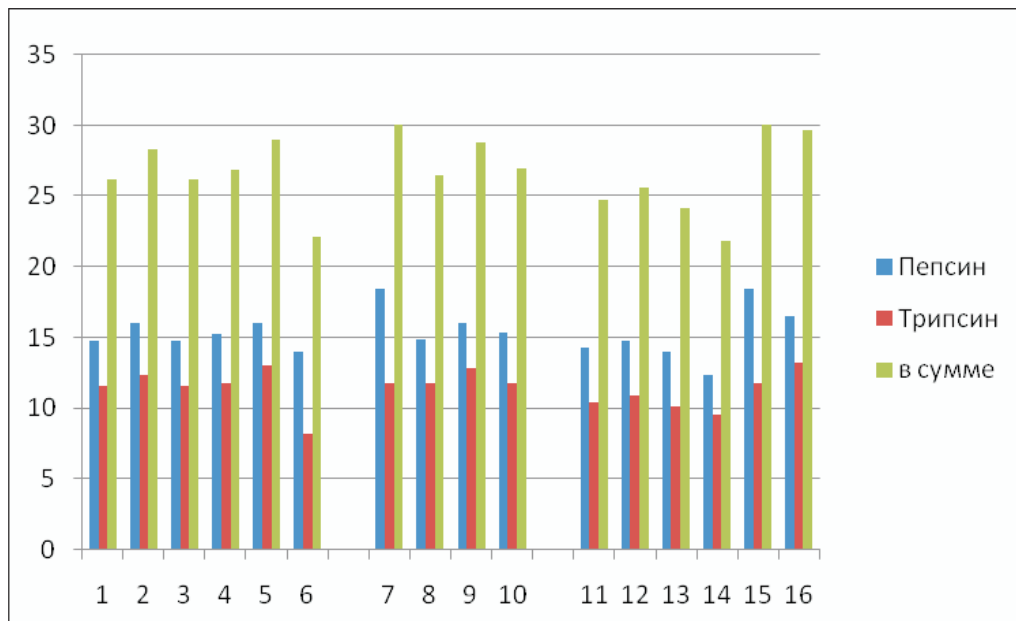


Рис. 2. переваримость свинины по отрубам (мг тирозина/г белка):

Тазобедренный отруб: 1- наружная часть, 2- внутренняя часть, 3- боковая часть, 4- верхняя часть, 5- нижняя часть, 6- задняя голяшка

Средний отруб: 7- грудной отруб, 8- пашина, 9- спинно-поясничный отруб, 10- реберный отруб

Передний отруб: 11- верхняя часть плечелопаточного отруба, 12- шейный отруб, 13- нижняя часть плечелопаточного отруба, 14- передняя голяшка

15- межсосковая часть

16- вырезка

мяса (напряжением среза) и оксипролином: $r = 0,80$. Расчеты показывают также, что развариваемость коллагена находится в прямой зависимости от содержания жира в отрубе: $r = 0,67$. Такие закономерности могут быть объяснены тем, что жировая ткань представляет собой разновидность рыхлой соединительной ткани. Рыхлая соединительная ткань сформирована сетью рыхло расположенных коллагеновых волокон. Плотная соединительная ткань (фасции, сухожилия) характеризуется сильным развитием межклеточного вещества и представлена плотными пучками коллагеновых волокон, включая эластические волокна. Таким образом, содержание жировой и соединительной тканей в мясе и соответственно соотношение количества плотной и рыхлой тканей определяют нежность мяса (Заяс, 1981; Лисицын, 1997).

Качество отрубов оценивали также по „индексу мясности“ – соотношению мясо/кость, характеризующему их полномясность (табл. 3). Приведенные значения «индекса мясности» свидетельствуют о том, что наиболее полномясными отрубями, т.е. имеющими наилучшее соотношение обваленного мяса и костей являются тазобедренный и плечелопаточный.

Таблица 3. Значения «индекса мясности» отрубов

Наименование отруба	Значение «индекс мясности»
Тазобедренный отруб на кости с голяшкой	6,87
Тазобедренный отруб на кости без голяшки	10,25
Голяшка задняя	1,56
Средний отруб	4,37
Реберный отруб	3,00
Спинно-поясничный отруб	3,14
Передний отруб на кости с голяшкой	4,06
Передний отруб на кости без голяшки	4,54
Голяшка передняя	1,55
Шейно-лопаточный отруб	3,66
Плечелопаточный отруб	8,57

Приведенные в табл. 4 значения «индекса постности» (соотношение жилованое мясо /жир) свидетельствуют о том, что наиболее постным отрубом является тазобедренный и особенно его боковая и внутренняя части. Значения данных индексов свидетельствуют о неоднородности ра-

зличных частей туши и о необходимости применения новой дифференцированной схемы разделки свинины разработанной с учетом пищевой и биологической ценности.

Таблица 4. Значения „индекса постности“ отрубов

Наименование отруба	Значение „индекса постности“
Тазобедренный отруб на кости с голяшкой	12,65
Тазобедренный отруб на кости без голяшки	11,54
Наружная часть	9,61
Внутренняя часть	15,38
Боковая часть	22,27
Верхняя часть	6,53
Средний отруб	2,85
Грудной отруб	1,33
Пашина	2,13
Реберный отруб	2,84
Спинно-поясничный отруб	21,40
Передний отруб с голяшкой	3,52
Передний отруб без голяшки	3,30
Верхняя часть плечелопаточного отруба	3,77
Нижняя часть плечелопаточного отруба	2,65

Библиография

- Алексашина В. А., Шмаков Н. И., 1980. Классификация туш убойных животных в некоторых зарубежных странах. Обзорная информация.
- Большаков О.В., Татулов Ю.В., 1998. О разработке ЕЭК/ООН стандартов на мясо. Все о мясе, №9, С. 38–41.
- Гущин В.В., Татулов Ю.В., 2002. О разработке стандартов Европейской Экономической Комиссии ООН на мясо. Мясная индустрия, №7,-С 59–61.
- Зяяс Ю.Ф., 1981. Пищевая, биологическая и энергетическая ценность мяса и мясopодуков. Качество мяса и мясных продуктов., М., С.9–11.
- Каталог разделки свинины в Дании, 2000.
- Каталог торговых отрубов туш убойных животных Германии, 2002.

Выводы

Разработанная применительно к условиям России схема разделки свинины на отрубы, как на кости, так и бескостные, послужила основой для создания нового ГОСТ Р 52986-2008 „Мясо“. Разделка свинины на отрубы» а также технологической инструкции, являющейся неотъемлемой частью стандарта, и регламентирующей технологический процесс производства отрубов.

Технологическая инструкция подробно описывает процесс разделки свиных полутуш, определяет и иллюстрирует анатомическое расположение и границы отделения отрубов, содержит семь приложений: каталог разделки свинины на отрубы, данные пищевой ценности бескостных отрубов из свинины (в 100 г продукта), перечень рекомендуемого основного и вспомогательного оборудования, а также инструмента для производства отрубов из свинины, нормы выхода отрубов для всех категорий свинины, коэффициенты потребительной стоимости продукции при разделки на отрубы, а также многоязычные названия и номера отрубов.

Создание нового ГОСТ Р 52986-2008, предусматривает использование единых принципов и требований к разделке свиных полутуш на отрубы, единой спецификации и названий отрубов, обеспечивает возможность многовариантной реализации мяса с учетом запросов покупателя и значительно повышает культуру торговли мясом.

- Лисицын А.Б., 1997. Технологические аспекты повышения экзотрофической эффективности промышленной переработки мясного сырья. Автореферат диссертации.
- Международный словарь, Схемы разделки туш скота, птицы и рыбы и описание продуктов из их мышечной ткани, 1998.
- Рудинцева Т. А., Шишкина Н. Н., Левина Л. И. Харлашина Г. В., 1977. Производство бескостного мяса – важнейший путь повышения качества продукции и эффективности производства. Мясная индустрия, №6, С. 25–27.
- Справочник по мясной продукции США (свинина), 2004. Стандарт ЕЭК/ООН UN /ECE Standard for porcine carcasses and cuts, проект, Женева, 2005 .

Kvalitet delova dobijenih rasecanjem svinjskih trupova

Tatulov Jurij¹, Sus Irina¹, Miteljštejn Tatjana¹

S a d r Ź a j: U radu je na osnovu naučnih istraživanja, određen princip rasecanja svinjskih trupova, granice pojedinih delova, razrađena je shema rasecanja svinjskih polutki, proučena hranljiva i biološka vrednost kao i organoleptička i funkcionalna svojstva mesa različitih delova svinjskih trupova. Dobijeni rezultati omogućavaju racionalno i svrsishodno korišćenje svinjskih delova i diferenciranu cenovnu politiku što ima veliki ekonomski i socijalni značaj.

Ključne reči: rasecanje, organoleptička i funkcionalna svojstva, trupovi, granice rasecanja.

Uvod

Savremeno svinjarstvo je visokorazvijeni deo stočarstva sa ogromnim proizvodnim potencijalom.

Danas u našoj zemlji svinjskog meso u ukupnoj proizvodnji mesa obuhvata oko 32%. Svinjarstvo, kao jedna od najefikasnijih grana stočarstva, obezbeđuje najbolji prinos po jedinici utroška materijalno-tehničkih resursa. Od jedne krmače moguće je dobiti 18, 20 pa čak i 25 do 30 prasadi godišnje, od kojih se, intenzivnim tovom može da dobije 1,8 do 3 tone svinjskog mesa uz minimalan utrošak rada i hrane.

Pitanjima racionalnog dobijanja svinjskog mesa i proizvodnje visokokvalitetnih proizvoda pridaje se velika pažnja. Za način korišćenja svinjskog mesa i dobijanje gotovog proizvoda visokog kvaliteta neophodan je svestran pristup oceni kvaliteta svinjetine imajući u vidu udeo hranljive i biološke vrednosti različitih delova trupa. Takav pristup je moguć primenom sheme rasecanja trupova koja je zasnovana na pokazateljima hemijskog sastava, hranljive vrednosti i tehnoloških osobina delova trupa.

Svaka zemlja ima vlastite sheme rasecanja koje se bitno razlikuju jedna od druge uzimajući u obzir nacionalnu tradiciju, ukus i asortiman proizvoda (Алексахина и Шмаков, 1980; Большаков и др., 2002; Каталог торговых отрубов туш убойных животных Германии, 2002; Справочник по мясной продукции США (свинина), 2004; Каталог разделки свинины в Дании, 2000; Междуна-

рный словарь, Схемы разделки туш скота, птицы и рыбы и описание продуктов из их мышечной ткани, 1998; Стандарт ЕЭК/ООН UN /ECE Standard for porcine carcasses and cuts, проект, Женева, 2005).

U našoj zemlji rasecanje je propisivao GOST 7597-55 „Meso svinja. Rasecanje za trgovinu na malo“, koji je podrazumevao rasecanje svinjskih polutki na sedam delova. Saglasno zahtevima standarda, svi delovi dobijeni pri rasecanju bili su sa kostima što ne odgovara savremenim zahtevima potrošača (Рудинцева и др., 1977).

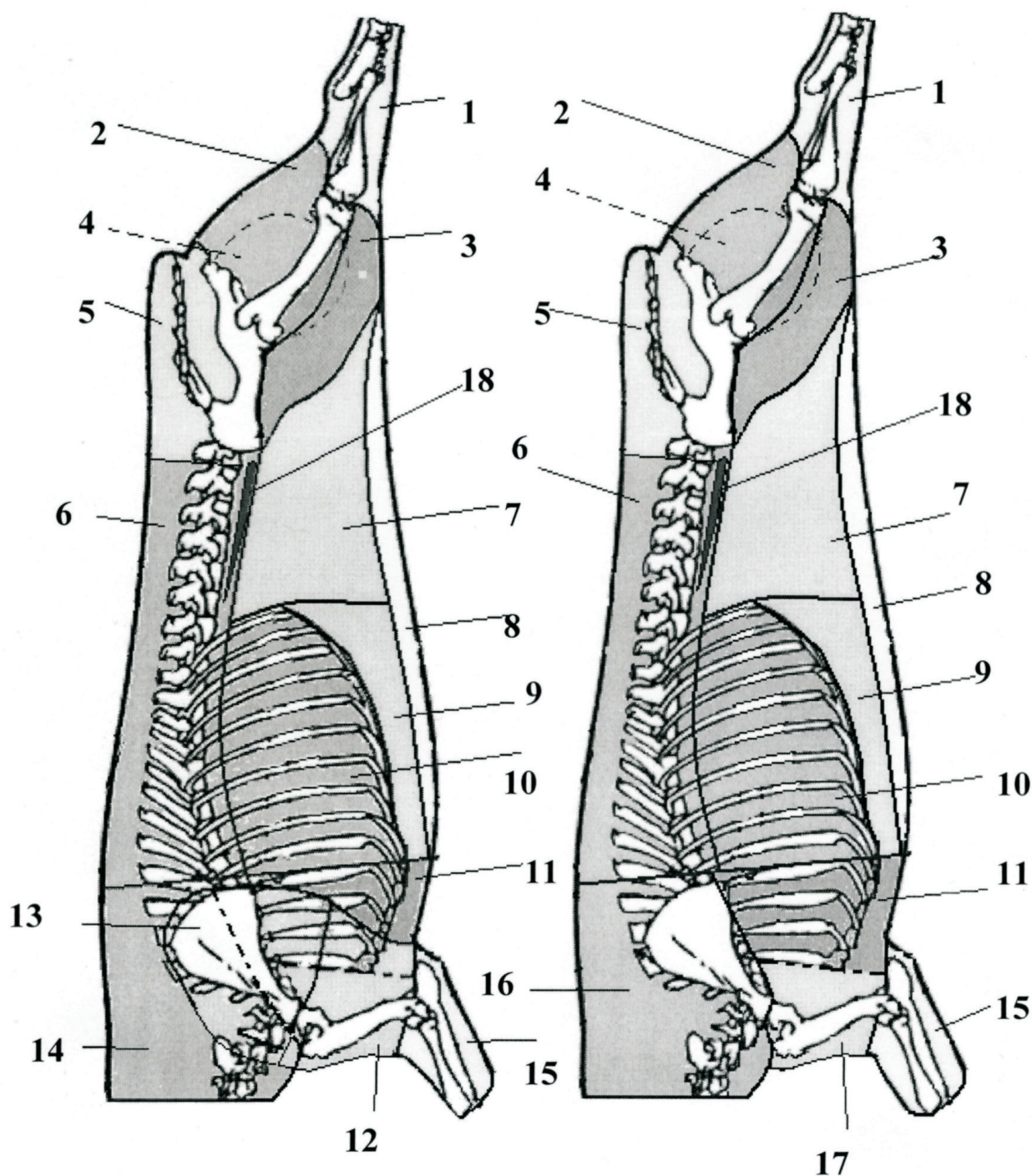
U vezi sa globalizacijom svetskog tržišta, očigledna je neophodnost prilagođavanja ruskih standarda rasecanja međunarodnim, tj. neophodnost novog pristupa rasecanju koji uzima u obzir savremena naučna dostignuća i praktične ogledе.

Uzimajući u obzir pozitivna međunarodna iskustva rasecanja trupova i trgovine mesom, neke specifične osobenosti i kvalitet svinjskog mesa proizvedenog u Rusiji, kao i rezultate složenih ispitivanja sprovedenih u VNIIMP-u, a koji se odnose na hranljive i biološke vrednosti, organoleptičke i funkcionalne osobine mesa različitih delova trupa svinja, određen je princip rasecanja svinjskih polutki i granice razdvajanja pojedinih delova.

Kao rezultat našeg rada, nastala je nova shema rasecanja svinjskih polutki na sedamnaest delova sa kostima i dvadeset jedan deo bez kostiju.

Nova shema rasecanja svinjskog mesa predstavljena je na slici 1.

¹GNU VNIIMP V.M. Gorbатов, Talalihinina 26, 109316, Moskva, Rusija.



Slika. 1. Shema rasecanja svinjskog mesa
Picture 1. Pigs' cutting diagram

Legenda/Legend:

1–5 – But sa karlicom: 1 – kolenica; 2 – spoljašnji deo; 3 – bočni deo; 4 – unutrašnji deo; 5 – gornji deo/**1–5 – leg with pelvis:** 1 – hock; 2 – external part; 3 – lateral part; 4 – internal part; 5 – upper part;

6–10 – Srednji deo: 6 – leđa; 7 – trbušni deo; 8 – potrbušina; 9 – grudi; 10 – rebra/**6–10 – middle part:** 6 – back; 7 – abdominal part; 8 – bacon; 9 – chest; 10 – ribs;

Prednji deo: **11–15 Opcija 1** – 11 – špic rebra; 12–13 – plećka: 12 – donji deo plećke; 13 – lopatični deo plećke; 14 – vrat; 15 – podlaktica/**frontal part: 11–15 option 1** – 11 – spare ribs; 12–13 – shoulder; 12 – shoulder lower part; 13 – scapular part of the shoulder; 14 – neck; 15 – foreleg;

11, 15–17 – Opcija 2 – 11 – špic rebra; 15 – podlaktica; 16 – vrat sa plećkom; 17 – plećka/**11,15–17 – option 2** – 11 – spare ribs; 15 – foreleg; 16 – neck with shoulder; 17 – shoulder;

18 – Filet/18 – filet

Materijal i metode

Jasno je da kvalitet (hranljiva i biološka vrednost) svinjskog mesa zavisi od anatomskog položaja i funkcionalnog opterećenja pojedinih delova. S tim u vezi veliku ulogu u hranljivoj vrednosti imaju sadržaj ukupnih belančevina i udeo vezivnotkivnih proteina, zatim sadržaj masti i vode (tabela 1), kao i stepen razgradnje kolagena kuvanjem tj. onih materija čije promene u procesu obrade imaju glavni uticaj na kvalitet gotovih proizvoda u smislu zadovoljavanja potreba organizma.

Biološku vrednost delova ocenjivali smo stepenom svarljivosti mišićnog tkiva *in vitro* fermentima digestivnog trakta – pepsinom i trisinom (slika 2). Tehnološka svojstva delova procenjivali smo pokazateljima – „indeksa mesnatosti“, „indeksa posnosti“ kao i mikrostrukturnim osobinama.

Rezultati i diskusija

U tabeli 1 predstavljene su srednje vrednosti hemijskog sastava i energetske vrednosti svinjskog mesa po rasecanim delovima.

Podaci iz tabele 1 svedoče o različitoj hranljivoj vrednosti svinjskih delova. Pri tom, kod onih delova kod kojih je sadržaj ukupnih proteina veoma sličan, veoma su važne razlike u količini masti i količini vezivnog tkiva. Najviše vezivnotkivnih belančevina je u podlaktici (2,14%) i kolenici (2,13%), zatim u donjem delu plečke dela (1,80%) i trbušnom delu (1,78%).

Uzimajući u obzir povezanost nežnosti mesa i labilnosti kolagena za karakterizaciju konzistencije bezkosnih delova i razdvojenih mišića određivali smo, ne samo sadržaj vezivnog tkiva (vezivnotkivnih proteina), nego i stepen razgradnje kolagena kao i stepen smanjenja mehaničke čvrstoće mesa (tabela 2).

Tabela 1. Prosečne vrednosti hemijskog sastava i energetske vrednosti delova svinje
Table 1. Average values of chemical composition and energy values of pigs' cuts

Deo/Part	Vlaga, % M ± m/ Moisture, % M ± m	Mast, % M ± m/ Fat, % M ± m	Ukupne belančevine, % M ± m/ Total protein, % M ± m	Oksiprolin mg/% M ± m/ Oxyiprolinmg/% M ± m	Vezivno tkivne belančevine, %/ Connective tissue proteins %	Energetska vrednost, Kcal/ Energy value kcal
But sa karlicom / Leg with pelvis						
Spoljašnji deo/ External part	68,20 ± 0,31	12,20 ± 0,50	18,50 ± 0,31	160,00 ± 12,00	1,29	183,80
Unutrašnji deo/ Internal part	71,70 ± 0,28	6,50 ± 0,18	20,70 ± 0,39	124,80 ± 8,93	1,00	141,30
Bočni deo/ Lateral part	72,50 ± 0,22	7,30 ± 0,20	19,00 ± 0,28	128,00 ± 11,42	1,03	139,70
Gornji deo/ Upper part	67,00 ± 0,30	12,10 ± 0,46	19,70 ± 0,25	155,20 ± 14,70	1,25	187,70
Donji deo/ Lower part	70,30 ± 0,32	9,40 ± 0,18	19,00 ± 0,25	190,40 ± 15,98	1,53	160,60
Kolenica/Hock	70,30 ± 0,34	9,90 ± 0,22	18,60 ± 0,23	264,00 ± 9,24	2,13	159,00
Srednji deo / Middle part						
Grudi/Chest	51,50 ± 0,20	32,70 ± 0,67	14,50 ± 0,18	208,00 ± 12,63	1,68	352,30
Potrbušina/Bacon	62,90 ± 0,25	17,90 ± 0,50	18,10 ± 0,29	158,40 ± 13,82	1,28	233,50
Leda/Back	76,90 ± 0,28	12,10 ± 0,20	19,70 ± 0,27	118,40 ± 6,68	0,95	187,70
Rebra/Ribs	49,10 ± 0,37	36,50 ± 0,71	13,50 ± 0,22	123,20 ± 10,68	0,99	200,00
Prednji deo/ Frontal part						
Lopatični deo plečke/ Scapular part of the shoulder	67,00 ± 0,33	12,10 ± 0,48	19,70 ± 0,27	210,0 ± 7,75	1,69	187,70
Donji deo plečke/ Foreleg	63,70 ± 0,30	18,30 ± 0,49	16,50 ± 0,20	224,00 ± 11,47	1,80	230,70
Vrat/Neck	58,10 ± 0,27	25,10 ± 0,52	15,80 ± 0,24	177,60 ± 16,33	1,43	289,10
Podlaktica/Foreleg	70,30 ± 0,28	9,40 ± 0,23	19,30 ± 0,26	265,60 ± 9,22	2,14	161,80
Trbušni deo/ Abdominal part						
File/Filet	34,50 ± 0,40	55,70 ± 0,80	8,70 ± 0,20	220,80 ± 18,33	1,78	536,10
File/Filet	73,90 ± 0,23	4,20 ± 0,18	20,80 ± 0,17	100,80 ± 15,15	0,81	121,00

Tabela 2. Čvrstoća delova svinjskog mesa
Table 2. Firmness of pigs' parts

Deo/Part	Čvrstoća sirovog mesa, Pa M ± m/ Firmness of raw meat, Pa M ± m	Čvrstoća kuvanog mesa, Pa M ± m/ Firmness of cooked meat, Pa M ± m	Stepen sniženja mehaničke čvrstoće, %/ Decrease degree of mechanical firmness, %	Razgradnja kolagena kuvanjem, % M ± m/ Decomposition of collagen by cooking, % M ± m
1	2	3	4	5
But sa karlicom / Leg with pelvis				
Spoljašnji deo/ External part	222,50 ± 3,0	142,50 ± 29,5	34,83	47,20 ± 4,4
Unutrašnji deo/ Internal part	167,00 ± 8,5	104,76 ± 27,5	37,27	50,30 ± 3,0
Bočni deo/Lateral part	137,50 ± 14,5	89,75 ± 2,0	34,80	48,10 ± 2,8
Gornji deo/Upper part	159,50 ± 6,0	101,81 ± 6,5	36,17	50,00 ± 4,9
Donji deo/Lower part	192,50 ± 12,0	115,91 ± 6,0	39,79	55,00 ± 5,8
Kolenica/Hock	516,00 ± 17,5	367,00 ± 12,0	28,90	40,00 ± 3,8
Srednji deo/ Middle part				
Grudi/Chest	350,00 ± 26,0	185,50 ± 13,5	40,29	54,60 ± 6,0
Potrbušina/Bacon	220,50 ± 9,5	154,35 ± 8,5	30,30	42,00 ± 4,6
Leđa/Back	130,00 ± 7,5	76,56 ± 19,0	41,11	51,30 ± 3,0
Rebra/Ribs	230,50 ± 5,5	154,47 ± 11,5	32,98	45,40 ± 3,4
Prednji deo/ Frontal part				
Lopatični deo plečke/ Scapular part of the shoulder	379,00 ± 14,5	256,21 ± 2,0	32,40	44,70 ± 3,9
Donji deo plečke/foreleg	284,00 ± 1,0	192,55 ± 14,5	32,20	44,00 ± 2,8
Vrat/Neck	144,50 ± 3,5	86,18 ± 2,5	40,36	55,80 ± 5,5
Podlaktica/Foreleg	298,00 ± 10,0	216,08 ± 7,5	27,49	38,00 ± 4,1
Trbušni deo/ Abdominal part				
File/Filet	151,00 ± 11,0	208,00 ± 8,0	37,88	52,30 ± 2,6

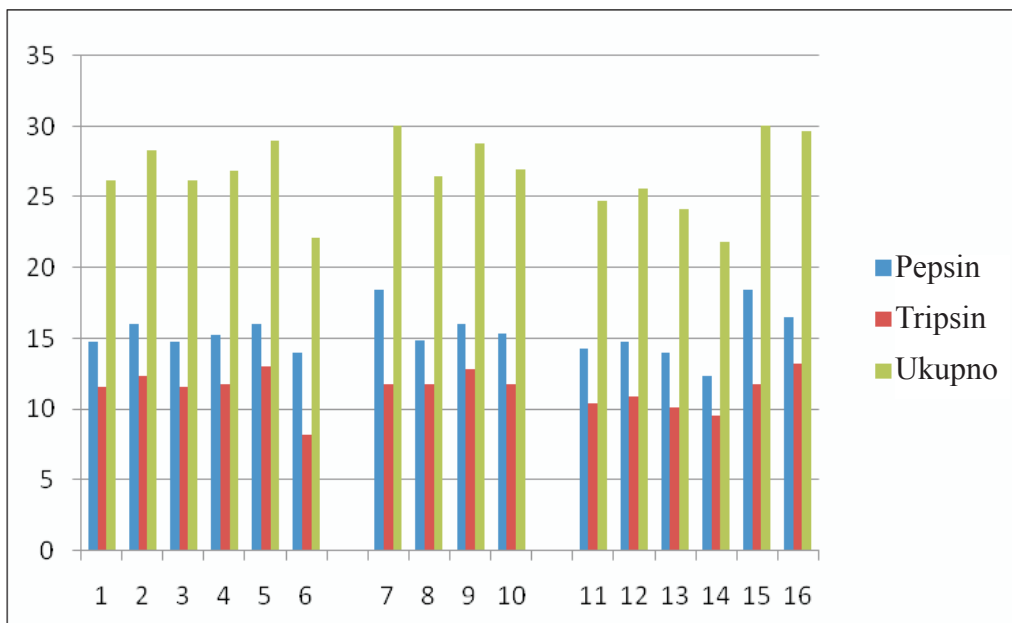
Pokazatelji razgradnje kolagena i strukturno mehaničkih osobina proučavanih delova su različiti i kreću se u širokom opsegu. Tako se razgradnja kolagena kreće od 38,00% (podlaktica) do 88,00% (trbušni deo), nivo sniženja mehaničke tvrdoće od 27,49% (podlaktica) do 50,15 (trbušni deo).

Analiza podataka koji karakterišu intenzitet kompleksnog dejstva proteolitičkih fermenta digestivnog trakta na belančevine mesa (slika 2) ukazuju da se oni nalaze u obrnutoj srazmeri od količine vezivnotkivnih proteina. Tako, na primer pri sadržaju oksiprolina u podlaktici i kolenici od 0,264% i 0,265% razgradnja kolagena je bila 38% i 40% respektivno, a svarljivost 21,8 i 21,1 mg tirozina po gramu belančevina. U leđnom delu, sadržaj oksiprolina je 0,118%, stepen razgradnje kolagena kuvanjem 51,3% a svarljivost 28,8 mg tirozina po gramu belančevina. Istovremeno, vratni deo trupa sadrži 0,177% oksiprolina, grudni 0,208% pri čemu

je razgradnja kolagena 55,8% i 54,6%, a svarljivost 25,6 i 30,1 mg tirozina po gramu belančevina, respektivno.

Dobijeni rezultati ukazuju da je kvalitet vezivnog tkiva u različitim delovima trupa različit. U grudnom i vratnom delu preovlađuje rastresito vezivno tkivo sa sadržajem masti od 32,7% i 25,1%, dok je kod kolenice i podlaktice vezivno tkivo čvrsto, što značajno utiče na razgradnju kolagena i svarljivost mesa tih delova trupa. Kvalitet vezivnog tkiva leđa povezan je sa anatomskim položajem i funkcionalnim opterećenjem.

Radi karakterizacije rasecanih delova urađena je korelacija među ispitivanim pokazateljima. Utvrdili smo da su sadržaj oksiprolina, vezivnotkivnih belančevina i stepen sniženja mehaničke čvrstine mesa pri termičkoj obradi u obrnutoj korelaciji – $r = -0,55$ i $-0,56$, respektivno.



Slika 2. Svarljivost svinjskog mesa po delovima (mg tripsina/g proteina):
Figure 2. Digestibility of pork based on various cuts (mg of trypsin/g of protein)

Legend/Legenda:

But sa karlicom: 1 – spoljašnji deo, 2 – unutrašnji deo, 3 – bočni deo, 4 – gornji deo, 5 – donji deo, 6 – kolenica/**Leg with pelvis:** 1 – external part, 2 – internal part, 3 – lateral part; 4 – upper part; 5 – lower part, 6 – hock

Srednji deo: 7 – grudni deo, 8 – potrbušina, 9 – leđa, 10 – rebarni deo/**Middle part:** 7 – chest, 8 – bacon, 9 – back, 10 – ribs

Prednji deo: 11 – lopatični deo plečke, 12 – vrat, 13 – donji deo plečke, 14 – podlaktica/**Frontal part:** 11 – scapular part of the shoulder, 12 – neck, 13 – shoulder lower part, 14 – foreleg

15–Trbušni deo/15–Abdominal part

16–File/16–Filet

Zapažena je pozitivna korelacija između čvrstoće sirovog mesa i oksiprolina: $r = 0,80$. Takođe, dokazana je pozitivna korelacija razgradnje kolagena sa sadržajem masti: $r = 0,67$. Rastresito vezivno tkivo formirano je mrežom rastresito raspoređenih kolagenih vlakana, dok čvrsto vezivno tkivo (fascije, žile) karakteriše veoma razvijena međucelijska materija i čvrsti snopovi kolagenih vlakana uključujući i vlakna elastina. Na taj način sadržaj masnog i vezivnog tkiva u mesu kao i odnos rastresitog i čvrstog vezivnog tkiva određuju nežnost mesa (Заяс, 1981; Лисицын, 1997).

Kvalitet delova ocenjivali smo i po indeksu mesnatosti tj. odnosu meso/kost (tabela 3). Dobijene vrednosti indeksa mesnatosti ukazuju da su najmesnatiji delovi but sa karlicom i plečka.

Vrednosti indeksa „krtosti“ (odnos meso/mast) u tabeli 4 ukazuju da but sa karlicom ima najniži sadržaj masti, posebno njegovim bočnim i unutrašnjim delovima. Vrednosti indeksa su dokaz raznovrsnosti delova trupa i neophodnosti primene nove sheme rasecanja svinjskih polutki dobijene korišćenjem podataka o hranljivosti i biološkoj vrednosti.

Tabela 3. Vrednosti „indeksa mesnatosti“ delova svinjskog mesa

Table 3. Values of „meatiness index“ of pigs' parts

Deo/Part	Vrednosti „indeksa mesnatosti“/ Values of „meatiness index“
But sa karlicom i kolenicom/ Leg with pelvis and hindleg	6,87
But sa karlicom bez kolenice/ Leg with pelvis without hindleg	10,25
Kolenica/Hindleg	1,56
Srednji deo/Middle part	4,37
Rebra/Ribs	3,00
Leđa/Back	3,14
Prednji deo sa podlakticom/ Frontal part with foreleg	4,06
Prednji deo bez podlaktice/ Frontal part without foreleg	4,54
Podlaktica/Foreleg	1,55
Vrat sa plečkom/ Neck with shoulder	3,66
Plečka/Shoulder	8,57

Tabela 4. Vrednosti „indeksa posnosti“ svinjskog mesa
Table 4. Values of „leanness index“ of pigs' parts

Deo/Part	Vrednosti „indeksa posnosti“/ Value of „leanness index“
But sa karlicom i kolenicom/ Leg with pelvis and hindleg	12,65
But sa karlicom bez kolenice/ Leg without pelvis and hindleg	11,54
Spoljašnji deo/External part	9,61
Unutrašnji deo/Internal part	15,38
Bočni deo/Lateral part	22,27
Gornji deo/Upper part	6,53
Srednji deo/Middle part	2,85
Grudi/Chest	1,33
Potrbušina/Bacon	2,13
Rebra/Ribs	2,84
Leđa/Back	21,40
Prednji deo sa podlakticom/ Frontal part with foreleg	3,52
Prednji deo bez podlaktice/ Frontal part without foreleg	3,30
Gornji deo plečke/ Upper part of the shoulder	3,77
Donji deo plečke/ Lower part of the shoulder	2,65

Literatura

- Алексашина В. А., Шмаков Н. И., 1980. Классификация туш убойных животных в некоторых зарубежных странах. Обзорная информация.
- Большаков О.В., Татулов Ю.В., 1998. О разработке ЕЭК/ООН стандартов на мясо. Все о мясе, №9, С. 38–41.
- Гущин В.В., Татулов Ю.В., 2002. О разработке стандартов Европейской Экономической Комиссии ООН на мясо. Мясная индустрия, №7, С. 59–61.
- Зяес Ю.Ф., 1981. Пищевая, биологическая и энергетическая ценность мяса и мясopодуктов. Качество мяса и мясных продуктов., М., С.9–11.
- Каталог разделки свинины в Дании, 2000.
- Каталог торговых отрубов туш убойных животных Германии, 2002.

Prevod s ruskog jezika
 Saša Janković, dipl. farm.

Quality of pork cuts

Tatulov Jurij, Sus Irina, Miteljštejn Tatjana

S u m m a r y: This paper lays out the principle of pigs carcasses cuts based on scientific research and defines borderlines of cuts. The scheme of pigs' halves cuts is also defined and nutritional and biological value as well as sensory and functional properties of meat from various carcass' cuts have been studied. The obtained results provide rational and purposeful utilisation of pigs' parts and differentiation of pricing policy, which provides high economical and social significance.

Key words: cutting, sensory and functional properties, carcasses, cuts borderlines.

Rad primljen: 30.04.2009.
 Rad ispravljen: 23.06.2009.
 Rad prihvaćen: 15.06.2010.

Zaključak

Postavljena shema rasecanja svinjskih trupova na delove sa i bez kostiju, prilagođena uslovima Rusije, poslužila je kao osnov izrade novog GOST-a „Meso“. Rasecanje svinjetine na „delove“, a takođe i tehnološke instrukcije koje su deo standarda, a koje regulišu tehnološki proces proizvodnje svinjskih delova.

Tehnološka instrukcija podrobno opisuje rasecanje svinjskih polutki, određuje i ilustruje anatomske raspored i granice razreza i sadrži sedam dodataka: katalog rasecanja, podatke o hranljivoj vrednosti bez kosnih delova (na 100 g), spisak predložene osnovne i pomoćne opreme, a takođe i instrumente za dobijanje delova, norme ulaza trupova za sve kategorije svinja, koeficijent troškova pri rasecanju kao i na više jezika brojeve delova.

Izrada novog GOST-a P 52986-2008 predviđa korišćenje zajedničkih principa i zahteva za rasecanje svinjskih polutki, jedinstvenu specifikaciju i naziv delova, obezbeđuje mogućnost raznovrsnijih postupaka sa mesom u zavisnosti od zahteva potrošača i značajno povećava kulturu trgovine mesom.

- Лисицын А.Б., 1997. Технологические аспекты повышения экзотрофической эффективности промышленной переработки мясного сырья. Автореферат диссертации.
- Международный словарь, Схемы разделки туш скота, птицы и рыбы и описание продуктов из их мышечной ткани, 1998.
- Рудинцева Т. А., Шишкина Н. Н., Левина Л. И. Харлашина Г. В., 1977. Производство бескостного мяса – важнейший путь повышения качества продукции и эффективности производства. Мясная индустрия, №6, С. 25–27.
- Справочник по мясной продукции США (свинина), 2004. Стандарт ЕЭК/ООН UN /ECE Standard for porcine carcasses and cuts, проект, Женева, 2005 .

Bakteriocini BMK kao prirodni protektori hrane – mogućnosti primene u industriji mesa*

Vesković-Moračanin Slavica¹

S a d r ž a j: Bakterije mlečne kiseline (BMK) imaju esencijalnu ulogu tokom proizvodnje fermentisanih proizvoda od mesa. Svojom metaboličkom aktivnošću utiču na proces zrenja, omogućavajući stvaranje željenih senzornih osobina proizvoda, a istovremeno inhibirajući rast neželjenih mikroorganizama. Zbog svoje dominantnosti tokom fermentacije i tradicije duge upotrebe, BMK su označene kao „zdravstveno bezbedna“ mikroflora. Biološku zaštitu BMK, kao prirodno prisutna i/ili selekcionisana i namerno dodata mikroflora, ostvaruju kroz produkciju nespecifičnih (mlečna, sirćetna i druge organske kiseline, H₂O₂, diacetil i drugo) i specifičnih metabolita, bakteriocina.

Bakteriocini su ekstracelularno oslobođeni peptidi ili proteinski molekuli, koje su stvorili neki BMK, koji poseduju izvesna baktericidna svojstva u odnosu na određene vrste mikroorganizama, najčešće srodne bakterijama proizvođačima. Produkcijom bakteriocina, od strane BMK, omogućeno je da se na selektivan, kompetitivan način deluje na okolnu mikrofloru koja može da sadrži bilo bakterije kvara, bilo patogene mikroorganizme.

Danas, bakteriocini, kao prirodni antimikrobni peptidi ili proteini, predstavljaju veoma interesantan potencijal aplikacije u industriji hrane, koji deluju u očuvanju zdravlja ljudi, uz istovremeni efekat na povećanje održivosti hrane.

U ovom radu predstavljeni su dugogodišnji rezultati autora dobijeni u laboratorijskim i industrijskim uslovima, a koji su imali za cilj da se stvore uslovi za primenu protektivnih kultura i/ili bakteriocina u industriji mesa u proizvodnji fermentisanih kobasica.

Ključne reči: fermentacija, bakterije mlečne kiseline (BMK), bakteriocini, bezbednost, fermentisane kobasice.

Fermentacija kao vid konzervisanja hrane

Savremeni koncept proizvodnje i prerade hrane bazira se na primeni različitih vidova zaštitnih tehnologija koje imaju za cilj da, istovremeno, osiguraju i očuvaju zdravstvenu bezbednost proizvoda kao i prihvatljiv, i pri tom nepromenjen, kvalitet od momenta proizvodnje do momenta konzumiranja. Jedna od takvih, ujedno i najstarijih, tehnologija je fermentacija. Princip biološke zaštite, tj. smanjenje rizika po zdravlje potrošača, zasniva se prvenstveno na delovanju određenih mikroorganizama i njihovih metaboličkih produkata na nepoželjne bakterije kvara ili bakterije trovače hranom, ali bez promene kvaliteta proizvoda.

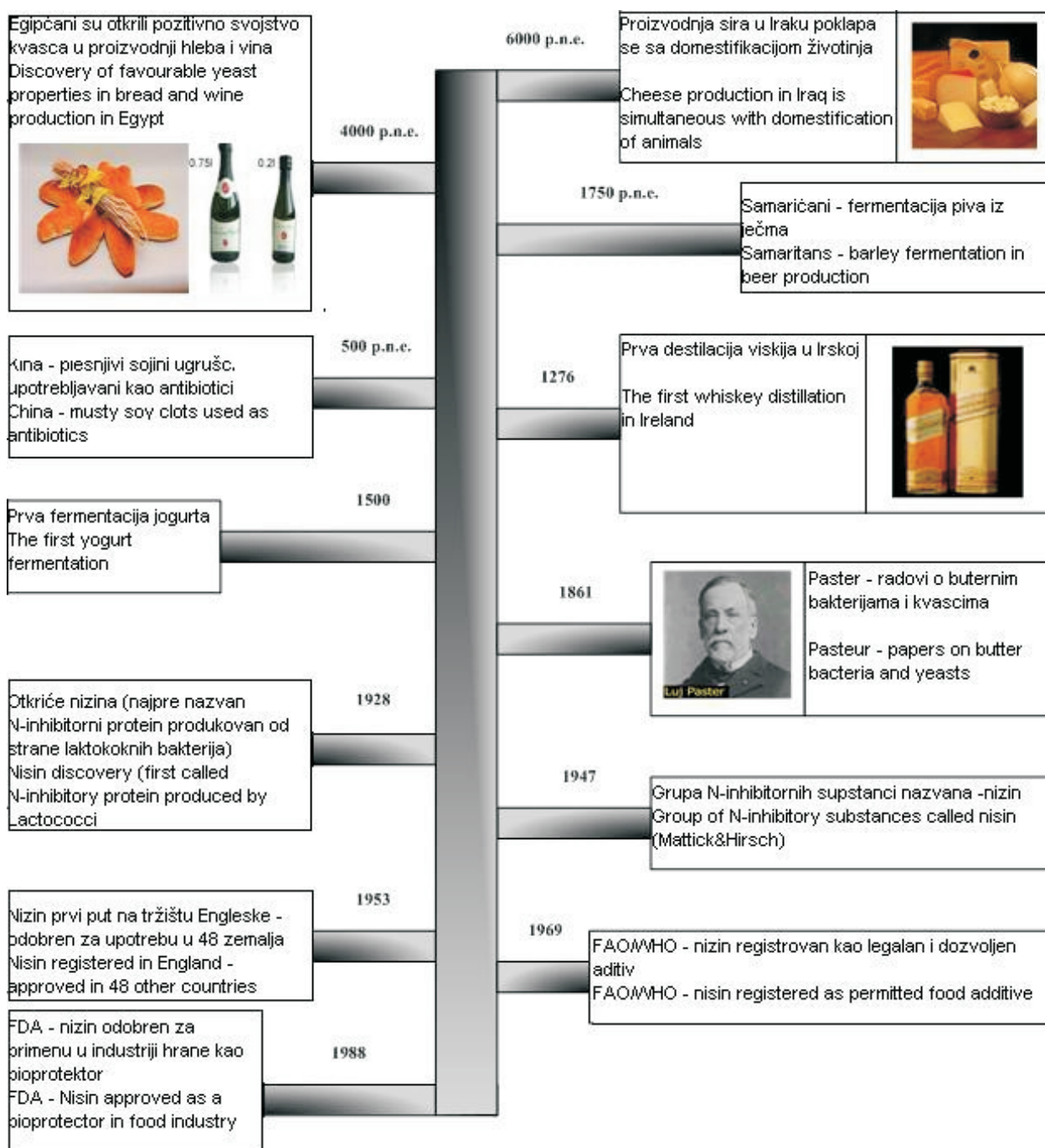
Osnovni principi fermentacije, kao načina konzervisanja hrane, danas su preuzeti iz hiljadama godina unazad starih empirijskih saznanja (slika 1).

Poznato je da se umetnost izrade sira počela da razvija pre 8000 godina između dolina reka Tigra i Eufrata u Iraku, što se poklapalo sa početkom domestikacije životinja i biljaka (Fox, 1993). Osnove alkoholne fermentacije vezuju se, pak, za period između 2000–4000. godine pre nove ere kada su stari narodi, Egipćani i Sumeri, proizvodili napitke nalik današnjem vinu i pivu. Takođe, Egipćani su koristili i slučajno otkriveno pozitivno iskustvo za proizvodnju hlebnog testa uz korišćenje „piva“ kao kvasca (Ross i dr., 2002).

Istovremeno, pored dobijanja novih proizvoda ljudi su svesno ili nesvesno tražili načine kako da „konzervišu“, odnosno sačuvaju hranu duži vremenski period. Naročito je to bilo od značaja u klimatskim regionima u kojima se ona mogla jedino sezonski da pribavi. Industrijska revolucija u oblasti konzervisanja i zaštite hrane ostvarena

***Napomena:** Rezultati rada su deo naučno-istraživačkog projekta, koji je finansiralo Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, ev. br. 20127, „Tehnološke i protektivne osobine autohtonih sojeva bakterija mlečne kiseline izolovanih iz tradicionalno fermentisanih kobasica i mogućnost njihove primene u industriji mesa“.

¹Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kačanskog 13, 11 000 Beograd, Republika Srbija.



Slika 1. Veliki događaji u fermentaciji i prezervaciji hrane (Preuzeto i prerađeno od: *Ros i dr.*, 2002)

Figure 1. keystones in food fermentation and preservation (adapted from: *Ross et al.*, 2002)

je onog momenta kada je razjašnjena esencijalna uloga određenih mikroorganizama u samom procesu fermentacije. Hiljadama godina eksploatiran metod čuvanja hrane, tek je saznanjima Pastera (1861) mogao da dobije elemente naučne pouzdanosti a ne slučajno izvedene ponovljivosti.

Danas se na velikom svetskom tržištu hrane i pića nalazi šarolika skala komercijalnih fermentisanih proizvoda u čijoj proizvodnji, ali i održivosti, učestvuju određeni mikroorganizmi. Sa sigurnošću

se zna da je industrija vina, piva i špiritusa nezamisliva bez upotrebe određenih kvasaca. Istovremeno, bakterije mlečne kiseline (BMK) imaju esencijalnu ulogu kod najvećeg broja namirnica čija se proizvodnja u osnovi zasniva na mlečnoj fermentaciji (industrija mleka, mesa i povrća) (tabela 1). Na rezultat ovakvog razvoja biotehnologije ukazuju i podaci da je danas 25% ishrane u Evropi, kao i 60% u ostalim razvijenim zemljama sveta, zasnovano na fermentisanoj hrani (*Holzappel i dr.*, 1995).

Tabela 1. Starter kulture namenjene fermentaciji hrane (Preuzeto i preradeno od: *Geisen i Holzappel*, 1996)
Table 1. Starter cultures used in food fermentation (adapted from *Geisen and Holzappel*, 1996)

Mikroorganizmi/Microorganisms	Hrana/Food
Bakterije/Bacteria <i>Lactobacillus</i> spp., <i>Lb. casei</i> , <i>Lb. bulgaricus</i> , <i>Lb. helveticus</i> , <i>Lb. brevis</i> ssp. <i>linens</i> , <i>Lb. sanfrancisco</i> , <i>Lb. sakei</i> , <i>Lb. curvatus</i> , <i>Lb. plantarum</i> <i>Lactococcus</i> spp., <i>Lc. lactis</i> ssp. <i>lactis</i> , <i>Lc. lactis</i> ssp. <i>cremoris</i> <i>Leuconostoc</i> spp., <i>Ln. mesenteroides</i> ssp. <i>mesenteroides</i> , <i>Ln. mesenteroides</i> spp. <i>cremoris</i> , <i>Ln. oenos</i> (<i>Oenococcus oeni</i>) <i>Pediococcus</i> spp., <i>P. acidilactici</i> , <i>P.</i> <i>pentosaceus</i> <i>Streptococcus thermophilus</i> <i>Micrococcus</i> spp. <i>Staphylococcus carnosus</i> , <i>S. xyloso</i> <i>Propionibacterium shermanii</i> , <i>P.</i> <i>freudenreichii</i> <i>Brevibacterium linens</i>	Buter, sir, hleb, povrće, kobasice, jogurt/ Butter, cheese, vegetables, sausages, yogurt Buter, sir/Butter, cheese Buter, sir, vino, fermentovano povrće/Butter, cheese, wine, fermented vegetables Kobasice, masline/Sausages, olives Jogurt/Yogurt Kobasice/Sausages Kobasice/Sausages Sir (sir tipa Ementaler)/Ementaler Sir (sir tipa Limburger)/Limburger
Kvasci/Yeasts <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Pivo, vino, hleb/Beer, wine, bread
Plesni/Moulds <i>Penicillium roqueforti</i> , <i>P. camemberti</i> , <i>P.</i> <i>nalgiovense</i> <i>Geotrichum candidum</i> <i>Aspergillus oryzae</i> <i>Rhizopus oligosporus</i>	Sir, kobasice/Cheese, sausages Sir/Cheese Sojin sos/Soy sauce Tempeh

Bakteriocin i BMK kao bioprotektori

Uloga bakteriocina BMK je tek odnedavno postala predmet istraživanja. Saznanja vezana za produkciju bakteriocina predstavljaju važan momenat u biološkoj zaštiti hrane, s obzirom da njihova primena omogućava bakteriocidni ili bakteriostatski efekat na određene štetne mikroorganizme, koji se sa njima nalaze u istim ekološkim nišama, ili koriste iste izvore energije. Ova zaštitna uloga bakteriocina je podržana činjenicom da većina njih ima usku vezu sa domaćinom, tj. ćelijom producentom i da su mnogo efikasniji u borbi protiv bakterija, koje se sa njima nalaze u konkurentskim odnosima za iste deficitarne materije.

Iako bakteriocine proizvode mnoge Gram-pozitivne i Gram-negativne bakterije, bakteriocini proizvedeni od strane BMK predstavljaju najveći interes za prehrambenu industriju. Osim toga, većina bakteriocin-produkujućih sojeva BMK su prirodni izolati, što ih čini idealno pogodnim za primenu u industriji hrane.

Današnji potrošač, pred industriju hrane postavlja određene, specifične zahteve. Prvenstveno, to je potreba za konzumiranjem proizvoda koji nisu pretrpeli obimne procese prezervacije, i koji ne sadrže mnogobrojne hemijske konzervanse. Zbog toga se, mogućnost primene bakteriocina, kao prirodnih protektora hrane, smatra izuzetno značajnom.

Bakteriocini predstavljaju ekstracelularno oslobođene proteine ili peptidne molekule, koji ispoljavaju izvesna baktericidna svojstva prema određenim vrstama mikroorganizama koji su najčešće srodni sa bakterijama – proizvođačima (Tagg i dr., 1976), tj. nalaze se u sličnim ekološkim nišama (Klaenhammer, 1993; Eijsink i dr., 2002).

Bakteriocini BMK predstavljaju prirodne antimikrobne peptide ili proteine sa veoma interesantnim potencijalom aplikacije u industriji hrane, prvenstveno, kao njeni bioprotektori. Ne manji značaj predstavlja i njihov doprinos u službi očuvanja zdravlja ljudi uz istovremeno povećanje održivosti hrane.

Hurst (1981) je bakteriocine nazvao, i nakon toga je taj termin bio opšte prihvaćen, „biološki konzervansi hrane“. Oni se vrlo često, u literaturi, s obzirom na izražena antibakterijska svojstva, porede sa antibioticima (Hansen, 1993). Ono što za ljudski rod, direktno, predstavlja otkriće penicilina od strane Aleksandra Fleminga 1929. godine, to u indirektnom pogledu, sa aspekta prirodne zaštite i zdravstvene bezbednosti hrane, predstavlja otkriće bakteriocina. Za razliku od antibiotika koji se koriste u terapijske svrhe, njihovom primenom, po pravilu, izbegnuta je mogućnost stvaranja nedozvoljenih alergijskih reakcija kod čoveka (Cleveland i dr., 2001).

U tabeli 2 dat je uporedni prikaz sinteze, aktivnosti, antimikrobnog spektra, toksičnosti i rezistencije antibiotika i „prirodnih antibiotskih supstancija“ – bakteriocina.

Bakteriocini BMK su, generalno, prepoznati kao prirodno bezbedne supstancije. Svoju zaštitnu ulogu u industriji hrane baziraju na otkrivenim i potvrđenim, poželjnim svojstvima, među kojima se, naročito, značajnim smatra njihova neaktivnost i netoksičnost u eukariotskim ćelijama, razlaganje pod dejstvom digestivnih enzima (proteaze), mali uticaj na crevnu mikrofloru, tolerantnost na pH i povišenu temperaturu, relativno širok spektar antimikrobnog delovanja u odnosu na potencijalne patogene u hrani i bakterije kvara. Takođe, razjašnjen je mehanizam njihovog antimikrobnog dejstva (razaranje citoplazmatske membrane meta-ćelije), kao i izostanak rezistentencije.

Genetske determinante su kodirane plazmidima, što daje mogućnost genetskim manipulacijama.

Istorija bakteriocina datira od 1925. godine kada je Gratia otkrio, do tada nepoznati protein, tzv. „Princip V“, koji je nastao kao rezultat metabolizma jednog soja *E. coli*. Otkriveni protein pokazivao je inhibitornu aktivnost u odnosu na rast nekih drugih bakterija, pa čak i nekih sojeva *E. coli* (Chen i Hoover, 2003).

Tabela 2. Bakteriocini i antibiotici – sličnosti i razlike

(Prerađena tabela, S. Vesković Moračanin, 2007)

Table 2. Bacteriocins and antibiotics – similarities and differences

(adapted, S. Vesković Moračanin, 2007)

Karakteristike/Properties	Bakteriocini/Bacteriocins	Antibiotici/Antibiotics
Aplikacija/Application	Preko hrane/In food	Klinika/Clinical
Sinteza/Synthesis	Ribozomi/Ribosomes	Sekundarni metaboliti/ Secondary metabolites
Spektar delovanja/ Broadness of spectrum	Uzak i definisan spektar/ Narrow, defined spectrum	Promenljiv spektar uslovljen mogućnosti rezistencije/ Varies depending on antimicrobial resistence
Sopstvena ćelijska aktivnost/ Cell activity	Da/Yes	Ne/No
Toksičnost/Toxicity	Nije dokazana/Not established	Da/Yes
Mehanizam dejstva/ Mechanism of action	Stvaranje pora na ćelijskoj membrani kao i uticaj na ćelijsku biosintezu/ Formation of cell membrane pores, influence on cell biosynthesis	Ćelijska membrana i intracelularne mete/ Cell membrane and intracellular targets
Uslov za mesto dejstva/ Prerequisite for action site	Površina bilo koje osetljive ćelije/ Surface of any sensitive cell	Specifično mesto na ćeliji/ Specific site on cell

Termin „colicin“ ustanovili su *Gratie i Fredericq* (1946), a *Jacob i dr.* (1953) zamenili su ga opštim terminom „bakteriocin“, da bi prikazali njegovu antibakterijsku specifičnost. Danas, termin „colicin“ podrazumeva baktericidni protein sintetisan i produkovan od određenih sojeva *E. coli* i drugih, relativno bliskih, *Enterobacteriaceae* (*Konisky*, 1982).

Iako se bakteriocini mogu da izoluju iz mnogih Gram-pozitivnih i Gram-negativnih mikroorganizama, bakteriocini proizvedeni od strane BMK privlače, u poslednje vreme, najveću stručnu i naučnu pažnju, zbog mogućnosti primene u prehrambenoj industriji, kao prirodnih konzervansi hrane.

Analize rezultata istraživanja, koje su obavljene poslednjih nekoliko godina, su pokazale da primena bakteriocina, u ovoj oblasti, nudi mnogobrojne prednosti:

- produženje održivosti, tj. roka upotrebe hrane,
- dodatnu zaštitu hrane koja je skladištena pri nepovoljnim temperaturnim uslovima,
- smanjenje rizika za prenošenje patogena u lancu ishrane,
- smanjenje ekonomskih gubitaka, usled kvarenja hrane,
- smanjenje upotrebe hemijskih supstancija (aditiva i konzervanasa),
- slabije termičko tretiranje hrane u toku obrade, što omogućava očuvanje njene nutritivne i vitaminske vrednosti, kao i izvornih organoleptičkih svojstava,
- pojavu na tržištu novih prehrambenih proizvoda sa manjim stepenom kiselosti, manjim sadržajem soli i većim sadržajem vode.

Kao rezultat primene bakteriocina u procesima prerade tj. konzervisanja hrane, postiže se zadovoljavanje sve složenijih zahteva industrije, s jedne strane i potrošača, sa druge. Ohrabrujuće zvuči mogućnost da se njihovom primenom, barem delimično, može da eliminiše upotreba veštačkih sastojaka i aditiva, da može da se zadovolji potreba korisnika za minimalno prerađenom tj. svežom, kao i funkcionalnom hranom (*Obradović i Vesković Moračanin*, 2007). Pored toga, njihovom upotrebom postiže se očuvanje svih važnijih nutritivnih sastojaka u gotovim jelima.

Od vremena kada su bakteriocini prvi put ustanovljeni, pa sve do danas, intenzivno se proučavaju činioci, koji su bitni u procesima sinteze i u ispoljavanju njihove antimikrobne aktivnosti. Značajna su istraživanja, koja imaju za cilj da objasne strukturne i funkcionalne osobine bakte-

riocina. Takođe, nastoji se da se razjasni uticaj sastava namirnica i proizvodnih procedura na strukturu, rastvorljivost i aktivnost bakteriocina. Osim navedenih istraživanja, koja se obavljaju na postojećoj kolekciji bakteriocina, naročito je značajno iznalaženje novih bakteriocin-produkujućih sojeva BMK, a time i novih bakteriocina, koji bi nakon odgovarajuće optimalizacije, predstavljali dragoceni potencijal zaštite, u industriji hrane.

Podela bakteriocina BMK

Većina bakteriocina izolovanih iz BMK su katjoni, hidrofobni molekuli sastavljeni iz kompozicije 20 do 60 amino-kiselinskih rezidua (*Nes i Holo*, 2000). Na osnovu dosadašnjeg saznanja mogu da se klasifikuju u četiri grupe (*Klaenhammer*, 1993; *Nes i dr.*, 1996) (tabela 3). Aktuelna podela bazira se na veličini i obliku molekula bakteriocina.

Lantibiotici – klasa I bakteriocina

Predstavljaju grupu peptidnih molekula veoma male molekulske mase (<5kDa) koji poseduju karakteristična svojstva kao rezultat prisustva neobičajenih amino-kiselina – lantionin (Lan), α -metilantionin (MeLan), dihidroalanin i dihidrobutirin (*Chen i Hoover*, 2003; *Cleveland i dr.*, 2001). Naime, u sastav ovih peptida ulaze najmanje dve jedinice derivata D-alanina (*Ryan i dr.*, 1999). Zbog svog sastava često se nazivaju i „lantionin – sadržavajući peptidi sa antibiotskom aktivnošću“ (*Hugas i dr.*, 1998; *Chen i Hoover*, 2003). Tipični bakteriocini ove grupe obuhvataju peptide sastavljene od 19 do najviše 50 amino-kiselina (*Cleveland i dr.*, 2001).

Na osnovu svoje hemijske strukture i antimikrobne aktivnosti, klasa I (lantibiotici) podeljena je na dve podgrupe (A i B) (*Moll i dr.*, 1999; *Van Kraaij i dr.*, 1999).

Lantibiotici podgrupe A (molekulske mase 2,164 do 3,488 Da) su pozitivno naelektrisani fleksibilni molekuli (sadrže od 2 do 7 pozitivnih naelektrisanja) koji, prolazeći kroz sistem pora na ćelijskoj membrani, dovode do njene depolarizacije i ostvaruju kontakt sa unutrašnjosti target (meta) ćelije (*Eijsink i dr.*, 1998). Najznačajniji i najbolje proučen bakteriocin ove grupe je svakako nizin, sa izraženim antimikrobnim efektom u odnosu na Gram-pozitivne bakterije.

Podgrupa B predstavlja veoma male globularne peptide (1,959 do 2,041 Da) koji poseduju negativno naelektrisanje, ili ga pak nemaju (*Altena i dr.*, 2000), a svoju antimikrobnost ostvaruju inhibicijom specifičnih celularnih enzima (*Hartnett i dr.*, 2002).

Tabela 3. Klasifikacija bakteriocina prilagođena podeli *Klaenhammer-a* (1993)
Table 3. Classification of bacteriocins - adapted *Klaenhammer's* classification (1993)

Grupa/ Group	Podgrupa/ Subgroup	Karakteristike/Properties	Bakteriocini (značajniji predstavnici)/ Significant bacteriocins
I	IA	– lantibiotici; mali molekuli (<5kDa)/antibiotics; small molecules – karakteristične amino-kiseline (lantionin, α -metil lantionin)/specific amino acids (lantionine, α -metil lantionine) – dugački, fleksibilni peptidi/long, flexible peptides	Nizin/Nisin
	IB	– globularni peptidi sa negativnim naelektrisanjem (ili bez)/globular peptides with or without negative charge – antimikrobna aktivnost ostvaruje se inhibicijom po strukturi njima srodnih enzima/antimicrobial activity achieved by inhibition of similar enzymes	Mersacidin/Mersacidine
II	IIa	– mali (<10kDa), termostabilni peptidi/small (<10 kDa) thermostabile peptides – grupa sa izraženom antilisterijskom aktivnošću/group with pronounced antilisterial activity – N-terminalni kraj sastavljen od sekvence Tyr-Gly-Asu-Gly-Val-Xaa-Cys/N-terminus with the sequence: Tyr-Gly-Asu-Gly-Val-Xaa-Cys	Pediocin PA-1/Pediocin PA-1 Sakacini A i P/Saccacin A and P Leukocin A/Leucocine A Carnobacteriocini i sl./ Carnobacteriocins et sim.
	IIb	– dvokomponentni sistem – za aktivnost bakteriocina potrebno je prisustvo dva različita peptida/two components system – for bacteriocin activity the presence of two different peptides is needed	Lactococini G, F Lactacin F Plantaricin EF, JK Helveticini Jn V-1829
	IIc	– Grupa ostalih bakteriocina klase II (uključuje sekundarno zavisne sekretorne bakteriocine)/Other bacteriocins of class II (including secondary dependent secretory bacteriocins)	Acidocin B Enterocin P, B
III		– bakteriocini velikih molekulskih masa (>30 kDa)/bacteriocins of high molecular weights (>30 kDa) – toplotno labilni proteini/thermolabile proteins	Helveticin J Kazeicin 80
IV		– složeni makromolekulski kompleks sastavljen od lipida i/ili glukokomponenti/complex macromolecules composed of lipids and/or glucocomponents – velika molekulska masa/high molecular weight – srednji spektar delovanja/medium action spectrum	Leuconocin S Pediocin SJ-1

Klasa II (peptidni) bakteriocini

Predstavljaju klasu malih <10kDa (*Klaenhammer*, 1993), tj. <5kDa (*Ross i dr.*, 2002), nemodifikovanih, hidrofobnih i termostabilnih peptida. Često ih u literaturi nazivaju „peptidima koji ne sadrže lantionin“. Ova prilično velika grupa bakteriocina podeljena je u tri podgrupe (a, b, c). Podela je uslovljena razlikama u amino-sekvenci N-terminalnog kraja peptida, načinom formiranja pora u target-ćeliji i postojanjem sulfhidrilnih (SH) grupa u molekulu peptida (*Hugas i dr.*, 1998; *Klaenhammer*, 1993).

Subgrupa IIa – zbog izraženog antilisterijskog efekta nazvana je grupom „*Listeria* – aktivnih peptida“ (*Ennahar i dr.*, 2000). Na N-terminalnom kraju peptidnog lanca imaju identične sekvence amino-kiseline koje uslovljavaju ovo dejstvo. Isto-

vremeno, tu se formiraju i dvostruke S-S veze od cisteinskih molekula (-Tyr-Gly-Asn-Gly-Val-Xaa-Cys) (*Klaenhammer*, 1993; *Nes i dr.*, 1996).

Subgrupa IIa sa svojim reprezentativnim predstavnikom pediocinom, često se naziva i „pediocinu – slični bakteriocini“ (*Hartnett i dr.*, 2002). Stvaraju ih određene vrste roda *Enterococcus* (*O’Keffee i dr.*, 1999), *Lactobacillus* (*Tichaczek i dr.*, 1992), *Pediococcus* (*Henderson i dr.*, 1992) i *Leuconostoc* (*Hastings i dr.*, 1991). Ostali najznačajniji producenti bakteriocina IIa klase su: *Lactobacillus sakei* Lb 706 (sakacin A), *Lb. curvatus* LTH 1174 (curvacin A), *Leuconostoc mesenteroides* Y 105 (mesentericin Y 105), *Leuconostoc gelidum* UAL 187 (leuconocin A), *Carnobacterium divergens* V 41 (divercin V 41), *Carnobacterium piscicola* LV 17B (carnobacteriocin B₂), *Enterococcus faecium* P 13 (enterocin P) i drugi. Zbog izraženog antilisterijskog i antimikrobnog

efekta u odnosu na neke druge Gram-pozitivne bakterije, ova grupa bakteriocina predstavlja signifikantni potencijal biološkog konzervisanja hrane.

Klasa IIb bakteriocina, „poracioni kompleksi“, formirani su od oligomera – dva različita peptida koji daju punu antimikrobnu aktivnost omogućavajući na taj način njihov prolazak kroz membranske pore meta-ćelija (Hartnett i dr., 2002).

Klasa IIc bakteriocina, „tiol-aktivni peptidi“, za svoju aktivnost zahtevaju smanjivanje ostataka cistina, odnosno slobodne -SH grupe.

Klasa III (proteinski bakteriocini)

Bakteriocini ove klase predstavljaju produkte metabolizma određenih bakterijskih vrsta velike molekulske mase (>30 kDa). To je grupa termolabilnih proteina koji poseduju izražena svojstva ekstracelularnih enzima, hemomicina i muramidaze (Hugas i dr., 1998). Trenutno, u industriji hrane njihov interes za bioprotektivnu primenu nije naročito izražen. Najpoznatiji predstavnici ove grupe su helveticin J, produkovan od strane *Lactobacillus helveticus* 481 (Joerger i Klaenhammer, 1986) i enterolysin, metabolitički produkt *Enterococcus faecium* (Nilson, 1999).

Klasa IV – složeni proteini

Bakteriocini ove klase predstavljaju kompleksna jedinjenja koja za svoju aktivnost zahtevaju neophodne lipidne i/ili gluko komponente (Klaenhammer, 1993). Vrlo su velike molekulske mase i imaju srednji spektar antimikrobnog dejstva. Kako nemaju adekvatne i jednake biohemijske karakteristike, naročito u pogledu veličine, bakteriocini ove klase zahtevaju dodatne deskriptivne informacije (McAuliffe i dr., 2001). Istovremeno, saznanje da mogu da se prečišćavaju do aktivnih katjona ili hidrofobnih sastojaka, predstavlja osnovu daljih ispitivanja radi potencijalne bioprotektivne primene. Ovo svojstvo pokazuje plantaricin S, čijim prečišćavanjem nastaje dezintegrišući kompleks sa pozitivnim aktivnim svojstvima prilikom primene u procesu proizvodnje hrane.

Biosinteza i mehanizam delovanja bakteriocina

Informacije o genima odgovornim za sintezu bakteriocina, i pored mnogobrojnih ispitivanja, oskudne su. Zna se da su to ribozomalno sintetisani proteinski molekuli. Geni odgovorni za kodiranje

i produkciju bakteriocina nazivaju se, uobičajeno, *operon clusteri* (McAuliffe i dr., 2001). Nalaze se lokalizovani na hromozomima kao u slučaju sinteze suptilina (Benerjee i Hansen, 1988), mersacidina (Altena i dr., 2000), divergicina A (Worobo i dr., 1995) i sakacina A (Axelsson i Holck, 1995) ili pak na plazmidima (ili transposomima) kao kod nizina (Rauch i de Vos, 1992) ili lacticina 481 (Dufour i dr., 2000). Karakteristično je, međutim, postojanje genetskog koda prvo za sintezu strukturalnog proteina (peptida) (Rauch i de Vos, 1992), proteina odgovornog za njegovo prevođenje u aktivnu formu (Engelke i dr., 1992), proteina koji obavlja transportovanje bakteriocina kroz ćelijsku membranu (Klein i dr., 1992) i regulatornog proteina zaduženog za zaštitu ćelije producenta (Diep i dr., 1996).

Sama činjenica da je sinteza bakteriocina kodirana strukturalnim genima daje potencijalnu mogućnost aktivnosti vezanih za genetsku manipulaciju. Molekularne tehnike mogu da omoguće povećanje broja novih producenata.

Mesto delovanja mnogih bakteriocina BMK je ćelijska membrana. Svoj antimikrobni efekat bakteriocini ispoljavaju, generalno gledano, putem dva mehanizma (Davis i dr., 1990):

- ▶ vezivanjem bakteriocina za specifične receptore na spoljašnjoj ćelijskoj membrani i
- ▶ penetracijom bakteriocina kroz citoplazmatsku membranu indukcijom aktivnih nukleaza.

Prvi vid delovanja zasniva se na vezivanju hidrofobnih delova bakteriocina za specifične (primarne) receptore na spoljašnjoj ćelijskoj membrani, kao i za neke druge komponente (fosfolipide, glikoproteine), pri čemu se formiraju pore. To uslovljava povećanu propustljivost jonskih kanala i posledični gubitak intracelularnih elektrolita i/ili pH balansa (Moll i dr., 1999). Na ovaj način deluju lantibiotici, bakteriocini I klase.

Drugi mehanizam delovanja bakteriocina podrazumeva njihovu penetraciju kroz ćelijsku membranu indukcijom nukleaza. Naime, stvoreni bakteriocin reverzibilno se vezuje za imunoprotein koji im omogućava vezivanje za specifične, receptorske stanice ciljne ćelije. Najčešće su, u literaturi, označeni kao peptidoglukan-prekursori (Breukink i dr., 1999). Posle toga imunoprotein se odvaja od stvorenog kompleksa a slobodni bakteriocin počinje svoju enzimsku aktivnost (poseduje svoje sopstvene permeabilaze). Ulaskom u meta-ćeliju, nastaje delovanje na sintezu DNK i RNK kao i na ATP balans ćelije. Bakteriocini ove grupe, naročito proučeni i na čijoj se primeni u industriji hrane sve više radi, su lactocin 27, izolovan iz *Lb. helveticus* LP 27 i lacticin 3147 izolovan iz *Lactococcus lactis*.

Poznato je da bakteriocini BMK pokazuju izraženu antibakterijsku aktivnost u odnosu na Gram-pozitivne bakterije (*Cleveland i dr.*, 2001; *Diep i Nes*, 2002), dok dejstvo u odnosu na Gram-negativne bakterije, u uobičajenim okolnostima, nije zabeleženo (*Messens i De Vuyst*, 2002). Razlog delovanja bakteriocina na Gram-pozitivne bakterije, vrlo verovatno, leži u manje složenoj strukturi ćelijskih membrana u odnosu na Gram-negativne bakterije koje poseduju i dodatni sloj, spoljašnju membranu, koja je nepropustljiva za većinu makromolekula i hidrofobnih supstancija (*Nikaido i Vaara*, 1985). Sastavne komponente spoljašnje ćelijske membrane (fosfolipidi, proteini i lipopolisaharidi) uslovljavaju izvanrednu zaštitu od mnogih agenasa, pa i od bakteriocina.

Relativno uzak inhibicioni spektar dejstva bakteriocina uslovljen je filogenetskom bliskošću ćelija producenata i meta-ćelija; u literaturi je često prisutan termin „bliske ekološke niše“ kod opisivanja područja delovanja bakteriocina (*Klaenhammer*, 1993). Generalno, bakteriocini BMK pokazuju antimikrobnu aktivnost u odnosu na druge BMK, ali i prema *L. monocytogenes* koja je bliska rodu *Lactobacillus* (*Leroy i dr.*, 2002). S obzirom na osobine ovog, hranom prenosivog patogena, uticaj bakteriocina se smatra značajnim sa aspekta zdravstvene bezbednosti.

Mogućnosti primene bakteriocina BMK u industriji mesa – prikaz dela rezultata istraživanja iz oblasti izolacije, osobina i mogućnosti primene

Povećane potrebe za prirodno sigurnom i zdravstveno bezbednom hranom, dovelo je do pojačanog interesa za upotrebom bakteriocin-produkujućih BMK, koje se kao protektivne kulture koriste za proizvodnju fermentisanih proizvoda u mesnoj industriji. Imajući u vidu izraženo baktericidno ili bakteriostatsko dejstvo bakteriocina BMK na pojedine patogene mikroorganizme, poslednjih godina se sve više razmatra mogućnost njihove primene u industriji hrane, radi obezbeđivanja potpune zdravstvene bezbednosti proizvoda.

S druge strane, direktni korisnici, potrošači ispoljavaju znatnu doslednost u pogledu negativnog stava kada je u pitanju upotreba hemijskih supstancija kao aditiva u proizvodnji hrane. Kao rezultat toga stvara se neodlučnost prilikom upotrebe, bilo kako tretirane hrane, izuzev sveže. Takav trend s jedne strane (tzv. „zelena tehnologija“ – *Ross i dr.*, 2002) i neprekidni razvoj savremenih, zaštitnih tehnologija XX i XXI veka uključuju eksploataciju i

primenu dostignuća iz oblasti biološke zaštite hrane upotrebom bakteriocina kao bioprotektora. Međutim, da bi bakteriocini, kao prirodni prezervativi, mogli da budu primenjeni u industriji hrane, moraju da budu prvenstveno odobreni kao legalni aditivi („GRAS“, supstancije generalno prihvaćene kao sigurne – „generally regarded as safe“). Kao što je ranije napomenuto, samo nizin ima ovaj status.

Laktobacili izolovani iz različitih vrsta fermentisanih kobasica (*Lb. sakei*, *Lb. curvatus*, *Lb. plantarum*, *Lb. brevis* i *Lb. casei*), predstavljaju česte producente bakteriocina koji danas imaju veoma interesantan potencijal primene u industriji mesa. Zbog izražene antilisterijske aktivnosti, mnogi od ovih sojeva se koriste, kao deo starter kultura. Naročito značajni laktobacili, koji poseduju izražena baktericidna svojstva u odnosu na patogenu *L. monocytogenes*, smatraju se *Lb. sakei*, *Lb. curvatus* i *Lb. plantarum*.

Slavica Vesković-Moračanin (2005) ispitivala je sposobnost stvaranja bakteriocina iz različitih sojeva *Lactobacillus sakei* i *Leuconostoc mesenteroides*, koji su izolovani iz tradicionalnih fermentisanih kobasica. Potencijalna bakteriocinska aktivnost *Lb. sakei* i *Ln. mesenteroides* utvrđivana je metodom agar-difuzije („Agar well assay“). Kao test-mikroorganizam u radu je korišćena patogena *Listeria monocytogenes* NCTC 10527. Radi odvajanja suprenatanta, bujonske kulture *Lb. sakei* i *Ln. mesenteroides* (MRS bujon sa sojem BMK, inkubiran je na temperaturi 37°C u toku 24 časa) centrifugovane su 10 minuta na 10.000 obrtaja/min. Da bi se obavila neutralizacija nastalih kiselih produkata metabolizma ispitivanih sojeva BMK, u supernatant je dodavan 0,1 M KOH. Potencijalna antibakterijska aktivnost nastalog H₂O₂ eliminisana je dodavanjem katalaze (5 mg/mL), a potvrda samog ogleada izvedena je proteinaza testom (proteinaza u količini od 50 µL i jačine 10–25 mg/mL, dodata je u 50 µL ispitivane i neutralisane bujonske kulture BMK). Nakon predviđenog vremena termostiranja supernatanta i proteolitičkog enzima (1 čas na 37°C), autor je količinu od 100 µL prebacivala u levkasta udubljenja, koja su napravljena u agar-podlozi sa test mikroorganizmom. Posle osnovne difuzije (30 minuta na 4°C), ploče su termostatirane preko noći na temperaturi od 30°C. U odnosu na diferencijalne i potvrdne testove bakteriocinske aktivnosti, ispitivani sojevi BMK imali su profil koji je karakterističan za bakteriocin – producenta (bujonska kultura, neutralisani bujon i katalaza test – pozitivna antilisterijska reakcija; proteinaza – negativan test).

Danas, savremena analitika poznaje i koristi tri glavne metode za izolovanje i prečišćavanje bakteriocina BMK. Prva metoda purifikacije bazirana

je na konvencionalnom postupku koji obuhvata seriju uzastopnih precipitacija amonijum-sulfatom, postupke izmene jona u hidrofobnim interakcijama, gel-filtraciju i tečnu hromatografiju (povratno-faznu, pod visokim pritiskom). Drugi vid prečišćavanja predstavlja jednostavan analitički princip koji se sastoji iz tri koraka: precipitacije amonijum-sulfatom, ekstrakcije ili precipitacije hloroformom ili metanolom i povratno-fazne tečne hromatografije pod visokim pritiskom. Treći oblik izolacije bakteriocina se obavlja preko adsorpcije pomoću hidrofobnog gela, nakon čega sledi određivanje najvećeg mogućeg titra biorasploživih bakteriocina. U optimalizaciji ovoga postupka stoji podešavanje pH vrednosti medijuma u uslovima u kojima se odvija fermentacija.

Slavica Vesković-Moračanin (2005, 2008a) izolovala je bakteriocin iz *Lb. sakei* (sakacin) kao i iz *Ln. mesenteroides* (mesenterocin), metodom zasićene precipitacije amonijum-sulfatom. Navedeni protokol u radu bio je baziran na osnovama metode dobijanja bakteriocina iz BMK koje su postavili *Schilling* i *Lücke* (1989), ali koji je prilagođen laboratorijskim uslovima rada autora. Postupak izolovanja bakteriocina u poluprečišćenom obliku obuhvatao je višednevne aktivnosti s ciljem umnožavanja željene kulture *Lb. sakei* i *Ln. mesenteroides* do potrebne koncentracije biomase, koja je davala maksimalnu produkciju bakteriocina, i samog postupka izolacije bakteriocina.

Ista autorka (2005, 2007) je, ispitujući svojstva bakteriocina BMK izolovanih iz *Ln. mesenteroides* E 131 i iz različitih sojeva *Lb. sakei*, potvrdila njihovu proteinsku prirodu, čime je otvorila vrata njihovim daljim istraživanjima, kao potencijalnih bioprotektora, u proizvodnji fermentisanih kobasica. Autorka je ispitala uticaj proteolitičkih enzima (Pepsin – TS, jačine 1:10000, Papain \geq 30000 i Proteinaze K, 600 m Ansou U/mL) na aktivnost izolovanih bakteriocina. Rezultati su pokazali da bakteriocini, posle tretiranja navedenim proteolitičkim enzimima, gube svoju aktivnost, čime izostaje i antilisterijski efekat. Autorka je enzimske preparate dodavala, pojedinačno, u koncentraciji od 1 mg/mL. Nakon inkubacije, jedan čas pri temperaturi od 37°C, koja je obavljena radi ispoljavanja potencijalne aktivnosti proteolitičkih enzima, izostala je antilisterijska aktivnost kod oba izolovana bakteriocina. Na ovaj indirektan način potvrđena je njihova proteinska priroda.

Proteinska priroda predstavlja veoma značajnu osobinu bakteriocina, koja određuje njihovu sudbinu u organizmu ljudi, kao krajnjih korisnika proizvoda u čijoj se izradi koriste dodati bakteriocini, ili pak BMK kao sigurni producenti bakteriocina. Bilo ka-

kva druga mogućnost, vezana za metaboličku sudbinu bakteriocina u organizmu čoveka (akumulacija, delimična razgradnja, resorpcija i druge), ne bi bila poželjna. Ovo svojstvo uliva optimizam za nastavak daljih istraživanja i navodi na mogućnost njihove češće primene, u okviru kompleksnog sistema zaštite hrane od dejstva nepoželjnih mikroorganizama.

Još jedan od značajnih činilaca koji određuje mogućnost primene bakteriocina BMK u tehnološkim procesima industrije mesa, je, svakako, njihova termorezistentnost. Sposobnost bakteriocina da prežive procese termičke obrade, predstavlja jedan od najznačajnijih kriterijuma za njihovu primenu.

Slavica Vesković-Moračanin (2008, 2008a) je ispitala uticaj povišenih do visokih temperatura na ispoljavanje antilisterijske aktivnosti sakacina i mesenterocina. Izbor temperatura je bio adekvatan onima koje se, inače, primenjuju u industriji mesa, kao obavezni deo tehnološkog procesa proizvodnje određenih proizvoda. Po 1 mL izolovanog poluprečišćenog bakteriocina, autorka je izložila dejstvu sledećih temperatura: 65°C, 80°C, 90°C i 100°C, kao i dejstvu visokih temperatura (121°C) i povišenog pritiska (1,2 Ba), u procesu autoklaviranja. Kivete sa bakteriocinima su izlagane dejstvu temperatura u toku 10 i 30 minuta. Uticaj temperature od 100°C je određivan posle ekspozicije od 10, 30 i 60 minuta, a efekat visoke temperature (121°C) i povišenog pritiska (1,2 Ba) posle 15 minuta. Rezultati ovih istraživanja su pokazali izuzetnu termostabilnost ispitivanih bakteriocina. Naime, njihovo antilisterijsko svojstvo se zadržalo čak i posle procesa autoklaviranja, što u uslovima industrijske proizvodnje odgovara efektima sterilizacije.

Jačina izolovanih bakteriocina koji potiču iz BMK određuje se principom kritičnog dilucionog razblaženja (*Barefoot* i *Klaenhammer*, 1983). Suština reakcije zasniva se na pronalaženju najvećeg, maksimalnog razblaženja bakteriocina koje, u podlozi sa izabranim test-mikroorganizmom, daje antimikrobni efekat. Naime, izolovani bakteriocin, u količini od 50 μ L, tzv. bakteriocinska porcija, razblažuje se određenim dilutentom (destilovana voda, fiziološki rastvor, Ringerov rastvor) do onog stepena koji obezbeđuje inhibiciju rasta test-mikroorganizma (*L. monocytogenes*) veću od 2 milimetra. Jačina bakteriocinske aktivnosti se iskazuje arbitarnim jedinicama i izražava se kao AU/mL. Ispitivana vrednost se dobija korišćenjem formule: $AU/mL = 2^n \times (1000 \mu L / 50 \mu L)$, gde n predstavlja navedeni stepen razblaženja.

Slavica Vesković-Moračanin (2005, 2007a) je, ispitujući osobine sakacina, bakteriocina izolovanog iz *Lb. sakei* I151, koji potiče iz tradicionalne fermentisane kobasice, utvrdila da njegova jačina

iznosi cca 640 AU/mL. Drugim rečima, maksimalno razblaženje bakteriocina koje je davalo antilisterijski efekat, je bilo 1:32 (2^5). Ista autorka (2005) je određivala i jačinu mesenterocina, bakteriocina izolovanog iz *Leuconostoc mesenteroides* E131. Utvrđena njegova jačina je bila cca 2560 AU/mL.

Zbog svojih fizioloških osobenosti (stvaraju sluz, tj. egzopolisaharide, kao i druge neatraktivne metaboličke produkte – acetoin, diacetat, etanol itd.), koji su sa aspekta kvaliteta neprihvatljivi u industriji mesa, tehnološka primena bakterija *Leuconostoc* vrsta je, uglavnom, ograničena na direktnu aplikaciju sintetisanih i prečišćenih bakteriocina (Vesković Moračaniin Slavica, 2005, 2007).

Slavica Vesković-Moračaniin (2005) je ispitivala antilisterijsko dejstvo pomenutih bakteriocina u toku proizvodnje domaće sremske kobasice. Ogljed je izveden u industrijskim, kontrolisanim uslovima uz primenu odgovarajućih mera zaštite. *L. monocytogenes* NCTC 10527 je inokulisana na način koji obezbeđuje da finalna koncentracija ovog patogena bude 10^4 – 10^5 ćelija/g nadeva. Autorka je izolovane poluprečišćene bakteriocine dodavala u nadev sremske kobasice sa inokulisanim *L. monocytogenes*, u količini da jačina mesenterocina bude 2560 AU/g, a sakacina 640 AU/g pripremljenog nadeva. Od početne vrednosti, koja je bila zajednička za sve ogledne partije uzoraka (približno \log_3), broj *L. monocytogenes* se smanjivao u toku procesa zrenja kobasice. Na osnovu promene broja inokulisane *L. monocytogenes* autorka je dobila direktan odgovor o uticaju dodatih bakteriocina na rast i preživljavanje ovog patogena. U toku procesa zrenja i fermentacije sremske kobasice, bakteriocin izolovan iz *Ln. mesenteroides* E131, pokazao je izražen antilisterijski efekat, pri čemu je 14. dana ispitivanja broj ovoga patogena bio manji od 50. Dinamika redukcije broja *L. monocytogenes* u ogledu sa dodatim bakteriocinom izolovanim iz *Lb. sakei* I154 je bila postepena i duža, u odnosu na prethodno dodati bakteriocin. Utvrđeni broj *L. monocytogenes* 14. dana fermentacije bio je znatno veći ($>\log 2$), ali je 28. dana zrenja uočen znatan stepen redukcije. Broj inokulisane *L. monocytogenes* je bio manji od 100.

Literatura

- Altena K., Guder A., Cramer C., Bierbaum G., 2000. Biosynthesis of the lantibiotic mersacidin: organization of a type B lantibiotic gene cluster. *Applied Environmental Microbiology*, 66, 2565–71.
- Barefoot S. F., Klaenhammer T. R., 1983. Detection and activity of lactacin B, a bacteriocin produced by *Lactobacillus acidophilus*. *Applied Environmental Microbiology*, 45, 1808–1815.

Zaključak

Povećane potrebe za prirodno sigurnom i zdravstveno bezbednom hranom, dovele su do pojačanog interesa za upotrebom bakteriocin-prodajućih BMK, koje se kao starter kulture koriste za proizvodnju fermentisanih proizvoda u industriji mesa (Schillinger i Lücke, 1989; Hugas, 1997). Poslednjih godina značajno je porastao interes za nove metode biološke zaštite hrane, koje su prihvaćene kao savremeni i naučno zasnovani principi obezbeđivanja zdravstvene ispravnosti namirnica.

Bez obzira što civilizacija dobrobit od bakteriocina koristi hiljadama godina unazad, jedino je upotreba nizina, kao bioprotektora hrane, danas dozvoljena. Saznanja da postoje i drugi bakteriocini BMK čiji je antimikrobni efekat isti, ako ne i veći, od efekta nizina, dovodi do preispitivanja zašto se i drugi bakteriocini ne koriste u istom obimu u procesu zaštite hrane. Odgovor leži u postojanju izvesnih poteškoća, koje se odnose na njihovu širu industrijsku primenu i implementaciju na tržištu hrane, a ne na manjku objektivnih naučnih dokaza i istina koje opravdavaju njihovu primenu.

Naivno bi bilo verovati da bakteriocini predstavljaju rešenje za sve probleme iz oblasti bezbednosti hrane. Njihovu primenu treba posmatrati sa aspekta dobre alternative, naročito u kombinaciji sa drugim prirodnim protektorima.

Nastavak daljih kontinualnih istraživanja svakako će doprineti boljem shvatanju njihove prirode, aktivnosti, mogućnosti primene, ali i otkrivanju novih grupa bakteriocina, koji upotrebljeni na kontrolisani način mogu da predstavljaju prirodne prezerative ili bioprotektore hrane.

Ispoljena antilisterijska aktivnost bakteriocina, izolovanih iz *Lactobacillus sakei* i *Leuconostoc mesenteroides*, interesantan je potencijal zaštite koji može da se iskoriste u industriji mesa, kod proizvodnje fermentisanih kobasica. Prilikom direktne aplikacije bakteriocina (kao aditivi), moraju da se dobro prouče i usaglase ostali tehnološki faktori u proizvodnji (pH, temperatura, so i nitriti) sa njihovim funkcionalnim svojstvima.

- Benerjee S., Hansen J. N., 1988. Structure and expression of a gene encoding the precursor of subtilin, a small protein antibiotic. *Journal Biological Chemistry*, 263, 9508–14.
- Breukink E., Wiedemann I., van Kraaij C., Kuipers O. P., Sahl H., de Kruijff B., 1999. Use of the cell wall precursor lipid II by a pore-forming peptide antibiotic. *Science*, 286, 2361–2364.

- Chen H., Hoover D. G., 2003.** Bacteriocins and their Food Applications. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2, 82–100.
- Cleveland J., Montville T. J., Nes I. F., Chikindas M. L., 2001.** Bacteriocins: Safe, natural antimicrobials for food preservation. International Journal of Food Microbiology, 71, 1–20.
- Davis D. B., Dulbecco R., Eisen N. H., Ginsberg S. H., 1990.** Microbiology. 4th ed. J. P. Lippincott Company, E. Washington Square, Philadelphia. PA.
- Diep D. B., Havarstein L. S., Nes I. F., 1996.** Characterization of the locus responsible for the bacteriocin production in *Lactobacillus plantarum* C11. Journal of Bacteriology, 178, 4472–4483.
- Diep D. B., Nes I. F., 2002.** Ribosomally synthesized antibacterial peptides in Gram-positive bacteria. Current Drug Targets 3: 107–122.
- Dufour A., Rince A., Uguen P., LePennec J. P., 2000.** IS1675, a novel lactococcal insertion element, forms a transposon-like structure including the lactacin 481 lantibiotic operon. Journal of Bacteriology 182, 5600–5.
- Eijsink V. G. H., Skeie M., Middelhoven P. H., Brurberg M. B., Nes I. F., 1998.** Comparative studies of class Ia bacteriocins of lactic acid bacteria. Applied Environmental Microbiology, 64, 3275–81.
- Eijsink V. G. H., Axelsson L., Diep D. B., Havarstein L. S., Holo H., Nes I. F., 2002.** Production of class II bacteriocins by lactic acid bacteria; an example of biological warfare and communication. Antonie van Leeuwenhoek, 81, 639–654.
- Engelke G., Gutowski-Eckel Z., Hamelmann M., Entian K. D., 1992.** Biosynthesis of the lantibiotic nisin: genomic organization and membrane localization of the NisB protein. Applied Environmental Microbiology, 58, 3730–3743.
- Ennahar S., Sashihara T., Sonomoto K., Ishizaki A., 2000.** Class IIa bacteriocins: Biosynthesis, structure and activity. FEMS Microbiology Review, 24, 85–106.
- Fox P. F., 1993.** Cheese: an overview. In: Fox, P.F. (Ed.), Cheese; Chemistry, Physics and Microbiology. Chapman & Hall, London, England, 1–36.
- Geisen R., Holzapfel W. H., 1996.** Genetically modified starter and protective cultures. Food Microbiology, 30, 315–324.
- Gratia A., Fredericq P., 1946.** C R Seanc Soc. Biol., 140:1032–1033, in Mayr-Harting and others, 1972.
- Hansen J. N., 1993.** Antibiotics synthesized by post translational modification. Annual Review of Microbiology, 47, 535–564.
- Hartnett D. J., Vaughan A., van Sinderen D., 2002.** Antimicrobial-Producing Lactic Acid Bacteria Isolated from Raw Barley and Sorghum. Journal of the Institute of Brewing, Vol. 108, 2, 169–177.
- Hastings J. W., Sailer M., Johnson K., Roy K. L., Vederas J. C., Stiles M. E., 1991.** Characterization of leucocin A-UAL 187 and cloning of the bacteriocin gene from *Leuconostoc gelidum*. Journal of Bacteriology, 173, 7491–500.
- Henderson J. T., Chopko A. L., van Wassenaar P. D., 1992.** Purification and primary structure of pediocin PA-1 produced by *Pediococcus acidilactici* PAC-1.0. Archives of Biochemistry and Biophysics, 295, 5–12.
- Holzapfel W., Geisen R., Schillinger U., 1995.** Biological preservation of foods with reference to protective cultures, bacteriocins and food-grade enzymes. International Journal of Food Microbiology, 24, 343–362.
- Hugas, M., 1997.** Biopreservation of meat and meat products. Actes du collage lactique, Caen, France, 213–227.
- Hurst A., 1981.** Nisin. Adv. Appl. Microbiol., 27, 85–123.
- Jacob F., Lwoff A., Siminovitch L., Wallman E., 1953.** Definition de quelques termes relatifs a la Pysogenie. Ann Inst. Pasteur Paris, 84, 222–4.
- Joerger M. C., Klaenhammer T. R., 1986.** Characterization and purification of helveticin J and evidence for a chromosomally determined bacteriocin produced by *Lactobacillus helveticus* 481. Journal of Bacteriology, 167, 439–46.
- Klaenhammer T. R., 1993.** Genetics of bacteriocins produced by lactic acid bacteria, FEMS Microbiology Review, 12, 39–85.
- Klein C., Kaletta C., Schnell N., Entian K. D., 1992.** Analysis of genes involved in biosynthesis of the lantibiotic subtilin published erratum appears in Applied and Environmental Microbiology 1992, May, 58, 5, 1795. Applied and Environmental Microbiology, 58, 132–142.
- Konisky J., 1982.** Colicins and other bacteriocins with established modes of action. Annu Review Microbiology, 36, 125–44.
- McAuliffe O., Ross R. P., Hill C., 2001.** Lantibiotics: structure, biosynthesis and mode of action. FEMS Microbial Review 25, 285–308.
- Messens W., De Vuyst L., 2002.** Inhibitory substances produced by *Lactobacilli* isolated from sourdoughs – a review. International Journal of Microbiology, 72, 1–2, 31–43.
- Moll G. N., Konings W. N., Driessen A. J. M., 1999.** Bacteriocins: mechanism of membrane insertion and pore formation. Antonie Van Leeuwenhoek, 76, 185–98.
- Nes I. F., Diep D. B., Havarstein L. S., Brurberg M. B., Eijsink V., Holo H., 1996.** Biosynthesis of bacteriocins in lactic acid bacteria. Antonie van Leeuwenhoek, 70, 113–128.
- Nes I. F., Holo H., 2000.** Class II antimicrobial peptides from lactic acid bacteria. Biopolymers, 55, 50–61.
- Nikaido H., Vaara M., 1985.** Molecular Basis of Bacterial Outer Membrane Permeability in Microbiology Review, 49, 1–32.
- Nilson T., 1999.** Novel enterococcal bacteriocins; optimisation of production, purification, biochemical and genetic characterisation. PhD thesis, Agricultural University of Norway, As, Norway.
- Obradović D., Vesković Moračanin S., 2007.** Funkcionalne fermentisane kobasice – sadašnje stanje i perspektive. Tehnologija mesa, 48, 1–2, 93–98.
- O’Keffee T., Hill C., Ross R. P., 1999.** Applied and Environmental Microbiology, 65, 1506.
- Rauch P. J., de Vos W. M., 1992.** Characterization of the novel nisin-sucrose conjugative transposon Tn5276 and its insertion in *Lactococcus lactis*. Journal of Bacteriology, 174, 1280–1287.
- Ross R. P., Morgan S., Hill C., 2002.** Preservation and fermentation: past, present and future. International Journal of Food Microbiology, 79, 3–16.
- Ryan M. P., Jack R., Josten W., Sahl H.-G., Jung G., Ross R. P., Hill C., 1999.** Extensive post-translational modification, including a serine to D-alanine conversion, in the two-component lantibiotic, lactacin 3147. Journal of Biological Chemistry, 274, 37544–37550.
- Schillinger U., Lücke F. K., 1989.** Antibacterial activity of *Lactobacillus sakei* isolated from meat. Applied and Environmental Microbiology, 55, 1901–1906.
- Tagg J., Dajani A., Wannamaker L., 1976.** Bacteriocins of Gram positive bacteria. Bacterial Review, 40, 722–756.
- Tichaczek P. S., Nissen-Meyer J., Nes I. F., Vogel R. F., Hammes W. P., 1992.** Characterization of the bacteriocins curvacin A from *Lactobacillus curvatus* LTH1174 and sakacin P from *L. sake* LTH673. Systematic and Applied Microbiology, 15, 460–468.

- Van Kraaij C., de Vos W. M., Siezen R. J., Kuipers O. P., 1999. Lantibiotics: biosynthesis, mode of action and applications. *Natural Product Report*, 16, 575–87.
- Vesković S., 2005. Uticaj bakteriocina izolovanog iz *Leuconostoc mesenteroides* E 131 i *Lactobacillus sakei* I154 na *Listeria monocytogenes* u toku proizvodnje Sremske kobasice. Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu.
- Vesković-Moračanin S., 2007. Uticaj *Lactobacillus sakei* I151, bakteriocina *Leuconostoc mesenteroides* E 131 i MAP na održivost Sremske kobasice. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu.
- Vesković-Moračanin S., Obradović D., Škrinjar Marija, Stjepanović A., 2007a. *Lactobacillus sakei* as bioprotector in production of safe Sremska sausage. International Congress on „FOOD TECHNOLOGY, QUALITY, AND SAFETY“ November 13-15, Novi Sad, 129–136; Technology, quality and safety in pork production and meat processing. XI Symposium „NODA 2007“, Novi Sad, November 14–15, 2007.
- Vesković-Moračanin S., Turubatović L., Škrinjar M., Obradović D., 2008. Ispitivanje antilisterijskog efekta bakteriocina *Lactobacillus sakei* I154 u različitim uslovima. *Tehnologija mesa*, 49, 5–6, 175–180.
- Vesković-Moračanin S., Turubatović L., Obradović D., 2008a. Influence of temperature and pH on anti-listerial activity of bacteriocin isolated from *Leuconostoc mesenteroides* E131. www.icomst.helsinki.fi/icomst2008.
- Worobo R. W., VanBelkum M. J., Sailer M., Roy K. L., Vederas J. C., Stiles M. E., 1995. A signal peptide secretion-dependent bacteriocin from *Carnobacterium divergens*. *Journal of Bacteriology*, 177, 3143–9.

Lactic acid bacteria bacteriocins as natural food protectors – possibilities of application in meat industry

Vesković-Moračanin Slavica

S u m m a r y: Lactic Acid Bacteria (LAB) play an essential role during the production of fermented meat products. By their metabolic activity, they influence the ripening process, which leads to the creation of desired sensory properties of the product and at the same time inhibit undesirable microflora. Due to its dominant number during the fermentation process as well as long-term tradition in utilization of these microorganisms, LAB are designated as “safe microflora”. Bio-protective action of LAB whether naturally present and/or selected, and intentionally added to the meat products, is achieved through the production of non-specific metabolites (lactic acid, acetic acid and other organic acids, hydrogen peroxide, diacetyl, etc) or specific metabolites, bacteriocins.

Bacteriocins are extracellular released peptides or protein molecules, produced by some LAB that shows certain antibacterial properties towards some microorganisms, usually congenial to the producing bacteria. Bacteriocins production by LAB enables selective and competitive effect on microflora present in the product that may contain spoilage or pathogenic microorganisms.

Today, bacteriocins, as naturally produced antimicrobial peptides or proteins, have rather interesting potential of application in food industry and act as a factor in humans' health preservation with the additional effect on increase of shelf-life of food.

This paper presents the results of long standing extensive research of the author, carried out in laboratory conditions as well as in meat processing facilities, with the aim of creating prerequisites for application of protective cultures and/or bacteriocins in meat processing industry for the production of fermented sausages.

Key words: Fermentation, Lactic acid bacteria (LAB), Bacteriocins, Food safety, Fermented sausages.

Rad primljen: 07.06.2010.

Rad prihvaćen: 11.06.2010

Svojstva ambalažnih materijala za pakovanje fermentisanih kobasica pod vakuumom i u modifikovanoj atmosferi*

Lazić Vera¹, Krkić Nevena¹, Petrović Ljiljana¹, Tasić Tatjana², Ikonić Predrag², Savatić Snežana¹, Šojić Branislav¹

S a d r ž a j: Ambalažni materijali i ambalaža su neophodan pratilac prehrambenih proizvoda. Meso i proizvodi od mesa su veoma osjetljivi na delovanje spoljašnjih faktora, kao što su svetlost, kiseonik, vlaga i mikroorganizmi. Zaštitu od ovih uticaja, kao i očuvanje nutritivnih svojstava za deklarisan rok upotrebe, pruža im pravilno odabrana ambalaža i primenjeni uslovi pakovanja.

Sve je veći interes potrošača za prirodno očuvanim i kvalitetnim prehrambenim proizvodima koji nisu hemijski tretirani. Ovaj trend nameće proizvođačima neophodnost primene savremenih postupaka pakovanja koji obezbeđuju produženje održivosti proizvoda, a umanjuju potrebu za primenom veštačkih aditiva i konzervanasa.

U radu je dat prikaz rezultata ispitivanja osobina različitih ambalažnih materijala, kako inostranih, tako i domaćih proizvođača, radi formiranja preporuke za pakovanje fermentisanih suvih kobasica (Petrovska klobása).

Da bi se produžila održivost i obezbedio optimalni kvalitet ovih kobasica, one se nakon zrenja mogu pakovati u barijerne ili visokobarijerne folije pod vakuumom ili u modifikovanoj atmosferi. Ove folije su različitog sastava i osobina, proizvedene različitim tehnologijama.

Cilj ovog rada je prikaz mogućnosti primene različitih uslova pakovanja fermentisanih suvih kobasica, kao i ispitivanje fizičko-mehaničkih i barijernih svojstava različitih polimernih ambalažnih materijala, koji mogu da se koriste za ovu namenu.

Dobijeni rezultati ukazuju da su za pakovanje fermentisanih suvih kobasica u modifikovanoj atmosferi i u vakuumu ispitani ambalažni materijali dobrih karakteristika, koji će omogućiti očuvanje zaštitne atmosfere unutar ambalaže i time doprineti kvalitetu i održivosti fermentisanih suvih kobasica.

Ključne reči: ambalaža, materijali, fermentisane kobasice, vakuum, modifikovana atmosfera.

Uvod

Kroz istoriju uloga ambalaže je evoluirala od najprimitivnijih oblika i elementarne funkcije, do mnogobrojnih složenih funkcija: od prihvatanja proizvoda, konzervisanja u ambalaži, zaštite proizvoda, očuvanja nutritivnih karakteristika, do atraktivnosti, ekološke podobnosti, ekonomske prihvatljivosti, pa sve do aktivne i komunikativne uloge (Ahvenainen, 2003; Lazić i dr., 2004).

Trendovi u prehrambenoj industriji prate zahtevne potrošača za svežim, prirodno očuvanim i kvalitetnim proizvodima koji su, što je moguće, manje hemijski tretirani. Usavršavaju se metode kojima se produžava trajnost proizvoda, a isključuju

veštački aditivi i konzervansi. Značajnu ulogu među ovim metodama zauzima i primena novih ambalažnih materijala i savremenih uslova i postupaka pakovanja (Tsigarida i dr., 2000).

Tradicija proizvodnje petrovačke kobasice (Petrovska klobása) duga je više od dva i po veka i povezana je sa naseljavanjem Slovaka u Vojvodinu i Bački Petrovac. Petrovački kulen (Petrovska klobása) se prvi put službeno pominje na velikoj izložbi poljoprivrednih proizvoda 1873. godine u Beču. Ubraja se u fermentisane (trajne) proizvode visokog kvaliteta. Najznačajnije je napomenuti da je ovaj proizvod potpuno prirodan, bez aditiva, konzervansa i sintetičkih dodataka.

***Napomena:** Rad je realizovan u okviru projekta „Razvoj tehnologije sušenja i fermentacije petrovačke kobasice („Petrovska klobása“ – oznaka geografskog porekla) u kontrolisanim uslovima“, ev. br. 20037, koji je finansiralo Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

¹Tehnološki fakultet, Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Republika Srbija;

²Institut za prehrambene tehnologije, Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad.

Proizvodi industrije mesa posebno su osetljivi na različite uticaje iz spoljašnje sredine, koji dovode do: promene boje, oksidacije lipida i mikrobiološke kontaminacije proizvoda (Rede i Petrović, 1997; Garcia-Esteban i dr., 2004).

Kod fermentisanih proizvoda od mesa boja potiče od nativnog pigmenta mesa – mioglobina, koji reaguje sa azot-monoksidom (NO) i prelazi u nitrozo-oblik. Prekursor azot-monoksida u mesu su nitriti natrijuma ili kalijuma, koji se direktno dodaju u meso ili nastaju redukcijom nitrata. Nitriti su oksidaciono sredstvo, pa brzo prevode mioglobin (Mb) u metmioglobin (MetMb⁺). U sledećem stupnju, sa nastalim metmioglobinom reaguje NO i nastaje nitrozilmetmioglobin (NOMetMb⁺). Na kraju se nitrozilmetmioglobin redukuje, pod uticajem različitih redukcionih sredstava, do nitrozilmioglobina (NOMB). Poželjna crvena boja fermentisanih kobasica, koja podseća na boju svežeg mesa, potiče od nitrozilmioglobina.



Kod petrovačke kobasice, boja najvećim delom potiče od začinske crvene paprike, a samo jednim delom od nitrozilmioglobina nastalog redukcijom nitrata iz paprike i, eventualno, mesa (tokom procesa proizvodnje nitriti se ne dodaju u meso).

Nitrozilmioglobin je stabilan u odsustvu kiseonika. Međutim, ukoliko je kiseonik prisustan, vrlo brzo dolazi do oksidacije u metmioglobin. Brzina oksidacije je direktno srazmerna parcijalnom pritisku kiseonika. Svetlost ubrzava oksidaciju nitrozilmioglobina na vazduhu (Robertson, 2006).

Još jedan od osnovnih uzroka pogoršanja kvaliteta proizvoda od mesa je oksidacija lipida, koja se odvija u prisustvu kiseonika. Oksidacija lipida utiče na ukus, boju, teksturu i nutritivnu vrednost kobasica (German, 1999; Jakobsen i Bertelsen, 2004).

Sastav mikroflora, uzročnika kvara tokom skladištenja proizvoda od mesa, zavisi od kvaliteta mesa, sastava atmosfere oko proizvoda, od broja mikroorganizama i sastava mikroflora na proizvodu pre pakovanja. Uzročnici kvara su mikroorganizmi koji najbrže rastu u uslovima u kojima se proizvod drži. Skladištenjem u aerobnim uslovima, na niskim temperaturama (–1 do +5°C) dominiraju vrste roda *Pseudomonas*. U odsustvu glikoze ove bakterije razgrađuju amino-kiseline, usled čega se oslobađa amonijak, gas izuzetno neprijatnog mirisa. U anaerobnim uslovima dominiraju rodovi: *Lactobacillus*, *Brochothrix thermosphacta* i *Enterobacteriaceae*, a pri nižim temperaturama, najčešće preovlađuju mlečnokisele bakterije (posebno *Leuconostoc*), koje nemaju štetne metabolite. Mikrobiološka

sigurnost se, pre svega, postiže higijenski odgovornim vođenjem procesa proizvodnje i pakovanja, snižavanjem koncentracije kiseonika i povećanjem koncentracije ugljen-dioksida u ambalaži, te skladištenjem pri niskim temperaturama (Robertson, 2006; Rede i Petrović, 1997).

Očuvanje senzornih svojstava i mikrobiološke sigurnosti proizvedenih kobasica omogućavaju savremeni postupci i uslovi pakovanja u vakuumu i u modifikovanoj atmosferi (Šakota i dr., 2002; Lazić i dr., 2002a; Lazić i dr., 2002b).

Pakovanje u vakuumu značajno produžava održivost fermentisanih suvih kobasica sprečavajući, ili usporavajući razvoj velikog broja aerobnih mikroorganizama, oksidaciju masnih kiselina i održavajući boju proizvedene kobasice. Da bi se izbeglo zaostajanje vazduha u ambalaži preporučuje se upotreba termoskupljajućih barijernih folija. Uspešnost pakovanja u vakuumu zavisi od početnog mikrobiološkog i tehnološkog kvaliteta proizvoda, kao i od primene adekvatnih temperatura skladištenja. Takođe, ambalažni materijal treba da ima dobre fizičko-mehaničke i barijerne karakteristike uz pravilno, hermetično formiranje i zatvaranje ambalaže (Šakota i dr., 2002; Robertson, 2006).

Pakovanje u modifikovanoj atmosferi (MAP, modified atmosphere packaging) je savremeni metod pakovanja, gde se vazduh iznad proizvoda zameni smešom gasova, najčešće O₂, CO₂ i N₂, u određenim odnosima. Prisustvo kiseonika se, kod pakovanja fermentisanih suvih kobasica, ograničava do 0,5%, da bi se sprečila oksidacija masnih kiselina i nitrozilmioglobina. Ugljen-dioksid (CO₂) se koristi zbog inhibitornog delovanja na aerobne mikroorganizme, moguće uzročnike kvara. Ugljen-dioksid se dobro rastvara u mastima, a rastvorljivost, pa samim tim i bakteriostatsko dejstvo je maksimalna na temperaturi od 5°C. Kao prateći gas uz CO₂ koristi se N₂, koji je inertan gas. Mnogobrojni autori preporučuju sledeći sastav atmosfere za pakovanje fermentisanih suvih kobasica: 20–30% CO₂, a ostatak do 100% N₂ (Ahvenainen, 2003; Garcia-Esteban i dr., 2004; Robertson, 2006). Gasna atmosfera iznad upakovanog proizvoda se u toku skladištenja menja, zbog biohemijskih procesa u proizvodu, propustljivosti ambalažnih materijala, ili nehermetičnosti varova (Tsigarida i Nychas, 2001). Više činilaca utiče na održivost proizvoda upakovanih u modifikovanoj atmosferi, a to su: temperatura, higijenski uslovi, kvalitet proizvoda, veličina prostora iznad proizvoda (preporučuje se odnos proizvoda i slobodnog prostora 1:1), sastav gasova, sadržaj preostalih gasova (zavisno od korišćene tehnike za MAP), čistoća gasova, propustljivost ambalažnih materijala za gasove, kvalitet for-

miranog vara, hermetičnost ambalaže i adsorpcija gasova na površini proizvoda (Houben i dr., 2000; Skandamis i Nychas, 2002; Ahvenainen, 2003; Lazić i dr., 2004).

Za primenu vakuuma i modifikovane atmosfere za pakovanje fermentisanih suvih kobasica moraju da se upotrebiti ambalažni materijali dobrih barijernih svojstava. Najčešće su to folije osnovnog sastava poliamid (PA)/polietilen (PE), koje mogu da sadrže i barijerne slojeve etilen-vinil-acetat (EVA), etilen-vinil-alkohol (EVOH), poliviniliden-hlorid (PVDC) i druge. Ovi višeslojni ambalažni materijali mogu da se proizvode različitim tehnologijama, kaširanjem, ekstruzionim oslojavanjem ili koekstruzijom. Od broja, osobina slojeva polimera i od primenjene tehnologije spajanja zavisi kvalitet višeslojne barijerne folije. Savremena tehnologija koekstruzije daje najveće mogućnosti dobijanja tankih višeslojnih folija željenih barijernih karakteristika (Lazić i dr., 2002).

Cilj ovog rada bio je utvrđivanje karakteristika odabranih ambalažnih materijala namenjenih za pakovanje fermentisanih suvih kobasica, ispitivanjem fizičko-mehaničkih i barijernih svojstava materijala, kao i ispitivanje kvaliteta formiranja ambalaže i sastava modifikovane atmosfere iznad upakovanog proizvoda tokom skladištenja, radi odabira najboljeg ambalažnog materijala i uslova pakovanja za pakovanje ovog tipa proizvoda.

Materijal i metode

Za potrebe istraživanja u ovom radu, petrovačka kobasica (Petrovská klobása) je upakovana u ambalažne materijale inostranih proizvođača (što je praksa u domaćim fabrikama industrije mesa), u vakuumu i modifikovanoj atmosferi. Tokom skladištenja praćene su promene sastava gasne atmosfere iznad proizvoda u formiranoj ambalaži.

U radu su ispitivana fizičko-mehanička i barijerna svojstva ambalažnih materijala i kvalitet formiranja ambalaže, koja se u domaćim fabrikama za preradu mesa koristi za pakovanje proizvedenih fermentisanih suvih kobasica

Ispitani su navedeni ambalažni materijali i ambalaža:

Grupa A: Ambalažni materijali (inostranih proizvođača), koji se u domaćim fabrikama za preradu mesa koriste za pakovanje fermentisanih suvih kobasica u vakuumu i u modifikovanoj atmosferi:

Uzorak 1: Formirane kese od transparentne termoskupljajuće folije, deklarisanе debljine 50 μm i sastava PET/EVOH/PE, koje su korišćene za vakuum pakovanje.

Uzorak 2: Štampana folija, deklarisanе debljine 65 μm i sastava PET/PE/EVOH/PE, koja je korišćena za pakovanje u modifikovanoj atmosferi.

Grupa B: Ambalažni materijali (domaćih proizvođača) koji mogu da se koriste za pakovanje fermentisanih suvih kobasica u vakuumu i u modifikovanoj atmosferi:

Uzorak 3: Štampana folija, deklarisanе debljine 85 μm i sastava OPA15/PE70, proizvođača I.

Uzorak 4: Štampane formirane kese, deklarisanе debljine 73 μm i sastava PA23/PE50, proizvođača I.

Uzorak 5: Transparentna folija, deklarisanе debljine 110 μm i sastava PA40/PE70, proizvođača I.

Uzorak 6: Transparentna termoskupljajuća folija deklarisanе debljine 45 μm i sastava PA/EVOH/PE, proizvođača II.

Radi karakterizacije ambalažnih materijala i formirane ambalaže obavljena su sledeća ispitivanja:

2. Debljina materijala za pakovanje, određena je po metodi opisanoj u standardu „Plastične mase – Određivanje debljine folija“. Oznaka standarda: SRPS G.S2.733;
3. Masa po jedinici površine materijala za pakovanje, određena je po metodi opisanoj u standardu „Plastične mase – Ispitivanje veštačke kože – Određivanje mase po jedinici površine“. Oznaka standarda SRPS G.S2.702;
4. Mehanička svojstva ispitanih materijala (zatezna jačina i izduženje pri kidanju), rađena je na aparatu „INSTRON 4301“, po metodi opisanoj u standardu: „Plastične mase – Ispitivanje folija zatezanjem“. Oznaka standarda SRPS G.S2.734;
5. Barijerna svojstva materijala za pakovanje (propustljivost za gasove CO₂, N₂, O₂) metodom po Lyssy (1984), prema standardu DIN 53380, aparatom Lyssy GPM-200 sa pripadajućim gasnim hromatografom Gasukuro Kogyo GC-320 i integratorom HP 3396A. Propustljivost vazduha je određena računski;
6. Sastav zaštitne atmosfere iznad upakovanog proizvoda kod pakovanja u modifikovanoj atmosferi praćen je tokom skladištenja, po dinamici: 0, 120, 210 i 270 dana, a određen je aparatom Oxybaby, WITT-Gasetechnik GmbH & Co KG, Velika Britanija (uzorak 2);
7. Hermetičnost varova formirane ambalaže određena je ispitivanjem mikroporoznosti varova (uzorci 1 i 2)
8. Zatezna jačina formiranih varova određena na aparatu „INSTRON 4301“ (uzorci 1 i 2).

Rezultati i diskusija

Rezultati određivanja debljine ambalažnih materijala su prikazani u tabeli 1. Vrednosti u tabeli predstavljaju srednje vrednosti debljine za svaku epruvetu (sa 8 standardnih pozicija). Na kraju je data srednja vrednost i standardna devijacija za debljinu svakog uzorka (na osnovu svih pet epruveta).

Dobijene vrednosti ukupnih površinskih masa potvrđuju deklarisan sastav i deklarisanu vrednost debljina ispitivanih ambalažnih materijala.

Rezultati srednjih vrednosti ispitivanja zatezne jačine (N/15mm) i izduženja pri kidanju (%) prikazani su u tabeli 2.

Rezultati prikazani u tabeli 2 pokazuju da je zatezna jačina uzorka 3 najveća, što je u skladu sa

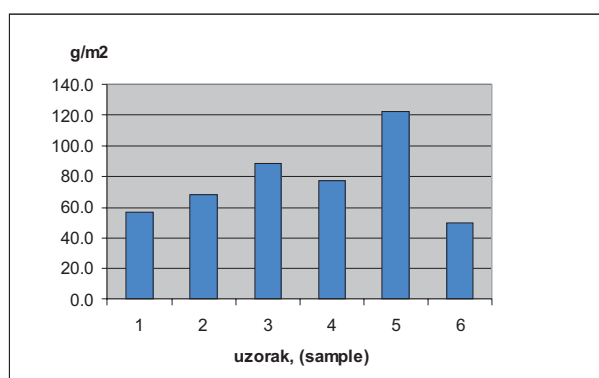
Tabela 1. Debljina ambalažnih materijala (μm)

Table 1. Packaging materials thickness (μm)

Grupa/(Group)	A		B			
Epruveta/Test tube	Uzorak 1/ Sample 1	Uzorak 2/ Sample 2	Uzorak 3/ Sample 3	Uzorak 4/ Sample 4	Uzorak 5/ Sample 5	Uzorak 6/ Sample 6
I	58,25	66,75	87,25	75,88	117,63	53,25
II	55,63	62,63	89,00	75,38	124,13	46,63
III	57,13	64,50	89,75	76,00	122,00	48,00
IV	49,88	64,00	89,63	76,38	121,13	48,88
V	59,13	66,63	89,50	75,25	119,38	49,25
Sr. vrednost/Average	56,00	64,90	89,03	75,78	120,85	49,20
St. devijacija/St. deviation	3.66	1.77	1.03	0.46	2.48	2.48
Koef. varijacije (%)/ Coeff. of variation (%)	5,85	2,44	1,04	0,55	1,84	4,50

Prosečne vrednosti debljina, dobijene za sve uzorke, odgovaraju deklarisanim debljinama odgovarajućih ambalažnih materijala. Kod uzorka 1 uočeno je značajnije odstupanje pojedinih vrednosti za debljinu od srednje vrednosti ($K_v > 5\%$), što može da ukaže na lošija (neujednačena) svojstva ovog materijala.

Metodama hemijskog razdvajanja i rastvaranja potvrđen je deklarisan sastav svih ispitivanih uzoraka. Vrednosti ukupnih površinskih masa date su na histogramu 1.



Histogram 1. Ukupne površinske mase uzoraka (g/m^2)

Histogram 1. The total surface masses of samples (g/m^2)

Tabela 2. Zatezna jačina (N/15mm) i izduženje pri kidanju (%)

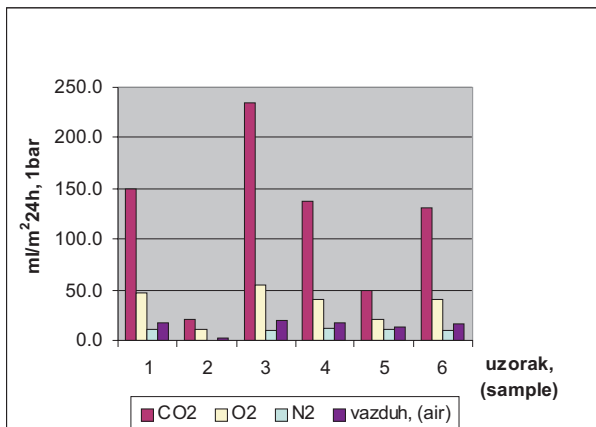
Table 2. Tension strength (N/15mm) and elongation to break (%)

		Uzdužno/ Longitudinal		Poprečno/ Transversal	
		N/15mm	(%)	N/15mm	(%)
	1	35,50	34,84	29,40	26,25
	2	39,00	66,04	39,50	58,08
	3	42,90	49,46	40,50	31,63
	4	29,10	187,3	31,20	140,51
	5	46,00	18,85	47,73	10,35
	6	37,00	48,67	36,90	57,72

većim debljinama. Za uzorak 4 dobijena je izrazito velika vrednost istezanja, što ukazuje na mogućnost nejednakog istezanja materijala tokom procesa pakovanja i dalje manipulacije ambalažom.

Za ambalažne materijale koji su namenjeni pakovanju osetljivih proizvoda u modifikovanoj atmosferi, propustljivost gasova je veoma bitno svojstvo. Rezultati ovih ispitivanja prikazani su na histogramu 2.

Kako je kiseonik gas koji izaziva negativne promene na upakovanom sadržaju, posebno treba obratiti pažnju na propustljivost ambalažnih materijala za ovaj gas. Za barijerne i visoko barijerne



Histogram 2. Propustljivost gasova (ml/m² 24h, 1bar)

Histogram 2. Gas permeability (ml/m² 24h, 1bar)

folije, koje su pogodne za pakovanje u vakuumu i modifikovanoj atmosferi, propustljivost za kiseonik pri sobnoj temperaturi i vlažnosti (23°C, 75% Rh) i pri razlici pritiska od 1 bara je manja od 50 ml/m²/24 h (Šakota i dr., 2002; Skandamis i Nychas, 2002; Robertson, 2006; Cilla i dr., 2006; Rubio i dr., 2006; Rubio i dr., 2007; Thorsen i dr., 2009; Sørheim i dr., 2009). Na osnovu ovog parametra može da se zaključi da su svi ispitani uzorci pokazali dobra barijerna svojstva, a najbolja barijerna svojstva su pokazali uzorci 2 i 5.

Vizuelnim pregledom upakovanih fermentisanih suvih kobasica pod vakuumom (uzorak 1) uočeni su vidljivi nedostaci u vidu neravnomernosti debljine vara i naboranosti folije u varu, dok kod ambalažnih jedinica uzorka 2 nisu utvrđeni vidljivi nedostaci.

Vrednosti zateznih jačina formiranih varova, za uzorak 1, kreću se od 20,5 do 40,7 N/15mm. Ispitivanjem hermetičnosti varova ustanovljeno je da su svi varovi hermetični, bez obzira na uočene vidljive nedostatke i konstatovana je održanost vakuuma. Za uzorak 2 vrednosti zateznih jačina formiranih varova kreću se od 31,7 do 48,2 N/15mm, a određivanjem hermetičnosti utvrđena je nehermetičnost varova kod većeg broja ambalažnih jedinica.

Dobijeni rezultati za zateznu jačinu formiranih varova kod uzoraka 1 i 2 značajno variraju i ukazuju na neophodnost pravilnog podešavanja parametara formiranja termovarova (pritisak, temperatura i vreme formiranja vara).

Rezultati merenja koncentracije gasova iznad upakovanih fermentisanih suvih kobasica (uzorak 2), odmah posle punjenja, posle 120, 210 i 270 dana skladištenja, prikazani su u tabeli 3.

Na početku skladištenja dolazi do očekivanog porasta sadržaja CO₂, usled odvijanja biohemijskih

Tabela 3. Sastav gasova u ambalaži uzorka 2
Table 3. The composition of gases in the packaging of sample 2

Dani skladištenja/ Days of storage	Sastav gasova/ Gas composition		
	O ₂ (%)	CO ₂ (%)	N ₂ (%)
0	0,1	27,9	72,1
120	0,3	29,0	70,7
210	0,1	30,2	69,7
270	0,4	27,4	64,0

procesa u proizvodnju (Houben i dr., 2000; Skandamis i Nychas, 2002; Ahvenainen, 2003; Lazić i dr., 2004). Međutim, do kraja skladištenja dolazi do pada koncentracije CO₂ najverovatnije zbog rastvaranja CO₂ u samom proizvodnju. Uporedno sa porastom sadržaja CO₂, očekivan je pad koncentracije O₂ u ambalaži, ali je do odstupanja došlo, najverovatnije, zbog nehermetičnosti formirane ambalaže (Skandamis i Nychas, 2002; Šakota i dr., 2002; Jakobsen i Bertelsen, 2004; Cilla i dr., 2006; Rubio i dr., 2006; Robertson, 2006; Rubio i dr., 2007; Thorsen i dr., 2009; Sørheim i dr., 2009).

Zaključak

Rezultati ispitivanja odabranih ambalažnih materijala (korišćenih i potencijalnih), pokazali su da su fizičko-mehanička svojstva, debljina, površinska masa, zatezna jačina i izduženje pri kidanju ujednačeni, odgovaraju deklariranim vrednostima, te omogućavaju pravilno formiranje ambalaže. Svi ambalažni materijali imaju dobra barijerna svojstva, nisku propustljivost gasova, te mogu da se preporučuju za pakovanje ovih proizvoda u vakuumu ili modifikovanoj atmosferi.

Rezultati su pokazali hermetičnost ambalaže formirane u vakuumu, dok je veći broj ambalažnih jedinica formiranih u modifikovanoj atmosferi pokazao mikroporoznost. U ambalažnim jedinicama uzorka 2, koje su ispoljavale hermetičnost, došlo je do povećanja koncentracije CO₂ kao rezultat biohemijskih procesa u proizvodnju, dok je kod nehermetičnih jedinica uzorka 2 došlo do povećanja nivoa kiseonika i smanjenja nivoa ugljen-dioksida iznad proizvoda.

Sa aspekta dobijenih rezultata za kvalitet ambalažnih materijala, kvalitet formiranja i očuvanje vakuuma, odnosno zadate koncentracije gasova, ispitivani materijali mogu uspešno da se koriste za pakovanje fermentisanih suvih kobasica, nakon zrenja, u vakuumu ili zaštitnoj modifikovanoj atmosferi, uz poboljšanje kvaliteta formiranja ambalaže.

Literatura

- Ahvenainen R., 2003. Novel Food Packaging Techniques. VTT Biotechnology, Finland.
- Cilla I., Martinez L., Beltran J. A., Roncales P., 2006. Dry-cured ham quality and acceptability as affected by the preservation system used for retail sale. *Meat Science*, 73, 581–589.
- Garcla-Esteban M., Ansorena D., Astiasarán I., 2004. Comparison of modified atmosphere packaging and vacuum packaging for long period storage of dry-cured ham: effects on colour, texture and microbiological quality. *Meat Science*, 67, 57–63.
- German J. B., 1999. Food processing and lipid oxidation. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 459, 23–50.
- Houben J. H., van Dijk A., Eikelenboom G., Hoving-Bolink A. H., 2000. Effect of dietary vitamin E supplementation, fat level and packaging on colour stability and lipid oxidation in minced beef. *Meat Science*, 55, 331–336.
- Jakobsen M., Bertelsen G., 2004. Predicting the amount of carbon dioxide absorbed in meat. *Meat Science*, 68, 603–610.
- Lazić V., Curaković M., Gvozdenović J., Petrović Lj., Đorđević P., 2002a. Karakteristike poliamidnih omotača. *Tehnologija mesa*, 43, 1–2, 69–73.
- Lazić V., Gvozdenović J., Curaković M., Petrović Lj., Đorđević P., 2002b. Polyamide Casings for Meat Products. 3rd International Conference of the Chemical Societies of the South-Eastern European Countries on Chemistry in the New Millennium – an Endless Frontier, Book of Abstracts, Volume II, 24, Bucharest, Romania.
- Lazić V., Gvozdenović J., Prčić I., Korhec G., 2004. Ambalaža i deklaracija proizvoda. *Prehrambena industrija*, 1–2, 30–33.
- Lyssy, 1984. Analytical Gas Permeability Tester GPM-200, Operation Manual.
- Rede R., Petrović Lj., 1997. Tehnologija mesa i nauka o mesu. Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- Robertson G., 2006. Food Packaging: Principles and Practice. CRC Press Tazlor and Francise, New Zealand.
- Rubio B., Martinez B., Gonzalez-Fernandez C., Garcia-Cachan M. D., Rovira J., Jaime I., 2007. Effect of modified atmosphere packaging on the microbiological and sensory quality on a dry cured beef product: „Cecina de leon“. *Meat Science*, 75, 515–522.
- Rubio B., Martinez B., Gonzalez-Fernandez C., Garcia-Cachan M. D., Rovira J., Jaime I., 2006. Influence of storage period and packaging method on sliced dry cured beef „Cecina de Leon“: Effects on microbiological, physicochemical and sensory quality. *Meat Science* 74, 710–717.
- Skandamis P. N., Nychas G. J. E., 2002. Preservation of fresh meat with active and modified atmosphere packaging conditions. *International Journal of Food Microbiology*, 79, 35–45.
- Sørheim O., Westad F., Larsen H., Alyseike O., 2009. Colour of ground beef as influenced by raw materials, addition of sodium chloride and low oxygen packaging. *Meat Science*, 81, 467–473.
- Šakota T., Lazić V., Gvozdenović J., 2002. Uticaj karakteristika ambalažnih materijala na održivost viršli. *Tehnologija mesa*, 43, 1–2, 47–51.
- Thorsen L., Budde B. B., Koch A. G., Klingberg T. D., 2009. Effect of modified atmosphere and temperature abuse on the growth from spores and cereulide production of *Bacillus weihenstephanensis* in a cooked chilled meat sausage. *International Journal of Food Microbiology*, 130, 172–178.
- Tsigarida E., Skandamis P. N., Nychas G. J. E., 2000. Behaviour of *Listeria monocytogenes* and autochthonous flora on meat stored under aerobic, vacuum and modified atmosphere packaging conditions with or without the presence of oregano essential oil at 5°C. *Journal of Applied Microbiology*, 89, 901–909.
- Tsigarida E., Nychas G. J. E., 2001. Ecophysiological attributes of *Lactobacillus* sp. and *Pseudomonas* sp. on sterile beef filets in relation to storage temperature and film permeability. *Journal of Applied Microbiology*, 90, 696–705.

Properties of packaging materials for vacuum packed fermented sausages in modified atmosphere

Lazić Vera, Krkić Nevena, Petrović Ljiljana, Tasić Tatjana, Ikonić Predrag, Savatić Snežana, Šojić Branislav

S u m m a r y: Packaging materials and packaging are a necessity in food technology. Meat and meat products are very sensitive to the influence of external factors such as light, oxygen, moisture and microorganisms. Properly selected packaging material and applied packaging conditions ensure their protection from these effects, as well as the preservation of nutritional properties during the declared shelf life.

The paper presents testing results of different packaging materials, physical-mechanical and barrier properties, of both international and national producers, in order to form the recommendations for the packaging of dry fermented sausages (Petrovska klobasa).

The aim of this paper is to present the recommendations for the packaging of dry fermented sausages (Petrovska klobasa). To achieve this, it was necessary to test physical-mechanical and barrier properties of various polymeric packaging materials, as well as the quality of the formation of packaging and modified atmosphere composition of the packed product during storage. Possibilities of applying different packaging conditions for dry fermented sausages packaging are also presented.

Results indicate that tested materials can be successfully used for packaging of dry fermented sausages after ripening in modified atmosphere and vacuum if quality of packaging forming improves.

Key words: packaging, materials, fermented sausages, vacuum, modified atmosphere.

Rad primljen: 28.05.2009.

Rad ispravljen: 20.05.2010.

Rad prihvaćen: 21.05.2010.

UPUTSTVO AUTORIMA

„Tehnologija mesa“ je naučni časopis u kome se objavljuju:

1. Originalni naučni radovi (radovi u kojima se navode neobjavljivani rezultati sopstvenih istraživanja naučnom metodom);
2. Pregledni radovi (radovi koji sadrže originalan, detaljan i kritički prikaz istraživačkog problema ili područja u kome je autor ostvario određeni doprinos, uočljiv na osnovu autocitata);
3. Kratka ili prethodna saopštenja (originalni naučni radovi punog formata, ali manjeg obima ili preliminarnog karaktera);
4. Prikazi (knjige, naučni skupovi i slično).

Uže naučne discipline iz kojih se objavljuju radovi su: tehnologija i higijena mesa, tehnologija sporednih proizvoda u industriji mesa, higijena i tehnologija namirnica životinjskog porekla, tehnološka mikrobiologija, metode konzervisanja, mikrobiologija namirnica životinjskog porekla, hemija proizvoda životinjskog porekla, kvalitet i bezbednost hrane životinjskog porekla, kvalitet i bezbednost hrane za životinje i drugo.

Objavljuju se originalni radovi koji prethodno nisu nigde publikovani, saopšteni ili uzeti u razmatranje za objavljivanje u drugoj publikaciji, osim u formi kratkih sadržaja na skupovima. Odgovornost za ispunjenje navedenih uslova snosi glavni autor, koji, takođe, treba da obezbedi saglasnost svih koautora za publikovanje rada.

Postupak

Radovi podležu anonimnoj recenziji (najmanje dve), a odluku o prihvatanju radova za štampanje donosi glavni i odgovorni urednik, zajedno sa članovima Uređivačkog odbora.

Prihvaćeni radovi za štampanje se lektorišu. Redakcija časopisa zadržava pravo na manje korekcije rukopisa. U slučaju da su potrebne veće izmene, o tome se obaveštava glavni autor, a rad se dostavlja na doradu, sa naznačenim rokom.

Jezik

Radovi se štampaju na srpskom jeziku (ekavski dijalekt) ili dvojezično – na srpskom i jednom od stranih jezika (engleski, nemački, ruski ili francuski). Ukoliko se radovi štampaju na srpskom jeziku, njihovi rezime i (1/10 dužine članka) objavljuju se na engleskom jeziku. Ukoliko se radovi štampaju na engleskom ili nekom drugom stranom jeziku, njihovi kratki sadržaji se štampaju na srpskom i engleskom jeziku.

Priprema rukopisa

Rad treba da bude otkucan u programu za obradu teksta Word, font Times New Roman, veličina slova 12, sa proredom 1,5 i marginama od 2 cm, a dostavlja se na CD-u ili u elektronskoj formi. Rad treba da bude napisan jasno, koncizno i gramatički ispravno i treba da sadrži:

Naslov rada (mala slova, bold, veličina slova 14). Ispod naslova rada navode se prezimena i imena autora (mala slova, italik, veličina slova 12). Brojčanom oznakom, u superskriptu, iza imena autora, označava se institucija. Na kraju prve strane, u fusnoti, navode se, prema brojčanoj oznaci, naziv i adresa institucije u kojoj su autori zaposleni (italik, veličina slova 10). U novom redu navodi se prezime i ime autora za kontakt i njegova e-mail adresa.

Sadržaj, koji daje kratak prikaz rada, treba da ima 150 do 250 reči, sa ključnim rečima na srpskom jeziku ili na jeziku na kome je rad napisan, i nalazi se ispod naslova rada i prezimena autora.

Rezime (eng. summary) je kratak, informativan prikaz, sadržaja članka na srpskom i/ili engleskom jeziku, u zavisnosti od jezika na kome je rad napisan, koji omogućava uvid u cilj istraživanja, metode, rezultate i zaključak. Rezime treba da ima do 500 reči (italik, veličina slova 12) i nalazi se na kraju rada, iza literature.

Ključne reči su termini koji najbolje opisuju sadržaj članka. Ključnih reči ne može da bude više od 10. Ključne reči se daju na svim jezicima na kojima postoje rezimea, neposredno ispod teksta rezimea (italik, veličina slova 12).

Sadržaj i rezime ne smeju da sadrže skraćenice. U tesktualnom delu rada, svakoj skraćenici koja se prvi put navodi, treba da se dâ i pun naziv, a u daljem tekstu može da se koristi samo skraćenica.

Originalni naučni rad treba da sadrži navedena poglavlja: uvod, materijal i metode, rezultate i diskusiju (zajedno ili odvojeno), zaključak, napomenu (opcionarno) i literaturu. Poglavlja se kucaju malim slovima, veličine 12, bold.

1. Uvod: treba da sadrži jasan opis problematike i cilja istraživanja, uz kratak prikaz relevantne literature, ne starije od deset godina;
2. Materijal i metode: ovo poglavlje opisuje materijal i metode koji su korišćeni i način na koji su postavljeni ogledi;
3. Rezultati i diskusija: rezultati treba da budu obrađeni odgovarajućim statističkim metodama za izvedena ispitivanja, prikazani jasno i koncizno, u vidu tabela, grafikona, fotografija, crteža i drugo,

a isti rezultat ne treba prikazati dvojakom, i u vidu tabele i u vidu grafikona. Diskusija treba da se odnosi na prezentovane rezultate, bez ponavljanja ranije navedenih činjenica, uz poređenje dobijenih rezultata i relevantnih podataka iz literature koji se odnose na srodnu grupu proizvoda, sličnu analitičku metodu i drugo.

- U tekstu, citirana literatura označava se prezimenom autora, prezimenom i veznikom „i“ ako su dva autora, ili, ako je više od dva autora, prezimenom prvog autora i dodatkom „i dr.“ (italik) i godinom objavljivanja (sve u zagradi);
 - Slike i grafikoni (izvorni format: tif, eps, corel ili jpg) se obeležavaju brojem kojim se navode u radu. Nazivi tabela se pišu iznad, a nazivi grafikona i slika ispod (mala slova). Nazive tabela i tekst u tabelama, grafikonima i slikama treba pisati dvojezično, pri čemu je drugi jezik engleski. Tabele, grafikone i slike treba dati u prilogu rada;
 - Pri preuzimanju tabela, grafikona i slika iz literature autor je obavezan da navede izvor (na primer autor, godina objavljivanja, časopis i drugo).
 - Autor treba da se pridržava Međunarodnog sistema jedinica (SI) i važećih zakona o mernim jedinicama i merilima.
4. Zaključak: daje pregled najbitnijih činjenica do kojih se došlo u toku istraživanja.
 5. Napomena (zahvalnica): sadrži naziv i broj projekta, odnosno naziv programa u okviru koga je članak nastao, kao i naziv institucije koja je finansirala projekat ili program. Navodi se na dnu prve strane članka.
 6. Literatura: treba da se složi po abecednom i hronološkom redu objavljivanja, i to: prezime autora, prvo slovo imena, godina objavljenog rada (mala slova veličine 12, bold), a u nastavku, naziv rada u celosti, naziv časopisa ili drugog izvora, volumen i broj časopisa, početna i završna strana rada.

Primer:

Đinović J., Popović A., Spirić A., Turubatović L., Jira W., 2008. 16 EU prioriternih policikličnih

aromatičnih ugljovodonika (PAH jedinjenja) u dimu drveta i dimljenoj pršuti. Tehnologija mesa, 49, 5–6, 181–184.

JECFA, 2005. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Summary and Conclusion. Sixty-Fourth Meeting, Rome, 8-17 February, JECFA/64/SC. <http://www.who.int/ipcs/food/jecfa/summaries/en/>.

Morgan S. K., Daly C. C., Simmons N. J., Johnson N. V., Cummings T. L., 2008. The effect of pre-slaughter events on the expression of small heat shock proteins in the muscle. 54th International Congress of Meat Science & Technology, Proceedings, General Speakers Session, Electronic Copy, Cape Town, South Africa, 10th–15th August.

Mottram S., 1994. Some aspects of the chemistry of meat flavour, in: The flavour of meat and meat products. Shahidi F., Ed. Blackie. Glasgow, 210–230.

Sekse C., O’Sullivan K., Granum P. E., Rørvik L. M., Wasteson Y., Jørgensen H. J., 2009. An outbreak of Escherichia coli O103:H25 – bacteriological investigations and genotyping of isolates from food. International Journal of Food Microbiology, 133, 3, 259–264.

Sinonott M., 2008. Carbohydrate chemistry and biochemistry, structure and mechanism. RSC Publishing, UK, 23–28.

Zakon o bezbednosti hrane, 2009. Službeni glasnik RS, br. 41/2009, 77–99.

Radovi drugih kategorija, osim originalnih naučnih radova, mogu da se pišu sa podnaslovima po izboru autora.

Radovi se dostavljaju na CD-u, poštom ili u elektronskoj formi, na e-mail adresu:

1. Institut za higijenu i tehnologiju mesa
– za časopis „Tehnologija mesa“ –
Kačanskog 13, P. fah 33–49
11000 Beograd
Republika Srbija
2. e-mail: institut@inmesbgd.com
aurelija@inmesbgd.com

REDAKCIJA ČASOPISA

GUIDELINES FOR THE AUTHORS

„Meat Technology” is a scientific journal which publishes:

1. Original scientific papers (papers which present previously unpublished results of authors' own investigations using scientific methodology);
2. Review papers (papers which include original, detailed and critical overview of a research problem or an area to which the author has significantly contributed, as evidenced by auto citations);
3. Brief or preliminary papers (full-format original scientific papers or of preliminary character);
4. Reviews (of books, scientific conferences etc.)

Papers will be published from the following scientific disciplines: meat hygiene and technology, technology of by-products in meat industry, hygiene and technology of animal originating foodstuffs, technological microbiology, methods of food preservation, microbiology of animal originating foodstuffs, chemistry of animal originating foodstuffs, quality and safety of animal originating foodstuffs, quality and safety of feedingstuffs, et sim.

Eligible for publishing are those papers, which have not been previously published, presented or considered for publication in another journal, except as abstracts presented at scientific conferences. The first author is both responsible for meeting these criteria and for obtaining agreement to publish from all of the co-authors.

Procedure

Papers are subject to anonymous reviews (two at least), while the decision to accept the paper for publishing is reached by the editor-in-chief, together with the members of the editorial board.

Accepted papers are subject to proofreading. The editorial board reserves the right to minor corrections of the manuscript. Where major corrections are necessary, the first author will be notified, and the paper sent for revision, with a set deadline.

Language

Papers are published in Serbian or bilingually – in Serbian and in one of the second languages (English, German, Russian or French). If the papers are printed in Serbian, their summaries (1/10 of the paper length) are published in English. If the papers are printed in English or another language other than Serbian, their abstracts are printed in Serbian and English.

Editing of the manuscripts

The paper should be edited in Microsoft Word software, using Times New Roman font, size 12 pt, paragraph spacing 1.5 and margins of 2cm. Papers are submitted on CD or in other electronic form. The text should be clear, concise, grammatically correct and should contain the following sections:

The title (lowercase, bold, font size 14 pt). Below the title, names of the authors (last, first, lowercase, italic, font size 12 pt). Numbers following names in superscript refer to the authors' institution. At the bottom of the first page, according to the number in superscript, name and address of the institutions authors are employed in should be given (italic, font size 10 pt). In the new line, the name and e-mail of the corresponding author should be provided.

Abstract, which gives short review of paper, should contain 150-250 words with key words in Serbian or the language of the paper. The abstract should be typed below the title and names of the authors.

Summary represents short, informative description of the paper content written in Serbian and/or English, depending on the language of the paper. Summary enables insight in the aim of the investigations, methods, results and conclusion. It should contain up to 500 words (italic, font size 12 pt) and should be placed at the end of the paper, after references.

Key words are terms that best describe the content of the paper. Maximal number of key words is 10. They should be given in the same languages as summaries, below the summary text (italic, font size 12 pt).

Abstract and summary must not contain abbreviations. If the abbreviation is used for the first time in the text, full name should also be provided. In the latter text, the abbreviation can be used alone.

The original scientific paper should contain the following chapters: introduction, material and methods, results and discussion (combined or separate), conclusion, notes (optional) and references. Chapter names are typed in lowercase, font size 12, bold.

1. Introduction: should contain clear description of the investigated subject and aim of the research with the short citations of the relevant literature (not more than 10 years old);
2. Material and methods: this chapter describes material and methods used and outlines the design of the experiment;
3. Results and discussion: The results should be processed by statistical methods appropriate to

the experiment; they should be clear and concise using tables, graphs, photographs, illustrations and other. The same result should not be presented through both, table and graph. Discussion should be related to presented results avoiding repetitions of already stated facts, using comparison of obtained results and relevant literature data related to similar group of products, comparable analytical method et sim.

- When in the text, literature is cited by giving author's last name, last name with "and", if the cited literature is published by two authors, or, in the case of more than two authors, by "et al." abbreviation after the surname of the first author (*italic*). Cited literature with the year of publishing should be in brackets.
 - Figures and illustrations (original format: tif, eps, corel or jpg) are numerated with the same number as given in the text of the paper. Titles of the tables are written above the tables; titles of the graphs and illustrations are printed below (in lowercase). Table titles and content should be written bilingually (the other language is always English). Tables, graphs and figures are submitted separately, in the appendix.
 - If tables, graphs or figures originate from other sources, the author is required to state the source of such data (author, year of publishing, journal etc.).
 - The author should apply the International System of Units (SI system) and current regulation on measuring units and measuring instruments.
4. Conclusion: provides the review of the most important facts obtained during the research.
 5. Note (acknowledgement): should contain title and number of the project i.e. title of the program from which is the research carried out and described in the paper, as well as the name of the institution that funded the project or program. All this is stated at the bottom of the first page of the paper.
 6. References: should be given in alphabetical and chronological order as follows: last name of the author, first name initial, year of publication (lowercase, font size 12 pt, bold), following by the full title of the reference, name of the journal or other source, journal's volume, number, and pagination of the paper.

Example:

- Dinović J., Popović A., Spirić A., Turubatović L., Jira W., 2008.** 16 EU prioritetnih policikličnih aromatičnih ugljovodonika (PAH jedinjenja) u dimu drveta i dimljenoj pršuti. Tehnologija mesa, 49, 5–6, 181–184.
- JECFA, 2005.** Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Summary and Conclusion. Sixty-Fourth Meeting, Rome, 8-17 February, JECFA/64/SC. <http://www.who.int/ipcs/food/jecfa/summaries/en/>.
- Morgan S. K., Daly C. C., Simmons N. J., Johnson N. V., Cummings T. L., 2008.** The effect of pre-slaughter events on the expression of small heat shock proteins in the muscle. 54th International Congress of Meat Science & Technology, Proceedings, General Speakers Session, Electronic Copy, Cape Town, South Africa, 10th-15th August.
- Mottram S., 1994.** Some aspects of the chemistry of meat flavour, in: The flavour of meat and meat products. Shahidi F., Ed. Blackie. Glasgow, 210–230.
- Sekse C., O'Sullivan K., Granum P. E., Rørvik L. M., Wasteson Y., Jørgensen H. J., 2009.** An outbreak of Escherichia coli O103:H25 – bacteriological investigations and genotyping of isolates from food. International Journal of Food Microbiology, 133, 3, 259–264.
- Sinonott M., 2008.** Carbohydrate chemistry and biochemistry, structure and mechanism. RSC Publishing, UK, 23–28.
- Zakon o bezbednosti hrane, 2009.** Službeni glasnik RS, br. 41/2009, 77–99.

Papers belonging to the category other than original scientific papers can contain chapters titled by choice of the author.

Papers are submitted by mail (on CD-ROM) or by e-mail:

1. Institut za higijenu i tehnologiju mesa – za časopis „Tehnologija mesa“ – Kaćanskog 13, P. fah 33–49
11000 Beograd
Republika Srbija
2. e-mail: institut@inmesbgd.com
aurelija@inmesbgd.com

EDITORIAL BOARD

CIP - Katalogizacija u publikaciji
Narodna biblioteka Srbije, Beograd

664.9

TEHNOLOGIJA mesa : naučni časopis = Meat
Technology : scientific journal / glavni i
odgovorni urednik Aurelija Spirić. - God. 1,
br. 1 (1960)- . - Beograd (Kačanskog 13) :
Institut za higijenu i tehnologiju mesa,
1960- (Beograd : Beoknjiga). - 30 cm

Tri puta godišnje
ISSN 0494-9846 = Tehnologija mesa
COBISS.SR-ID 2948098

