

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

tehnologija mesa

meat technology

God.	Br.	Beograd,
54	2	2013
Vol.	No.	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, Republika Srbija
Faculty of Veterinary Medicine, Belgrade, Republic of Serbia

Dr Andrzej Borys

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

Prof. dr Sava Bunčić

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

Prof. dr Luca Cocolin

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

Prof. dr Radoslav Grujić

Tehnološki fakultet, Banja Luka, Bosna i Hercegovina
Faculty of Technology, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina

Prof. dr Andrej B. Lisicn

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, Republika Srbija
Institute of Meat Hygiene and Technology, Belgrade, Republic of Serbia

Prof. dr Milica Petrović

Poljoprivredni fakultet, Beograd, Republika Srbija
Faculty of Agricultural Science, Belgrade, Republic of Serbia

Dr Zlatica Pavlovski

Institut za stočarstvo, Beograd, Republika Srbija
Institute of Animal Husbandry, Belgrade, Republic of Serbia

Prof. dr Radomir Radovanović

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

Prof. dr Ilija K. Vuković

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

Dr Milan Ristić

Penzionisan, Max Rubner Institut, Savezni istraživački zavod za ishranu i
životne namirnice, Kulmbach, Nemačka
Retired, Max Rubner Institute, Federal Research Centre for Food and
Nutrition, Kulmbach, Germany

Dr Vesna Đorđević

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

Dr Dragan Rogan

Univerzitet Guelph, Katedra za patobiologiju, Ontario, Kanada
University of Guelph, Department of Pathobiology, Ontario, Canada

Dr Galia Zamaratskia

Švedski univerzitet za poljoprivredne nauke, Department za nauku o hrani,
Uppsala, Švedska
Swedish University of Agricultural Science, Department of Food Science,
Uppsala, Sweden

Dr Aurelija Spirić

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

Dr Slobodan Lilić

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

Prof. dr Mitre Stojanovski

Fakultet za biotehničke nauke, Bitolj, Republika Makedonija
Faculty of Biotechnical Sciences, Bitola, Republic of Macedonia

Prof. dr Zlatko Pejkovski

Fakultet za poljoprivredne nauke i hranu, Skoplje, Republika Makedonija
Faculty of Agricultural Science and Food, Skopje, Republic of Macedonia

Dr Jasna Đinović-Stojanović

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

Prof. dr Klaus Troeger

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

Dr Dragan Milićević

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

Prof. dr Fredie Schwägele

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

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

Prof. dr Miloš Pavlović

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

Dr Irina Černuha

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

Dr Branko Velebit

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

Dr Dragojlo Obradović

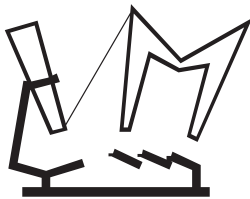
Poljoprivredni fakultet, Katedra za tehnološku mikrobiologiju, Beograd,
Republika Srbija
Faculty of Agriculture, Department for Technological Microbiology,
Belgrade, Republic of Serbia

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 dva 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 two 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, EBSCO Publishing i AGRIS 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, EBSCO Publishing and AGRIS Database.



tehnologija mesa

naučni časopis

Tehnologija mesa God. 54 Br. 2 Str. 89–179 Beograd 2013

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 Vesna Matekalo-Sverak

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK
Dr Aurelija Spirić

UREDNICI TEMATSKIH OBLASTI

Dr Slobodan Lilić – tehnologija, kvalitet
i bezbednost mesa, proizvoda od mesa

Dr Branko Velebit – mikrobiologija

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

Dr Aurelija Spirić – hemijske metode
ispitivanja

LEKTOR ZA SRPSKI JEZIK
Branka Marković

LEKTOR ZA ENGLJSKI JEZIK
Olga Devečerski

TEHNIČKO UREĐENJE
Dr Danijela Šarčević
Slaviša Šobot

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 5000,00 din.
Uplate se mogu vršiti na tekući
račun Instituta broj 205-7803-56 kod
Komercijalne banke AD Beograd, sa
naznakom „pretplata na časopis“.

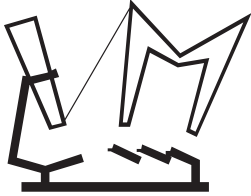
Cena godišnje pretplate za časopis za
inostranstvo iznosi: 100 eura. Naručuje
se kod: Institut za higijenu i tehnologiju
mesa, P.O. Box 33-49, Kačanskog 13,
11000 Beograd, Republika Srbija.

Kompjuterska obrada i štampa
„Naučna KMD“, Beograd
www.naucnakmd.com
Tiraž 100 primeraka

SADRŽAJ

- **Ocena uslova dobrobiti svinja tokom omamljivanja u odnosu na dan u nedelji**
Karabasil Neđeljko, Dokmanović Marija, Dimitrijević Mirjana, Teodorović Vlado, Kojičić Stefanović Jasmina, Glamočlija Nataša, Baltić Ž. Milan 89
- **Totalno upravljanje kvalitetom u proizvodnji i distribuciji goveđeg mesa**
Petrović Zoran, Milićević Dragan, Parunović Nenad 97
- **Ispitivanje mikrobiološke kontaminacije površina koje dolaze u kontakt sa mesom u objektu za preradu mesa**
Ivanović Jelena, Baltić Ž. Milan, Karabasil Neđeljko, Dimitrijević Mirjana, Antić Nenad, Janjić Jelena, Đorđević Jasna 110
- **Mikrobiološki status pilećeg mehanički separisanog mesa**
Jovanović Jelena, Borović Branka, Velebit Branko, Lakićević Brankica, Baltić Tatjana, Mitrović Radmila, Milijašević Milan 117
- **Procena unosa kadmijuma hranom u Srbiji**
Janković Saša, Nikolić Dragica, Stefanović Srđan, Radićević Tatjana, Spirić Danka, Petrović Zoran 123
- **Ispitivanje mogućnosti detekcije fluorohinolona u tkivima bubrega šarana mikrobiološkom difuzionom metodom**
Đorđević Vesna, Kilibarda Nataša, Baltić Ž. Milan, Ćirković Miroslav, Dimitrijević Mirjana, Trbović Dejana, Parunović Nenad 130
- **Karakteristike boje i teksture fermentisane „Užičke“ kobasice proizvedene na tradicionalan način**
Vesković Moračanin Slavica, Karan Dragica, Trbović Dejana, Okanović Đorđe, Džinić Natalija, Jakanović Marija 137
- **Mogućnosti proizvodnje pileće jetrene paštete sa smanjenim sadržajem natrijum-hlorida**
Lilić Slobodan, Branković Lazić Ivana, Jovanović Jelena, Matekalo-Sverak Vesna, Karan Dragica, Milanović-Stevanović Mirjana, Đorđević Mirjana 144
- **Uticaj smanjenog sadržaja natrijum-hlorida na proces fermentacije i kvalitet suvih fermentisanih kobasica**
Lilić Slobodan, Borović Branka, Vranić Danijela 150
- **Stavovi i navike školske dece u Srbiji u konzumiranju mesa**
Šarčević Danijela, Đorđević Vesna, Petronijević Radivoj, Matekalo-Sverak Vesna, Karabasil Neđeljko, Popović Ljuba, Janković Vesna 160
- **Nanotehnologija i njena potencijalna primena u industriji mesa**
Baltić Ž. Milan, Bošković Marija, Ivanović Jelena, Dokmanović Marija, Janjić Jelena, Lončina Jasna, Baltić Tatjana 168
- Uputstvo autorima 176

U FINANSIRANJU ČASOPISA UČESTVUJE:
Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije



meat technology scientific journal

Meat Technology Vol. 54 No. 2 P. 89-179 Belgrade 2013

FOUNDER AND PUBLISHER

**Institute of Meat Hygiene and
Technology**

11000 Belgrade, Kačanskog 13
P.O. Box 33-49
Phone 011/ 2650-655
Fax 011/ 2651-825
e-mail: institut@inmesbgd.com
www.inmesbgd.com

DIRECTOR
Vesna Matekalo-Sverak, PhD

EDITOR IN CHIEF
Aurelija Spirić, PhD

EDITORS OF SCIENTIFIC FIELDS

Slobodan Lilić PhD – technology,
quality and safety of meat, meat products

Branko Velebit PhD – microbiology

Vesna Matekalo-Sverak PhD – food
additives, spices, food components

Aurelija Spirić PhD – analytical
methodology

**PROOFREADER FOR
SERBIAN LANGUAGE**
Branka Marković

**PROOFREADER FOR
ENGLISH LANGUAGE**
Olga Devečerski

TECHNICAL EDITION
Danijela Šarčević PhD
Slaviša Šobot

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.

Subscription

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

CONTENTS

- **Assessment of welfare conditions during stunning of pigs with respect to the day of the week**
Karabasil Neđeljko, Dokmanović Marija, Dimitrijević Mirjana, Teodorović Vlado, Kojičić Stefanović Jasmína, Glamočlija Nataša, Baltić Ž. Milan 89
- **Total quality management in beef production and distribution**
Petrović Zoran, Milićević Dragan, Parunović Nenad 97
- **Investigation of the microbiological contamination of contact surfaces in meat processing facilities**
Ivanović Jelena, Baltić Ž. Milan, Karabasil Neđeljko, Dimitrijević Mirjana, Antić Nenad, Janjić Jelena, Đorđević Jasna 110
- **Microbiological status of mechanically separated poultry meat**
Jovanović Jelena, Borović Branka, Velebit Branko, Lakićević Brankica, Baltić Tatjana, Mitrović Radmila, Milijašević Milan 117
- **Estimated intake of cadmium through food consumption in Serbia**
Janković Saša, Nikolić Dragica, Stefanović Srđan, Radićević Tatjana, Spirić Danko, Petrović Zoran 123
- **Investigation of the possibility of detection of fluoroquinolones in carp kidney by microbiological diffusion method**
Đorđević Vesna, Kilibarda Nataša, Baltić Ž. Milan, Ćirković Miroslav, Dimitrijević Mirjana, Trbović Dejana, Parunović Nenad 130
- **Colour and texture characteristics of “Užička” fermented sausage produced in the traditional way**
Vesković Moračanin Slavica, Karan Dragica, Trbović Dejana, Okanović Đorđe, Džinić Natalija, Jokanović Marija 137
- **Production of chicken liver pâté with reduced sodium chloride content**
Lilić Slobodan, Branković Lazić Ivana, Jovanović Jelena, Matekalo-Sverak Vesna, Karan Dragica, Milanović-Stevanović Mirjana, Đorđević Mirjana 144
- **Influence of reduced sodium chloride content on the fermentation and quality of dry fermented sausages**
Lilić Slobodan, Borović Branka, Vranić Danijela 150
- **The attitudes and habits of Serbian schoolchildren in consumption of meat**
Šarčević Danijela, Đorđević Vesna, Petronijević Radivoj, Matekalo-Sverak Vesna, Karabasil Neđeljko, Popović Ljuba, Janković Vesna 160
- **Nanotechnology and its potential applications in meat industry**
Baltić Ž. Milan, Bošković Marija, Ivanović Jelena, Dokmanović Marija, Janjić Jelena, Lončina Jasna, Baltić Tatjana 168
- Guidelines for the authors** 178

Ocena uslova dobrobiti svinja tokom omamljivanja u odnosu na dan u nedelji

Karabasil Neđeljko¹, Dokmanović Marija¹, Dimitrijević Mirjana¹, Teodorović Vlado¹, Kojičić Stefanović Jasmina², Glamočlija Nataša¹, Baltić Ž. Milan¹

S a d r ŝ a j: Pravilno omamljivanje životinja je važno, kako zbog poštovanja dobrobiti životinja, tako i zbog postizanja što boljeg kvaliteta mesa. Uslovi u kojima se obavlja postupak omamljivanja i rezultat izvođenja ove operacije u praksi mogu da variraju, zahvaljujući brojnim faktorima. Stoga je cilj ovog rada bio da se ispituju uslovi dobrobiti svinja tokom omamljivanja u odnosu na radni dan u nedelji. Ispitivanje je obavljeno na 100 svinja različite genetske osnove i različite starosti i mase pre klanja tokom pet radnih dana. Tokom omamljivanja svinja praćeni su sledeći parametri: postavljanje elektroda na pravilno mesto na glavi životinje; aplikacija struje tek nakon postavljanja elektroda na glavu životinje; dužina vremena aplikacije električne struje kao i primenjena jačina, frekvencija i napon struje; dužina vremena od omamljivanja do iskrvarenja; prisustvo ili odsustvo toničnih, kloničnih grčeva, kao i ritmičnog disanja i ponavljanja postupka omamljivanja. U ovoj studiji utvrđeno je nepravilno postavljanje elektroda kod 40–70% svinja, postavljanje elektroda pod naponom kod 5–45% svinja, aplikacija struje varijabilnog napona (135–280 V), jačine 1,3 A i učestalosti 800 Hz u trajanju od 6,90 do 17,55 sekundi, interval od omamljivanja do iskrvarenja od 48,62 do 91,25 sekunde, prisustvo toničnih i kloničnih grčeva, kao i ritmičnog disanja kod 65–85%, 45–75%, odnosno 10–75% svinja. Postupak omamljivanja ponavljen je kod 5–15% svinja. Pored toga, primećeno je pogoršanje većine parametara pri kraju nedelje. Ovi rezultati ukazuju na loše sproveden postupak omamljivanja koji je posledica nedovoljne obučenosti radnika, ali i njihove zamorenosti pri kraju nedelje.

Ključne reči: dobrobit, omamljivanje, svinje.

Uvod

Obaveza čoveka je da, pored očuvanja vrste, brine i o zaštiti života i dobrobiti svake jedinke, naročito domaćih životinja, čiji opstanak zavisi od nje-gove neposredne brige. Životinje su emocionalna bića i mogu da osećaju bol, patnju, stres, strah i paniku. Aspekt dobrobiti životinja je sve više u sferi interesovanja, kako stručne i naučne, tako i šire javnosti. Stav potrošača i njihov odnos prema kvalitetu mesa predstavlja važnu informaciju za proizvođače i ima direktan uticaj na profit (Baltić i dr., 2002; Baltić i Karabasil, 2005; Baltić i dr., 2010). Sve veća zabrinutost potrošača, ali i državnih organa za oblast dobrobiti životinja vodila je ka pooštavanju zakonske regulative i uvođenju standarda koji, uz zakonsku regulativu, treba da unaprede sprovođenje adekvatnog odnosa prema životinjama (Karabasil i dr., 2011). U pogledu dobrobiti postoje zakonske odredbe u Evropskoj uniji koje nalažu da životinje u toku

klanja moraju biti nesvesne, da ne smeju osećati bol i da u takvom stanju moraju ostati dok ne nastane potpun gubitak moždanih funkcija zbog iskrvarenja (Anon., 1993). Isti zahtevi su postavljeni i u našoj zemlji, gde, prema članu 28. Zakona o dobrobiti životinja (Anon., 2009), životinje se pre klanja moraju omamiti na način kojim se prouzrokuje trenutni gubitak svesti. Kada su životinje omamljene, podizanje na visoki kolosek i klanje ne izazivaju uznemirenost, bol, patnju i stres (Anon., 2004b).

Pored toga, postupci sa svinjama neposredno pre klanja imaju veliki uticaj na kvalitet mesa (Van der Wal i dr., 1997). Van der Wal i dr. (1999) su pokazali da delovanje stresa jedan minut pre klanja doprinosi smanjenju pH vrednosti i povećanju temperature mesa 45 minuta posle klanja, kao i slabijoj sposobnosti vezivanja vode.

Klanje svinja sastoji se iz dve operacije, omamljivanja i iskrvarenja. Efikasnost iskrvarenja zavisi od niza faktora. Ukoliko iskrvarenje ne uspe, ili je

Napomena: Rad je finansiran sredstvima projekta broj TR 31034 Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

¹Univerzitet Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Bulevar oslobođenja 18, 11000 Beograd, Republika Srbija;

²Republička veterinarska inspekcija, 15000 Šabac, Republika Srbija.

nepotpuno, postoji opasnost da se životinje povrate na liniji za iskrvavljenje. Pored problema dobrobiti životinja, tu su i mogući efekti na kvalitet mesa i rezidualni sadržaj krvi (Meiler i dr., 2005). Za omamljivanje svinja mogu da se koriste različiti postupci (električna struja, gasovi i dr.). Kod svinja je još uvek najčešći način omamljivanja električnom strujom, pri čemu se koriste uređaji različite konstrukcije. Uslovi u kojima se obavlja postupak omamljivanja i rezultat izvođenja ove operacije u praksi mogu varirati, zahvaljujući brojnim faktorima, pa bi, iz tog razloga, trebalo redovno proveravati uspešnost omamljivanja životinja korišćenjem objektivnih mera (Grandin, 2001; Grandin, 2010a; Grandin, 2010b). Jedan od rizičnih faktora tokom omamljivanja je brza linija klanja, kada su radnici primorani da obrade veliki broj životinja za što kraće vreme (Anon., 2004b). Ovakav vid posla radnike iscrpljuje fizički i mentalno, a posledice se, najčešće, ogledaju u narušavanju dobrobiti životinja i njihovoj patnji, što je najizraženije na kraju radnog dana i radne nedelje (Anon., 2003; Anon., 2013). Iz tih razloga je cilj ovog rada bio da se ispituju uslovi dobrobiti svinja tokom omamljivanja u klanici u odnosu na radni dan u nedelji.

Materijal i metode rada

Kao materijal za ovaj rad korišćeni su podaci koji se odnose na aspekte uslova dobrobiti 100 svinja tokom pet radnih dana (20 svinja po danu ispitivanja) na mestu omamljivanja električnom strujom u jednoj klanici. Svinje su bile sa različitih farmi, različite genetske osnove (landras, jorkšir, durok, pietren, hempšir i njihovi hibridi), kao i različite starosti i mase pre klanja (od 90 do 200 kg). Svinje su omamljene u boksu za omamljivanje, u grupama od 15–20 životinja. Omamljivanje je izvedeno postavljanjem elektroda na glavu životinje. Nakon omamljivanja svinje su podignute na visoki kolosek, a zatim iskrvarene. Trupovi su obrađeni uobičajenim industrijskim postupkom.

Uslovi dobrobiti svinja tokom omamljivanja ispitani su na osnovu praćenja sledećih parametara:

1. postavljanje elektroda na pravilno mesto na glavi životinje;
2. aplikacija struje tek nakon postavljanja elektroda na glavu životinje, odnosno postavljanja elektroda koje nisu pod naponom;
3. dužina vremena aplikacije električne struje kao i primenjene jačine, frekvence i napona struje;
4. dužina vremena od omamljivanja do iskrvarenja;

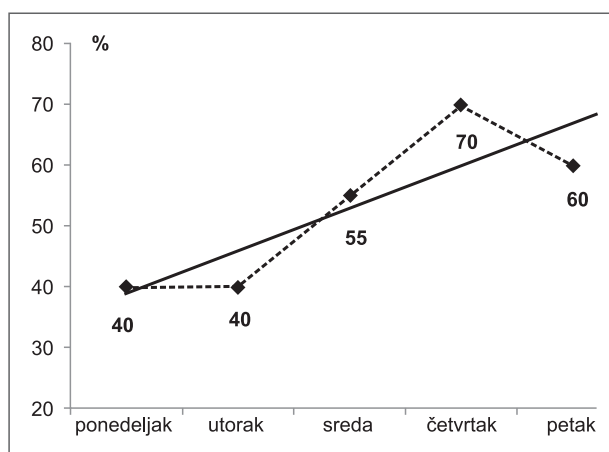
5. prisustva ili odsustva toničnih, kloničnih grčeva, kao i ritmičnog disanja;
6. ponavljanje postupka omamljivanja.

Svi podaci su statistički obrađeni korišćenjem programa GraphPad Prism 5.00. Za utvrđivanje statistički značajnih razlika u učestalosti parametara između dva različita dana korišćen je hi-kvadrat test. Za ispitivanje signifikantnih razlika između prosečnih vrednosti vremena aplikacije struje, kao i vremena od omamljivanja do iskrvarenja više različitih dana korišćen je grupni test, ANOVA i pojedinačan Tukey test. Signifikantnost razlika utvrđena je na nivoima značajnosti od 5%, 1% i 0,1%.

Rezultati i diskusija

U grafikonu 1 prikazan je trend nepravilnog postavljanja elektroda na glavu životinje u toku radne nedelje. Nepravilno postavljanje elektroda u ponedeljak i utorak zapaženo je kod 40% životinja, da bi se tokom nedelje povećavalo i bilo najveće u četvrtak (70% svinja). Učestalost nepravilnog postavljanja elektroda u četvrtak je imala tendenciju ($p < 0,06$) da bude statistički značajno veća u odnosu na učestalost ovog parametra izmerenog u ponedeljak i utorak (tabela 1).

Tokom radne nedelje povećavala se učestalost postavljanja elektroda pod naponom na glavu životinje (grafikon 2). Najmanja učestalost utvrđena je u utorak (5%), a najveća u petak (45%). Statistički značajna razlika u posmatranom parametru utvrđena



Grafikon 1. Nepravilno postavljanje elektroda na glavu životinje

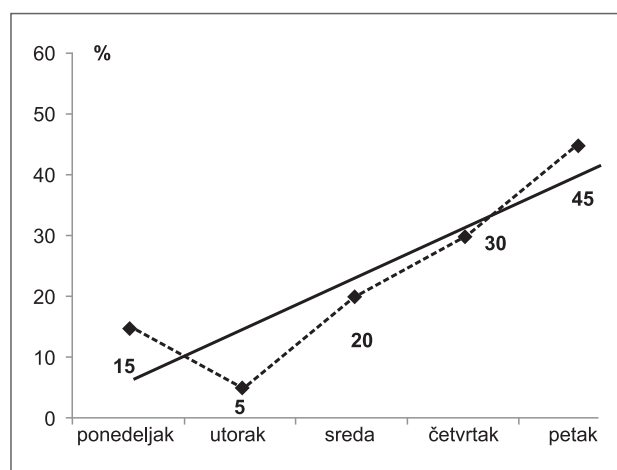
Graph 1. Improper placement of electric tongs on the head of the animal

Legenda/Legend: Ponedeljak/Monday; Utorak/Tuesday; Sreda/Wednesday; Četvrtak/Thursday; Petak/Friday

Tabela 1. Statistička značajnost razlike između dana u nedelji u odnosu na mesto postavljanja elektroda na glavu životinje**Table 1.** The statistical significance of differences between days of the week in relation to the placement of electrodes

Dani u nedelji/ Days of Week	Utorak/ Tuesday	Sreda/ Wednesday	Četvrtak/ Thursday	Petak/ Friday
Ponedeljak/Monday	ns	ns	†	ns
Utorak/Tuesday	–	ns	†	ns
Sreda/Wednesday		–	ns	ns
Četvrtak/Thursday			–	ns

Legenda/Legend: ns – nije statistički značajno/statistically not significant; † – $p < 0,06$

**Grafikon 2.** Postavljanje elektroda koje su pod naponom na glavu životinje**Graph 2.** Placement of energized electrodes on the head of the animal

Legenda/Legend: Ponedeljak/Monday; Utorak/Tuesday; Sreda/Wednesday; Četvrtak/Thursday; Petak/Friday

je između ponedeljka i petka ($p < 0,05$), utorka i četvrtka ($p < 0,05$), odnosno utorka i petka ($p < 0,01$). Pored toga, učestalost praćenog parametra u petak je težila da bude statistički značajno veća ($p < 0,09$) u odnosu na sredu (tabela 2).

Prilikom omamljivanja svinja korišćena je struja varijabilnog napona (135–280 V), jačine 1,3 A i učestalosti 800 Hz. Prosečno vreme aplikacije struje bilo je od 6,90 sekundi (petak) do 17,55 sekundi (ponedeljak). Ovaj parametar se statistički značajno razlikovao između svih poređenih dana ($p < 0,01$), osim između utorka i četvrtka, odnosno srede i petka (tabela 3). Prosečno vreme od omamljivanja do iskrvarenja bilo je najveće u sredu (91,25 sekundi), a najmanje u četvrtak (48,62 sekundi). Poređeni dani su se statistički značajno razlikovali u ovom parametru ($p < 0,05$ i $p < 0,01$), a statistički značajna razlika nije utvrđena između ponedeljka, četvrtka i petka, odnosno utorka i srede (tabela 4).

Prisustvo toničnih grčeva nakon omamljivanja se smanjivalo tokom nedelje i bilo je najmanje

Tabela 2. Statistička značajnost razlike između dana u nedelji u odnosu na aplikaciju struje tek pošto su postavljene elektrode**Table 2.** The statistical significance of differences between days of the week in relation to the placement of energized electrodes

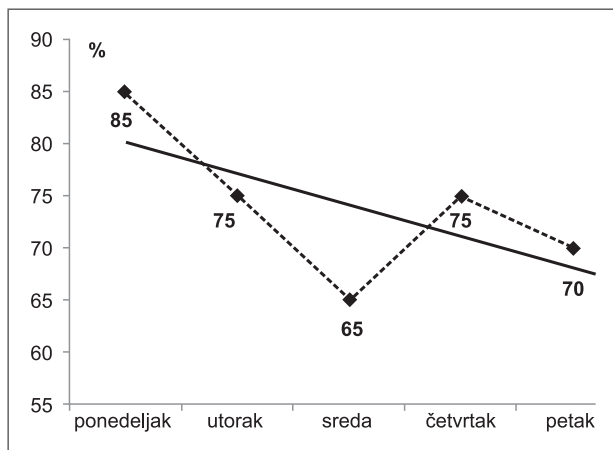
Dani u nedelji/ Days of Week	Utorak/ Tuesday	Sreda/ Wednesday	Četvrtak/ Thursday	Petak/ Friday
Ponedeljak/Monday	ns	ns	ns	*
Utorak/Tuesday	–	ns	*	**
Sreda/Wednesday		–	ns	†
Četvrtak/Thursday			–	ns

Legenda/Legend: ns – nije statistički značajno/statistically not significant; † – $p < 0,09$; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Tabela 3. Statistička značajnost razlike između dana u nedelji u odnosu na vreme aplikacije struje (s)
Table 3. The statistical significance of differences between days of the week in relation to the duration of current application (s)

Dani u nedelji/ Days of Week	\bar{X}	Sd	Se	Min	Max	Cv (%)
Ponedeljak/Monday	17,55 ^{ABCD}	3,36	0,75	12,00	26,00	19,15
Utorak/Tuesday	12,75 ^{A^{EF}}	4,33	0,97	7,00	20,00	33,96
Sreda/Wednesday	7,15 ^{B^{EG}}	2,41	0,54	3,00	13,00	33,71
Četvrtak/Thursday	13,35 ^{C^{GH}}	5,40	1,21	3,00	25,00	40,45
Petak/Friday	6,90 ^{D^{FH}}	3,43	0,77	3,00	13,00	49,71

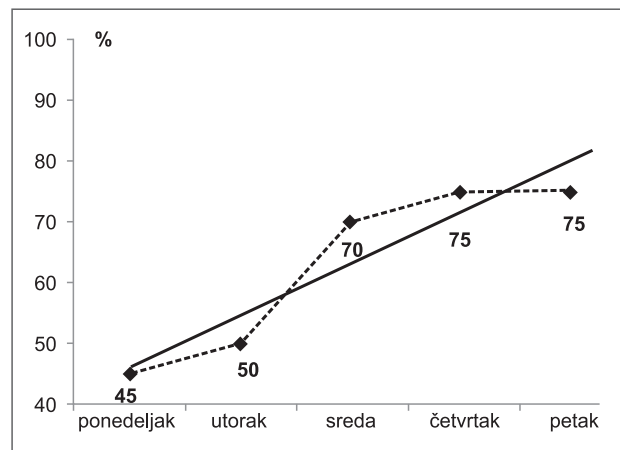
Legenda/Legend: srednje vrednosti obeležene istim slovom označavaju statistički značajnu razliku/mean values marked with the same letter indicate statistically significant difference: A,B,C... – (p < 0,01).



Grafikon 3. Prisustvo toničnih grčeva kod ispitanih životinja

Graph 3. The presence of tonic convulsions in animals

Legenda/Legend: Ponedeljak/Monday; Utorak/Tuesday; Sreda/Wednesday; Četvrtak/Thursday; Petak/Friday.



Grafikon 4. Prisustvo kloničnih grčeva kod ispitanih životinja

Graph 4. The presence of clonic convulsions in animals

Legenda/Legend: Ponedeljak/Monday; Utorak/Tuesday; Sreda/Wednesday; Četvrtak/Thursday; Petak/Friday.

Tabela 4. Statistička značajnost razlike između dana u nedelji u odnosu na vreme od omamljivanja do iskrvarenja (s)

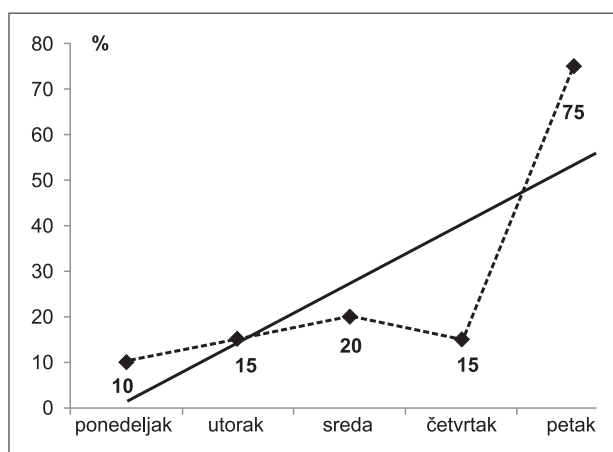
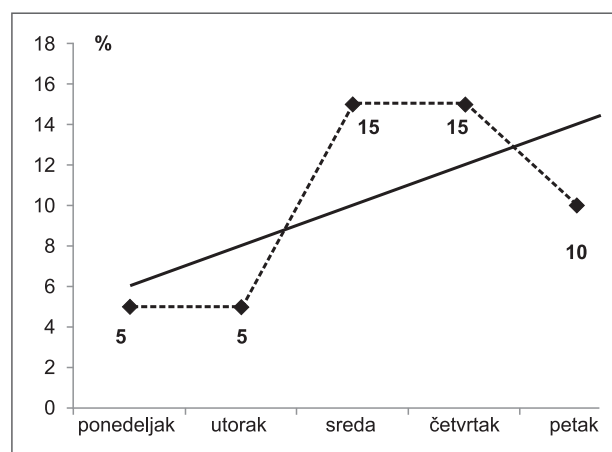
Table 4. The statistical significance of differences between days of the week in relation to the duration of stun to bleed interval (s)

Dani u nedelji/ Days of Week	\bar{X}	Sd	Se	Min	Max	Cv (%)
Ponedeljak/Monday	65,10 ^{AB}	16,56	3,70	45,00	107,00	25,44
Utorak/Tuesday	89,90 ^{A^{Ca}}	24,40	5,46	50,00	134,00	27,14
Sreda/Wednesday	91,25 ^{B^{Db}}	37,18	8,32	54,00	180,00	40,75
Četvrtak/Thursday	48,62 ^{CD}	7,59	1,66	37,00	63,00	15,62
Petak/Friday	67,71 ^{ab}	18,87	4,12	46,00	126,00	27,87

Legenda/Legend: srednje vrednosti obeležene istim slovom označavaju statistički značajnu razliku/mean values marked with the same letter indicate statistically significant difference: a,b – (p < 0,05); A,B,C... – (p < 0,01).

Tabela 5. Statistička značajnost razlike između dana u nedelji u odnosu na prisustvo kloničnih grčeva kod ispitanih životinja**Table 5.** The statistical significance of differences between days of the week in relation to the presence of clonic convulsions in animals

Dani u nedelji/ Days of Week	Utorak/ Tuesday	Sreda/ Wednesday	Četvrtak/ Thursday	Petak/ Friday
Ponedeljak/Monday	ns	†	*	*
Utorak/Tuesday	–	ns	†	†
Sreda/Wednesday		–	ns	ns
Četvrtak/Thursday			–	ns

Legenda/Legend: ns – nije statistički značajno/statistically not significant; † – $p < 0,11$; * – $p < 0,05$.**Grafikon 5.** Prisustvo ritmičnog disanja kod ispitanih životinja**Graph 5.** The presence of rhythmic breathing in animals**Legenda/Legend:** Ponedeljak/Monday; Utorak/Tuesday; Sreda/Wednesday; Četvrtak/Thursday; Petak/Friday.**Grafikon 6.** Ponovljen postupak omamljivanja kod ispitanih životinja**Graph 6.** Repeated stunning procedure in animals**Legenda/Legend:** Ponedeljak/Monday; Utorak/Tuesday; Sreda/Wednesday; Četvrtak/Thursday; Petak/Friday.**Tabela 6.** Statistička značajnost razlike između dana u nedelji u odnosu na prisustvo ritmičnog disanja kod ispitanih životinja**Table 6.** The statistical significance of differences between days of the week in relation to the presence of rhythmic breathing in animals

Dani u nedelji/ Days of Week	Utorak/ Tuesday	Sreda/ Wednesday	Četvrtak/ Thursday	Petak/ Friday
Ponedeljak/Monday	ns	ns	ns	***
Utorak/Tuesday	–	ns	ns	***
Sreda/Wednesday		–	ns	**
Četvrtak/Thursday			–	***

Legenda/Legend: ns – nije statistički značajno/statistically not significant; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

u sredu (65% svinja), a najveće u ponedeljak (85% svinja), (grafikon 3). Između poređenih dana nisu utvrđene statistički značajne razlike (podaci nisu prikazani). Učestalost kloničnih grčeva imala je pozitivan trend tokom nedelje (grafikon 4), gde je statistički značajna razlika utvrđena između ponedeljka i četvrtka, odnosno ponedeljka i petka ($p < 0,05$). Osim toga, učestalost kloničnih grčeva utvrđena u utorak težila je da bude statistički značajno manja u odnosu na četvrtak i petak ($p < 0,11$), kao i učestalost utvrđena u ponedeljak u odnosu na sredu (tabela 5).

Prisustvo ritmičnog disanja je bilo najmanje na početku radne nedelje (10%), a najveće poslednjeg radnog dana u nedelji (75% svinja), (grafikon 5). Pojava ritmičnog disanja bila je statistički značajno veća ($p < 0,01$ i $p < 0,001$) u petak u poređenju sa ostalim danima u nedelji (tabela 6). Postupak omamljivanja ponovljen je kod 5–15% svinja (grafikon 6), a između poređenih dana nisu utvrđene statistički značajne razlike (podaci nisu prikazani).

Pravilno omamljivanje životinja je važno, kako zbog poštovanja dobrobiti životinja, tako i zbog postizanja što boljeg kvaliteta mesa. Tokom omamljivanja svinja važno je da se prate parametri koji ukazuju na uspešnost izvođenja ovog postupka (Grandin, 2001; Grandin, 2010a; Grandin, 2010b).

Kada se procenjuje efikasnost omamljivanja strujom koja prolazi samo kroz mozak, tada je potrebno proveriti da li se elektrode postavljaju na pravilno mesto na glavi. Elektrode treba postaviti tako da obuhvate glavu životinje, kako bi struja prošla kroz mozak. Elektrode se postavljaju sa obe strane glave, na mestu iza baze ušnih školjki, ili između ušnih školjki i lateralnih uglova očiju, ili vertikalno, gde se jedna elektroda postavlja na teme, a druga ispod donje vilice (Grandin, 2010b). Elektrode se ne smeju postaviti na vrat ili na neko drugo mesto od preporučenog, jer tada struja neće proći kroz mozak i izostaće omamljivanje (Grandin, 2011). Značaj pravilnog postavljanja elektroda za uspešno omamljivanje utvrdili su Lammens i dr. (2006), u čijoj studiji 1,8% svinja nije bilo efikasno omamljeno zbog nepravilnog postavljanja elektroda. Dokmanović i dr. (2012) su ustanovili nepravilno postavljanje elektroda kod velikog broja svinja (od 55% do 83%). Visoka učestalost nepravilnog postavljanja elektroda zapažena je i u ovoj studiji (od 40 do 70%), s tim da se učestalost povećavala pri kraju nedelje. Nepravilno postavljanje elektroda u ovako velikom broju slučajeva je najverovatnije zbog činjenice što životinje prilikom omamljivanja nisu bile obuzdane, kada je veoma teško elektrode postaviti pravilno, ali i zbog nedovoljne obuke radnika. Pored toga, lošiji rezultati pri kraju radne nedelje su posledica zamorenosti

radnika, posebno zbog toga što se na mestu omamljivanja svinja nalazio uvek isti radnik.

Tek nakon što se elektrode postave na pravilno mesto, struja se može aplikovati. Ukoliko se struja aplikuje pre nego što se elektrode čvrsto postave, životinja će osetiti strujni šok i oglasiti se, pri čemu se takvim postupkom narušava dobrobit životinja, a u mesu tih svinja zapažaju se tačkasta krvarenja (Grandin, 2010b). Dokmanović i dr. (2012) su utvrdili postavljanje elektroda pod naponom kod 24–85% svinja. Iako je u ovoj klanici uređaj za omamljivanje imao prekidač za aplikaciju struje, utvrđena je visoka učestalost postavljanja elektroda pod naponom na telo svinja (5–45%). Pored toga, utvrđeno je da se nepravilna praksa povećavala pri kraju nedelje, što se kao i za prethodni parametar može objasniti zamorenošću radnika.

Kako bi se izazvao trenutani, bezbolan, gubitak svesti neophodno je da struja dovoljne jačine prođe kroz mozak i izazove „grand mal“ epileptični napad. Ukoliko se struja nedovoljne jačine propusti kroz mozak, životinja će osetiti bol, električni šok ili simptome srčanog udara, a pri tom može biti paralizovana (Grandin, 2010b). Iz tih razloga se preporučuje da jačina struje za svinje mase oko 100 kg iznosi najmanje 1,25 ampera, a za svinje veće mase 2,0 ampera ili više (Anon., 2010). Većina aparata za omamljivanje radi pri naponu od 220 V i frekvenci od 50 Hz. Danas su sve više u upotrebi aparati za omamljivanje koji rade na 800 Hz, čime se postiže bolji kvalitet mesa, jer je smanjena pojava tačkastih krvarenja u mesu (Grandin, 2010b). U klanici u kojoj sa realizovana ova ispitivanja parametri struje su bili u skladu sa preporukama za svinje mase oko 100 kg. Međutim, kako je u ispitivanoj grupi bilo svinja mase i do 200 kg, za njih navedene vrednosti parametara nisu bile dovoljne da izazovu efikasno omamljivanje.

Zadata vrednost jačine struje se postiže u okviru prve sekunde aplikacije, a zatim je neophodno aplikovati struju još 1–3 sekunde, kako bi se postiglo efikasno omamljivanje (Grandin, 2011). U ovom istraživanju utvrđene su visoke vrednosti jačine struje za vreme aplikacije (od 6,90 do 17,55 sekundi), što je moglo da dovede do srčanog udara, pojave tačkastih krvarenja u mesu i slabijeg kvaliteta mesa.

Ukoliko se svinje omamljuju strujom koja prolazi samo kroz mozak, tada je neophodno započeti iskrvarenje najkasnije do 30 sekundi od aplikacije struje, a najbolje u prvih 10 sekundi, kako se ne bi osvestila (Grandin, 2011). Pored toga, ovakva praksa smanjuje pojavu tačkastih krvarenja u mesu, jer se presecanjem krvnih sudova smanjuje visok krvni pritisak koji nastaje usled aplikovanja struje. Prema

preporukama OIE (World Organisation for Animal Health, Svetska organizacija za zdravlje životinja) najduži interval od omamljivanja do klanja može da bude 20 sekundi, a prema preporukama EFSA (European Food Safety Authority, Evropska agencija za bezbednost hrane), treba 15 sekundi. *Dokmanović i dr.* (2012) su utvrdili da je prosečno vreme od omamljivanja do iskrvarenja bilo u okviru preporuka (2,44 sekunde), dok je u našoj studiji bilo neprihvatljivo dugo (od 48,62 do 91,25 sekundi). Loša praksa u klanici u kojoj su sprovedena istraživanja je posledica neusklađenog postupka omamljivanja i brzine linije klanja. Naime, svinje su omamljene u većim grupama (od 15 do 20), a zatim podizane na visoki kolosek, gde je, zbog spore linije klanja, bilo potrebno više od 30 sekundi da svinja dođe do mesta za iskrvarenje. Dug period od omamljivanja do iskrvarenja dovodi do osveščivanja životinja, što je neprihvatljivo sa stanovišta dobrobiti i nijedna procedura se ne sme započeti na životinjama koje nisu pravilno omamljene, već se one moraju ponovo omamiti (*Grandin*, 2010b).

Znak da je svinja pravilno omamljena je pojava „*grand mal*“ epileptičnog napada u toku koga se javljaju, prvo tonični, a zatim i klonični grčevi (*Anil*, 1991). Nakon aplikovanja struje nastaju tonični grčevi mišića nogu koji traju 10–15 sekundi, kada se preporučuje da se životinji prerežu krvni sudovi. Nakon toga započinju klonični grčevi ekstremiteta, u vidu koračanja, trčanja ili jakih udaraca, koji traju oko 30 sekundi (*McKinstry i Anil*, 2004). U istraživanju *Dokmanovića i dr.* (2012) tonični grčevi su bili prisutni kod svih životinja, dok klonični samo kod 26% svinja. Prisustvo toničnih grčeva u ovoj studiji zapaženo je kod 65–85% svinja, a prisustvo kloničnih kod 45–75% svinja, sa pozitivnim trendom tokom nedelje. Izostanak toničnih i kloničnih grčeva, zajedno sa pojavom refleksa koji ukazuju na vraćanje svesti, jasno pokazuju da svinje u ovoj klanici nisu bile uspešno omamljene. Naime, *McKinstry i Anil* (2004) su našli da se refleksi koji ukazuju na vraćanje svesti pojavljuju nakon 37 sekundi (kornealni

refleks), 44 sekunde (ritmično disanje), odnosno nakon 59 sekundi od omamljivanja (refleks uspravljanja). U ovoj studiji pojava ritmičnog disanja utvrđena je kod velikog broja životinja (od 10 do 75%), što je neprihvatljivo prema *Grandin* (2010b), jer od omamljivanja do smrti nijedna svinja ne sme da pokazuje znake osveščivanja. Osim toga, primećeno je pogoršanje situacije posebno pri kraju nedelje.

U ispitivanjima *Anil i McKinstry* (1993) 15,6% svinja nije bilo uspešno omamljeno pri prvom pokušaju, što može biti posledica aplikacije struje nedovoljne jačine, nedovoljno dugo vremena, nepravilnog postavljanja elektroda, ili usled dugog intervala od omamljivanja do iskrvarenja, pa se životinja u međuvremenu osvesti. U svim ovim slučajevima neophodno je svinje što pre ponovo omamiti, kako dobrobit životinja ne bi bila ugrožena. Međutim, u ovoj studiji veliki broj životinja nije bilo uspešno omamljeno pri prvom pokušaju (od 10 do 75%), a ponovo je omamljeno samo 5–15% svinja, što je neprihvatljivo sa stanovišta dobrobiti. Nepravilno postavljanje elektroda, nedovoljna jačina struje za svinje mase veće od 100 kg, visoka učestalost struje koja dovodi do bržeg vraćanja svesti i, na kraju, predug interval od omamljivanja do iskrvarenja doveli su do neuspešnog omamljivanja većeg broja životinja.

Zaključak

Postupak omamljivanja treba da se obavi u skladu sa preporukama. U ovoj studiji, utvrđeno je nepravilno postavljanje elektroda na glavu životinje, postavljanje elektroda pod naponom, preduga aplikacija struje i predug interval od omamljivanja do iskrvarenja, kao i prisustvo ritmičnog disanja kod velikog broja svinja. Pored toga, primećeno je i pogoršanje situacije, posebno pri kraju nedelje. Ovi rezultati ukazuju na loše sproveden postupak omamljivanja koji je posledica nedovoljne obučenosti radnika, ali i njihove zamorenosti pri kraju nedelje.

Literatura

- Anil M. H.**, 1991. Studies on the return of physical reflexes in pigs following electrical stunning. *Meat Science*, 30, 13–21.
- Anil M. H.**, **McKinstry J. L.**, 1993. An abattoir survey of pig stunning and slaughter in England and Wales. MAFF Report.
- Anon.**, 1993. Council Directive 93/119/EC of 22 December 1993 on the protection of animals at the time of slaughter or killing.
- Anon.**, 2003. „Blood, Sweat and Fear: Workers’ Rights in U.S. Meat and Poultry Plants“. A Human Rights Watch report. 2004. Interview in Northwest Arkansas, August 15, [http://www.hrw.org/reports/2005/usa0105/\(6/2/10\)](http://www.hrw.org/reports/2005/usa0105/(6/2/10)).
- Anon.**, 2004a. „Blood, Sweat and Fear: Workers’ Rights in U.S. Meat and Poultry Plants“. A Human Rights Watch report. [http://www.hrw.org/reports/2005/usa0105/\(6/2/10\)](http://www.hrw.org/reports/2005/usa0105/(6/2/10)).
- Anon.**, 2004b. EFSA – AHAW/04-027. 2004. Welfare Aspects of Animal Stunning and Killing Methods. Scientific Report

- of the Panel for Animal Health and Welfare on a request from the Commission related to welfare aspects of Animal Stunning and killing methods, N° EFSA-Q-2003-093.
- Anon., 2009.** Zakon o dobrobiti životinja, „Službeni glasnik RS”, broj 41/09.
- Anon., 2010.** OIE. Terrestrial Animal Health Code (2007), APPENDIX 3.7.5. Guidelines for the slaughter of animals.
- Anon., 2013.** Slaughterhouse Workers, Food Empowerment Project | (530) 848-4021, <http://www.foodispower.org/slaughterhouse-workers/>.
- Baltić Ž. M., Dragičević O., Karabasil N., 2002.** Trendovi u potrošnji mesa. Zbornik kratakih sadržaja i radova, uvodni referat, štampan u celosti, 14. Savetovanje veterinarina Srbije, Zlatibor od 10. do 14. septembra 2002, 123–130.
- Baltić Ž. M., Karabasil N., 2005.** Veterinarska kontrola proizvodnog procesa klanja stoke. Zbornik radova i kratkih sadržaja, 17. Savetovanje veterinarina Srbije, 7–10. septembar Zlatibor, 123–133.
- Baltić Ž. M., Dimitrijević M., Teodorović V., Karabasil N., Đurić J., Marković R., Pavličević N., 2010.** Meso u tradicionalnoj srpskoj kuhinji. 2. Simpozijum „Bezbednost i kvalitet namirnica animalnog porekla“ 11–12. novembar 2010., Zbornik radova, 44–54.
- Dokmanović M., Karabasil N., Baltić M., Glamočlija N., Teodorović M., Marković R., Pantić S., 2012.** Assessment of Electrical Stunning Effectiveness in Pigs. The First International Symposium on Animal Science, 8–10. November 2012, Belgrade, Serbia, 416–427.
- Grandin T., 2001.** Solving return to sensibility after electrical stunning in commercial pork slaughter plants. Journal of the American Veterinary Medical Association 219, 608–611.
- Grandin T., 2010a.** Auditing animal welfare at slaughter plants, Meat Science, 86, 56–65.
- Grandin T., 2010b.** Recommended Animal Handling Guidelines and Audit Guide, American Meat Institute Foundation, Washington, DC.
- Grandin T., 2011.** Electric Stunning of Pigs and Sheep, <http://www.grandin.com/humane/elec.stun.html>.
- Karabasil N., Dimitrijević M., Miličević D., 2011.** Dobrobit životinja i uticaj na kvalitet mesa. Tehnologija mesa, 52, 1, 182–187.
- Lammens V., Van de Water G., Coenegrachts J., Driessen B., Peeters E., Geers R., 2006.** Head current during and blood splashes after electrical stunning in relation to characteristics of the pig's body. Meat Science, 72, 140–145.
- Meiler D., Troeger F., Moje M., Dederer I., Peschke W., Götz K. U., Stolle A., 2005.** Qualitätssicherung bei der Entblutung von Schlachtschweinen – Einfluß auf die Fleischqualität. Tehnologija mesa, 46, 1–2, 45–50.
- McKinstry J. L., Anil M. H., 2004.** The effect of repeat application of electrical stunning on the welfare of pigs. Meat Science, 67, 121–128.
- van der Wal P. G., Engel B., Hulsegge B., 1997.** Causes for variation in pork quality. Meat Science. 46, 319–327.
- van der Wal P. G., Engel B., Reimert H. G. M., 1999.** The effect of stress, applied immediately before stunning, on pork quality. Meat Science. 53, 101–106.

Assessment of welfare conditions during stunning of pigs with respect to the day of the week

Karabasil Neđeljko, Dokmanović Marija, Dimitrijević Mirjana, Teodorović Vlado, Kojičić Stefanović Jasmina, Glamočlija Nataša, Baltić Ž. Milan

S u m m a r y: Proper stunning is important in order to ensure animal welfare and to improve meat quality. The conditions in which the stunning is performed and the result of procedure may vary in practice due to numerous factors. The aim of this study was to examine the effectiveness of the stunning procedure with respect to the day of the week. The experiment was conducted on 100 pigs of different genetic origin and of different age and live weight during 5 working days (20 pigs per day). Stunning procedure was assessed through the following parameters: placing of electrodes at the proper position on the head; application of energized electrodes; voltage, amperage and frequency of the current; duration of current application and interval from stunning to bleeding; presence of tonic, clonic convulsions, as well as rhythmic breathing and re-stunning. In this study, improper electrode placement was observed in 40–70% of pigs, application of energized electrodes in 5–45% of pigs, duration of current application from 6,90 to 17,55 seconds, and the interval from stunning to bleeding from 48,62 to 91,25 seconds, the presence of tonic and clonic convulsions, and rhythmic breathing in 65–85%, 45–75% and 10–75% of pigs. The stunning procedure was repeated in 5–15% of pigs. In addition, the deterioration of most of the parameters at the end of the week was observed. These results suggest unsuccessful stunning of pigs as a consequence of insufficient staff training, and their fatigue at the end of the week.

Key words: welfare, stunning, pigs.

Rad primljen: 17.09.2013.

Rad prihvaćen: 14.10.2013.

Totalno upravljanje kvalitetom u proizvodnji i distribuciji govedeg mesa

Petrović Zoran¹, Milićević Dragan¹, Parunović Nenad¹

S a d r Ź a j: Totalno upravljanje kvalitetom je koncept upravljanja kvalitetom proizvoda, koji je usmeren na krajnjeg korisnika, odnosno kupca. Primena ovog koncepta u proizvodnji govedeg mesa je, pre svega, uslovljena definicijom kvaliteta govedeg mesa, odnosno šta je krajnji cilj upravljanja kvalitetom, kao i definisanje merljivih parametara kvaliteta. Definisanje fizičkih parametara kvaliteta, kao što su npr. sile smicanja prema Warner-Bratzler-u, uzorka mišića longissimus dorsi može biti prihvaćeno kao rezultujuća merljiva vrednost koja karakteriše kvalitet govedeg mesa oličeno u anglosaksonskom terminu kao „tenderness“, a koji u sebi objedinjuje tri atributa kvaliteta, i to: mekoću, sočnost i ukus mesa. U konceptualni model totalnog upravljanja kvalitetom uključena je i bezbednost proizvoda (goveđe meso) kao komponenta sveukupnog kvaliteta koja se podrazumeva.

Ključne reči: goveđe meso, kvalitet, totalno upravljanje kvalitetom.

Uvod

Generalno gledano, kvalitet hrane je prilično heterogen termin, zbog toga što je on direktno povezan sa individualnom percepcijom kupca kao krajnjeg korisnika. Kvalitet hrane je definisan kao trodimenzionalna kategorija koju čine: traganje, iskustvo i vera (Darby i Karni, 1973). Dimenzija traganja se ogleda u dokućivanju, tj. konstatovanju kvaliteta od strane kupca na mestu kupovine (npr. na osnovu izgleda proizvoda u vitrini ili originalnom pakovanju). Dimenzija iskustva se pronalazi, jedino, u periodu posle kupovine, konzumiranja proizvoda i registrovanja njegovog ukusa i senzornih svojstava. Treća dimenzija kvaliteta hrane je slučaj prosečnog potrošača koji sam nikada ne doživljava i ne sagledava kvalitet proizvoda, već ga kupuje jer je to čuo od drugih (npr. na osnovu informacija iz sredstava informisanja da je organski gajena hrana zdrava), odnosno njegov sud o kvalitetu proizvoda donose drugi (Bech-Larsen i Grunert, 2001; Becker, 1999).

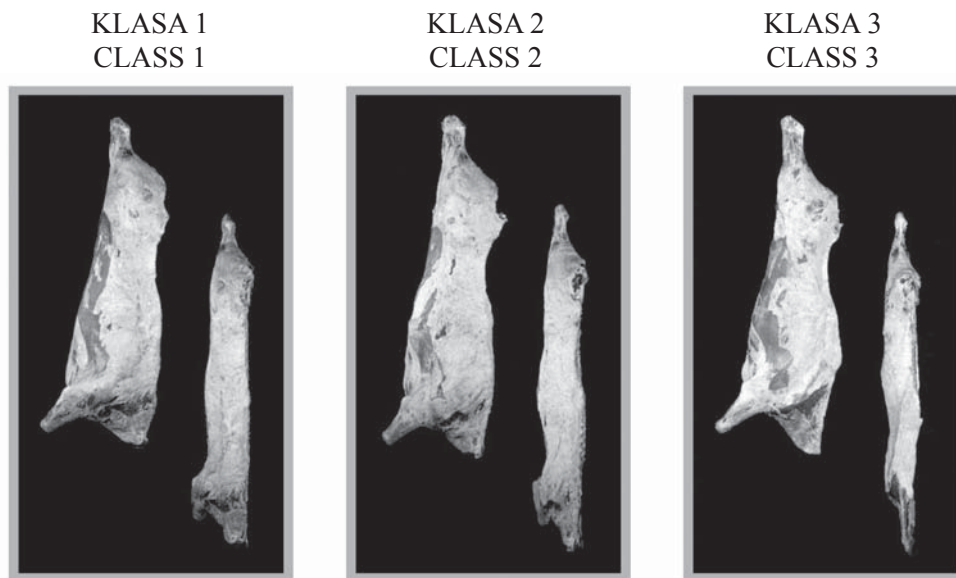
Postojanje usklađene infrastrukture kvaliteta u vidu potpune sledljivosti od staje do trpeze je u današnjem, modernom, svetu postalo standard bez koga se ne može zamisliti snabdevanje potrošača

zdravstveno-bezbednim i kvalitetnim junećim mesom. Imajući u vidu činjenicu da je aspekt bezbednosti hrane („food safety“) u prehrambenoj industriji, a naročito u industriji mesa, postao univerzalna odrednica kvaliteta, bezbednost bi se, mogla svrstati u treću dimenziju kvaliteta hrane. Atributi treće dimenzije kvaliteta su okarakterisani većom potrebom za informacijama. Većina kupaca je spremna da plati takozvanu premijum cenu za proizvode posebno dokazanog kvaliteta. Ova spremnost je daleko veća kada se radi o kupovini proizvoda animalnog u odnosu na proizvode biljnog porekla (Grunert, 2005). Prema Five-Shaw i Rowe, 1996, potrošačka percepcija kvaliteta prilikom kupovine hrane nije stalna, već je promenljiva tokom vremena.

Cilj ovog rada je bio da, na osnovu pregleda literature, pruži informacije o opravdanosti primene principa totalnog upravljanja kvalitetom u sektoru industrije mesa, na primeru proizvodnje govedeg mesa, koja, u perspektivi, može predstavljati obnavljanje izvozne šanse naše zemlje u sektoru industrije mesa. Ovako zamišljen, konceptualni sistem menadžmenta, uz korišćenje procesne kontrole, bi imao za krajnji cilj uticaj na bolji i konzistentan kvalitet govedeg mesa.

Napomena: Rad je deo istraživanja u okviru naučno-istraživačkog projekta u oblasti integralnih i interdisciplinarnih istraživanja – Evidencioni broj III 46009, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (2011-2014).

¹Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kačanskog 13, 11000 Beograd, Republika Srbija.



Slika 1. Klasifikacija trupova prema razvijenosti muskulature

Figure 1. Classification of carcasses according to development of musculature

Na osnovu domaćih iskustava i inostranih stručnih saznanja potrebno je definisati parametre kvaliteta koje, često, nije moguće direktno kvantifikovati, s obzirom na to da se u procesu proizvodnje hrane, odnosno junećeg mesa, kao sirovina koristi biološki matriks, koji je veoma teško standardizovati i koji ima promenljiva svojstva, u zavisnosti od genetskog i zdravstvenog statusa kao i drugih faktora u fazi klanja, obrade trupova, hlađenja i skladištenja.

1. Totalno upravljanje kvalitetom kao koncept orijentisan ka potrošaču

Veliki svetski proizvođači govedeg mesa preporučuju razvoj i implementaciju upravljanja kvalitetom primenom TQM (Total Quality Management) principa, da bi unapredili kvalitet proizvoda i njegovu konzistentnost. Ovaj demonstracioni projektni zadatak bi trebao da pokaže da primena prakse menadžmenta kvalitetom i kontrole procesa utiču na poboljšanje svojstava govedeg mesa i njegovog kvaliteta. Usvajanje filozofije menadžmenta kvalitetom sa ciljem poboljšanja kvaliteta proizvoda zahteva fokusiranje na putanju koja počinje od pitanja koja su bitna za proizvođača do pitanja (zahteva) najbitnijih za potrošača. Razvoj brendiranog programa, kojeg čini lanac, od primarnih proizvođača do krajnjih potrošača, u kome je svako vlasnik određene karike (uzgoj i selekcija, klaničari, prerađivači, distributeri i potrošači), šalje dobar ekonomski signal koji ohrabruje poboljšanje kvaliteta proizvoda i pruža šansu za primenu principa menadžmenta kvalitetom za

brže dostizanje željenog kvaliteta i zadovoljenje zahteva krajnjeg korisnika.

1.1. Definisane kvaliteta govedeg mesa

Istraživanje tržišta, kao i navika potrošača, pokazala su da je ukus mesa primarni faktor koji utiče na odluku o kupovini svežeg govedeg mesa, *Food Marketing Institute*, 1988, 1998. Ovaj Institut, svake godine, sprovodi široko istraživanje da bi došao do podataka o očekivanjima i potrebama krajnjih kupaca u supermarketima. Iz ovog istraživanja, decenijama već, ukus, kao glavno svojstvo kvaliteta govedeg mesa, drži prvo mesto, kao faktor koji je definisan kao „veoma važan“ kada se odlučuje o kupovini. Drugo, treće i četvrto mesto, kao najvažniji faktori, zauzimaju hranljiva svojstva, zdravstvena bezbednost i cena.

Na slici 1 i u tabelama 1 i 2, u sledu, prikazana je klasifikacija trupova prema razvijenosti muskulature, opis karakteristika kvaliteta pojedinačnih klasa trupova prema razvijenosti muskulature – vizuelno i deskriptivno i klasifikacija trupova prema debljini loja.

Na XII Svetskom kongresu o mesu, *Feargal Quinn*, izvršni direktor velike firme za promet mesom iz Republike Irske, je potvrdio da je glavna pokretačka sila potrošača za kupovinu svežeg govedeg mesa „ukus“ termički obrađenog mesa, koji, u sebi, sadrži tri senzorske komponente kvaliteta – mekoću, sočnost i miris. Njegova definicija kvaliteta je sledeća: „Krajnji proizvod nije meso, krajnji proizvod je ukus“. Njegova poslovna filozofija je sledeća: „Kupci neće plaćati hranu zbog nutritivne

Tabela 1. Opis karakteristika kvaliteta pojedinačnih klasa trupova prema razvijenosti muskulature – vizuelno i deskriptivno**Table 1.** Description of the quality characteristics of individual carcasses according to musculature development – visual and descriptive

KLASA TRUPA/ CARCASS CLASS	Izgled profila trupa/ Carcass profile	Razvijenost muskulature/ Musculature development	Zadnji Čerek/ Hind quarter	Slabinski deo/ Loin part
klasa 1/ class 1	konveksan do izrazito konveksan/ convex to strongly convex	izvanredno razvijena muskulatura/ extraordinarily developed musculature	veoma zaobljen/ well rounded	veoma zaobljen/ well rounded
klasa 2/ class 2	blago konveksan do blago konkavan/ slightly convex to slightly concave	dobro razvijena muskulatura/ well developed musculature	dobro do srednje zaobljen/ well to medium rounded	zaobljen do srednje zaobljen/ rounded to medium rounded
klasa 3/ class 3	ceo profil uglavnom konkavan/ profile mainly concave	nedovoljno razvijena/ insufficiently developed musculature	slabo zaobljen/ slightly rounded	uzak i slabo razvijena/ narrow and poorly developed

Tabela 2. Klasifikacija trupova prema debljini loja (primer inspekcijskog načina metričkog definisanja kvaliteta)**Table 2.** Carcass classification according to fat thickness (example of inspection method of metric definition of quality)

Opis prema prekrivenosti lojem/ Description according to fat cover	Oznaka klase prema prekrivenosti lojem/ Class designation according to fat cover	Debljina loja/ Fat thickness	Masa/ Mass
bez loja/ no fat	A	0	145 – 159,5 kg 160 – 195 kg 195,5 – 220 kg
mala količina loja, isprekidane i nepovezane lojne regije/ small quantity of fat, intermittent and disconnected fat regions	B	< 3 mm	220,5 – 245 kg 245,5 – 270 kg 270,5 – 295 kg > 295,5 kg
mala do srednja prekrivenost lojem/ slight to medium fat cover	C	3–10 mm	145 – 159,5 kg 160 – 195 kg 195,5 – 220 kg 220,5 – 245 kg
velika prekrivenost lojem/ great fat cover	D	11–16 mm	245,5 – 270 kg 270,5 – 295 kg 295,5 – 320 kg 320,5 – 345 kg > 345 kg
izuzetno velika prekrivenost lojem/ exceptionally great fat cover	E	> 17 mm	145 – 159,5 kg 160 – 270 kg 270,5 – 295 kg > 295 kg

vrednosti, niti mnogo obraćaju pažnju koliko je ona bezbedna, jer se podrazumeva da, kada je u prometu, to i jeste. Ukoliko su zadovoljni ukusom, oni će nastaviti sa kupovinom, a ukoliko nisu, neće kupovati“. Osnovna poruka je da potrošač želi da plati veću ličnu satisfakciju za poželjnim ukusom. Ukus je mera za zadovoljstvo potrošača u hrani. Proizvođači mesa koji žele da budu vođeni željama kupaca moraju da sagledaju sve faktore koji utiču na ukus. Put na kome se ovo sagledava proteže se od njive do trpeze (Quinn, 1999).

Istraživanje, u ovom smislu, su sproveli i nemački autori Rohr i dr., 2005. Metodologija njihovog istraživanja bila je anketa sa osnovnim pitanjem: „Molim Vas, recite šta je za vas najvažnije kada kupujete goveđe meso?“. Rezultat ankete, nakon statističke obrade podataka i graduisanja skale odgovora između vrednosti 1 (veoma važno) i 5 (nevažno), dat je u tabeli 3.

Tabela 3. Rezultati ispitivanja tržišta
(Rohr i dr., 2005)

Table 3. Results of the marketing research
(Rohr et al., 2005)

Kupovina goveđeg mesa/ Purchasing of beef	Srednja vrednost faktora odgovora/ Mean value of the factor answer
Kriterijum/ Criterion	
izgled mesa/ appearance of meat	1,2
ukus mesa/ taste of meat	1,4
proizvođač/producer	2,1
poreklo mesa/ origin of meat	2,1
mesto kupovine/ place of purchase	2,2
brend proizvođača/ producer's brand	2,3
cena/price	2,4

Legenda/Legend: * 1 – veoma važno/very relevant; 5 – nevažno/irrelevant.

Slična istraživanja, prema saznanjima autora, u Srbiji nisu skoro sprovedena, ali je moguće pretpostaviti da se domaći potrošač bitno ne razlikuje od onih sa zapada i da, bez obzira na manju kupovnu moć, domaći potrošači su, u suštini, voljni da plate i nešto veću cenu, ukoliko je u pitanju kvalitet koji očekuju i/ili na koji su naviknuti. Ne treba

prenebregnuti činjenicu da je, za prosečno obrazovanog potrošača, utisak o izgledu mesa na prvi pogled veoma bitan. Na kraju, povezanost ukusa i izgleda, kao osnovnih senzornih karakteristika, je u sinergetskoj vezi, a uslovi koji vladaju u celom lancu, od primarne proizvodnje do potrošnje, zajednički deluju na glavna svojstva kvaliteta.

Jedan od rodonačelnika „revolucije kvaliteta“, W. Edwards Deming (1986), govorio je: „Dok sam obilazio američku industriju, oznojio sam se govoreći da treba prestati sa insistiranjem na inspekciji da bi se postigao kvalitet, kao i da treba eliminisati potrebu za inspekcijom proizvoda na bazi mase, već da, na prvom mestu, treba **„ugrađivati kvalitet“** u proizvod“.

1.2. Osobine kvaliteta goveđeg mesa

Sočnost goveđeg mesa je određena količinom vode i masnoće zaostale u mišićnom tkivu nakon što je proizvod termički obrađen kuvanjem (Smith, 1997) i ona, pre svega, zavisi od dovoljnog stepena „kuvanosti“ (Lorenzen i dr., 1999). Konfekcionirano goveđe meso sa većom sposobnošću zadržavanja vode i/ili visokim sadržajem intramuskularne masnoće je sočnije posle kuvanja, u odnosu na odreske koji imaju manju sposobnost zadržavanja vode nakon kuvanja i manje količine intramuskularne masnoće, a ova razlika je još uočljivija ukoliko se period kuvanja produžava (Luchak i dr., 1998). Poželjan miris i ukus goveđeg mesa je povezan sa količinom i sastavom intramuskularne masnoće (Smith, 1997), parametre na koje se može uticati načinom ishrane junadi, npr. pretežno hranjenje stočnom hranom, nasuprot pretežnoj ishrani žitaricama (Bowling i dr., 1978) i brojem dana u toku kojih su junad hranjena visokokoncentratnom hranom, neposredno pre klanja, u završnoj fazi tova (Dolezal i dr., 1982). Dobijanje poželjnog ukusa i mirisa je pospešeno kvalitetom voćne pulpe kojom se hrani stoka, čime se postižu vrhunski rezultati u pogledu klasifikacije trupova prema USFDA (United States Food and Drug Administration) tablicama (Savell i dr., 1987; Lorenzen i dr., 1999).

Razlike u kvalitetu goveđeg mesa, pri čemu se, pre svega, misli na mekoću („tenderness“), su u vezi sa količinom vezivnog tkiva između mišića, umreženim formacijama kolagena kroz vezivno tkivo, koje čine sastavni deo mišića, stanjem kontrakcije miofibrilnih vlakana u mišićnom tkivu prilikom formiranja čvrstih veza, stepenom mramoranosti (prožetost masnoćom) mišića i obimom post mortem proteolize u mišićima tokom perioda zrenja mesa (Smith, 1997).

Osim gore navedenih karakteristika kvaliteta, faktori koji utiču na kvalitet goveđeg mesa podjeljeni su u tri grupe (Chladek, 2003):

A) *Faktori kvaliteta u fazi tova:*

- masa pre klanja (kg)
- starost (meseci),
- prirast u tovu (kg),
- vreme trajanja tova (dani),
- dnevni prirast (kg),
- neto prirast (kg)

B) *Faktori kvaliteta obrađenih trupova:*

- masa obrađenog trupa (kg),
- procenat obrade trupa (masa obrađenog trupa u odnosu na masu govečeta, %),
- masa bubrežne masnoće (kg),
- udeo bubrežne masnoće u ukupnoj masi bubrege (%),
- ukupna masa trimovanog loja računato na masu obrađene polutke (%),
- udeo trimovanog loja (%) računato na masu obrađene polutke.

C) *Hemijski i fizički pokazatelji kvaliteta goveđeg mesa*

- Suva materija u mišićnom tkivu (%)
- Sadržaj masnoće u mišićnom tkivu (%)
- Sadržaj kolagena u mišićnom tkivu (%)
- Kalo trupa nakon hlađenja (48 časova nakon klanja), (%)
- pH mesa (nakon 24 h), (pH jedinice)

Imajući u vidu rezultate koje su razni autori dobili, a koji se odnose na osobine kvaliteta goveđeg mesa, može da se konstatuje da od tri glavne komponente poželjnih senzornih svojstava kvaliteta goveđeg mesa (mekoća, sočnost i ukus), mekoća mesa je ona komponenta kvaliteta na koju se u najvećoj meri može uticati kontrolom procesa proizvodnje goveđeg mesa (procesna kontrola). Zbog toga je primena principa upravljanja kvalitetom fokusirana na obezbeđenje ovog svojstva kvaliteta goveđeg mesa. Takođe, kontrola procesa koji se tiče depozicije intramuskularne masnoće će biti razmotrena, zbog uticaja stepena mramoriranosti na sočnost i ukus goveđeg mesa koje je termički obrađeno kuvanjem.

2. Istraživanje stanja totalnog upravljanja kvalitetom u industriji mesa

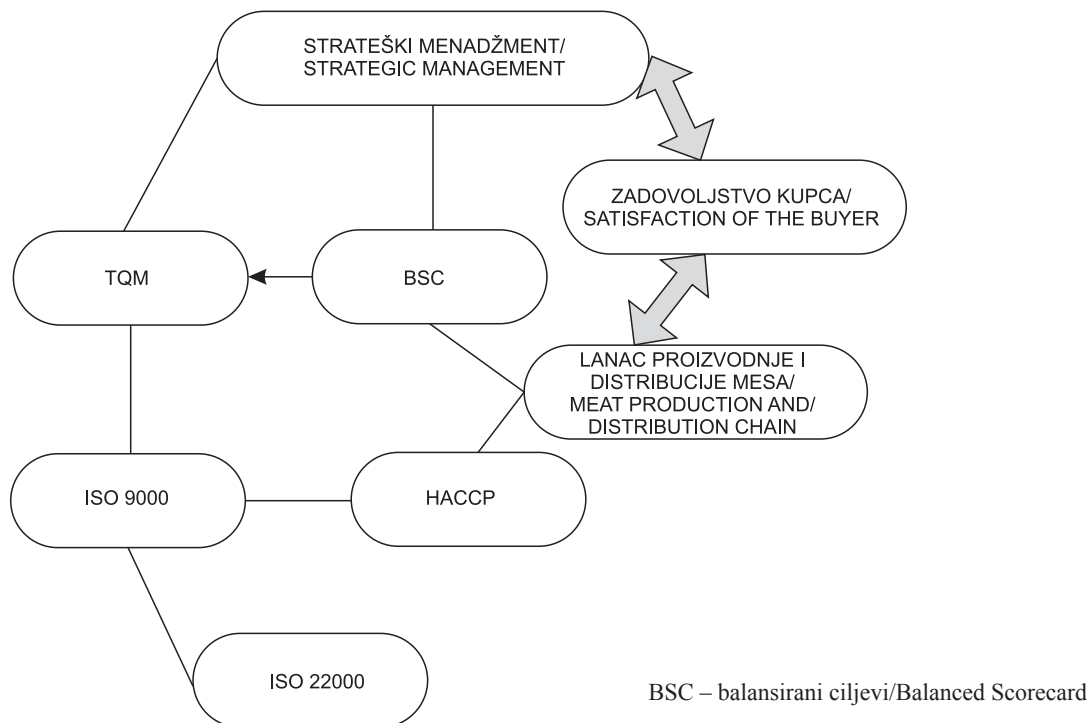
Obezbeđenje kvaliteta junećeg i goveđeg mesa bazirano na TQM principima je propagirano od strane američkog nacionalnog udruženja NCA (National Cattlemen's Association) za kvalitet goveđeg mesa.

Primena TQM principa zasniva se na prethodnoj identifikaciji uzroka neusaglašenosti (u ovom slučaju ukusa) i fokusiranje na prevenciju pojave ovakve neusaglašenosti (odstupanje ukusa od željenog) kroz kontrolu inputa i procesa (NCA, 1994). TQM pomaže u identifikaciji i definisanju metodologije procene organizacionih procesa u organizaciji koja se bavi proizvodnjom hrane, kao i načina komunikacije između različitih modela sistema kvaliteta prisutnih u organizaciji. Primer su zajednička egzistencija standarda ISO 9001 i sistema za bezbednost hrane HACCP, koji bi mogli da utiču na povećanje bezbednosti i kvaliteta hrane u lancu od primarne proizvodnje do potrošača (NLSMB, 1995). U periodu od 1995. godine pa nadalje, veliki broj kompanija ima implementiran sistem kvaliteta i programe za upravljanje kvalitetom da bi sistem, u cilju dobijanja proizvoda visokog kvaliteta, efikasno funkcionisao. Primer komunikacije između različitih modela kvaliteta dat je na slici 2.

Postupci i sredstva koji se, u savremenim uslovima, koriste u primarnoj poljoprivrednoj proizvodnji, odnosno tokom obrade i prerade osnovnih sirovina, zatim izuzetno veliki broj različitih proizvoda koji se svakodnevno konzumiraju, odnosno koji su predmet trgovine, kao i izražena disperznost u međunarodnoj razmeni hrane, u veoma neujednačenim i specifičnim uslovima proizvodnje, skladištenja, distribucije i izlaganja prodaji u pojedinim zemljama i, uz nedovoljno harmonizovanu regulativu na međunarodnom nivou, dominantno utiču na pojavu raznih incidenata zbog higijenski, toksikološki, ili, na drugi način, neispravne hrane. Ogromni su troškovi koji ovakve incidente neminovno prate, stvara se nepoverenje kod kupaca i potrošača, gubi se ugled i pozicija na tržištu (Radovanović, 2005, 2006).

Za izvoz u zemlje EU, a posebno na tržište SAD, HACCP predstavlja uslove *sine qua non*, mada će se zahtevi koji budu postavljeni pred zemlje izvoznice, a i same proizvođače za ova dva tržišta znatno razlikovati (Radovanović i dr., 2006). Hrana se, kao proizvod, fundamentalno razlikuje od svih ostalih potrošnih dobara, jer je esencijalna za život. Pošto nastanak opasnosti po bezbednost hrane može da se desi u bilo kojoj fazi lanca ishrane, od suštinskog je značaja adekvatno upravljanje kroz ceo lanac hrane. Prema tome, bezbednost hrane se osigurava u zajedničkim naporima svih učesnika u lancu ishrane (Simić, 2006).

Bezbednost hrane je izuzetno bitna, ali šta je sa njenim kvalitetom? Relacija između kvaliteta i bezbednosti hrane je igra na tankoj crvenoj liniji: ukoliko se želi bolji kvalitet i bezbedna hrana, sistem proizvodnje i organizacije mora savršeno funkcionisati. Integracija sistema, sama po sebi, podrazumeva određen stepen njihove organizovanosti. Međutim, imajući na umu zahteve svih standarda za menadžment



Slika 2. Komunikacija između različitih modela sistema kvaliteta u lancu proizvodnje i distribucije mesa (Luning i dr., 2002)

Figure 2. Communication between different quality system models in meat production and distribution chain (Luning et al., 2002)

sisteme u pogledu stalnih poboljšavanja, kao i dinamiku kojom proizvodni i uslužni sistemi moraju da prilagođavaju sebe da bi opstali na tržištu, pitanjima bolje i efikasnije organizovanosti na svim nivoima i oblastima se mora posvetiti mnogo veća pažnja. Kod integriranih menadžment sistema, organizovanost je jedan od ključnih faktora njihovog uspeha; ako je nema u potrebnoj meri sve ostaje na nivou formalizma, bez očekivanih rezultata (Sotirov, 2007).

3. Osnove za totalno upravljanje kvalitetom

S obzirom da TQM predstavlja skup metoda kojima se ugrađuje kvalitet u proizvode i procese, njegova primena podrazumeva potpuno razumevanje zahteva i želja kupaca, neprekidne primene poboljšanja sa ciljem eliminisanja naknadnog rada (eliminisanje grešaka u proizvodnji, odnosno uraditi pravu stvar odmah). Konstantno merenje rezultata rada i bliža veza sa kupcima se u primeni TQM koncepta podrazumeva. Za ostvarenje ovog cilja potrebno je obezbediti podršku menadžmenta, pristupiti poboljšavanju procesa na duže staze, jasno definisati ciljeve organizacije i primenu dostignutih rezultata u operacije koje organizacija obavlja, razvoj strategije i postavljanje zadataka za dostizanje ciljeva organizacije (Staggs, 1999).

3.1 TQM i ostali modeli upravljanja kvalitetom u lancu proizvodnje i distribucije hrane

Pojava zaraznih bolesti koje se mogu sa životinja preneti na čoveka (zoonoze), sve češći slučajevi trovanja hranom usled mikrobiološke neispravnosti namirnica, korišćenje aditiva i zabranjenih supstanci u lancu proizvodnje hrane, kao i hemijskih supstanci iz grupe tzv. „namenski i promišljeno dodatih supstanci u proizvodnji hrane“, odnosno specifičnih supstanci koje nisu zakonom limitirane i za koje je nepoznato u kojoj količini mogu oštetiti zdravlje konzumenta, dovelo je do narastanja interesa javnosti i regulatornih tela za bezbednost hrane. Nastali strahovi, pa i pritisci od strane potrošača i regulatornih tela, odrazili su se i na proizvođače, kojima je, praktično, postavljen zadatak da obezbede kvalitetnu i zdravstveno bezbednu hranu. Da bi proizvođači ovo i ostvarili u takmičarskoj utakmici na tržištu, shvatili su da im je opstanak moguć jedino ukoliko veoma konzistentno poštuju proizvodne procedure, a isto tako brinu i o kvalitetu hrane, njenoj bezbednosti, kao i uspostavljanju efikasne komunikacije u čitavom lancu proizvodnje hrane (Luning i dr., 2002).

Da bi olakšali put ka ostvarenju ovih zadataka, u pogledu kvaliteta i bezbednosti hrane, subjekti

u poslovanju hranom moraju da, u potpunosti, razumeju zahteve i specifične potrebe potrošača u celokupnom lancu proizvodnje i distribucije hrane, kao i da definišu specifične parametre kvaliteta koje će pratiti i meriti duž celog lanca proizvodnje i distribucije (Schiefer, 2002).

Kao što je prikazano u tabeli 4, postoje razlike između sistema kvaliteta koji su, najčešće, zastupljeni u proizvodnji hrane, odnosno mesa. GMP i HACCP sistemi su posebno razvijeni da bi osigurali zdravstvenu bezbednost hrane. BRC uzima elemente HACCP sistema u pogledu bezbednosti i kvaliteta, ali razmatra

Tabela 4. Razlike između različitih modela sistema kvaliteta u odnosu na TQM
Table 4. Differences between different quality system models in relation to TQM

SISTEM KVALITETA/QUALITY SYSTEM	GMP	HACCP	BRC	ISO 9001	TQM
Karakteristike sistema kvaliteta/ Quality system characteristics					
Organizaciona struktura/Organizational structure			X	X	X
Odgovornosti/Responsibilities			X	X	X
Procesi/Processes		X	X	X	X
Procedure/Procedures	X		X	X	X
Resursi/Resources	X		X		X
Rezultat/Result					
Bezbednost hrane/Food safety	X	X	X		–
Kvalitet proizvoda/Product quality	X	X	X	X	X
Kvalitet organizacije/Quality of organization			X	X	X
Totalni kvalitet/Total quality					X
Perspektiva/Perspective					
Tehnologija/Technology	X	X	X		
Menadžment/Management			X	X	X
Nivo detaljnosti/The level of detail					
Veoma detaljan/Exceptional	X	X		X	
Zahtevi za primenu/Application provisions					
Obavezujući (zakonski)/Compulsory-binding (by law)		X			
Dobrovoljan/Voluntary	X		X	X	X
Menadžment kvalitetom/Quality management					
Kontrola kvaliteta/Quality control	X	X	X	X	X
Obezbeđenje kvaliteta/Quality assurance		X	X	X	X
Poboljšanje kvaliteta/Quality improvement				X	X
Metod/Method					
Planiranje koraka/Planning steps		X			
Ček lista/Check list			X	X	
Uputstva/Guidelines	X				
Nagrade – samoocena/Rewards – self assessment					X
Preporuke za implementaciju/ Implementation recommendations					
Deskriptivan/Descriptive	X		X	X	X
Normativan/Normative		X			

Tabela 5. Matrica uticaja okruženja na proizvodni sistem
Table 5. The matrix of the impact of environment on production system

LANAC PROIZVODNJE I DISTRIBUCIJE MESA/ MEAT PRODUCTION AND DISTRIBUTION CHAIN				
INPUTI/ INPUTS	PRIMARNA PROIZVODNJA/ PRIMARY PRODUCTION	MESNA INDUSTRIJA/ MEAT INDUSTRY	DISTRIBUTERI/ DISTRIBUTORS	POTROŠAČI/ CONSUMERS
PROCES/PROCESS				
<ul style="list-style-type: none"> • Zapisi o kvalitetu i sastavu hrane korišćene u tovu/ • Records on the quality and composition of the food used in the fattening 	<ul style="list-style-type: none"> • Način tova/ Fattening method • Intenzitet hranjenja/ Feeding intensity 	<ul style="list-style-type: none"> • Operacije na liniji klanja (omamljivanje higijena, sanitacija)/ Operations at the slaughter line (stunning, hygiene, sanitation) • Efikasnost hlađenja/ Cooling efficiency 	<ul style="list-style-type: none"> • Karakteristike hladnog lanca/ Characteristics of the cool chain 	<ul style="list-style-type: none"> • Proces vođen na način da obezbedi higijenu i kvalitet proizvoda/ The process performed in a manner providing hygiene and quality
PROIZVOD/PRODUCT				
<ul style="list-style-type: none"> • Poreklo hrane/ Origin of food • Sledljivost/ Traceability 	<ul style="list-style-type: none"> • Higijenski status uzgoja/ Hygiene status of rearing • Starost i masa/ Age and body mass • Sledljivost/ Traceability 	<ul style="list-style-type: none"> • Higijenski status mesa/ Hygiene status of meat • Sledljivost/ Traceability 	<ul style="list-style-type: none"> • Odgovarajuće pakovanje/ Adequate packaging • Sledljivost/ Traceability 	<ul style="list-style-type: none"> • Izgled i ukus mesa/ Appearance and meat aroma
ŽELJENI IZLAZI/WANTED OUTPUTS				
<ul style="list-style-type: none"> • Visok kvalitet stočne hrane/ High quality of livestock feed 	<ul style="list-style-type: none"> • Prirodan uzgoj/ Natural breeding • Dobrobit životinja/ Animal welfare 	<ul style="list-style-type: none"> • Dobrobit životinja/ Animal welfare 	<ul style="list-style-type: none"> • Produžena održivost/ Extended sustainability 	<ul style="list-style-type: none"> • Zdravstveno ispravno meso/ Safe meat • Biološka vrednost/ Biological value
NEŽELJENI EFEKTI/UNWANTED OUTPUTS				
<ul style="list-style-type: none"> • Korišćenje hemikalija/ Use of chemicals • Rezidue u hrani (teški metali, mikotoksini, pesticidi, GMO...)/ Residues in food (heavy metals, mycotoxins, pesticides, GMO...) 	<ul style="list-style-type: none"> • Upotreba antibiotika/ Use of antibiotics • Upotreba hormona/ Use of hormones 	<ul style="list-style-type: none"> • Korišćenje zabranjenih aditiva/ Use of prohibited additives • Mikrobiološki status/ Microbiological status 	<ul style="list-style-type: none"> • Narušavanje teksture i boje mesa/ Distortion of meat texture and colour 	<ul style="list-style-type: none"> • Hronične bolesti/ Chronic diseases • Oboljevanja i smrtnost/ Morbidity and mortality

i neke aspekte sistema kvaliteta ISO 9000 i uslova uređenja objekata za proizvodnju hrane prema GMP modelu. TQM je usmeren na poboljšanje ukupnog kvaliteta, odnosno testira sposobnost organizacije za

kvalitet, u svakom trenutku. Treba napomenuti da se ISO 9000 i TQM fokusiraju, više na upravljačke i organizacione aspekte, dok su GMP i HACCP fokusirani na tehnološke aspekte (Hoogland i dr., 1998).

GMP, HACCP i ISO 9000 su veoma detaljni, a, osim toga, proizvođači hrane su u zakonskoj obavezi da uvedu HACCP sistem, dok su drugi sistemi dobrovoljni. Kontrola kvaliteta i osiguranje kvaliteta su glavna pitanja kojima se HACCP sistem bavi. Pitanjima kontinuiranog poboljšanja kvaliteta bave se standardi ISO 9000 serije, u smislu filozofije totalnog upravljanja kvalitetom. HACCP je jedini sistem za osiguranje kvaliteta koji se bavi planskim koracima, za razliku od ISO i BRC (British Retail Consortium) standarda, koji se baziraju na listama provere. GMP (Good Manufacturing Practice), uglavnom, koristi tehnička uputstva za obavljanje operacija, a i same proizvodnje. TQM koristi instituciju nagrađivanja i poslovne izvrsnosti kao i kriterijume samoocenjivanja. HACCP sistem je normativan, dok ostali sistemi kvaliteta imaju, uglavnom, deskriptivan karakter.

S obzirom da se različiti sistemi kvaliteta razlikuju u pojedinim aspektima, oni se kombinuju, ili integrišu da bi se postiglo više aspekata obezbeđenja kvaliteta hrane. Na primer, HACCP sistem integrisan sa standardom ISO 9001 dao je standard ISO 22000 – Sistem menadžmenta bezbednošću hrane. Ovaj standard u sebi kombinuje tehnološke i organizacione mere za osiguranje kvaliteta i bezbednosti hrane (Barendsz, 1998; Roberts, 1999). Prema Lawtonu (2002), dobra primena balansiranih ciljeva BSC (Balanced Scorecard), reflektuje očekivanja potrošača i njihove prioritete, tako da treba započeti sa razvojem mera koje bi se primenile na procese, proizvode i željene izlaze. Željeni izlazi iz procesa predstavljaju ono što potrošači žele i očekuju, dok su neželjeni izlazi suprotnost, tj. ono što potrošači žele da izbegnu i potpuno eliminišu.

Primer obeležja procesa u postojećem lancu proizvodnje i distribucije mesa u Evropi, preuzetog od Kagerhubera (2000) i Lawtona (2002), u kome su obeležja kvaliteta klasifikovana u različite kategorije merenja (proces, proizvodi i izlazi), kao i atributi za koje se pretpostavlja da su očekivani za procese i proizvode prikazan je u tabeli 5.



Slika 3. Sila smicanja
Picture 3. Shear force

4. Projektovanje osnovnih elemenata modela za totalno upravljanje kvalitetom goveđeg mesa

Na osnovu gore iznetog, konceptualni model totalnog upravljanja kvalitetom goveđeg mesa bi obuhvatio sledeće osnovne elemente:

4.1. Kritične tačke kontrole i procesna kontrola

U uobičajenim sistemima za proizvodnju goveđeg mesa, postoji nekoliko tačaka u kojima se donose upravljačke odluke koje mogu imati za posledicu, ili pozitivan, ili negativan uticaj na kvalitet proizvoda. U smislu TQM terminologije, one mogu biti opisane kao kritične kontrolne tačke (CCP) kvaliteta, za svrhu definisanja modela totalnog upravljanja kvalitetom, gde se bitno utiče na krajnji kvalitet proizvoda (u ovom slučaju prihvatljiv ukus mesa za potrošača, odnosno mekoća mesa). Na dijagramu prototipa modela (slika 3) dat je prikaz načina na koji se u procesu proizvodnje goveđeg mesa, primenom TQM pristupa, može delovati na definisani parametar kvaliteta gotovog proizvoda.

4.2. Verifikacija usaglašenosti sa željenom specifikacijom

Gljučni element predloženog modela je verifikacioni korak. Proizvod mora biti testiran da bi se utvrdila njegova usklađenost u odnosu na specifične zahteve kvaliteta (ukus, odnosno stepen mekoće mesa). Na osnovu istraživanja američkog istraživačkog centra za meso (Shackelford i dr., 1997, 1999), merenjem sile smicanja, računato na poprečni presek isečka *longissimus dorsi* mišića, došlo se do fizički merljivog parametra mekoće. Uzorak mišićnih vlakana, uzima se u pravcu pružanja mišićnih vlakana, jedan do 3 dana nakon klanja u komercijalnim uslovima proizvodnje goveđeg mesa. Pre merenja sile smicanja (slika 3), isečak se termički obrađuje, odnosno kuva. Ovo merenje se koristi za predviđanje mekoće mišića *longissimus dorsi* nakon 14 dana zrenja od momenta klanja.

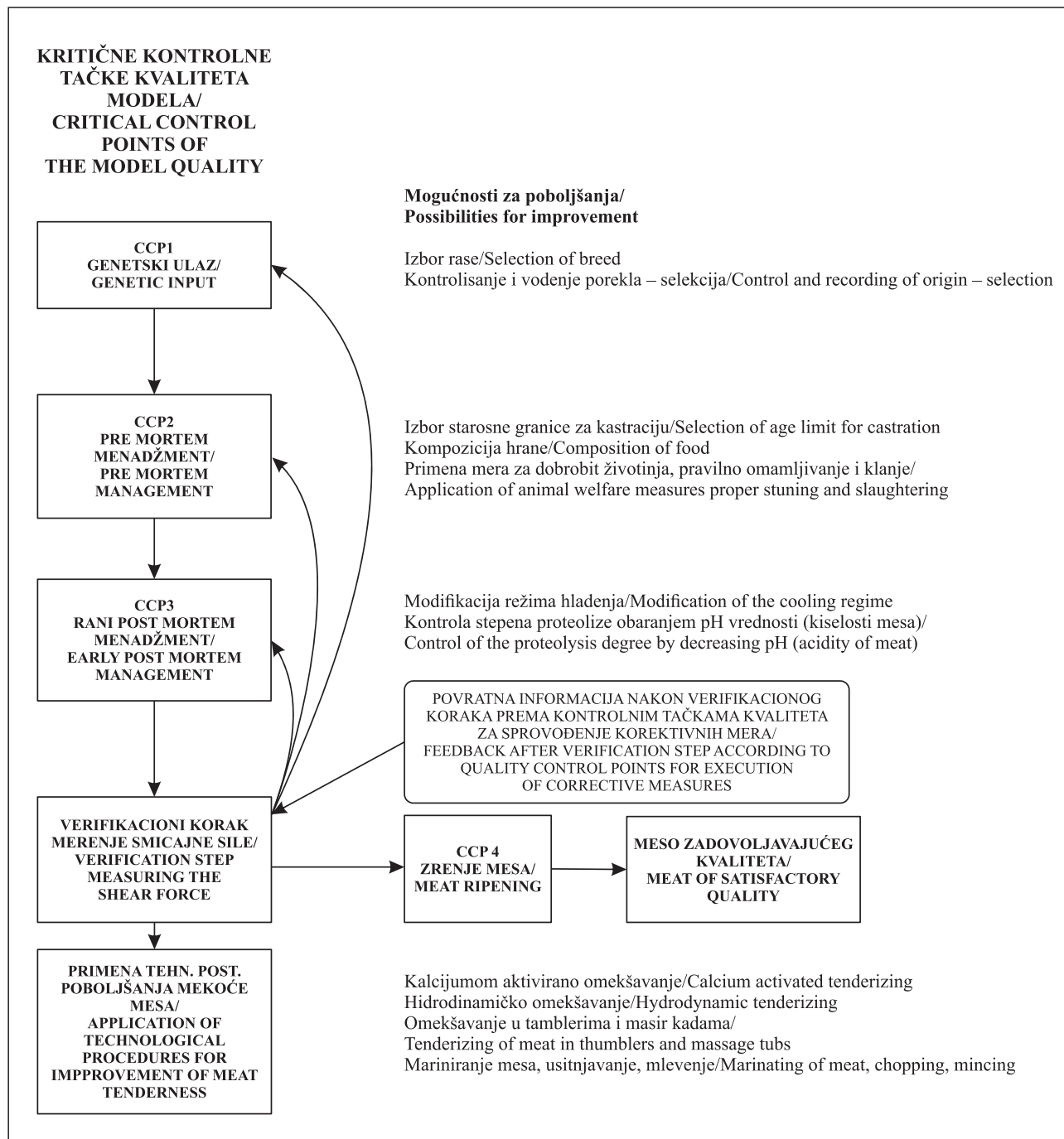
Kao kritični faktor usvojena je vrednost sile smicanja, prema Warner-Bratzleru, uzorka mišića *longissimus dorsi*, kao jedne od najpouzdanijih metoda za kvantifikaciju mekoće mesa („tenderness“) (Wheeler i dr., 1994, 1995, 1996 i 1997). Uzorci se uzimaju korišćenjem standardnog uložka prečnika 1,3 cm. Uložak predstavlja kratku cev sa oštrim ivicama, definisanog prečnika, kojom se duž pravca pružanja mišićnih vlakana vade „epruvete“ mesa koje se koriste za merenje sile smicanja na Warner-Bratzlerovom aparatu. Klase mekoće mesa su, u zavisnosti od dobijenih rezultata za silu smicanja definisane kao: 1. – < 3,5 kg; 2. – 3,51 do 4,5 kg; 3. – 4,51 do 5,5 kg; 4. – 5,51 do 6,5 kg i 5. – > 6,5 kg. Meso, za koje su

dobijene vrednosti za silu smicanja ispod 5 kg isporučuje na tržište kao „mekano“. Meso čije vrednosti za silu smicanja iznose preko 5 kg, klasifikuje se kao tvrdo i, u tom slučaju, meso se upućuje na tretman tehnološkim postupcima koji poboljšavaju mekoću. U svojim radovima, *Wulf i dr.* (1998) i *Wyle i dr.* (1999) su prikazali druge nedestruktivne metode za predviđanje mekoće goveđeg mesa, koje, nakon usavršavanja i daljih istraživanja, mogu biti

korišćene u verifikacionom koraku mekoće mesa po ovom modelu.

4.3. Kontrola neusaglašenih proizvoda

Nakon identifikacije neusaglašenosti proizvoda može se primenjivati jedna, ili više postmortem tehnologija za poboljšanje karakteristika proizvoda. Predložena rešenja mogu biti korišćena, ali se mogu uključiti i druga, koja se u primenjenim



Slika 4. Model integralnog upravljanja kvalitetom

Picture 4. Model of integrated quality management

istraživanjima pokazuju kao dobra i mogu se uvoditi u proizvodnju kroz cikluse neprekidnih poboljšanja kontrole procesa. Ona mogu obuhvatiti, na primer, kalcijumsku aktivaciju omekšavanja (CAT), koja podrazumeva injektiranje rastvora kalcijum-hlorida u konfekcionirane delove mesa, da bi se postepeno povećao stepen proteolize u mišićima (*Koohmaraie i dr.*, 1995). Zatim, alternativni, hidrodinamički tretman, odnosno dodavanje hidrodina vodi u kojoj su potopljeni komadi mesa. To je praćeno nastankom hidrodinamičkih šokova kojima je izloženo meso, čime se doprinosi njegovom omekšavanju. Rezultati su pokazali i do 72% redukcije sile kidanja mišića *longissimus dorsi*, dok je kod ostalih mišića, redukcija vrednosti sile kidanja od 30–59% (*Solomon i dr.*, 1997). Omekšavanje u tumblerima, odnosno masir kadama, su postupci koje je moguće primeniti, a, takođe, i mariniranje mesa (*Scanga i dr.*, 2000).

4.4 Merenje performansi i efektivnosti prototipa sistema upravljanja kvalitetom

Praćenje efektivnosti ovog modela sprovodi se u sklopu integralnog upravljanja kvalitetom. Podrazumeva se da je ishrana i pre mortem manipulacija sa životinjama u skladu sa preporučenim procedurama za tov kvalitetnih grla, tj. u skladu sa preporukama za dobrobit životinja pre klanja („*animal welfare*“), uključujući i kontrolu ulaznog genetskog potencijala. Prema *Tatumu i dr.* (1998), na osnovu ovog modela i definisanih parametara kvaliteta moguće je pratiti dostignuti učinak u poboljšanju mekoće mesa. Osim toga, merenje sile smicanja služi i kao povratna informacija u lancu proizvodnje mesa, pre svega, u sektorima za kontrolu genetskog ulaza CCP1 (rasa i poreklo), odnosno za korekciju postupaka u procesima definisanih kao CCP2 (menadžment živom stokom pre klanja), CCP3 (rana postmortem inspekcija) i CCP4 (zrenje mesa). *Tatum i dr.* (1999) konstatuju da nivo procesne kontrole u okviru menadžmenta sistemom kvaliteta može

biti od izuzetnog značaja u pogledu poboljšanja mekoće govedeg mesa.

Zaključak

Istraživanje literature je pokazalo da je primena principa TQM u proizvodnji govedeg mesa opravdana i primenljiva u industriji mesa. Svetska iskustva govore da se TQM primenjuje kao alternativni model upravljanja kvalitetom, jer se celokupan proces sagledava tako da se definišu svi faktori koji utiču na krajnji kvalitet proizvoda, u ovom slučaju ukus govedeg mesa definisanog kao krajnja odrednica kvaliteta. Na osnovu analize tržišta i definisanja parametara kvaliteta definišu se kontrolne tačke kvaliteta na koje se može direktno uticati u samom procesu, kao i organizacione mere i podizanje nivoa menadžmenta u smislu delovanja na faktore koji direktno mogu uticati na kvalitet krajnjeg proizvoda. Njihovo predupređivanje u svakoj fazi, u znatnoj meri, utiče na podizanje kvaliteta, što je i jedan od glavnih principa TQM biti sposoban za kvalitet u svakom trenutku, odnosno raditi na pravi način odmah, bez nepotrebnog ponavljanja grešaka i smanjenja naknadne dorade radi poboljšanja kvaliteta.

Primena TQM u industriji mesa zahteva, pre svega, identifikaciju uzroka neusaglašenosti ukusa, zatim fokusiranje na prevenciju registrovane neusaglašenosti kroz kontrolu ulaza i procesa proizvodnje.

Istraživanje je identifikovalo brojne faktore, uključujući i organizacione, koji moraju biti uzeti u obzir kada je u pitanju postizanje svojstava kvaliteta govedeg mesa (ukusa), zahtevanog od strane potrošača, čime se postiže orijentacija ka kupcu i njegovim očekivanjima.

Korišćenje procesne kontrole u okviru sistema menadžmenta kvalitetom predstavlja efikasan način ostvarivanja željenog cilja, odnosno postizanja željenog kvaliteta govedeg mesa.

Literatura

- Barendsz A.W., 1998.** Food safety and total quality management. *Food Control*, 9, 163–170.
- Bech-Larsen T., Grunert K. G., 2001.** Konsumentenentscheidungen bei Vertrauenseigenschaften: eine Untersuchung am Beispiel des Kaufes von ökologischen Lebensmitteln in Deutschland und Dänemark. *Marketing-ZFP*, 23, 3, 188–197.
- Becker T., 1999.** The economics of food quality standards. Proceedings of the second interdisciplinary workshop on standardization research. University of the Federal Armed Forces Hamburg, 24–27 May 1999.
- Bowling R. A., Riggs J. K., Smith G. C., Carpenter Z. L., Reddish R. L., Butler O. D., 1978.** Production, carcass and palatability characteristics of steers produced by different management systems. *Journal of Animal Science*, 46, 333–340.
- Chladek G., 2003.** Meat quality and beef production parameters of Holstein steers fattened up to 10–12 months of age. *Czech Journal of Animal Science*, 48, 475–480.
- Darby M. R., Karni E., 1973.** Free competition and the optional amount of fraud. *The Journal of Law and Economics*, 16, 67–88.

- Deming W. E., 1986.** Out of the Crisis. Massachusetts Institute of Technology, Center for Advanced Educational Services, Cambridge, MA.
- Dolezal H. G., Smith G. C., Savell J. W., Carpenter Z. L., 1982.** Effect of time-on-feed on palatability of rib steaks from Steers and Heifers. *Journal of Food Science*, 47, 2, 368–373.
- Five-Shaw C., Rowe G., 1996.** Public perceptions of everyday food hazards: a psychometric study. *Risk Analysis*, 16, 4, 487–500.
- Food Marketing Institute, 1988.** Trends in the United States – Consumer Attitudes & the Supermarket 1988. Food Marketing Institute, Washington, DC.
- Food Marketing Institute, 1998.** Trends in the United States – Consumer Attitudes & the Supermarket 1998. Food Marketing Institute, Washington, DC.
- Grunert K., 2005.** Food quality and safety: consumer perception and demand. *European Review of Agricultural Economics*, 32, 369–391.
- Hoogland J. P., Jellema A., Jongen W. M. F., 1998.** Quality assurance systems. In W. M. F. Jongen, & M. T. G. Meulenbergh, (Eds.), *Innovation of food production systems: product quality and consumer acceptance*. Wageningen: Wageningen Press.
- Kagerhuber M., 2000.** Modelle zur Gestaltung und Führung von vertikalen Verbundsystemen für die Produktion und Vermarktung von Rind- und Kalbfleisch. DLG-Verlag, Giessen, Univ., Diss.
- Koohmaraie M., Wheeler T. L., Shackelford S. D., 1995.** Beef tenderness: Regulation & Prediction. In: Proc. Meat '95, CSIRO Meat Ind. Res. Conf. Session 4A:1-10. CSIRO Australia, Cannon Hill, Queensland.
- Lawton R., 2002.** Balance your balanced scorecard: Categories of measures should reflect key values of both organizations and customers. *Quality Progress*, 35, 3, 66–71.
- Lorenzen C. L., Neely T. R., Miller R. K., Tatum J. D., Wise J. W., Taylor J. F., Buyck M. J., Reagan J. O., Savell J. W., 1999.** Beef customer satisfaction: Cooking method and degree of doneness effects on the top loin steak. *Journal of Animal Science* 77, 637–644.
- Luchak G. L., Miller R. K., Belk K. E., Hale D. S., Michaelson S. A., Johnson D. D., West R. L., Leak F. W., Cross H. R., Savell J. W., 1998.** Determination of sensory, chemical and cooking characteristics of retail beef cuts differing in intramuscular and external fat. *Meat Science*, 50, 55–72.
- Lunning P. A., Marcelis W. J., Jongen W. M. F., 2002.** Food quality management: a techno-managerial approach. Wageningen Press.
- NCA, 1994.** National Beef Tenderness Conference Executive Summary. National Cattlemen's Beef Association, Englewood, CO.
- NLSMB, 1995.** Beef Customer Satisfaction: A comprehensive in-home test among frequent beef users. National Live Stock and Meat Board, Chicago, IL.
- Quinn F., 1999.** Tracing the future of meat. In: Proc. 12th World Meat Cong., Dublin, Ireland. Session 2, 1–10.
- Radovanović R., 2005.** Integrisani QMS u proizvodnji hrane uslov stabilnog pozicioniranja na tržištu, Predavanje, Privredna komora Srbije, Beograd (ppt prezentacija).
- Radovanović R., 2006.** Analiza rizika i kritične kontrolne tačke (HACCP): dosadašnja iskustva, *Tehnologija mesa* 47, 3–4, 139–147.
- Radovanović R., Tomašević I., Tomić N., 2006.** Uloga i značaj HACCP koncepta u međunarodnoj trgovini mesom i proizvodima od mesa, *Tehnologija mesa*, 47, 1–2, 18–19.
- Roberts J., 1999.** Quality management—the way forward. *Food Processing*, 68, S19–S20.
- Rohr K., Luddecke S., Drusch M.J., Muller R., Alvensleben R., 2005.** Food quality and safety-consumer perception and public health concern. *Food Control*, 16, 649–655.
- Savell J. W., Branson R. E., Cross H. R., Stiffler D. M., Wise J. W., Griffin D. B., Smith G. C., 1987.** National consumer retail beef study: Palatability evaluations of beef loin steaks that differed in marbling. *Journal of Food Science*, 52, 517–519.
- Scanga J. A., Delmore R. J., Ames R. P., Belk K. E., Tatum J. D., Smith G. C., 2000.** Palatability of beef steaks marinated with solutions of calcium chloride, phosphate and (or) beef flavoring. *Meat Science*, 55, 397–401.
- Schiefer G., 2002.** Environmental control for process improvement and process efficiency in supply chain management – the case of the meat chain. *International Journal of Production Economics*, 78, 2, 197–206.
- Shackelford S. D., Wheeler T. L., Koohmaraie M., 1999.** Tenderness classification of beef: II. Design and analysis of a system to measure beef longissimus shear force under commercial processing conditions. *Journal of Animal Science*, 77, 1474–1481.
- Shackelford S. D., Wheeler T. L., Koohmaraie M., 1997.** Tenderness classification of beef: I: Evaluation of beef longissimus shear force at 1 or 2 day postmortem as a predictor of aged beef tenderness. *Journal of Animal Science* 75, 2417–2422.
- Simić V., 2006.** Sistemi bezbednosti hrane – izazov ili obaveza, XVI Konferencija o kvalitetu, Kvalitet, kompetentnost, kredibilitet, profit, Zbornik radova, 34–37 Čanj, 11–13 septembar.
- Smith G. C., 1997.** Beef quality and palatability: How veterinarians can help producers improve the quality of their cattle and carcasses. In: Proc. 59th Annu. Conference for Veterinarians, Colledge of Veterinary Medicine, Kansas State University, Manhattan, 295–302.
- Solomon M. B., Long J. B., Eastridge J. S., 1997.** The hydrodync: a new process to improve beef tenderness. *Journal of Animal Science*, 75, 6, 1534–1537.
- Sotirov S., 2007.** Organizovanost kao faktor uspeha integrisanih menadžment sistema, XVII Konferencija o kvalitetu, Kvalitet, domaća praksa i svetska iskustva, Zbornik radova, 79–81, Sutomore 10–12. septembar.
- Staggs P., 1999.** Strategic Planning as a Total Quality Management Critical Success Factor. *Journal of Organizational Leadership*, 1, 1, 5–17.
- Tatum J. D., Smith G. C., Belk K. E., 1998.** New approaches for improving tenderness, quality, and consistency of beef, *Proceedings of the American Society of Animal Science*.
- Tatum J. D., Belk K. E., George M. H., Smith G. C., 1999.** Identification of quality management practices to reduce the incidence of retail beef tenderness problems: development and evaluation of a prototype quality system to produce tender beef. *Journal of Animal Science*, 77, 2112–2118.
- Wheeler T. L., Koohmaraie M., Cundiff L. V., Dikeman M. E. 1994.** Effects of cooking and shearing methodology on variation in Warner-Bratzler shear force values in beef. *Journal of Animal Science*, 72, 2325–2330.

- Wheeler T. L., Koohmaraie M., Shackelford S. D., 1995.** Standardized Warner-Bratzler shear force procedures for meat tenderness measurements [online]. Available at: <http://192.122.74.26/MRU/www/protocolNVBS.html>.
- Wheeler T. L., Shackelford S. D., Koohmaraie M., 1996.** Sampling, cooking, and coring effects on Warner-Bratzler shear force values in beef. *Journal of Animal Science*, 74, 1553–1562.
- Wheeler T. L., Shackelford S. D., Johnson L. P., Miller M. F., Miller R. K., and Koohmaraie M., 1997.** A comparison of Warner-Bratzler shear force assessment within and among institutions. *Journal of Animal Science*, 75, 2423–2432.
- Wulf D.M., Page J. K., Schwotzer T. R., Dunlap G. R., 1998.** Using measurements of muscle color/pH/water-holding capacity to augment the current USDA beef carcass quality grading standards and improve the accuracy and precision of sorting beef carcasses into palatability groups. Final Report submitted to the National Cattlemen's Beef Association, Englewood, CO.
- Wyle A. M., Cannell R. C., Belk K. E., Goldberg M., Riffle R., Smith G. C., 1999.** An evaluation of the prototype portable HunterLab video imaging system (BeefCam) as a tool to predict tenderness of beef carcasses using objective measures of lean and fat color. 1999 Beef Program Report, Department of Animal Science, Colorado State Univ., Fort, Collins, 117–126.

Total quality management in beef production and distribution

Petrović Zoran, Milićević Dragan, Parunović Nenad

S u m m a r y: Total quality management is the concept of product quality management focused on the final consumer. The application of this concept in beef production is primarily determined by the definition of quality beef, or what is the ultimate goal of quality management, and defining measurable quality parameters. Defining physical parameters of quality, such as shear force according to the Warner-Bratzler, in the sample of *m. longissimus dorsi* muscle can be accepted as the resulting measurable value that characterizes the quality of beef embodied in the Anglo-Saxon term "tenderness", which unites the three attributes of quality as follows: tenderness, succulence and the taste of beef. The conceptual model of total quality management includes also product safety (beef) safety as a crucial component of overall quality.

Key words: beef, quality, total quality management.

Rad primljen: 12.11.2013.

Rad prihvaćen: 28.11.2013.

Ispitivanje mikrobiološke kontaminacije površina koje dolaze u kontakt sa mesom u objektu za preradu mesa

Ivanović Jelena¹, Baltić Ž. Milan¹, Karabasil Neđeljko¹, Dimitrijević Mirjana¹, Antić Nenad¹, Janjić Jelena¹, Dorđević Jasna¹

S a d r Ź a j: Da bi hrana koja se nalazi na tržištu bila bezbedna, moraju se ispoštovati kriterijumi higijene u procesu proizvodnje kao i kriterijumi bezbednosti hrane koji su propisani u „Pravilniku o opštim i posebnim uslovima higijene hrane u bilo kojoj fazi proizvodnje, prerade i prometa“. U industriji mesa postoje brojne mogućnosti kontaminacije trupova, odnosno mesa patogenim mikroorganizmima. Kontaminacija mesa može nastati preko alata i opreme koja se koristi za preradu i proizvodnju mesa, rashladnih vitrina i komora za skladištenje mesa, kao i transportnih kolica. Osim toga, i zaposleno osoblje u toku klanja, prerade i obrade mesa može biti izvor kontaminacije preko ruku, odeće i obuće. Da bi se sprečila kontaminacija veoma je važno redovno primenjivati postupke čišćenja, pranja i dezinfekcije radnih površina, kao i ruku radnika. Cilj ovog rada bio je ispitivanje mikrobiološke kontaminacije površina koje dolaze u kontakt sa mesom u objektu za preradu mesa. Ispitivanjem je obuhvaćeno 306 uzoraka briseva, od čega je 102 brisa uzeto sa radnih površina (radni stolovi, daske za sečenje), 90 briseva je uzeto sa alata, najčešće noževa (68 briseva), a zatim sa površina mašina u proizvodnji (79 briseva). Uzorci briseva sa površina koje dolaze u kontakt sa hranom uzeti su, posle čišćenja, pranja i dezinfekcije.

Kod najvećeg broja uzoraka briseva koji ne odgovaraju preporučenim mikrobiološkim kriterijumima utvrđen je istovremeno povećan broj enterobakterija i ukupan broj bakterija (70,21%). Znatno manji broj uzoraka nije odgovarao preporučenim mikrobiološkim kriterijumima zbog povećanog broja enterobakterija (14,89%). Zbog povećanog ukupnog broja bakterija nije odgovaralo 12,77% uzoraka briseva, a samo 2,13% uzoraka nije odgovaralo preporučenim mikrobiološkim kriterijumima zbog povećanog broja enterobakterija, ukupnog broja bakterija i prisustva *L. monocytogenes*.

Ključne reči: radne površine, higijena, kontaminacija, mikroorganizmi, prerada mesa.

Uvod

Klanice su objekti u kojima se, uz uvažavanje načela higijene i tehnologije, pod veterinarsko-sanitarnom kontrolom, kolju životinje i proizvodi meso. Savremene klanice moraju biti izgrađene, uređene i opremljene tako da je u njima moguće pravilno izvođenje tehnoloških operacija u toku procesa klanja i obrade trupova, održavanje lične higijene radnika, sprovođenje svih veterinarsko-sanitarnih mera i obavljanje veterinarskog pregleda životinja pre klanja, trupova i organa posle klanja, a sve u cilju dobijanja higijenski ispravnog i kvalitetnog mesa.

Za industriju mesa veoma je značajno primenjivati kriterijume higijene u procesu proizvodnje, kako bi se odvijalo pravilno funkcionisanje proizvodnog procesa.

Prilikom utvrđivanja učestalosti uzimanja uzoraka briseva sa površina koje dolaze u kontakt sa

hranom, treba uzeti u obzir obim proizvodnje i nivo rizika koji je u vezi sa aktivnostima poslovanja hranom. Mesta sa kojih se uzimaju brisevi definišu se planom HACCP-a svakog subjekta u poslovanju hranom. U industriji mesa najčešće površine sa kojih se uzimaju uzorci briseva su: površine na kojima se meso obrađuje (daske za sečenje i radne površine), zatim transportne trake, alatke koje koriste radnici (noževi, pribor za oštrenje, satare, testere, alati za narezivanje gotovih proizvoda), posude za transport, kontaktne površine uređaja, ruke radnika. Iz tog razloga sva oprema i alati koji se koriste u industriji mesa moraju biti napravljeni od materijala koji se lako pere, čisti, dezinfikuje i održava (Lelieveld i dr., 2003).

Da bi se sprečila kontaminacija mesa, kako u toku njegove prerade, tako i u prometu, veoma je važno redovno primenjivati postupke čišćenja, pranja i dezinfekcije radnih površina, alata, opreme, kao i ruku radnika (Rašeta i dr., 2012a).

Napomena: Rad je realizovan sredstvima dobijenim za realizaciju projekta broj TR 31034, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (2011–2014).

¹Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Bulevar oslobođenja 18, 11000 Beograd, Republika Srbija.

Kod procesne higijene najčešće se ispituje ukupan broj bakterija i broj bakterija iz familije *Enterobacteriaceae*. Pored navedenih, mogu se ispitivati i drugi mikroorganizmi, kao što su *E. coli* kao indikatori fekalne kontaminacije, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp.* i dr. U nekim slučajevima, potrebno je, kod površina koje dolaze u kontakt sa hranom, utvrditi prisustvo *Listeria monocytogenes*, kao uzročnika listerioze, ozbiljnog infektivnog oboljenja ljudi i životinja (Aguado i dr., 2001; Fonnesbech-Vogel i dr., 2001; Lundén i dr., 2002; Lundén i dr., 2003; Suihko i dr., 2002).

Cilj ovog rada bio je ispitivanje mikrobiološke kontaminacije površina koje dolaze u kontakt sa mesom u objektu za preradu mesa.

Materijal i metode rada

Ispitivanjem je obuhvaćeno 306 uzoraka briseva, od čega je 102 brisa uzeto sa radnih površina (radni stolovi, daske za sečenje), 90 briseva je uzeto sa alata, najčešće noževa (68 briseva), a zatim sa površina mašina u proizvodnji (79 briseva). Uzorci briseva sa površina koje dolaze u kontakt sa hranom uzeti su, posle čišćenja, pranja i dezinfekcije, u skladu sa standardom SRPS ISO 18593:2010. Brisevi su u laboratoriju transportovani u ručnom frižideru, pri temperaturi od 1°C do 4°C.

Mikrobiološka ispitivanja rađena su prema sledećim standardnim metodama:

1. Horizontalna metoda za određivanje ukupnog broja bakterija – SRPS ISO 4833:2008;
2. Horizontalna metoda za određivanje broja enterobakterija – SRPS ISO 21528-2:2009;
3. Horizontalna metoda za otkrivanje i određivanje broja *Listeria monocytogenes* – SRPS ISO 11290-1:2010 – Metoda otkrivanja.

Rezultati

Procena mikrobiološke kontaminacije rađena je na način koji je definisan u „Vodiču za primenu mikrobioloških kriterijuma za hranu“, koji je izdat od strane Ministarstva poljoprivrede, trgovine, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije, 2011.

Najveći broj uzoraka (30,06%) uzet je sa sledećih radnih površina: radni stolovi, daske za sečenje, panj, kuke i lodne. Jedan deo uzoraka (29,41%) uzet je sa alata koji se koristi za obradu mesa (noževi, testere, satare). Nešto više od jedne četvrtine uzoraka briseva (25,82%) uzeto je sa opreme: kutera, mašina za mlevenje mesa, mešalica, punilica, sterilizatora, drobilica, injektora i tambalera. Sa ruku radnika uzeto je 19 uzoraka briseva (6,21%), sa alata za narezivanje gotovih proizvoda 16 uzoraka briseva (5,23%) i sa površina rashladnih komora, vitrina i transportnih kolica 10 uzoraka (3,27%). U tabeli 1 prikazani su rezultati ispitivanja briseva uzetih sa ruku radnika. Od 19 uzetih uzoraka, samo jedan uzorak brisa (5,55%) nije odgovarao mikrobiološkim kriterijumima preporučenim u „Vodiču“ jer je imao povećan broj enterobakterija.

Od ispitanih uzoraka briseva uzetih sa noževa, 16,18% nije odgovaralo mikrobiološkim kriterijumima preporučenim u „Vodiču“, i to 11,76% uzoraka zbog povećanog broja enterobakterija i ukupnog broja bakterija, 1,47% uzoraka zbog povećanog broja enterobakterija i 2,94% uzorka zbog povećanog ukupnog broja bakterija (tabela 2).

Rezultati ispitivanja uzoraka briseva uzetih sa opreme prikazani su u tabeli 3. Najviše uzoraka uzeto je sa mašina za mlevenje mesa (34), kutera (18) i punilice (15).

Ukupno je sa opreme u proizvodnji uzeto 79 uzoraka briseva, od kojih 15 (18,98%) nije odgovaralo preporučenim mikrobiološkim kriterijumima. Pet uzoraka briseva nije odgovaralo zbog povećanog

Tabela 1. Mikrobiološki status ruku radnika
Table 1. Microbiological status of the workers' hands

Mesto uzrokovanja/ Sampling location	Broj briseva/ Number of swabs	Ne odgovara/ Incompliant		Nalaz/ Finding	Učestalost/ Frequency	
		n	%		n	%
Ruke radnika/ Workers' hands	19	1	5,55	AB	1	5,55

Legenda/Legend:

A – Enterobakterije/Enterobacteria

B – Ukupan broj bakterija/Total bacteria count

AB – Enterobakterije + Ukupan broj bakterija/ Enterobacteria + Total bacteria count

ABC – Enterobakterije + Ukupan broj bakterija + *Listeria monocytogenes*/Enterobacteria + Total bacteria count + *Listeria monocytogenes*

broja enterobakterija, dok je 10 uzoraka imalo i povećan ukupan broj bakterija.

Sa površina mašina za narezivanje gotovih proizvoda uzeto je 16 uzoraka briseva, od čega 3 uzorka (18,75%) nije odgovaralo preporučenim

kriterijumima u „Vodiču“, zbog povećanog broja enterobakterija i ukupnog broja bakterija (tabela 4).

Rezultati ispitivanja briseva uzetih sa radnih površina koje dolaze u kontakt sa mesom prikazani su u tabeli 5.

Tabela 2. Mikrobiološki status alata za obradu mesa
Table 2. Microbiological status of tools for processing meat

Mesto uzrokovanja/ Sampling location	Broj briseva/ Number of swabs	Ne odgovara/ Incompliant		Nalaz/ Finding	Učestalost/ Frequency	
		n	%		n	%
Nož/Knife	68	11	16,18	AB	8	11,76
				A	1	1,47
				B	2	2,94
Testera/Saw	11	1	9,09	AB	1	9,09
Satara/Meatchopper	11	1	9,09	B	1	9,09
Ukupno/ Total	90	13	14,44	AB	8	8,89
				A	1	1,11
				B	3	3,33

Tabela 3. Mikrobiološki status opreme u proizvodnji mesa
Table 3. Microbiological status of equipment in the production of meat

Mesto uzrokovanja/ Sampling location	Broj briseva/ Number of sabs	Ne odgovara/ Incompliant		Nalaz/ Finding	Učestalost/ Frequency	
		n	%		n	%
Kuter/Cutter	18	2	11,11	AB	2	11,11
Mašina za mlevenje mesa/ Meat grinder	34	7	20,59	A	3	8,82
				AB	4	11,76
Mešalica/Mixer	6	2	33,33	AB	2	33,33
Punilica/ Filling machine	15	4	26,66	A	2	13,33
				AB	2	13,33
Ostalo/Other*	6	0	0	0	0	0
Ukupno/Total	79	15	18,98	A	5	6,33
				AB	10	12,65

Legenda/Legend: *Drobilica, injektor, tumbler, sterilizator/Crusher, injector, tumbler, sterilizer

Tabela 4. Mikrobiološki status mašine za narezivanje gotovih proizvoda
Table 4. Microbiological status of slice machine of finished products

Mesto uzrokovanja/ Sampling location	Broj briseva/ Number of swabs	Ne odgovara/ Incompliant		Nalaz/ Finding	Učestalost/ Frequency	
		n	%		n	%
Mašina za narezivanje/ Slicing machine	16	3	18,75	AB	3	18,75

Tabela 5. Mikrobiološki status površina u kontaktu sa mesom
Table 5. Microbiological status of contact surfaces

Mesto uzrokovanja/ Sampling location	Broj briseva/ Number of swabs	Ne odgovara/ Incompliant		Nalaz/ Finding	Učestalost/ Frequency	
		n	%		n	%
Radni sto/ Work table	40	2	5	B	2	5
Daska za sečenje/ Cutting board	32	10	31,25	AB A ABC	8 1 1	25,00 3,12 3,12
Panj/ Shambles	3	2	66,66	AB	2	66,66
Rashladne komore/ Cooling chambers	10	1	10	B	1	10
Ostalo/Other*	17	0	0	0	0	0
Ukupno/Total	102	15	14,70	B AB A ABC	2 10 1 1	1,96 10,20 0,98 0,98

Legenda/Legend: *Lodne, kuke/ Dishes, hooks

Sa ovih površina uzeto je ukupno 102 uzorka brisa. Najveći broj uzoraka (40) uzeto je sa radnih stolova i dasaka za sečenje mesa (32). Od ukupnog broja uzetih uzoraka briseva, 15 (14,70%) nije odgovaralo preporučenim mikrobiološkim kriterijumima, najčešće zbog povećanog ukupnog broja bakterija i enterobakterija. Kod 0,98% uzoraka briseva bio je povećan ukupan broj bakterija, enterobakterija i utvrđeno je prisustvo *L. monocytogenes*.

Deset uzoraka briseva uzeto je iz rashladnih vitrina, pri čemu jedan uzorak (10%) nije odgovarao zbog povećanog ukupnog broja bakterija.

U tabeli 6 prikazani su zbirni rezultati za sva mesta uzorkovanja briseva.

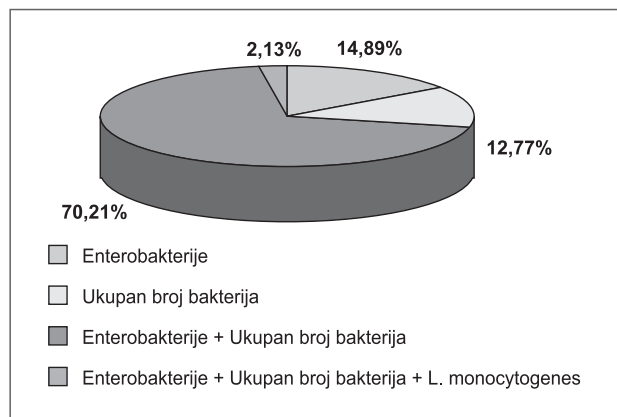
Od ukupno uzetih 306 uzoraka, 47 (15,36%) uzoraka nije odgovaralo preporučenim mikrobiološkim kriterijumima, najčešće zbog povećanog broja enterobakterija i ukupnog broja bakterija (33 uzorka, ili 10,78). Kod sedam (2,29%) uzoraka briseva neodgovarajući rezultati bili su zbog povećanog broja enterobakterija, dok je kod šest uzoraka briseva (1,96%) bio povećan ukupan broj bakterija. Samo jedan uzorak (0,33%), od ispitivanih uzoraka briseva, nije odgovarao zbog istovremenog povećanog broja enterobakterija i ukupnog broja bakterija, kao i prisustva *L. monocytogenes*.

Kod najvećeg broja uzoraka briseva koji ne odgovaraju preporučenim mikrobiološkim kriterijumima, datim u „Vodiču“, utvrđen je istovremeno

Tabela 6. Zbirni pregled rezultata ispitivanja uzoraka briseva uzetih u pogonu za preradu mesa
Table 6. A summary of the test results of swabs samples taken at the meat processing plant

Mesto uzrokovanja/ Sampling location	Broj biseva/ Number of swabs	Ne odgovara/ Incompliant		Nalaz/Finding	Učestalost/Frequency	
		n	%		n	%
Sva mesta/ All locations	306	47	15,36	A B AB ABC	7 6 33 1	2,29 1,96 10,78 0,33

povećan broj enterobakterija i ukupan broj bakterija (70,21%). Znatno manji broj uzoraka nije odgovarao preporučenim mikrobiološkim kriterijumima, zbog povećanog broja enterobakterija (14,89%). Zbog povećanog ukupnog broja bakterija nije odgovaralo 12,77% uzoraka, a samo 2,13% uzoraka nije odgovaralo preporučenim mikrobiološkim kriterijumima zbog povećanog broja enterobakterija, ukupnog broja bakterija i prisustva *L. monocytogenes* (grafikon 1).



Grafikon 1. Udeo različitih grupa mikroorganizama
Graph 1. Proportion of different groups of microorganisms

Legenda/Legend: Enterobacterije/Enterobacteria; Ukupan broj bakterija/Total bacteria count; Enterobacterije + Ukupan broj bakterija/Enterobacteria+Total bacteria count; Enterobacterije + Ukupan broj bakterija + *L. monocytogenes*/Enterobacteria+Total bacteria count+*L. monocytogenes*

Diskusija

U literaturi postoji veliki broj podataka koji se odnose na rezultate dobijene u toku mikrobiološkog ispitivanja radnih površina i opreme koja dolazi u kontakt sa hranom (Henroid i Sneed, 2004). Subjekt u poslovanju hranom, mora da ima definisan plan samokontrole, zasnovan na HACCP-u. Uredba o higijeni hrane (EU) No. 852/2004 Annex II (Anon., 2004) navodi da hrana i osoblje koje dolazi u kontakt sa hranom moraju biti pod nadzorom i moraju se držati svih uputstava vezanih za bezbednost hrane. Kontrola higijenskih uslova obavlja se uzimanjem briseva sa površina koje dolaze u kontakt sa hranom. Uzorci briseva uzimaju se po završetku procesa pranja i dezinfekcije. Prema istraživanju koje su sproveli Nel i dr. (2004), procenat ispitanika koji svakodnevno sprovode čišćenje radnih površina i površina koje dolaze u kontakt sa hranom iznosio je 78,6%, dok je 3,6% ispitanika navelo da vrše

dezinfekciju i čišćenje radnih površina i opreme između dve smene. Oko 14,2% ispitanika je navelo da obavljaju poslove čišćenja i pranja tokom smene. Ispitanici su naveli da za održavanje higijene najčešće koriste toplu vodu (89,3%), njih 3,6% je navelo da koriste hladnu vodu i deterdžent, a 7,6% ispitanika koristilo je toplu vodu i deterdžent.

Uobičajeno je da se provera higijene u objektima usmerava na površine koje su najčešće u kontaktu sa hranom (Watnick i Kolter, 2000). Briseve treba uzimati i sa teško dostupnih površina koje su najčešće i najviše kontaminirana mesta. Kod mikrobiološkog ispitivanja briseva, procena higijene površina se uglavnom zasniva na određivanju ukupnog broja bakterija i enterobakterija po cm² (Aarnisalo i dr., 2006). Za procenu higijene radnih površina od posebnog značaja je nalaz patogena, kao što je *L. monocytogenes*, u objektima za proizvodnju gotove hrane. To se, pre svega, odnosi na noževe i opremu za narezivanje.

Higijena ruku radnika koji u proizvodnji i prometu dolaze u kontakt sa hranom je od posebnog značaja. Patogeni mikroorganizmi mogu se preneti na hranu rukama radnika, kao i sa površina sa kojima dolaze u kontakt i hrana i ruke radnika. Prema nekim podacima (Rašeta i dr., 2012b), u 81% slučaju pojava bolesti prenosivim hranom je posledica kontaminacije hrane u toku čije proizvodnje nisu poštivalni principi dobre proizvođačke prakse. Radnici koji dolaze u kontakt sa hranom moraju da budu obučeni i informisani o značaju pravilnog rukovanja hranom (Nel i dr., 2004). Njihova higijena i radne navike moraju biti na pravilan način primenjene. Radnici se moraju pridržavati svih uputstava koja se odnose na higijenu opreme, higijenu ruku i zaštitne odeće. Neprihvatljivi rezultati, dobijeni kontrolom higijene ruku radnika, ukazuju na to da radnici u proizvodnji ili prometu nisu posvetili dovoljno pažnje proceduri održavanja higijene ruku.

Primena standardnih operativnih procedura (SOPs) je neophodna u cilju obavljanja pravilne dezinfekcije i ostalih operacija čišćenja. Gill i Jones (1999) navode da je nepravilno čišćenje i dezinfekcija dovođena u direktnu vezu sa različitim slučajevima epidemija bolesti prenosivih hranom.

Zaključak

Kod najvećeg broja uzoraka briseva koji ne odgovaraju preporučenim mikrobiološkim kriterijumima, datim u „Vodiču“, utvrđen je istovremeno povećan broj enterobakterija i ukupan broj bakterija (70,21%). Znatno manji broj uzoraka nije odgovarao preporučenim mikrobiološkim kriterijumima zbog

povećanog broja enterobakterija (14,89%). Zbog povećanog ukupnog broja bakterija nije odgovaralo 12,77% uzoraka briseva, a samo 2,13% uzoraka

nije odgovaralo preporučenim mikrobiološkim kriterijumima zbog povećanog broja enterobakterija, ukupanog broja bakterija i prisustva *L. monocytogenes*.

Literatura

- Aarnisalo K., Tallavaara K., Wirtanen G., Maijala, R., Raaska L., 2006. The hygienic working practices of maintenance personnel and equipment hygiene in the Finnish food industry, *Food control* 17, 1001–1011.
- Aguado V., Vitas A. I., Garcia-Jalon I., 2001. Random ampliWed polymorphic DNA typing applied to the study of cross contamination by *Listeria monocytogenes* in processed food products. *Journal of Food Protection*, 64, 5, 716–720.
- Anon., 2004. Regulation on food hygiene (EU) No. 852/2004. OJ 25.6.2004, L226/3
- Fonnesbech-Vogel B., Jørgensen L. V., Ojienyi B., Huss H. H., Gram L., 2001. Diversity of *Listeria monocytogenes* isolates from cold-smoked salmon produced in different smokehouses as assessed by random ampliWed polymorphic DNA analyses. *International Journal of Food Microbiology*, 65, 1–2, 83–92.
- Gill C. O., Jones T., 1999. The microbiological effects of breaking operations on hanging beef carcass sides. *Food Research International*, 32, 453–459.
- Henroid D., Sneed J., 2004. Readiness to implement hazard analysis and critical control point (HACCP) systems in Iowa schools. *Journal of the American Dietetic Association*, 104, 2, 180–185.
- Lelieveld H. L. M., Mostert M. A., Curiel G. J., 2003. Hygienic equipment design. In H. L. M. Lelieveld, M. A. Mostert, J. Holah, & B. White (Eds.), *Hygiene in food processing* (pp. 122–166). Cambridge, UK: Woodhead Publishing Limited.
- Lundén J. M., Autio T. J., Korkeala H. J., 2002. Transfer of persistent *Listeria monocytogenes* contamination between food-processing plants associated with a dicing machine. *Journal of Food Protection*, 65, 7, 1129–1133.
- Lundén J. M., Autio T. J., Sjöberg A. M., Korkeala H. J., 2003. Persistent and nonpersistent *Listeria monocytogenes* contamination in meat and poultry processing plants. *Journal of Food Protection*, 66, 11, 2062–2069.
- Nel O., Lues J. F. R., Buys E. M., Venter P., 2004. The personal and general hygiene practices in the deboning room of a high throughput red meat abattoir, *Food control*, 15, 571–578.
- Pravilnik o opštim i posebnim uslovima higijene hrane u bilo kojoj fazi proizvodnje, prerade i prometa, 2010. Pravilnik o opštim i posebnim uslovima higijene hrane u bilo kojoj fazi proizvodnje, prerade i prometa, Službeni glasnik RS, br. 72/10.
- Rašeta M., Bunčić O., Matekalo-Sverak V., Lilić S., Vranić V., Branković Lazić I., Spirić D. 2012a. Higijenski rizici pri prometu neupakovanog rasečenog pilećeg mesa u maloprodaji. *Tehnologija mesa*, 53,121–126.
- Rašeta M., Matekalo Sverak V., Đorđević V., Vranić V., Branković Lazić I., Grbić Z., Grubić M., Lončina J., 2012b. The hand hygiene of workers from the aspect of the process hygiene in retail sale of food, *Biological Food Safety and Quality BFSQ 2012*, 4–5 October 2012, Belgrade, Serbia 171–174.
- SRPS ISO 21528-2:2009. Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za otkrivanje i određivanje broja *Enterobacteriaceae* – Deo 2: Metoda brojanja kolonija.
- SRPS EN ISO 4833:2008. Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za određivanje broja mikroorganizama – Tehnika brojanja kolonija na 30°C.
- SRPS EN ISO 11290-1:2010. Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za otkrivanje i određivanje broja *Listeria monocytogenes* – Deo 1: Metoda otkrivanja
- Suihko M.-L., Salo S., Niclasen O., Gudbjörnsdóttir B., Torkelsson G., Bredholt S., 2002. Characterization of *Listeria monocytogenes* isolates from the meat, poultry and seafood industries by automated ribotyping. *International Journal of Food Microbiology*, 72, 1–2, 137–146.
- Vodič za primenu mikrobioloških kriterijuma za hranu, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, 2011. Beograd.
- Watnick P., Kolter R., 2000. Minireview: Biofilm, city of microbes. *Journal Bacteriology*, 182, 2675–2679.

Investigation of the microbiological contamination of contact surfaces in meat processing facilities

Ivanović Jelena, Baltić Ž. Milan, Karabasil Neđeljko, Dimitrijević Mirjana, Antić Nenad, Janjić Jelena, Dorđević Jasna

S u m m a r y: In order for food that is on the market to be safe, it must comply with the criteria of hygiene in the production process, and food safety criteria stipulated in the "Regulations on the general and specific requirements of food hygiene at any stage of production, processing and trade". In the meat industry, there are many possibilities for contamination of carcasses and meat by pathogenic microorganisms. Contamination of meat can occur through the tools and equipment used for the processing and production of meat, refrigerated display cases and chambers for storing meat and transportation trolley. Workers during slaughtering, primary treatment and processing of meat can be a source of contamination via hands, clothing and footwear, as well. In order to prevent contamination, it is very important to regularly apply the procedures for cleaning, washing and disinfection of work surfaces, as well as the workers' hands. The aim of this study was to investigate the microbial contamination of surfaces that come in contact with meat in meat processing plants. The study included 306 swab samples, of which 102 swabs were taken from work surfaces (desks, cutting boards), 90 swabs were taken from the tools, usually knives (68 swabs), and also from machines used in production (79 swabs). Swab samples from surfaces that come in contact with food were taken after cleaning, washing and disinfection

In most of the swab samples that were non-compliant with recommended microbiological criteria an increased number of enterobacteria and the total bacteria count (70.21%) was established. A considerably less samples did not comply with the recommended microbiological criteria due to the increased number of enterobacteria (14.89%). Also, 12.77% of samples were non-compliant due to the increased total bacteria count, and only 2.13 % of the samples did not comply with the recommended microbiological criteria due to the increased number of enterobacteria, total bacteria count and the presence of *L. Monocytogenes*.

Key words: work surfaces, hygiene, contamination, microorganisms, meat processing.

Rad primljen: 21.10.2013.

Rad prihvaćen: 28.11.2013.

Mikrobiološki status pilećeg mehanički separisanog mesa

Jovanović Jelena¹, Borović Branka¹, Velebit Branko¹, Lakićević Brankica¹, Baltić Tatjana¹, Mitrović Radmila¹, Milijašević Milan¹

S a d r ŝ a j: Mehanički separisano meso je sirovina koja je često kontaminirana mikroorganizmima. Cilj ovog rada bio je da se ispita mikrobiološki status uzoraka pilećeg mehanički separisanog mesa, u periodu od juna 2011. do decembra 2012. godine. Mikrobiološka ispitivanja su obuhvatala *Salmonella* vrste, *Escherichia coli* i ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija. U 5,26% ispitanih uzoraka utvrđeno je prisustvo *Salmonella* vrsta, dok 22,95%, odnosno 4,92% uzoraka mehanički separisanog mesa nije zadovoljavalo kriterijume u pogledu broja *E. coli* i ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija.

Ključne reči: mehanički separisano meso, ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp.

Uvod

Porast broja stanovnika u svetu nameće industriji hrane zahtev da osigura dovoljne količine mesa i proizvoda od mesa za ishranu ljudi. Iz tog razloga, proizvođači nastoje da iskoriste različite sirovine, uključujući i one slabijeg kvaliteta. Napredak u tehnologiji omogućio je primenu uređaja za mehaničko separisanje mesa, pri čijoj upotrebi se dobija sirovina za dalju preradu i proizvodnju u industriji mesa. Pri savremenoj proizvodnji, u postupku odvajanja mesa od kostiju, značajna količina mesa ostaje na kostima, te se primenom različitih uređaja pokušava odvojiti maksimalna količina mesa od kostiju. Prvi uređaji za mehaničko odvajanje mesa od kostiju primenjeni su u preradi riba, potom živine, a kasnije i kod svinja i goveda. Na 10. zasedanju Codex Alimentarius, u Kopenhagenu, 1978. godine, predložen je i usvojen termin za mehanički odvojeno meso od kostiju životinja za klanje, uključujući i živinu, kao mehanički separisano meso (MSM) (Stamenković i dr., 2001). Prvo se počelo sa proizvodnjom ribljeg mehanički separisanog mesa, i to u Japanu oko 1947. godine, a posle 10 godina i sa proizvodnjom pilećeg mehanički separisanog mesa. Sa proizvodnjom svinjskog, goveđeg i ovčijeg mehanički separisanog mesa se počelo oko 1972. godine, pošto je

oprema za proizvodnju pilećeg i ribljeg mehanički separisanog mesa modifikovana, a projektovana je i nova oprema. U našoj zemlji se početkom sedamdesetih godina prošlog veka počelo sa proizvodnjom pilećeg mehanički separisanog mesa. (Đorđević, 1982).

Proizvodnja živinskog mesa beleži konstantan porast. U Evropskoj uniji, u 2009. Godini, proizvodnja živinskog mesa je premašila 11,5 miliona tona (Rašeta i dr., 2012). U svetu, kao i u našoj zemlji, postoji sve veća potražnja za konfekcioniranim mesom (grudi, batac sa karabtkom), tako da proizvođači nastoje da iskoriste i jeftinije delove trupova (vratove, leđa, krila) koji ostaju posle konfekcioniranja, pri čemu se postiže racionalnije korišćenje sirovine, sa znatnim ekonomskim uštedama. U 20 zemalja Evropske unije, u periodu 2006 – 2007. godina, proizvedeno je, ukupno, oko 700.000 tona mehanički separisanog mesa (MSM), od čega je 88% bilo poreklom od živine i 12% poreklom od svinja. Procenjuje se da ukupna vrednost proizvedenog MSM-a iznosi između 400 i 900 miliona evra na godišnjem nivou. Oko 20% proizvedenog mehanički separisanog mesa u zemljama EU se izvozi (EC, 2010).

Mehanički separisano meso je, prema „Pravilniku o kvalitetu usitnjenog mesa, poluproizvoda od mesa i proizvoda od mesa“ (Sl. glasnik RS, br.

Napomena: Rezultati su proistekli iz rada na realizaciji projekta ev. br. III 46009 koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (2011–2014).

¹Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kačanskog 13, 11000 Beograd, Republika Srbija.

31/12), proizvod dobijen odvajanjem mesa sa koštiju na kojima je to meso ostalo posle otkoštavanja trupa, ili sa trupa živine, upotrebom mehaničkih sredstava, što ima za posledicu gubitak, ili modifikaciju strukture mišićnih vlakana. Za izradu mehanički separisanog mesa ne mogu da se koriste noge,

koža sa glave i vrata živine, kao ni kosti glave, nogu i repa drugih životinja.

Živinsko mehanički separisano meso proizvodi se od trupova sa kojih se prethodno odvoje delovi mesa, kao što su krila, grudi, batak i karabatak, a mogu se koristiti i celi trupovi. Dobijeno mehanički

Tabela 1. Karakteristike dve vrste MSM-a
Table 1. Characteristics of the two types of MSM

	„Low“ pressure MSM	„High“ pressure MSM
Trupovi živine/ Poultry carcasses	Najkasnije 3 dana od klanja/ Within 3 days of slaughter	Najkasnije 3 dana od klanja/ Within 3 days of slaughter
Sirovina za otkoštavanje koja potiče iz klanice koja se nalazi u sastavu istog objekta / Other raw material from on-site slaughterhouse	Najkasnije 7 dana od klanja/ Within 7 days of slaughter	Najkasnije 7 dana od klanja/ Within 7 days of slaughter
Sirovina za otkoštavanje koja potiče iz klanice koja se ne nalazi u sastavu istog objekta / Other raw material from other site	Najkasnije 5 dana od klanja/ Within 5 days of slaughter	Najkasnije 5 dana od klanja/ Within 5 days of slaughter
Mehanička separacija/ Mechanical separation	Odmah posle otkoštavanja/ Immediately after deboning	Ako se mehaničko separisanje ne obavlja odmah posle otkoštavanja, kosti sa ostacima mesa moraju da se skladište i prevezu na temperaturi < 2°C, ili, ako su zamrznute, na temperaturi od < -18°C/ If the mechanical separation is not carried out after deboning, bones with meat residues must be stored and transported at < 2°C, or if they are frozen at < -18°C.
Ako se MSM ne upotrebljava odmah posle dobijanja/ If obtained MSM is not used immediately	Omotano ili upakovano, ohlađeno tako da je unutrašnja temperatura MSM maksimalno 2°C, odnosno mora da bude zamrznuto tako da je unutrašnja temperatura < -18°C/ Wrapped or packaged, chilled at an internal temperature of max 2°C, or frozen at an internal temperature of < -18°C	Ako se MSM ne upotrebi u roku od 1 sata od dobijanja mora da se ohladi na temperaturu najviše do 2°C. Ako se posle hlađenja ne planira upotreba MSM u narednih 24 sata, mora da se zamrzne u roku od 12 časova od proizvodnje na način da se u roku od 6 časova u dubini MSM-a dostigne temperatura od najmanje -18°C. Zamrznuto MSM (omotano ili upakovano) može da se skladišti najduže 3 meseca pri temperaturi od najmanje -18°C/ If MSM is not used within 1 hour of production it has to be chilled to a temperature of max 2°C. If after chilling MSM is not used in the next 24 hours, it must be frozen within 12 hours of production in the way that within 6 hours an internal temperature of MSM reaches the temperature of at least -18°C. Frozen MSM (wrapped or packaged) can be stored no longer than 3 months at the temperature of at least -18°C.

separisano meso koristi se u proizvodnji proizvoda od mesa koji se obrađuju toplotom.

U većini zemalja, pa tako i u našoj zemlji, proizvodnja MSM-a zakonski je regulisana (*Pravilnik*, 2011; *EC* 853/2004). Naime, prema postupku kojim se proizvodi mehanički separisano meso postoje dve vrste MSM-a, i to:

1. mehanički separisano meso koje je dobijeno korišćenjem tehnoloških postupaka koji ne menjaju strukturu kostiju u toku proizvodnje ovog mesa i čiji sadržaj kalcijuma nije značajno veći od sadržaja kalcijuma u usitnjenom mesu („low“ pressure MSM) i
2. mehanički separisano meso proizvedeno primenom drugih tehnoloških postupaka („high“ pressure MSM).

U tabeli 1 su prikazane karakteristike ove dve vrste MSM-a.

Zbog velike mikrobiološke kontaminacije mehanički separisano meso je veoma kvarljiva sirovina. Glavni razlog za ovu kontaminaciju su loši higijenski uslovi, kao što su oprema, radnici i okruženje i nepravilno održavanje temperaturnog režima tokom svih faza proizvodnje i skladištenja (*Yuste i dr.*, 2002). Mikrobiološki status i biološke opasnosti vezane za MSM zavise od bakteriološkog kvaliteta ulazne sirovine (*EFSA*, 2013). Zbog fine usitnjenosti i razaranja zaštitnih mišićnih ovojnica, ova sirovina je lako kvarljiva i podložna brzim biohemijskim promenama i mikrobiološkoj kontaminaciji (*Vojinović i dr.*, 1984). Mikrobiološka ispravnost MSM-a može se obezbediti održavanjem zadovoljavajućih

kriterijuma higijene u procesu proizvodnje kroz sve faze proizvodnog procesa, kao i kriterijuma bezbednosti hrane. Subjekti u poslovanju hranom su dužni da u svoje planove samokontrole uvrste navedene kriterijume.

Shodno Pravilniku o opštim i posebnim uslovima higijene hrane u bilo kojoj fazi proizvodnje, prerađivanja i prometa (*Sl. glasnik RS*, br. 72/10), koji se primenjuje od 01. juna 2011. godine, uzorci mehanički separisanog mesa, prema kriterijumu higijene u procesu proizvodnje (kriterijum 2.1.7.), moraju se ispitivati na ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija i *Escherichia coli*, dok se, prema kriterijumu za bezbednost hrane (tačka 1.6.), MSM ispituje na prisustvo *Salmonella* vrsta.

Materijal i metode

U periodu od 01. juna 2011. do 31. decembra 2012. godine ispitano je ukupno 194 uzorka pilećeg mehanički separisanog mesa (62 uzorka u 2011. i 132 uzorka u 2012. godini). Od tog broja je 133 uzorka ispitano na prisustvo *Salmonella* spp. (tačka 1.6. Pravilnika 72/10), 42 uzorka su ispitana prema tački 2.1.7. Pravilnika 72/10 (ukupan broj aerobnih kolonija i broj *E. coli*), a 19 uzoraka je ispitano prema oba kriterijuma (tabela 2).

Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija u uzorcima pilećeg mehanički separisanog mesa ispitani su prema metodi SRPS EN ISO 4833:2008. Uzorci mehanički separisanog mesa, u količini od $20 \pm 0,1$ g, uzimani su sterilnim priborom i stavljeni su u sterilne stomaher kese. Odmerenom uzorku je,

Tabela 2. Pregled uzorkovanja

Table 2. Sampling plan

Godina/ Year	Tačka 1.6 (<i>Salmonella</i> spp.)/ Point 1.6 (<i>Salmonella</i> spp.)	Tačka 2.1.7 (Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija i <i>E. coli</i>)/ Point 2.1.7 (Total aerobic mesophilic bacteria count and <i>E. coli</i>)	Tačke 1.6 (<i>Salmonella</i> spp.) i 2.1.7 (Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija i <i>E. coli</i>)/ Points 1.6 (<i>Salmonella</i> spp.) and 2.1.7 (Total aerobic mesophilic bacteria count and <i>E. coli</i>)	Ukupan broj uzoraka/ Total number of samples
2011.	42	15	5	62
2012.	91	27	14	132
UKUPNO/ TOTAL	133	42	19	194

zatim, dodavano 180 mL fiziološkog rastvora, posle čega je homogenizovano u stomaheru (AES, Mix 2). Posle homogenizacije pripremana su odgovarajuća decimalna razblaženja. Iz osnovnog razređenja, kao i iz serije decimalnih razređenja, uzeto je po 1 ml i preneto u po dve Petrijeve ploče, a zatim nalivano sa 15 mL Plate Count Agara (PCA, Merck, Nemačka) i inkubirano pri temperaturi od $30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, u trajanju od $72 \text{ h} \pm 3 \text{ h}$. Rezultati su interpretirani prema SRPS EN ISO 7218:2008 standardu.

Broj *Escherichia coli* je određen prema metodi SRPS ISO 16649-2:2008. Od pripremljenog uzorka ($20 \pm 0,1 \text{ g}$ i 180 mL MRD-a (Maximum Recovery Diluent) napravljena je serija decimalnih razređenja u fiziološkom rastvoru, odakle je po 1 mL odgovarajućeg razređenja prenet u sterilne Petrijeve ploče. Korišćene su po dve ploče za svako decimalno razređenje, a zatim je nalivano po 15 mL TBX agara (Oxoid, Velika Britanija). Zasejane ploče su inkubirane tokom 24 h na temperaturi od 44°C . Rezultati su interpretirani prema standardu SRPS EN ISO 7218:2008.

Za otkrivanje prisustva *Salmonella* vrsta korišćena je metoda SRPS EN ISO 6579:2008. Odmereni uzorak mase $10 \pm 0,1 \text{ g}$ stavljen je u sterilnu stomaher kesu, u koju je, zatim, nalivana puferisana peptonska voda (90 mL). Nakon predobogaćenja na $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, tokom $18 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$, uzorak je obogaćen u selektivnim bujonima RVS i MKTTn (Merck, Nemačka). RVS bujon je inkubiran na $41,5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, tokom $24 \text{ h} \pm 3 \text{ h}$, a MKTTn bujon na $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, tokom $24 \text{ h} \pm 3 \text{ h}$. Za izolaciju i identifikaciju bakterija korišćene su podloge XLD agar i Rambach agar

(Merck, Nemačka), koje su termostatirane 24 časa pri temperaturi od 37°C , u aerobnim uslovima.

Rezultati i diskusija

U tabeli 3 su prikazani rezultati mikrobioloških ispitivanja uzoraka MSM-a od 01. juna 2011. godine, tj. od dana stupanja na snagu Pravilnika o opštim i posebnim uslovima higijene hrane u bilo kojoj fazi proizvodnje, prerade i prometa (*Sl. glasnik RS*, br. 72/10), pa do kraja 2012. godine.

Od 61 analiziranog uzorka mehanički separisanog mesa u tri uzorka (4,92%) je utvrđen veći ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija nego što je dozvoljeno, dok je u 14 uzoraka (22,95%) utvrđen veći broj *E. coli* nego što je propisano. U studiji koja je sprovedena u Nacionalnom veterinarskom institutu, u Poljskoj (*Pomykala i Michlski*, 2008), dobijeni rezultati ukazuju da je 6,5% (3/46) uzoraka imalo veći ukupan broj aerobnih bakterija. *Borović i dr.* (1999) su saopštili da 10% (5/50) uzoraka nije zadovoljavalo propisane kriterijume kada je u pitanju ukupan broj aerobnih bakterija, dok je u 12% (6/50) uzoraka dokazano prisustvo *E. coli*.

Od 152 uzorka koja su ispitana na prisustvo *Salmonella* vrsta, u osam uzoraka (5,26%) su izolovane bakterije *Salmonella* spp., što se razlikuje od studije koju je sproveo Nacionalni veterinarski institut u Poljskoj (*Pomykala i Michlski*, 2008), gde su salmonele detektovane u svim ispitanim uzorcima ($n = 46$). U izveštaju EFSE o kretanju zoonoza u 2010. godini na nivou EU, u 4,3% ispitana uzorka mehanički

Tabela 3. Rezultati mikrobioloških ispitivanja uzoraka MSM-a

Table 3. The results of microbiological tests of MSM samples

Godina/ Year	Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija / Total aerobic mesophilic bacteria count			<i>E. coli</i>			<i>Salmonella</i> spp.		
	Ukupan broj ispitanih uzoraka/ Total number of tested samples	Nezadovoljavajući uzorci/ Unsatisfactory samples		Ukupan broj ispitanih uzoraka/ Total number of tested samples	Nezadovoljavajući uzorci/ Unsatisfactory samples		Ukupan broj ispitanih uzoraka/ Total number of tested samples	Nezadovoljavajući uzorci/ Unsatisfactory samples	
		Broj/ Number	%		Broj/ Number	%		Broj/ Number	%
2011.	20	0	–	20	7	35%	47	1	2,13%
2012.	41	3	7,32%	41	7	17,07%	105	7	6,67%
UKUPNO/ TOTAL	61	3	4,92%	61	14	22,95%	152	8	5,26%

Tabela 4. Ukupan broj nezadovoljavajućih uzoraka
Table 4. Total number of unsatisfactory samples

Godina/Year	Ukupan broj uzoraka/ Total number of samles	Nezadovoljavajući uzorci/ Unsatisfactory samples	
		Broj/Number	%
2011.	62	8	12,90%
2012.	132	14	10,61%
UKUPNO/TOTAL	194	22	11,34%

separisanog mesa izolavane su bakterije *Salmonella* vrsta (EFSA, 2012). *Carvalho i Cortez* (2005) su, u svojim istaživanjima, došli do podatka da je u 25% (15/60) uzoraka mehanički separisanog mesa izolavane *Salmonella* spp, dok *Borović i dr.* (1999) nisu utvrdili prisustvo *Salmonella* vrsta ni u jednom ispitanoj uzorku. *Ivic Kolevska i Kocic* (2009) su utvrdili da je u Republici Makedoniji, u toku 2006. i 2007. godine, u 0,63%, odnosno 0,39% ispitanih uzoraka hrane utvrđeno prisustvo salmonela vrsta. Od toga, hrana koja je najčešće bila kontaminirana sa *Salmonella* spp. bila je mehanički separisano pileće meso, i to 71% u 2006. i 75% u 2007. godini.

Kao što možemo videti iz tabele 4, od 194 ukupno ispitana uzorka mehanički separisanog mesa, u periodu od juna 2011. godine do kraja decembra 2012. godine, 22 uzorka (11,34%) nije ispunjavalo kriterijume iz Pravilnika o opštim i posebnim uslovima higijene hrane u bilo kojoj fazi proizvodnje, prerade i prometa (Sl. glasnik RS, br. 72/10), bilo da su imali veći ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija ili broj *E. coli*, bilo da su u njima detektovane

bakterije *Salmonella* vrsta. *Borović i dr.* (1999) su ustanovili da je 22% (11/50) analizirana uzorka bilo mikrobiološki neispravno.

Zaključak

Od ukupnog broja ispitanih uzoraka, 11,34% (22/194) nije ispunjavalo kriterijume zadate u Pravilniku o opštim i posebnim uslovima higijene hrane u bilo kojoj fazi proizvodnje, prerade i prometa (Sl. glasnik RS, br. 72/10). U 4,92% (3/61) i 22,95% (14/61) uzoraka nađen je ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija i broj *E. coli* veći od dozvoljenog. U 5,26% (8/152) uzoraka utvrđeno je prisustvo *Salmonella* spp.

Smanjenje mikrobioloških rizika povezanih sa mehanički separisanim mesom treba da se zasniva na funkcionisanju efektivnog HACCP sistema i programa podrške (dobra proizvođačka praksa/dobra higijenska praksa) u klanicama, kao i efikasnog hlađenja i zamrzavanja MSM-a.

Literatura

- Borović B., Vesković S., Lilić S., 1999.** Bakteriološka ispravnost mašinski otkoštenog živinskog mesa. *Tehnologija mesa*, 40, 6, 296–298.
- Carvalho A., Cortez A., 2005.** *Salmonella* spp. in carcasses, mechanically deboned meat, sausages and chicken meat. *Cienc. Rural*, 35, 6, 1465–1468.
- Dorđević V., 1982.** Mehanički separisano meso – proizvodnja, osobine i primena. *Tehnologija mesa*, 23, 7-8, 218–224.
- EC, 2010.** European Commission. Communication from the Commission to the European Parliament and the council on the future necessity and use of mechanically separated meat in the European Union, including the information policy towards consumers. Brussels. http://ec.europa.eu/dgs/health_consumer/docs/msm_report_20101202_en.pdf
- EFSA, 2012.** European Food Safety Authority, European Centre for Disease Prevention and Control; The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2010; *EFSA Journal* 2012; 10(3):2297.
- EFSA, 2013.** EFSA Panel on Biological Hazards; Scientific Opinion on the public health risks related to mechanically separated meat (MSM) derived from poultry and swine; *EFSA Journal* 2013; 11(3):3137.
- Ivic Kolevska S., Kocic B., 2009.** Food contamination with salmonella species in the Republik of Macedonia. *Food-borne Pathology Diseases*, 6, 5, 627–630.
- Pomykala R., Michalski M., 2008.** Microbiological quality of mechanically separated poultry meat. *Acta Scientiarum Polonorum*, 7, 43–49.
- Pravilnik o opštim i posebnim uslovima higijene hrane u bilo kojoj fazi proizvodnje, prerade i prometa, 2010.** Službeni glasnik RS, br. 72/10.
- Pravilnik o veterinarsko-sanitarnim uslovima, odnosno opštim i posebnim uslovima za higijenu hrane životinjskog porekla, kao i o uslovima higijene hrane životinjskog porekla, 2011.** Službeni glasnik RS, br. 25/11.
- Pravilnik o kvalitetu usitnjenog mesa, poluproizvoda od mesa i proizvoda od mesa, 2012.** Službeni glasnik RS, br. 31/12.

- Rašeta M., Bunčić O., Matekalo-Sverak V., Lilić S., Vranić V., Branković Lazić I., Spirić D., 2012.** Higijenski rizici pri prometu neupakovanog rasečenog pilećeg mesa u maloprodaji. Tehnologija mesa, 53, 2, 121–126.
- Regulation (EC) No 853/2004** of the European Parliament and the Council of 29 April 2004 laying down specific hygiene rules for food of animal origin.
- SRPS EN ISO 4833:2008.** Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za određivanje broja mikroorganizama – Tehnika brojanja kolonija na 30°C.
- SRPS EN ISO 6579:2008.** Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za određivanje *Salmonella* spp.
- SRPS EN ISO 7218:2008.** Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Opšti zahtevi i uputstvo za mikrobiološka ispitivanja.
- SRPS ISO 16649-2:2008.** Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za određivanje broja β -glukuronidaza pozitivne *Escherichia coli* – Deo 2: Tehnika brojanja kolonija na 44°C pomoću 5-bromo-4-hloro-3-indolil β -D-glukuronida.
- Stamenković T., Zorić G., Milićević M., Jevtić M., 2001.** Prilog poznavanju faktora koji utiču na prinos i hemijski sastav mehanički separisanog mesa svinja. Tehnologija mesa, 42, 1–2, 61–70.
- Vojinović G., Živanović R., Ajder S., 1984.** Higijenski aspekti proizvodnje mehanički separisanog mesa peradi. Tehnologija mesa, 25, 12, 361–363.
- Yuste J., Pla R., Capellas M., Mor-Mur M., 2002.** Application of high-pressure processing and nisin to mechanically recovered poultry meat for microbial decontamination. Food Control, 13, 451–455.

Microbiological status of mechanically separated poultry meat

Jovanović Jelena, Borović Branka, Velebit Branko, Lakićević Brankica, Baltić Tatjana, Mitrović Radmila, Milijašević Milan

S u m m a r y: Mechanically separated meat is often contaminated with microorganisms. The aim of this study was to investigate the microbiological status of mechanically separated poultry meat samples from June 2011 to December 2012. Microbiological testing included *Salmonella* species, *Escherichia coli* and the number of aerobic bacteria. In 5.26% of the samples the presence of *Salmonella* species was revealed, whereas 22.95% and 4.92% of the mechanically separated poultry meat samples were non-compliant in regard to the number of *E. coli* and total aerobic colony count, respectively.

Key words: mechanically separated meat, total aerobic colony count, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp.

Rad primljen: 26.11.2013.

Rad prihvaćen: 5.12.2013.

Procena unosa kadmijuma hranom u Srbiji

Janković Saša¹, Nikolić Dragica¹, Stefanović Srđan¹, Radičević Tatjana¹, Spirić Danka¹, Petrović Zoran¹

S a d r ž a j: U poslednjih nekoliko decenija, kao posledica ljudskih aktivnosti, prisustvo kadmijuma u životnoj sredini se značajno povećalo. To je uslovalo i povećanje sadržaja kadmijuma u namirnicama, posebno u iznutricama životinja, pečurkama, glavonošcima, školjkama i rakovima, kakaou, pirinču itd. Najveća količina kadmijuma, oko 90%, u organizam čoveka dospeva putem hrane. S tim u vezi, cilj ovog rada je bio da se proceni nedeljni unos kadmijuma preko konzumirane hrane u Srbiji. Ukupno je analizirano 10720 uzoraka, u toku dve godine (2011–2012). Uzorci su ispitivani atomskom apsorpcionom spektrometrijom, grafitnom tehnikom. Limit kvantifikacije za kadmijum bio je 5 ng/g. Za procenu unosa pojedinih namirnica korišćena je baza podataka Svetske zdravstvene organizacije.

Svi analizirani uzorci sadržali su kadmijum ispod maksimalno dozvoljenog nivoa utvrđenog važećim nacionalnim Pravilnikom. Procenjeni nedeljni unos za kadmijum, na osnovu srednje vrednosti kadmijuma u namirnicama i prosečne telesne mase čoveka od 70 kg, bila je 1,286 µg/kg telesne mase (t.m.)/nedeljno.

Tolerišući nedeljni unos, prema preporuci Evropske agencije za bezbednost hrane, je 2,5 µg/kg/t.m. Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da je unos kadmijuma u populaciji u Srbiji nešto veći od 50% u odnosu na granicu bezbednosti i da ne predstavlja rizik po ljudsko zdravlje.

Ključne reči: ishrana, rizik, kadmijum.

Uvod

Kadmijum (Cd) spada u grupu toksičnih teških metala. Otkriven je tek 1817. godine. U Zemljinjini kori se javlja u malim količinama, 0,1–0,5 mg/kg, uglavnom kao pratilac ruda cinka, olova i bakra. Prirodna emisija kadmijuma je rezultat vulkanskih erupcija, šumskih požara, formiranja aerosola morske soli i drugih prirodnih fenomena. Kako je poslednjih godina upotreba Cd porasla (koristi se u proizvodnji alkalnih baterija i akumulatora, plastike, stakla, pigmentata, raznih legura i dr.) u okruženju se može naći i kao posledica delovanja čoveka. Glavni antropogeni izvori Cd u životnoj sredini su prerađivački otpad, proizvodnja i primena fosfatnih đubriva, sagorevanje fosilnih goriva i odlaganje otpada. Na taj način Cd zagađuje vodu i zemljište, a, zatim, preko korena biljaka ulazi u lanac ishrane čoveka (ATSDR – Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2008).

Hrana je najvažniji izvor kontaminacije za opštu populaciju nepušača (Petrović i Janković, 2008; Milijašević i dr., 2012), (pušači značajnu količinu kadmijuma unose preko duvanskog dima) oko 90% od ukupnog unosa, dok ostalih 10% otpada na inhalaciju kadmijuma preko ambijentalnog vazduha i

unosa preko vode za piće (Vahter i dr., 1991; Olsson i dr., 2002). Većina namirnica sadrži tragove Cd, a najveća količina se nalazi u iznutricama, školjkama, gljivama, kao i nekim biljkama koje mogu da koncentrišu Cd (kakao, pirinač).

Iz gastrointestinalnog trakta se resorbuje oko 5–6%, a ostatak Cd se eliminiše fecesom. Nivo apsorpcije je obrnuto proporcionalan sadržaju Zn, Ca i Fe u ishrani. U organizmu se vezuje za protein metalotionein, koji je važan transportni i depo-protein za Cd, a ujedno je i osnovni sistem detoksikacije, jer vezivanjem kadmijuma sprečavaju se njegovi toksični efekti. Kadmijum se deponuje u jetri, bubrezima i kostima, sa poluvremenom života u organizmu od 20 godina (ATSDR, 2008).

Od ranih 1950-ih, kada je prepoznata opasnost profesionalnog izlaganja kadmijumu, veliki broj istraživanja se bavio toksičnim efektima kadmijuma pri izloženosti ljudi i laboratorijskih životinja (Ezaki i dr., 2003; Jin i dr., 2002; Noonan i dr., 2002; Teeyakasem i dr., 2007; Trzcinka-Ochocka i dr., 2002; Uno i dr., 2005). Pri oralnoj ekspoziciji, primarni ciljani organ za kadmijum su bubrezi. Kadmijum dovodi do oštećenja na nivou glomerularne filtracije i tubularne reapsorpcije. Poremećaji kostiju – osteomalacija, osteoporoza, spontane frakture, jak

¹Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kačanskog 13, 11000 Beograd, Republika Srbija.

bol u kostima, delom se, takođe, objašnjavaju renalnom disfunkcijom prouzrokovanom Cd, a delom je posledica efekata Cd na metabolizam Ca (pojačana eliminacija Ca), zatim poremećaja metabolizma vitamina D, interferencije kadmijuma sa paratiroidnim hormonom, ometanje inkorporiranja Ca u koštane ćelije i ometanje sinteze kolagena u koštanim ćelijama. Na eksperimentalnim životinjama dokazana je i anemija, hepatotoksičnost, poremećaji nervnog sistema i poremećji u razvoju.

Na osnovu dostupnih informacija, IARC (International Agency on Research of Cancer) Cd svrstava u grupu 1, dokazanih karcinogena za ljude.

EFSA je 2009. godine, na osnovu studije procene rizika od unosa kadmijuma, promenila dotadašnji TWI (tolerable weekly intake – tolerišući nedeljni unos) od 7 µg/kg t.m. na 2,5 µg/kg t.m. (EFSA, 2011). Međutim, zajednički FAO/WHO ekspertski komitet za aditive, hranu, i kontaminante – JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, Zajednička FAO/WHO Ekspertska komisija za aditive u hrani) 2010. god. donosi privremeni tolerišući mesečni unos od 2,5 µg/kg t.m. (FAO/WHO, 2010), što je oko dva puta više od limita koji je EFSA postavila. Zbog toga je izvršena ponovna evaluacija propisanih vrednosti za unos Cd. EFSA, 2011 god. zaključuje da na snazi ostaje vrednost od 2,5 µg/kg t.m. (EFSA, 2009), a razlog razlike u odnosu na JECFA je različiti metodološki pristup.

Materijal i metode

Sadržaj Cd određivan je u namirnicama dostupnim na tržištu Srbije u 2011. i 2012. godini. Analizirano je 10720 uzoraka, i to: 2299 uzoraka voća i proizvoda od voća, 2202 uzorka povrća i proizvoda od povrća, 1407 uzoraka žitarica i proizvoda od žitarica, 1722 uzorka mesa i proizvoda od mesa, 1629 uzoraka ribe i proizvoda od ribe, 929 uzoraka mleka i proizvoda od mleka, 63 uzorka jaja i proizvoda od jaja i 469 uzoraka kafe, kakaoa i čaja. Uzorci za instrumentalno određivanje pripremani su metodom mikrotalasne digestije u kivetama pod pritiskom. Homogenizovanim uzorcima (0,5–0,75 g) dodavano je po 8 ml koncentrovane azotne kiseline, p.a. (Sigma, Nemačka) i 1,5 ml 30% vodonik-peroksida, p.a. (Merck, Nemačka). Uzorci su razarani u uređaju ETHOS TC (MILESTONE, Italija), sa referentnom sondom za kontrolu temperature. Mikrotalasna digestija se sastojala od tri koraka: zagrevanje u toku 5 min od sobne temperature do 180°C, 10 min na 180°C i 20 min hlađenje. Nakon završenog programa digestije, sadržaj kiveta

je dejonizovanom vodom kvantitativno prenošen u normalne sudove od 50 ml. Instrumentalno određivanje je sprovedeno na atomskom apsorpcionom spektrometru Varian „SPECTRAA 220“, sa grafitnom peći 110 GTA. Limit kvantifikacije (LOQ) za Cd je 5 ng/g. Rezultati ispod granice detekcije metode su izraženi kao jedna polovina LOQ, tj. 2,5 ng/g. Kontrola kvaliteta ispitivanja je sprovedena korišćenjem sertifikovanog referentnog materijala BCR 186. Rezultati analiza su bili u opsegu sertifikovanih vrednosti.

Kako, prema dostupnim podacima, u Srbiji nije rađena studija ishrane stanovništva, radi procene unosa uzeti su podaci baze podataka FAO/WHO GEMS/Food Consumption database (Global Environment Monitoring System/Food Consumption database – Sistem globalnog monitoringa životne sredine/baza podataka o potrošnji hrane – (GEMS/Food, World Health Organization, 2012).

Za obračun prosečnog nedeljnog unosa – WI (weekly intake, nedeljni unos), izraženog u µg Cd/kg t.m., korišćena je sledeća formula:

$$WI = \frac{\text{Nedeljni unos namirnice (g)} \times \text{Sadržaj Cd (}\mu\text{g/g)}}{\text{Telesna masa (kg)}}$$

Hazard indeks (indeks opasnosti) – HI, se računa prema sledećoj formuli:

$$WI = \frac{WICd}{TWICd}$$

gde je TWI – tolerišući nedeljni unos Cd.

Rezultati i diskusija

Ukupno je, u periodu 2011–2012. godina, na sadržaj kadmijuma, ispitano 10720 uzoraka podeljenih u 8 grupa namirnica, shodno procenjenom unosu namirnica za stanovništvo Srbije od strane WHO. Cd je detektovan u 3403 uzorka, tj. u 31,7% ispitanih uzoraka. Broj ispitanih uzoraka po grupama i broj uzoraka u kojima je detektovan kadmijum prikazani su u tabeli 1.

U žitaricama i proizvodima od žitarica, ribi, rakovima, školjkama, glavonošcima i njihovim proizvodima Cd je detektovan u preko 50% ispitanih uzoraka, a procentualno najveću zastupljenost kadmijuma u namirnicama nalazimo u grupi kafe, kakaoa i čajeva – 76,8%.

Maksimalna vrednost za sadržaj Cd (0,520 µg/g) beležimo u grupi akvatičnih proizvoda, dok je prosečna vrednost za Cd najveća u kafi, kakaoa i čajevima (0,017 µg/g). Opsezi i prosečne vrednosti za Cd u namirnicama prikazani su u tabeli 2.

Tabela 1. Broj ispitanih uzoraka u kojima je detektovan Cd
Table 1. Number of tested samples containing Cd

Vrsta namirnica/Foodstuffs	Broj uzoraka/ Number of samples	Uzorci u kojima je detektovan Cd/ Samples containing Cd	
		Broj/Number	%
Voće i proizvodi od voća/Fruits and fruit products	2299	277	12,0
Povrće i proizvodi od povrća/Vegetables and vegetable products	2202	558	25,3
Žitarice i proizvodi od žitarica/Cereals and cereal products	1407	791	56,2
Meso i proizvodi od mesa/Meat and meat products	1722	435	25,3
Riba, rakovi, školjke, glavonošci i njihovi proizvodi/ Fish, crustaceans, mollusks, cephalopods and their products	1629	885	54,3
Mleko i proizvodi od mleka/Milk and milk products	929	83	8,9
Jaja i proizvodi od jaja/Eggs and egg products	63	14	22,2
Kafa, kakao, čaj/Coffe, cocoa, tea	469	360	76,8
Ukupno/Total	10720	3403	31,7

I pored činjenice da je kadmijuma, prosečno, najviše u kafi, kakaou i čajevima, relativno nizak unos od 16,5 g/dan, uslovljava i nisku vrednost unosa Cd preko namirnica iz ove grupe, svega 0,278 µg. Najveći unos kadmijuma hranom je preko povrća i proizvoda od povrća (4,305 µg), tj. 33,5%, s obzirom na dnevni unos od 507,1 g i prosek od 0,008 µg/g. Prosečno se žitaricama unosi 4,168 µg Cd dnevno (32,4%), dok je najniži unos Cd zabeležen preko jaja i proizvoda od jaja – 0,156 µg, odnosno 1,2%.

Prosečan dnevni unos Cd u zavisnosti od vrste namirnica prikazan je u tabeli 3, a procentualni udeo namirnica u ukupnom unosu Cd na slici 1.

Ukupan unos Cd za odraslu osobu telesne mase 70 kg iznosi 0,184 µg/kg t.m. dnevno, odnosno 1,286 µg/kg t.m. nedeljno.

Vrednost HI za primenjeni scenario ishrane je 0,51, tj. prosečna odrasla osoba u Srbiji hranom unosi nešto više od polovine preporučene maksimalne količine Cd.

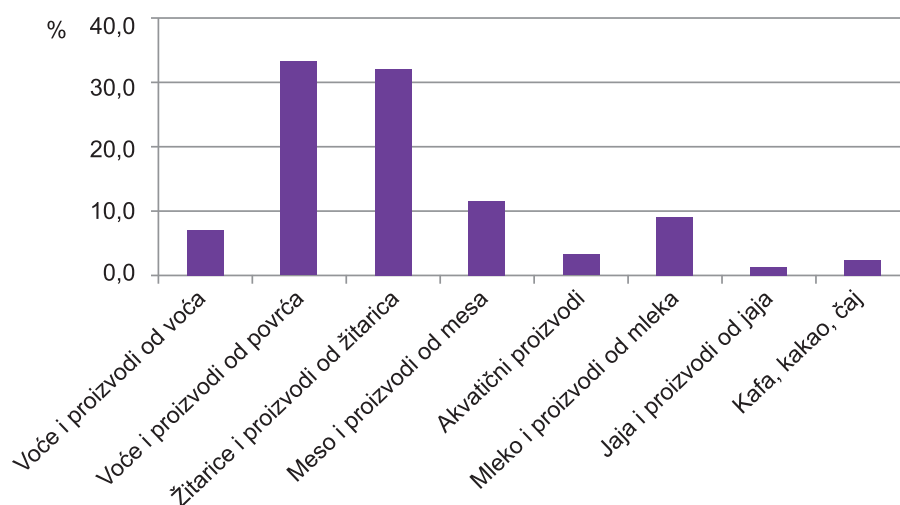
Tabela 2. Sadržaj Cd u namirnicama
Table 2. Content of Cd in foodstuffs

Vrsta namirnica/Foodstuffs	Opseg Cd, µg/g Range of Cd, µg/g	Srednja vrednost Cd, µg/g Mean value of Cd, µg/g
	n.d. – 0,056	0,005
Voće i proizvodi od voća/Fruits and fruit products	n.d. – 0,229	0,008
Povrće i proizvodi od povrća/ Vegetables and vegetable products	n.d. – 0,356	0,015
Žitarice i proizvodi od žitarica/ Cereals and cereal products	n.d. – 0,501	0,008
Meso i proizvodi od mesa/Meat and meat products	n.d. – 0,520	0,015
Riba, rakovi, školjke, glavonošci i njihovi proizvodi/ Fish, crustaceans, molluskas, cephalopods and their products	n.d. – 0,019	0,003
Mleko i proizvodi od mleka/Milk and milk products	n.d. – 0,029	0,005
Jaja i proizvodi od jaja/Eggs and egg products	n.d. – 0,480	0,017

n.d. – nije detektovan/not detected

Tabela 3. Dnevni unos namirnica i unos Cd po vrstama namirnica**Table 3.** Daily consumption of foodstuffs and Cd intake

Vrsta namirnice/Foodstuffs	Dnevni unos, g/ Daily intake, g	Dnevni unos Cd, µg/ Daily intake of Cd, µg
	205,8	0,94
Voće i proizvodi od voća/Fruits and fruit products	507,1	4,305
Povrće i proizvodi od povrća/Vegetables and vegetable products	281,7	4,168
Žitarice i proizvodi od žitarica/Cereals and cereal products	188,1	1,465
Meso i proizvodi od mesa/Meat and meat products	25,7	0,382
Riba, rakovi, školjke, glavonošci i njihovi proizvodi/ Fish, crustaceans, molluskas, cephalopods and their products	388,1	1,164
Mleko i proizvodi od mleka/Milk and milk products	31,0	0,156
Jaja i proizvodi od jaja/Eggs and egg products	16,5	0,278
Ukupno/Total	1644	12,858

**Slika 1.** Udeo namirnica u ukupnom unosu Cd**Picture 1.** Foodstuffs that significantly contribute to total Cd intake

Legenda/Legend: Voće i proizvodi od voća/Fruit and fruit products; Povrće i proizvodi od povrća/Vegetable and vegetable products; Žitarice i proizvodi od žitarica/Cereals and cereal products; Meso i proizvodi od mesa/Meat and meat products; Akvatični proizvodi/Aquatic products; Mleko i proizvodi od mleka/Milk and dairy products; Jaja i proizvodi od jaja/Eggs and egg products; Kafa, kakao, čaj/Coffee, cacao, tea.

Ispitivanja sprovedena u Evropi tokom devedesetih godina prošlog veka pokazala su da je unos kadmijuma preko hrane značajan čak i kada se ima u vidu PTWI vrednost od 7 µg/kg t.m., koja je tada bila na snazi. Tako, *Leblanc i dr.* (2000) dokazuju da je unos kadmijuma u Francuskoj 17 µg dnevno, što na nedeljnom nivou i preračunato na prosečnu telesnu masu od 60 kg iznosi 2 µg/kg t.m. *Urieta i dr.* (1996), u Španiji, nalaze nešto niže vrednosti (1,7 µg/kg t.m.) kadmijuma nedeljno, dok u Grčkoj

Tsoumbaris i Tsoukali-Papadopoulou (1994) dolaze do vrednosti od 50% tadašnjeg PTWI, tj. do unosa kadmijuma od 3,15 µg/kg t.m., što je premašilo novu TWI vrednost (2,5 µg/kg t.m.) za 40%.

EFSA je 2012. godine objavila rezultate studije u kojoj su učestvovala 22 zemlje članice EU sa podacima prikupljenim od 2003. do 2011. godine. Najveći sadržaj kadmijuma utvrđen je u algama, kakaou i proizvodima od kakaosa i jestivim iznutricama, dok su, imajući u vidu unos pojedinih vrsta namirnica,

najveći udeo u unosu kadmijuma imali žitarice i proizvodi od žitarica (26,9%), a zatim povrće i proizvodi od povrća (16%). Kada je vrednost ispod limita detekcije proglašena polovinom limita detekcije, nedeljni unos kadmijuma preko hrane iznosio je 2,04 µg/kg t.m. (EFSA, 2012). Nešto niže vrednosti dobijaju Sand i Becker (2012) u Švedskoj, i to 1 µg/kg t.m. za prosečnu izloženost, odnosno 1,8 µg/kg t.m. za visoku ekspoziciju. Od ukupnog unosa kadmijuma, 40–50% poticalo je iz krompira i pšeničnog brašna, iako je najveći prosečni sadržaj kadmijuma u ispitanim namirnicama bio u spanaću (0,14 mg/kg), morskim plodovima (0,17 mg/kg) i jetri haringe (0,66 mg/kg). Slične vrednosti unosa kadmijuma dobijaju i Martí-Cid i dr. (2008) za populaciju Katalonije. Prosečan unos kadmijuma je iznosio 0,98 µg/kg t.m. računato na telesnu masu od 70 kg, a osnovni izvori ekspozicije kadmijumu bile su mahunarke, krompir i žitarice.

Ispitivanjem duplih obroka, Wilhelm i dr. (2002), u Nemačkoj, dolaze do zaključka da bi se unos kadmijuma preko hrane morao smanjiti jer za grupu dece iz industrijski razvijene Rurske oblasti, prosečne starosti 1,8 godina, dobijaju prosečan unos kadmijuma od 1,19 µg/kg t.m., za decu starosti 3,8 godina – 3,43 µg/kg t.m., dok su deca prosečne starosti 3,9 godina, sa Amrum ostrva u Severnom moru, dakle oblasti bez značajnijeg zagađenja, prosečno unosila 2,45 µg/kg t.m. (Wilhelm i dr., 2002).

Beccaloni i dr. (2013), u svojoj studiji, bave se unosom kadmijuma preko voća i povrća kod stanovništva iz industrijalizovane zone Sardinije u Italiji. Na osnovu 255 ispitanih uzoraka dolaze do zaključka da je prosečan nedeljni unos kadmijuma preko voća i povrća za populaciju odraslih (telesna masa 70 kg) 3,8 µg/kg t.m.. Poređivši ih sa PTWI od 7 µg/kg t.m. autori smatraju da ne postoji rizik od unosa kadmijuma preko tih namirnica. Međutim, ukoliko se na dobijene vrednosti primeni PTWI koji je EFSA preporučila 2011. god (2,5 µg/kg t.m.), dolazi se do zaključka da sve tri populacione grupe prekoračuju bezbedni limit čak i preko dva puta.

Za razliku od Evrope, Tsukahara i dr. (2003) dokazuju da se u Japanu kadmijum najviše unosi preko pirinča, do 40%, dok je studija o unosu teških metala kod srednjoškolaca u Hong Kongu pokazala da se kadmijum najviše unosi preko plodova mora (ne računajući ribu) (33%), pa tek onda preko žitarica (27%). Prosečan nedeljni unos bio je 2,42 µg/kg t.m. Vrednosti kadmijuma u namirnicama ispod limita detekcije, a bilo ih je 43,1%, računati su kao polovina limita detekcije (Food and Environmental Hygiene Department, 2002). Liu i dr. (2010) iznose podatke o unosu kadmijuma kod populacije iz oblasti Jinhu u Kini. Prosečni nedeljni unos kod odraslih je iznosio 1,49 µg/kg t.m., dok je kod dece starosti od 1,9 do 7 godina unos bio nešto viši, 2,07 µg/kg t.m. Kod obe populacione grupe, unos je bio niži i od PTWI vrednosti JECFA (7 µg/kg t.m.) i od TWI preporučene od strane EFSA (2,5 µg/kg t.m.).

U SAD procenjeni dnevni unos kadmijuma kod odrasle populacije nepušača iznosi 0,35 µg/kg t.m., za muškarce, odn 0,30 µg/kg t.m. kod žena. Te vrednosti, izražene na nedeljnom nivou (2,45 µg/kg t.m., muškarci i 2,1 µg/kg t.m., žene), su ispod u preporučenih limita EFSA i JECFA. Najviše kadmijuma unosi se preko lisnatog povrća, krompira i žitarica, uz opasku da je unos kadmijuma veći i kod osoba koje u ishrani koriste veće količine školjki i iznutrica (Toxicological profile for cadmium, 2002).

Zaključak

Uzimajući u obzir dobijene vrednosti za unos Cd u populaciji odraslih u Srbiji, možemo zaključiti da način ishrane i kontaminacija hrane kadmijumom ne predstavljaju visoku opasnost po zdravlje stanovništva. Ipak, činjenica da se navike u ishrani i kontaminacija životne sredine i namirnica kadmijumom menjaju zahteva kontinuirano praćenje nivoa zagađenja i dnevnog/nedeljnog unosa Cd hranom.

Literatura

- ATSDR, 2008.** Draft Toxicological profile for Cadmium, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, USA.
- Beccaloni E., Vanni F., Beccaloni M., Carere M. 2013.** Concentrations of arsenic, cadmium, lead and zinc in homegrown vegetables and fruits: Estimated intake by population in an industrialized area of Sardinia, Italy, *Microchemical Journal* 107, 190–195.
- EFSA, 2009.** Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Commission on cadmium in food. *EFSAJ*. 980, 1–139.
- EFSA, 2011.** EFSA panel on contaminants in the food chain (CONTAM); scientific opinion on tolerable weekly intake for cadmium. *EFSAJ* 9(2), 1975.
- EFSA, 2012.** Cadmium dietary exposure in the European population. Scientific Report of EFSA. *The EFSA Journal*, 10, 1, 2551, 1–37.
- Ezaki T., Tsukahara T., Moriguchi J., 2003.** No clear-cut evidence for cadmium-induced renal tubular dysfunction among over 10,000 women in the Japanese general population: A nationwide large-scale survey. *International Archives of Occupation and Environmental Health*, 76, 3, 186–196.

- FAO/WHO, 2010.** Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Seventy-third meeting, Geneva, 8-17 June 2010. Summary and Conclusions, Issued 24 June 2010.
- Food and Environmental Hygiene Department, Hong Kong, 2002.** Dietary exposure to heavy metals of secondary school students, Risk assessment Studies, Report No. 10B, Hong Kong September 2002.
- Global Environment Monitoring System – Food Contamination Monitoring and Assessment Programme (GEMS/Food), World Health Organization, 2012.**
- International Agency on Research of Cancer (IARC). IARC Cancer Databases.** Available from: <http://www.iarc.fr>
- Jin T., Nordberg M., Frech W., et al. 2002.** Cadmium biomonitoring and renal dysfunction among a population environmentally exposed to cadmium from smelting in China. *Biomaterials*, 15, 397–410.
- Leblanc J., Malmauret L., Guerin T., Bordet F., Boursier B., Verger P., 2000.** Estimation of the dietary intake of pesticide residues, lead, cadmium, arsenic and radionuclides in France. *Food Addit. Contam.* 17, 1–8.
- Liua P., Wang C.N., Song X.Y., Wu Y.N. 2010.** Dietary intake of lead and cadmium by children and adults – Result calculated from dietary recall and available lead/cadmium level in food in comparison to result from food duplicate diet method. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 213, 450–457.
- Martí-Cid R., Llobet J., Castell V., Domingo J., 2008.** Dietary intake of Arsenic, Cadmium, Mercury and Lead by population of Catalonia, Spain. *Biological Trace Element Research*, 125, 2, 120–132.
- Milijašević M., Babić J., Baltić M., Đorđević V., Spirić D., Janković S., Spirić A. 2012.** Parametri higijenske ispravnosti četiri vrste riba koje su najzastupljenije na tržištu Srbije. *Tehnologija mesa* 53, 2, 127–133.
- Noonan C. W., Sarasua S. M., Campagna D., 2002.** Effects of exposure to low levels of environmental cadmium on renal biomarkers. *Environmental Health Perspectives*, 110, 151–155.
- Olsson I. M., Bensryd I., Lundh T., Ottosson H., Skerfving S., Oskarsson A., 2002.** Cadmium in blood and urine-impact of sex, age, dietary intake, iron status, and former smoking-association of renal effects. *Environmental Health Perspectives*, 110, 1185–1190.
- Petrović Z., Janković S., 2008.** Fazanska divljač kao bioindikator prisustva kadmijuma u životnoj sredini. *Tehnologija mesa* 49, 1–2, 36–40.
- Roser Martí-Cid, Juan M. Llobet, Victoria Castell, José L. Domingo, 2008.** Dietary Intake of Arsenic, Cadmium, Mercury, and Lead by the Population of Catalonia, Spain. *Biological Trace Element Research*, 125, 120–132.
- Sand S, Becker W., 2012.** Assessment of dietary cadmium exposure in Sweden and population health concern including scenario analysis. *Food and Chemical Toxicology* 50, 536–544.
- Teeyakasem W., Nishijo M., Honda R., 2007.** Monitoring of cadmium toxicity in a Thai population with high-level environmental exposure. *Toxicol Letters*, 169, 185–195.
- Toxicological profile for cadmium, U.S. Department of health and human services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, September 2002;**
- Trzcinka-Ochocka M., Jakubowski M., Halatek T., 2002.** Reversibility of micro proteinuria in nickel-cadmium battery workers after removal from exposure. *International Archives Occupation Environmental Health* 75, S101–S106.
- Tsoumaris P., Tsoukali-Papadopoulou H., 1994.** Heavy metals in common foodstuff: daily intake. *Bulletin Environmental Contamination Toxicology* 53, 67–70.
- Tsukahara T., Ezaki T., Moriguchi J., Furuki K., Shimbo S., Matsuda-Inoguchi N., Ikeda M. 2003.** Rice as the most influential source of cadmium intake among general Japanese population. *The Science of the Total Environment*, 305, 41–51.
- Uno T., Kobayashi E., Suwazono Y., 2005.** Health effects of cadmium exposure in the general environment in Japan with special reference to the lower limit of the enckmark dose as the threshold level of urinary cadmium. *Scandinavian Journal of Work Environmental Health*, 31, 307–315.
- Urieta I., Jalon M., Eguileor I., 1996.** Food surveillance in the Basque Country (Spain). II. Estimation of the dietary intake of organochlorine pesticides, heavy metals, arsenic, aflatoxin M1, iron, zinc through the total diet study, 1990/91. *Food Addit. Contam.* 13, 29–52.
- Vahter M., Berglund M., Lind B., Jorhem L., Slorach S. and Friberg L., 1991.** Personal monitoring of lead and cadmium exposure-a Swedish study with special reference to methodological aspects. *Scand Journal Work Environmental Health*, 17, 1, 65–74.
- Wilhelm M., Wittsiepe J., Schrey P., Budde U., Idel H., 2002.** Dietary intake of cadmium by children and adults from Germany using duplicate portion sampling. *The Science of the Total Environment*, 285, 11–19.

Estimated intake of cadmium through food consumption in Serbia

Janković Saša, Nikolić Dragica, Stefanović Srđan, Radičević Tatjana, Spirić Danka, Petrović Zoran

S u m m a r y: In the past several decades, presence of cadmium in the environment has significantly increased as the consequence of human activities. Consequently, the increase of cadmium content is also recorded in foodstuffs, especially in entrails, mushrooms, mollusks, shells and crustaceans, cocoa, rice, etc. Majority of the total cadmium in human body originates from food consumption (about 90%). Taking this into consideration, the aim of this paper was to estimate weekly cadmium intake through food consumption in Serbia. During the period 2011-2012, a total of 10,720 samples have been analyzed using atomic absorption spectrometry, graphite furnace. Limit of quantification was 5 ng/g. The estimation of certain foodstuffs intake was carried out using WHO database.

All the tested samples contained cadmium below the maximum permitted level set by National regulations. Estimated weekly intake of cadmium, based on mean value of cadmium content in foodstuffs and average body weight of 70 kg, was 1.286 µg/kg body weight (b.w.)/week.

According to the recommendation of the European Food Safety Agency (EFSA), tolerable weekly intake of cadmium is 2.5 µg/kg b.w. On the basis of the obtained results, it can be concluded that the intake of cadmium within Serbian population is slightly above 50% of safe limit, and does not pose a risk for human health.

Key words: nutrition, risk, cadmium.

Rad primljen: 18.09.2013.

Rad prihvaćen: 28.10.2013.

Ispitivanje mogućnosti detekcije fluorohinolona u tkivima bubrega šarana mikrobiološkom difuzionom metodom

Dorđević Vesna¹, Kilibarda Nataša², Baltić Ž. Milan³, Ćirković Miroslav⁴, Dimitrijević Mirjana³, Trbović Dejana¹, Parunović Nenad¹

S a d r ž a j: Riba je, zbog sadržaja i količina proteina, masti, minerala, vitamina, esencijalnih n-3 polinezasićenih masnih kiselina (PNMK) i holesterola, jedna od nutritivno najvrednijih namirnica koja se koristi u ishrani ljudi. Da bi se zadovoljile rastuće potrebe stanovništva za ovom vrstom namirnice, riba se sve više gaji u akvakulturi. Intenzivna proizvodnja ribe, zbog povećane gustine nasada, pogoduje nastanku bakterijskih oboljenja. Kao posledica toga, javlja se povećan morbiditet i mortalitet, smanjen prirast i smanjenje nasadnog materijala, što predstavlja ozbiljan problem za akvakulturu i dovodi do masovne upotrebe hemioterapeutika u terapijske svrhe. Za lečenje bakterijskih infekcija riba u ribnjacima koriste se antibiotici. Kao antibiotik izbora u uzgojnom ribarstvu se koriste fluorohinoloni. Fluorohinoloni su grupa antibiotika koji imaju širok spektar delovanja, nisku toksičnost i mali broj neželjenih dejstava na tretiranu ribu. Međutim, ostaci antibiotika u tkivima riba predstavljaju realan rizik za zdravlje ljudi. Ishrana ribom koja sadrži ostatke antibiotika može da dovede do pojave alergijskih, toksičnih, karcinogenih, mutagenih i teratogenih efekata. Stoga je neophodno da se ustanove rezidualne količine antibiotika u tkivima riba, što se može postići korišćenjem pouzdanih laboratorijskih metoda i tehnika kojima se ispituju ostaci antibiotika u mesu riba. Zbog navedenog, kao cilj rada definisano je da se ispita mogućnost identifikacije i kvantifikacije fluorohinolona u bubrezima šarana mikrobiološkom difuzionom metodom uz pomoć test mikroorganizma, *E. coli* ATCC 11303.

Ispitivanjima je ustanovljeno da mikrobiološka difuziona metoda omogućava detekciju svih pet fluorohinolona (oksolinska kiselina, enrofloksacin, sarafloksacin, difloksacin i flumekvin) u tkivima bubrega šarana na različitim nivoima maksimalno dozvoljenih količina, MDK (100 µg/kg, 100 µg/kg, 30 µg/kg, 300 µg/kg i 600 µg/kg, respektivno). Identifikacija i kvantifikacija fluorohinolona na nivou MDK moguće je samo za enrofloksacin, difloksacin i flumekvin. Ovi fluorohinoloni mogu da se detektuju i kvantifikuju i na nivou ispod MDK, odnosno na nivou od ¼ MDK. Za razliku od navedenih fluorohinolona, sarafloksacin se može detektovati samo na nivou od 2 MDK. Oksolinska kiselina se može detektovati na nivou od 4 MDK. Propisi EU predviđaju da trijažna (screening) metoda može biti primenjiva samo ukoliko se neko jedinjenje može detektovati u visini MDK, a preporučljivo je do ½ MDK. To znači da se mikrobiološka difuziona metoda može koristiti u rutinskoj analitičkoj praksi za identifikaciju i kvantifikaciju enrofloksacina, difloksacina i flumekvina u tkivima bubrega šarana.

Ključne reči: šaran, fluorohinoloni, mikrobiološka difuziona metoda, test agar, *E. coli* 11303.

Uvod

Poslednjih godina XX veka u svetu se sektor akvakulture najbrže razvijao, tako da se čak 40% svetskih potreba za ribom obezbeđuje kontrolisanim uzgojem (Josupeit i Lem, 2010; Cole i dr., 2009).

Visok sadržaj proteina, nizak sadržaj masti i relativno nizak sadržaj holesterola, kao i značajan sadržaj minerala, vitamina i esencijalnih n-3

polinezasićenih masnih kiselina (PNMK) svrstavaju ribu u jednu od nutritivno najvrednijih namirnica u ishrani ljudi (Sahena i dr., 2009). U ponudi, na našem tržištu, je najzastupljenija slatkodvodna riba iz akvakulture (šaran, amur, tolstolobik i pastrmka). Prosečna potrošnja ribe po stanovniku, u svetu, na godišnjem nivou, iznosi 15,8 kg (Ćirković i dr., 2002a), dok se kod nas nalazi u opsegu od 4.5 do 5 kg (Milijašević i dr., 2012.). Dokazano je da

Napomena: Rezultati prikazani u radu proistekli su iz projekata ev. br. TR 31011 i TR31075, koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

¹Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kačanskog 13, 11000 Beograd, Republika Srbija;

²Veterinarski specijalistički institut „Subotica“, Segedinski put 88, 24000 Subotica, Republika Srbija;

³Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine Beograd, Bulevar oslobođenja 18, 11000 Beograd, Republika Srbija;

⁴Naučni Institut za veterinarstvo „Novi Sad“, Rumenački put 20, 21000 Novi Sad, Republika Srbija.

Autor za kontakt: Vesna Dorđević, vesna@inmesbgd.com

ishrana ribom pozitivno utiče na zdravlje ljudi (*Sahena i dr.*, 2009). Povećana potrošnja ribe u ishrani utiče na sprečavanje nastanka kardiovaskularnih oboljenja, posebno infarkta miokarda, na smanjenje hipertenzije, sprečavanje nastanka arterioskleroze (*Mayneris-Perxachs i dr.*, 2010), mentalnih disfunkcija, crevnih oboljenja, astme, artritisa i dr. Američko udruženje za srce (American Heart Association) preporučuje da se riba jede dva puta nedeljno, jer dugolančane n-3 PNMK, pre svega pentaen-eikozonska kiselina, EPA i heksaen-dokozonska kiselina, DHA, utiču na smanjenje pomenutog rizika (*Dewailly i dr.*, 2007), kao i rizika od autoimunih i malignih oboljenja (*Terry i dr.*, 2004) i dijabetesa (*Nettleton i Katz*, 2005).

Riba iz akvakulture podleže čestim bakterijskim infekcijama. Intenzivna proizvodnja ribe, zbog povećane gustine nasada, pogoduje nastanku bakterijskih oboljenja. Kao posledica toga, javlja se povećan morbiditet i mortalitet, smanjen prirast i nedostatak nasadnog materijala, što predstavlja ozbiljan problem za ovu granu poljoprivrede, odnosno za akvakulturu. Najčešće dijagnostikovane bakterijske bolesti kod riba, u Srbiji, su septikemije izazvane aeromonadama, pseudomonas septikemije, furunkuloze, eritrodermatiti, jersinioze, renibakterioze, bakterijska oboljenja škrga i *columnaris* bolest (*Jeremić i dr.*, 2005). Mnoge bakterijske bolesti se javljaju posle izlaganja riba stresu (*Čirković i dr.*, 2002b). Uspešno preveniranje i suzbijanje oboljenja podrazumeva redovne preglede riba, čime se postiže pravovremena dijagnostika i ciljana terapija, koja, uz poboljšanje zoohigijenskih mera, predstavlja osnovu u borbi sa bolestima.

Za lečenje bakterijskih infekcija riba u ribnjacima koriste se antimikrobni lekovi, ili hemioterapeutici. Najveći deo antimikrobnih lekova, koji se koriste, su antibiotici (*Čupić i dr.* 2004), koji se primenjuju preko medicinirane hrane, ili se dodaju u medicinirane kupke za ribe (*Dinović i dr.*, 2010). Fluorohinoloni su grupa antibiotika koji se najviše koriste u uzgojnom ribarstvu. Oni su relativno nova grupa antibiotika koji imaju širok spektar delovanja, nisku toksičnost i imaju malo neželjenih dejstava (*Čupić i dr.*, 2004). Ako se koriste u dozama većim od propisnih, kod pogrešnih i diferencijalnih dijagnoza, kod laboratorijski pogrešno identifikovanih uzročnika bolesti i bez potvrde njihovog delovanja antibiogramom, kao i u profilaktičke svrhe i za potrebe povećanog prirasta, fluorohinoloni dovode do stvaranja rezistencije bakterija i dobijanja „superbakterija“, koje predstavljaju otporne i neosetljive sojeve na delovanje antibiotika (*Čupić i dr.*, 2011).

Ostaci antibiotika u tkivima riba predstavljaju realan rizik za zdravlje ljudi. Ishrana ribom koja

sadrži ostatke antibiotika može dovesti do pojave alergijskih, toksičnih, karcinogenih, mutagenih i teratogenih efekata. Posebno su osetljiva deca u najranijem uzrastu (zbog nezrelog enzimskog sistema jetre i nezrelosti bubrega za eliminaciju lekova), kao i osobe u poznim godinama, kod kojih organi gube svoju normalnu aktivnost. Rezidue antibiotika u hrani mogu da reaguju sa hranom koja se unosi u organizam, a mogu i da umanjuju delovanje nekih lekova koji se koriste u terapijske svrhe, tj. da negativno utiču na tok bolesti.

Kada se ima u vidu gore navedeno, dolazi se do zaključka da je značaj laboratorijskih metoda i tehnika za ispitivanje ostataka antibiotika u mesu riba izuzetno veliki. Metode kojima se mogu ustanoviti rezidue antibiotika u tkivima su: 1) mikrobiološke (inhibicija rasta test mikroorganizama); 2) imunoenzimske metode (ELISA, Enzime Linked Immuno Sorbent Assay); 3) metode gasne hromatografije (GC, GC/MS) i 4) metode tečne hromatografije (HPLC, LC/MS, LC/MS/MS). Utvrđivanje prisustva rezidua antibiotika može biti kvalitativno, odnosno, „screening“ (mikrobiološka i ELISA), ili kvantitativno (ELISA, GC, GC/MS, HPLC, LC/MS, LC/MS/MS). Metoda kojom se dokazuju rezidue antibiotika u tkivima riba je izuzetno važan činilac u proceni bezbednosti mesa riba.

Cilj ovog rada je bio da se ispita mogućnost identifikacije i kvantifikacija rezidua fluorohinolona u bubrezima šarana mikrobiološkom difuzionom metodom uz pomoć test mikroorganizma *E. coli* ATCC 11303.

Materijal i metode

U radu je korišćen homogenat tkiva bubrega šarana u koji su dodate različite količine fluorohinolona (oksolinska kiselina, enrofloksacin, sarafloksacin, difloksacin i flumekvin), na nivou od 4 MDK (maksimalno dozvoljena količina), 2 MDK, 1 MDK, ½ MDK, i ¼ MDK, prema Regulativi EU 37/2010 (Commission Regulation (EU) no 37/2010). MDK za fluorohinolone u ribi su: 100 µg/kg za oksolinsku kiselinu, 100 µg/kg za enrofloksacin, 30 µg/kg za sarafloksacin, 300 µg/kg za difloksacin i 600 µg/kg za flumekvin.

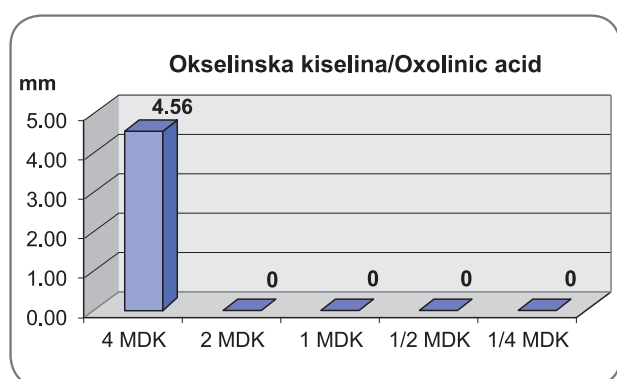
Sva ispitivanja su rađena u šest ponavljanja.

Princip metode: obogaćeni uzorci bubrega šarana se stavljaju na površinu inokulisanog test agra, pH 8 (MERCK kat. br. 10664). Test agar se inokuliše sa *E. coli* ATCC1303 u količini od 10⁵ ćelija/ml. Nakon toga se Petri ploče inokulišu sa uzorcima tkiva bubrega i inkubiraju na 37° najmanje 18 sati. Posle završene inkubacije mikroorganizama i difuzije

fluorohinolona u inokulisani Test agar uočava se zona inhibicije oko ispitivanog homogenata. Uočena zona inhibicije test mikroorganizma se meri i iskažuje u milimetrima.

Rezultati

Veličine zona inhibicije obogaćenih uzoraka tkiva bubrega riba fluorohinolonom na različitim nivoima MDK vrednosti, na test agaru inokulisanim sa *E. coli* ATCC 11303, prikazane su u tabelama 1–5 i na grafikonima 1–5.



Grafikon 1. Grafički prikaz veličina zona inhibicije obogaćenih uzoraka tkiva bubrega oksolinskom kiselinom na različitim MDK vrednostima, na test agaru inokulisanim sa *E. coli* ATCC 11303

Graph 1. Graphic presentation of the inhibition zones of spiked kidney samples with oxolinic acid at different MRL levels, on the test agar inoculated with *E. coli* ATCC 11303

U tabeli 1 i na grafikonu 1 prikazane su veličine zona inhibicije obogaćenih uzoraka tkiva bubrega oksolinskom kiselinom na različitim nivoima MDK vrednosti. Pri količini oksolinske kiseline na nivou 4 MDK zona inhibicije na test agaru inokulisanim sa *E. coli* ATCC 11303 bila je $4,56 \pm 0,47$ mm. Na nivoima od 2 MDK, 1 MDK, $\frac{1}{2}$ MDK i $\frac{1}{4}$ MDK nisu utvrđene vidljive zone inhibicije.

U tabeli 2 i na grafikonu 2 mogu se videti veličine zona inhibicije obogaćenih uzoraka tkiva bubrega enrofloksacinom. Veličine zone inhibicije bile su u opsegu od $10,08 \pm 0,79$ mm ($\frac{1}{4}$ MDK) do $17,46 \pm 0,54$ mm (4 MDK). Razlike u veličini zone inhibicije na nivoima od 4 MDK, 2 MDK, 1 MDK i $\frac{1}{2}$ MDK enrofloksacina bile su statistički značajne ($p < 0,001$). Nisu utvrđene statistički značajne razlike ($p > 0,05$) u veličini zona inhibicije obogaćenih uzoraka bubrega enrofloksacinom pri količini enrofloksacina od $\frac{1}{2}$ i $\frac{1}{4}$ MDK.

Statistički značajne razlike ($p < 0,001$) u veličini zona inhibicije obogaćenih uzoraka bubrega sa sarafloksacinom, na test agaru inokulisanim sa *E. coli* ATCC 11303, ustanovljene su na nivoima od 4 MRL i 2 MRL. Dobijeni rezultati prikazani su u tabeli 3 i na grafikonu 3. Kod uzoraka bubrega obogaćenih sarafloksacinom na nivoima od 1 MDK, $\frac{1}{2}$ MDK i $\frac{1}{4}$ MDK, na test agaru, nisu utvrđene zone inhibicije.

U tabeli 4 i na grafikonu 4 prikazane su veličine zone inhibicije obogaćenih uzoraka tkiva bubrega difloksacinom na različitim nivoima MDK. Na test agaru inokulisanim sa *E. coli* ATCC 11303 zone inhibicije su bile u opsegu od $8,00 \pm 0,52$ mm, za nivo od $\frac{1}{4}$ MDK, do $15,67 \pm 0,33$ mm,

Tabela 1. Zone inhibicije obogaćenih uzoraka tkiva bubrega na različitim MDK vrednostima oksolinske kiseline, na test agaru inokulisanim sa *E. coli* ATCC 11303

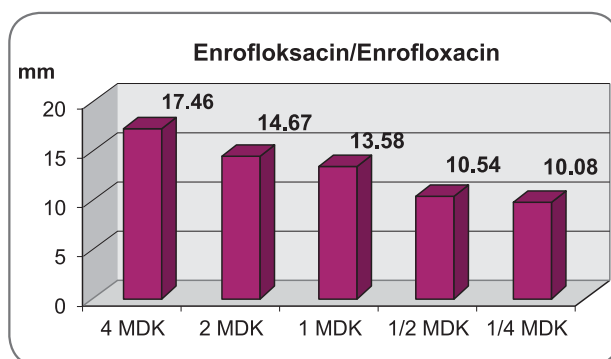
Table 1. Inhibition zones of the spiked kidney samples at different MRL values of oxolinic acid, on the test agar inoculated with *E. coli* ATCC 11303

Količina oksolinske kiseline/ Quantity of oxolinic acid	\bar{X}	Mere varijacije/Variation measure				
	Zona inhibicije(mm)/ Inhibition zone (mm)	S_d	S_e	I_v		$C_v\%$
				X_{max}	X_{min}	
4 MDK/MRL	4,56	0,47	0,14	5,5	4,0	10,23
2 MDK/MRL	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
1 MDK/MRL	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
1/2 MDK/MRL	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
1/4 MDK/MRL	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00

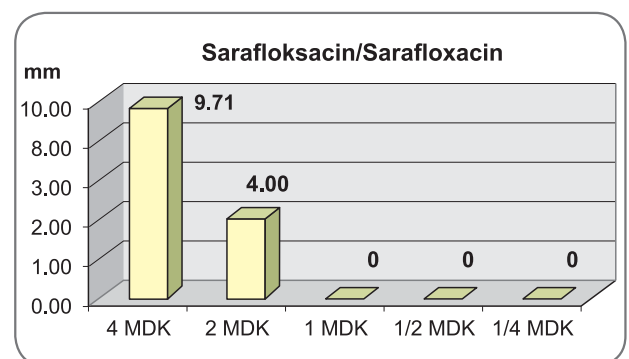
Tabela 2. Zone inhibicije obogaćenih uzoraka tkiva bubrega na različitim MDK vrednostima enrofloksacina, na test agaru inokulisanim sa *E.coli* ATCC 11303**Table 2.** Inhibition zones of the spiked kidney samples at different MRL values of enrofloxacin, on the test agar inoculated with *E. coli* ATCC 11303

Količina enrofloksacina/ Quantity of enrofloxacin	\bar{X} Zona inhibicije(mm)/ Inhibition zone (mm)	Mere varijacije/Variation measure				
		S _d	S _e	I _v		C _v %
				X _{max}	X _{min}	
4 MDK/MRL	17,46 ^α	0,54	0,16	18,0	16,5	3,10
2 MDK/MRL	14,67 ^β	0,39	0,11	15,0	14,0	2,65
1 MDK/MRL	13,58 ^γ	0,51	0,15	14,5	13,0	3,79
1/2 MDK/MRL	10,54 ^{nz,δ}	0,50	0,14	11,5	10,0	4,73
1/4 MDK/MRL	10,08 ^{nz,δ}	0,79	0,23	11,0	9,0	7,86

nz – p>0,05; a,b,c – p<0,05; x,y, z – p<0,01; α, β, γ – p<0,001

**Grafikon 2.** Grafički prikaz veličina zona inhibicije obogaćenih uzoraka tkiva bubrega enrofloksacinom na različitim MDK vrednostima, na test agaru inokulisanim sa *E.coli* ATCC 11303

Graph 2. Graphic presentation of the inhibition zones of spiked kidney samples with enrofloxacin at different MRL levels, on the test agar inoculated with *E. coli* ATCC 11303

**Grafikon 3.** Grafički prikaz veličina zona inhibicije obogaćenih uzoraka tkiva bubrega sarafloksacinom na različitim MDK vrednostima, na test agaru inokulisanim sa *E.coli* ATCC 11303

Graph 3. Graphic presentation of the inhibition zones of spiked kidney samples with sarafloxacin at different MRL levels, on the test agar inoculated with *E. coli* ATCC 11303

Tabela 3. Zone inhibicije obogaćenih uzoraka tkiva bubrega na različitim MDK vrednostima sarafloksacina, na test agaru inokulisanim sa *E.coli* ATCC 11303**Table 3.** Inhibition zones of the spiked kidney samples at different MRL values of sarafloxacin, on the test agar inoculated with *E. coli* ATCC 11303

Količina sarafloksacina/ Quantity of sarafloxacin	\bar{X} Zona inhibicije(mm)/ Inhibition zone (mm)	Mere varijacije/Variation measure				
		S _d	S _e	I _v		C _v %
				X _{max}	X _{min}	
4 MDK/MRL	9,71 ^α	0,33	0,10	10,0	9,0	3,44
2 MDK/MRL	4,00 ^β	0,43	0,12	4,5	3,5	10,66
1 MDK/MRL	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
1/2 MDK/MRL	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
1/4 MDK/MRL	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00

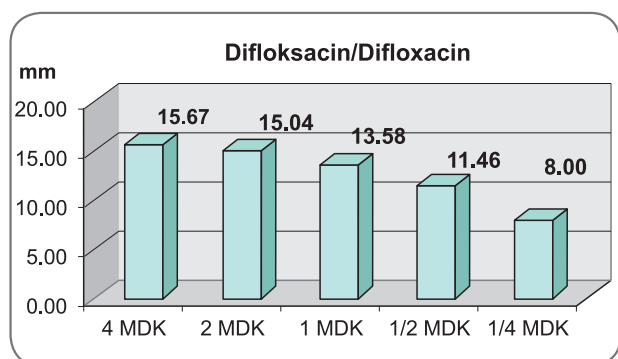
nz – p>0,05; a,b,c – p<0,05; x,y, z – p<0,01; α, β, γ – p<0,001

Tabela 4. Zone inhibicije obogaćenih uzoraka tkiva bubrega na različitim MDK vrednostima difloksacina, na test agaru inokulisanim sa *E.coli* ATCC 11303

Table 4. Inhibition zones of the spiked kidney samples on different MRL values of difloxacin, at the test agar inoculated with *E. coli* ATCC 11303

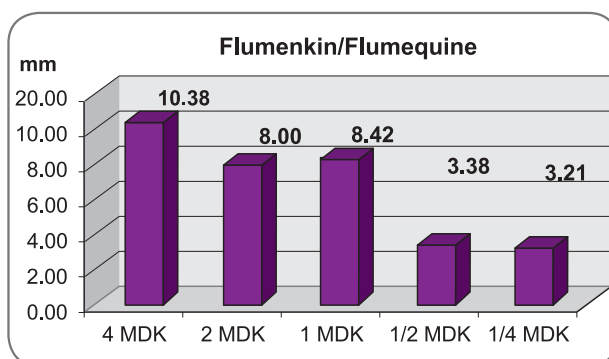
Količina difloksacina/ Quantity of difloxacin	\bar{X}	Mere varijacije/Variation measure				
	Zona inhibicije(mm)/ Inhibition zone (mm)	S _d	S _e	I _v		C _v %
				X _{max}	X _{min}	
4 MDK	15,67 ^{xα}	0,33	0,09	16,0	15,0	2,08
2 MDK/MRL	15,04 ^{yα}	0,26	0,07	15,5	14,5	1,71
1 MDK/MRL	13,58 ^β	0,51	0,15	14,5	13,0	3,79
1/2 MDK/MRL	11,46 ^γ	0,66	0,19	12,0	10,0	5,72
1/4 MDK/MRL	8,00 ^δ	0,52	0,15	9,0	7,5	6,53

nz – p>0,05; a,b,c – p<0,05; x,y, z – p<0,01; α, β, γ – p<0,001



Grafikon 4. Grafički prikaz veličina zona inhibicije obogaćenih uzoraka tkiva bubrega difloksacinom na različitim MDK vrednostima, na test agaru inokulisanim sa *E.coli* ATCC 11303

Graph 4. Graphic presentation of the inhibition zones of spiked kidney samples with difloxacin at different MRL levels, on the test agar inoculated with *E. coli* ATCC 11303



Grafikon 5. Grafički prikaz veličina zona inhibicije obogaćenih uzoraka tkiva bubrega flumekvinom na različitim MDK vrednostima, na test agaru inokulisanim sa *E.coli* ATCC 11303.

Graph 5. Graphic presentation of the inhibition zones of spiked kidney samples with flumequine at different MRL levels, on the test agar inoculated with *E. coli* ATCC 11303

Tabeli 5. Zone inhibicije obogaćenih uzoraka tkiva bubrega na različitim MDK vrednostima flumekvina, na test agaru inokulisanim sa *E.coli* ATCC 11303

Table 5. Inhibition zones of the spiked kidney samples at different MRL values of flumequines, on the test agar inoculated with *E. coli* ATCC 11303

Količina flumekvina/ Quantity of flumequines	\bar{X}	Mere varijacije/Variation measure				
	Zona inhibicije(mm)/ Inhibition zone (mm)	S _d	S _e	I _v		C _v %
				X _{max}	X _{min}	
4 MDK	10,38 ^a	0,38	0,11	11,0	10,0	3,63
2 MDK	8,00 ^{a,β}	0,67	0,19	9,0	7,0	8,43
1 MDK	8,42 ^{b,β}	0,29	0,08	9,0	8,0	3,43
1/2 MDK	3,38 ^{nz,γ}	0,38	0,11	4,0	3,0	11,17
1/4 MDK	3,21 ^{nz,γ}	0,26	0,07	3,5	3,0	8,02

nz – p>0,05; a,b,c – p<0,05; x,y, z – p<0,01; α, β, γ – p<0,001

za nivo od 4 MDK. Utvrđene su statički značajne razlike ($p < 0,01$) u veličini zona inhibicije obogaćenih uzoraka bubrega na nivoima od 4 MDK i 2 MDK ($15,67 \pm 0,33$ mm i $15,04 \pm 0,26$ mm). Zone inhibicije obogaćenih uzoraka bubrega na nivoima od 4 MDK, 2 MDK, 1 MDK i $\frac{1}{2}$ MDK bile su statistički značajno veće ($p < 0,001$) od zona inhibicije obogaćenih uzoraka bubrega na nivou od $\frac{1}{4}$ MDK difloksacina. Veličine zona inhibicije obogaćenih uzoraka bubrega na različitim nivoima MDK difloksacina, na test agaru inokulisanim sa *E. coli* ATCC 11303, bile su statistički značajno različite ($p < 0,001$).

Zone inhibicije obogaćenih uzorka tkiva bubrega riba flumekvinom prikazane su u tabeli 5 i na grafikonu 5.

Na osnovu prikazanih rezultata može da se vidi da su zone inhibicije bile u opsegu od $3,21 \pm 0,26$ mm, na nivou $\frac{1}{4}$ MDK, do $10,38 \pm 0,38$ mm, za uzorke bubrega obogaćenih na nivou od 4 MDK flumekvina. Nisu utvrđene statički značajne razlike ($p > 0,05$) u veličini zona inhibicije kada su uzorci bubrega obogaćeni na nivoima od $\frac{1}{2}$ MRL i $\frac{1}{4}$ MRL flumekvina. Statistički značajne razlike ($p < 0,001$) u veličini zona inhibicije utvrđene su u slučajevima kada su uzorci obogaćeni na nivoima od 4 MDK, 2 MDK, 1 MDK u odnosu na veličinu zona inhibicije kada su uzorci obogaćeni na nivoima od $\frac{1}{2}$ MDK i $\frac{1}{4}$ MDK flumekvina. Veličine zona inhibicije uzoraka bubrega obogaćenih sa količinom od 4 MDK flumekvina bile su statistički značajno veće ($p < 0,001$)

u odnosu na veličine zona inhibicije uzoraka bubrega obogaćenih na nivoima od 2 MDK i 1 MDK flumekvina.

Zaključci

Mikrobiološka difuziona metoda omogućava detekciju svih pet fluorohinolona (oksolinska kiselina, enrofloksacin, sarafloksacin, difloksacin i flumekvin) u tkivima bubrega šarana na različitim nivoima MDK.

Dokazivanje, odnosno kvantifikacija fluorohinolona na nivou MDK moguća je samo za enrofloksacin, difloksacin i flumekvin.

Enrofloksacin, difloksacin i flumekvin se mogu detektovati i kvantifikovati i na nivoima ispod MDK, odnosno na nivoima od $\frac{1}{2}$ MDK i $\frac{1}{4}$ MDK.

Za razliku od navedenih fluorohinolona, sarafloksacin se može detektovati i kvantifikovati samo na nivoima od 2 MDK i većim.

Oksolinska kiselina se može kvantifikovati samo na nivou od 4 MDK, a na nivou od 2 MDK se ne može detektovati.

Propisi EU predviđaju da trijažna metoda može biti primenjiva samo ukoliko se neko jedinjenje može detektovati u visini MDK i niže, do najviše $\frac{1}{2}$ MDK. To znači da se mikrobiološka difuziona metoda može koristiti u rutinskoj analitičkoj praksi za identifikaciju i kvantifikaciju enrofloksacina, difloksacina i flumekvina u tkivima bubrega šarana.

Literatura

- Cole D. W., Cole R., Gaydos S. J., Gray J., Hyland G., Jacques M. L., Powell-Dunford N., Sawhney C., Au W.W., 2009. Aquaculture: Environmental, toxicological, and health issues. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 212, 369–377.
- Commission decision (EU) no 657/2002/EC, implementing Council Directive 96/23/EC concerning the performance of analytical methods and interpretation of results, *Official Journal of the European Communities*, L 221/8.
- Commission Regulation (EU) no 37/2010, on pharmacologically active substances and their classification regarding maximum residue limits in foodstuffs of animal origin, *Official Journal L 15*, 20.1.2010, 1.
- Ćirković M., Jovanović B., Maletin S., 2002a. Ribarstvo–biologija–tehnologija–ekologija–ekonomija. Poljoprivredni fakultet u Novom Sadu, 234–240.
- Ćirković M., Jeremić S., Jurakić Ž., 2002b. Problem zimovanja toplovodnih riba. Zbornik radova i kratkih sadržaja, 14. Savetovanje veterinara Srbije, 257–265.
- Ćupić V., Dobrić S., Trailović D. R., Pejčić Z. S., 2004. Savremeni pravci razvoja i upotrebe anti-mikrobnih lekova u veterinarskoj medicini, *Veterinarski glasnik*, 58, 5–6, 577–594.
- Ćupić V., Dobrić S., Antonijević B., Čelebićanin S., 2011. Značaj racionalne primene lekova u veterinarskoj medicini za bezbednost hrane, *Tehnologija mesa*, 52, 1, 74–79.
- Dewailly E., Ayotte P., Lucas M., Blanchet C., 2007. Risk and benefits from consuming salmon and trout: A Canadian perspective, *Food and Chemical Toxicology*, 45, 1343–1348.
- Đinović J., Trbović D., Vranić D., Janković S., Spirić D., Radičević T., Spirić A., 2010. Stanje ekosistema, kvaliteta i bezbednost mesa šarana (*Cyprinus carpio*) iz akvakulture u toku uzgoja. *Tehnologija mesa*, Beograd, 51, 2, 124–131. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0282e/a0282e00.pdf>.
- Jeremić S., Radosavljević V., Jakić-Dimić D., 2005. Aktuelna bakterijska oboljenja slatkovodnih riba, *Biotechnology in Animal Husbandry*, 21, 3–4, 141–151.

- Josupeit H., Lem A., 2010.** Aquaculture products: quality, safety, marketing and trade. International Conference on Aquaculture in the Third Millennium, Network of Aquaculture Centries in Asia-Pacific, NACA/FAO Book of Synopses, 173–175, 20–25 February, Bangkok, Thailand.
- Mayneris-Perxachs J., Bondia-Pons I., Serra-Majem L., Castellote A. I., 2010.** Long-chain n-3 fatty acid cardiovascular disease risk factors among the Catalan population. *Food Chemistry*, 119, 54–61.
- Milijašević M., Babić J., Baltić Ž. M., Dorđević V., Spirić D., Janković S., Spirić A., 2012.** Parametri higijenske ispravnosti četiri vrste riba koje su najzastupljenije na tržištu Srbije. *Tehnologija mesa*, Beograd, 53, 2, 127–132.
- Nettleton J. A., Katz R., 2005.** N-3 long-chain polyunsaturated fatty acids in type 2 diabetes: a review. *Journal of the American Dietetic Association*, 105, 428–440.
- Sahena F., Zaidul I.S.M., Jinap S., Saari N., Jahurul H.A., Abbas K.A., Norulaini N.A., 2009.** PUFAs in fish: extraction, fractionation, importance in health. *Comprehensive Reviews in food science and food safety*, 8, 59–74.
- STAR PROTOCOL** (Scriming Test for Antibiotic Residues, Laboratoire d'études et de recherches sur les médicaments vétérinaires et les désinfectants; Community Reference Laboratory, 2005).
- Terry P. D., Terry J. B., Rohan T. E., 2004.** Long-chain (3-n) fatty acid intake and risk of cancers of the breast and the prostate: recent epidemiological studies, biological mechanisms, and directions for future research. *Journal of Nutrition*, 134, 3412S–3420S.

Investigation of the possibility of detection of fluoroquinolones in carp kidney by microbiological diffusion method

Dorđević Vesna, Kilibarda Nataša, Baltić Ž. Milan, Ćirković Miroslav, Dimitrijević Mirjana, Trbović Dejana, Parunović Nenad

S u m m a r y: Fish is one of the most valuable food products used in human nutrition, due to the content of proteins, fat, minerals, vitamins, essential n-3 polyunsaturated fatty acids (PUFAs) and cholesterol. To meet the growing needs of the population for this kind of food, fish are increasingly grown in aquaculture. Intensive fish production, due to increased stock density, is favoring the occurrence of bacterial diseases. As a consequence, there is increased morbidity and mortality, reduced growth and reduced feeding efficiency, which pose a serious problem for the aquaculture and lead to massive use of chemotherapeutics. Antibiotics are the common practice for the treatment of bacterial infections in fish ponds, and fluoroquinolones are used as antibiotics of choice. Fluoroquinolones are a group of antibiotics that have a broad spectrum of activity, low toxicity and only a few side effects in the treated fish. However, residues of antibiotic in fish tissues represent a real risk to human health. Consumption of fish containing residues of antibiotics can cause allergic, toxic, carcinogenic, mutagenic and teratogenic effects. Therefore, it is necessary to establish the residual amounts of antibiotics in fish tissues, that can be achieved by using reliable laboratory methods and techniques. Because of this, the goal of the work was set to investigate the possibility of identification and quantification of fluoroquinolones in the kidneys of carp by microbiological diffusion method, using the test organism *E. coli* ATCC 11303.

The investigations revealed that microbiological diffusion method enables detection of all five fluoroquinolones (oxolinic acid, enrofloxacin, sarafloxacin, difloxacin and flumequine) in kidney of carp at different maximum residue levels, MRL (100 mg/kg, 100 mg/kg, 30 mg/kg, 300 mg/kg and 600mg/kg, respectively). Identification and quantification of fluoroquinolones at MRL levels was only achieved for enrofloxacin, flumequine and difloxacin. These fluoroquinolones can be detected and quantified at the level below the MRL, i.e. at the level of 1/4 MRL. Contrary to these fluoroquinolones, sarafloxacin can be detected only at the level of 2MRL and oxolinic acid can be detected at the level of 4MRL, as well. EU regulations provide that a screening method can be applicable only if a compound can be detected in the amount of at least at the MRL, and the 1/2MRL is recommended. This means that the microbiological diffusion method can be used in routine analytical practice for the identification and quantification of enrofloxacin, flumequine and difloxacin in kidney tissues of carp.

Key words: carp, fluoroquinolones, microbiological diffusion method, test medium, *E. coli* 11303.

Rad primljen: 1.10.2013.

Rad prihvaćen: 21.11.2013.

Colour and texture characteristics of “Užička” fermented sausage produced in the traditional way

Vesković Moračanin Slavica¹, Karan Dragica¹, Trbović Dejana¹, Okanović Djordje², Džinić Natalija³, Jakanović Marija³

Abstract: With the aim to preserve the quality of traditional fermented sausages and provide the continuity in production, a task of this work was to determine the quality characteristics of “Užička” sausage, traditional fermented sausage from Serbia. “Užička” sausage was produced from beef of I and II category, pork of II category, firm fatty tissue, nitrite salt, sodium chloride and spices (sweet and hot ground paprika, black pepper and garlic). Sausages were manufactured in traditional smokehouse – smoking, fermentation, ripening and drying lasted 21 days. Sausages were made in three replicates. The paper presents the most important chemical quality parameters (protein, moisture, fat and total ash content, sodium chloride content, pH value and nitrite content) with the description of sensory properties (colour, surface of cut, coherence, fatty tissue quality, tenderness, and overall impression) and the results of colour and texture measurements (“Chromameter” CR-400 and “INSTRON” model 4301), at the end of the production process. Results of the sensory evaluation showed the most desirable properties in sausages produced in the January (when climatic conditions were optimal for the production), and the results of colour and texture measurements were in agreement with the results of the sensory evaluation.

Key words: “Užička” sausage, chemical analysis, sensory analysis, colour and texture instrumental analysis.

Introduction

Dry fermented sausages have always been appreciated and demanded by consumers for their quality – recently, they have also become the subject of growing interest in research area. Available literature provides information about the authentic ways of fermented sausages production with special emphasis on microclimate conditions. Also, detailed microbiological, physico-chemical, sensory and other investigations have been conducted in this area (Ambrosiadis *et al.*, 2004; Morretti *et al.*, 2004; Turubatović *et al.*, 2004; Cocolin *et al.*, 2005; Gasparik-Reichardt *et al.*, 2005; Vesković Moračanin and Obradović, 2009). Flavour and other properties of traditionally fermented sausages are influenced by the selection and quality of basic raw material, metabolic activity of the present epiphytic microflora, physical and chemical changes due to drying, smoking, enzymatic breakdown of proteins and fats, external factors

(temperature, relative humidity and air circulation), duration of ripening and other (Mendoza, 2001).

“Užička” sausage and “kulen” are the most popular national representatives of this group of sausages. Traditional (household) production of these sausages takes place in colder periods of the year (November – January). Pork is the basic component, obtained from animals (often “Mangulica” breed) slaughtered on the same day of manufacture. Used meat is of high quality (mostly shoulder, sometimes leg). In the cases when meat of lower quality is used (higher content of fat and connective tissue), it has to be minced. Sometimes, beef can also be added. Other ingredients are common salt, sweet or hot ground paprika and garlic. Sausages are smoked for several days in traditional smokehouses (twice a day) and air-dried till the end of the winter (Ikonić *et al.*, 2011).

Such way of production was the only viable option in the past regarding food preservation since no other means were available at the time. Sausages had

Acknowledgments: The results are part of integrated and interdisciplinary research project No. III 46009, funded by the Ministry of Education, Science and Technological Development of Republic of Serbia.

¹Institute of Meat Hygiene and Technology, Kačanskog 13, 1 000 Belgrade, Republic of Serbia;

²University of Novi Sad, Institute of Food Tehnology, Novi Sad, Bulevar cara Lazara 1, 21 000 Novi Sad, Republic of Serbia;

³University of Novi Sad, Faculty of Tehnology, Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Republic of Serbia.

high nutritional value and desirable aroma of well riped meat and together with the flavour from added spices, this type of product was tastier than common dried meat. The specific raw material composition and production conditions (natural and diverse animal feeding, smoking in traditional smokehouses, air drying) were some of the factors that contributed to the overall taste and specific sensory properties compared to industrially produced fermented sausages. National market today offers dry fermented sausages with similar sensory properties, but, unfortunately, overemphasized acidic flavour, often unacceptable for the consumers (Petrohilou and Rantios, 2005; Vesković Moračanin et al., 2011).

In order to preserve the quality of traditionally fermented sausages and to provide consistency in production process, we set the task to investigate sensory properties of "Užička" sausage manufactured in traditional manner and to determine colour and firmness of the sausages using instrumental analysis.

Materials and methods

Sausage production

"Užička" sausage was manufactured in traditional way in craft meat plant Nikola Brković in Zlatibor. Sausages were manufactured according to the traditional recipe, in three batches: the first batch was manufactured in November (the first fermentation – IF), the second in December, (the second fermentation – IIF) and the third in January (the third fermentation – IIIF). Basic properties, ingredients and ripening procedure of "Užička" sausage are shown in table 1.

"Užička" sausage was produced from beef of I and II category, II category of pork, firm fatty tissue, nitrite salt, sodium chloride and spices (sweet and hot ground paprika, black pepper and garlic). Frozen fatty tissue pieces were added to the cutter, followed by chilled meat, previously ground up to 20 mm granulation, and finally nitrite salt, sodium chloride and spices were added. After the homogenisation and granulation of ≈ 8 mm, mixture was stuffed into bovine small intestine ≈ 37 -40mm. Mixture temperature was -3°C . Sausages were hand shaped in the form of a horseshoe. After the stuffing, sausages were left to drain and were kept in low humidity air so that the surface dried, i.e. they were prepared for the smoking process. Sausages were smoked in traditional smokehouse using beech wood. Smoking, fermentation, ripening and drying lasted 21 days.

Chemical analysis

Nitrogen content was determined by the Kjeldahl method and protein estimated by multiplying the nitrogen content by 6.25 (Kjeltec Auto 1030 Analyzer, Tecator, Sweden). Moisture content was determined by drying the sample at $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ to constant weight (SRPS ISO 1442:98). Fat was extracted from the sample using petroleum ether by Soxhlet apparatus (SRPS ISO 1444:98). Ash content was determined by combustion at $550\pm 25^{\circ}\text{C}$ (SRPS ISO 936:99). Sodium chloride was determined by AOAC 24.010 method. pH value was determined by pH meter Cyber Scan pH 510 and water activity was measured by aw meter FA – st/1 GBX. Nitrite was determined after proteins precipitation and filtration, by addition of sulfanilamide and N-(1-naphthyl)

Table 1. Properties, ingredients and ripening procedure of "Užička" sausage

Tabela 1. Svojsstva, sastojci i postupci zrenja „Užičke“ kobasice

Type of fermented sausage/ Vrsta fermentisane kobasice	Sausage dimensions and weight/ Dimenzije i težina kobasice	Casing/ Omoć	Ingredients/Sastojci	Quantity (100 kg)/ Količina (100 kg)	Ripening process/ Proces zrenja
"Užička" sausage/ „Užička“ kobasice	\varnothing 40 mm 41 cm in length/ dužina 700 g	Natural (beef small intestine)/ Prirodni (goveđe tanko crevo)	Beef/Goveđe meso Pork/Svinjsko meso Firm fat tissue/ Čvrsto masno tkivo Nitrite salt/Nitritna so Sodium chloride/ Natrijum-hlorid Spice/Zaćin	70 kg 20 kg 10 kg 2.5 kg 300 g 850 g	Ripening: 21 days at 2 – 13°C , 64%–88% rel. hum./ Vreme zrenja: 21 dan, na 2 – 13°C , rel. vlaž. 64–88%

ethylenediaminedihydrochloride (SRPS ISO 2918:99), intensity of colour is measured at 538 nm by spectrophotometer JenWay 6405.

Sensory analyses

Using quantitative – descriptive test (Baltić, 1992; SRPS 6658, 2001), with grading scale from one to ten (1-unacceptable, 10-optimum), at the end of each production, sensory properties of sausages were assessed (colour, surface cut, consistency – connection degree of meat and fatty tissue, fatty tissue quality, tenderness, and overall impression). Five person panel was assembled in order to evaluate sensory properties. Panelists were previously tested for detection and recognition of various tastes (SRPS 3972, 2001) and odours (SRPS 5496, 2002).

Color measurements were carried out using photo colorimeter MINOLTA CHROMA METER CR-400 (Minolta Co., Ltd., Osaka, Japan). Colour characteristics are given in the CIE L*a*b* system. Three measurements were taken on three fresh cut surfaces of sausages from each batch. Tenderness and firmness were determined by measuring cutting force and penetration force using Instron

4301 instrument. Tenderness was determined as cutting force, using Warner-Bratzler shear blade (force 0.25 kN, crosshead speed 100 mm/min). The samples were prepared by cutting 8 one-inch diameter cylinders from each sausage using the mold. Firmness was determined as force needed for penetration through 1 cm thick slice (force 0.25 kN, crosshead speed 100 mm/min).

The results were statistically processed by calculating mean (X) and standard deviation (SD) for each sensory property. Coefficient of variation (Cv) was also calculated as relative measure of dispersion showing the differences between multiple measurements (%). Statistical calculations were carried out using *Microsoft Excell*.

Results and discussion

Chemical composition (moisture, fat, protein, sodium chloride) of “Užička” sausage during ripening is presented in Table 2.

As the amount of water in sausages decreased during production, the correlative increase of fat and protein content occurred. The average fat content of

Table 2. Changes of chemical parameters of “Užička” sausage during ripening (mean ± SD)

Tabela 2. Promene hemijskih parametara „Užičke“ kobasice tokom zrenja (srednja vrednost ± SD)

Chemical parameters/ Hemijski parametri	F	Days /Dan					
		0 th	2 nd	4 th	7 th	14 th	21 st
Moisture, %/ Vlaga, %	I	56,38 ± 0,11	54,46 ± 0,16	51,30 ± 0,14	46,50 ± 0,18	41,81 ± 0,12	35,19 ± 0,17
	II	60,41 ± 0,15	58,46 ± 0,18	55,16 ± 0,13	49,10 ± 0,12	43,70 ± 0,16	37,43 ± 0,18
	III	61,78 ± 0,12	59,66 ± 0,19	57,05 ± 0,15	56,70 ± 0,14	43,88 ± 0,18	36,69 ± 0,16
Fat, %/ Mast, %	I	24,33 ± 0,20	25,13 ± 0,15	26,78 ± 0,13	28,91 ± 0,12	30,84 ± 0,11	35,38 ± 0,17
	II	18,76 ± 0,19	19,22 ± 0,14	20,30 ± 0,12	22,51 ± 0,10	26,91 ± 0,09	28,43 ± 0,15
	III	16,07 ± 0,09	17,33 ± 0,12	19,33 ± 0,13	18,73 ± 0,14	23,41 ± 0,15	28,31 ± 0,14
Proteins, %/ Proteini, %	I	15,55 ± 0,12	16,79 ± 0,15	18,08 ± 0,09	20,12 ± 0,13	20,33 ± 0,13	23,88 ± 0,12
	II	17,02 ± 0,20	18,10 ± 0,20	20,11 ± 0,09	23,25 ± 0,12	24,01 ± 0,07	27,21 ± 0,10
	III	18,34 ± 0,09	19,00 ± 0,08	19,43 ± 0,07	20,26 ± 0,07	26,94 ± 0,08	28,72 ± 0,04
Sodium chloride, %/ Natrijum-hlorid, %	I	2,26 ± 0,01	3,10 ± 0,01	3,29 ± 0,01	3,51 ± 0,01	3,82 ± 0,01	4,47 ± 0,01
	II	2,98 ± 0,01	3,28 ± 0,01	3,52 ± 0,01	3,95 ± 0,01	4,61 ± 0,01	5,12 ± 0,01
	III	2,93 ± 0,01	3,06 ± 0,01	3,23 ± 0,01	3,37 ± 0,01	4,55 ± 0,01	4,75 ± 0,01

SD – standard deviation/SD– standardna devijacija

F– fermentation/F– fermentacija

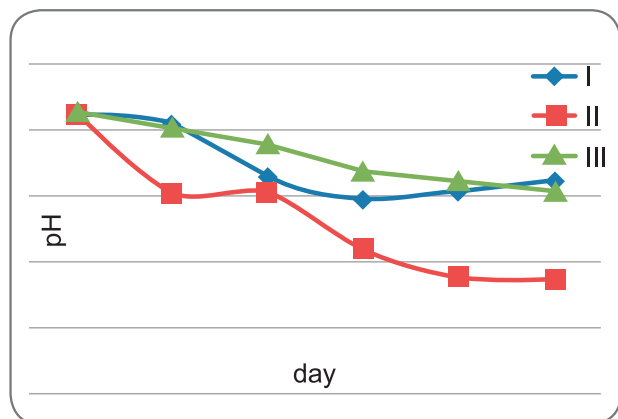


Figure 1. Changes of pH value of sausage during ripening

Slika 1. Promene pH vrednosti kobasice tokom zrenja

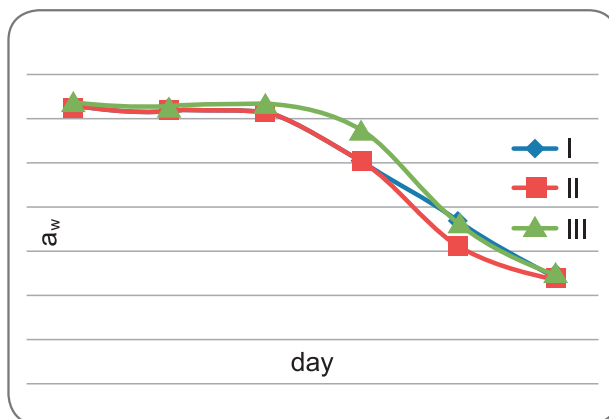


Figure 2. Changes of aw value of sausage during ripening

Slika 2. Promene aw vrednosti kobasice tokom zrenja

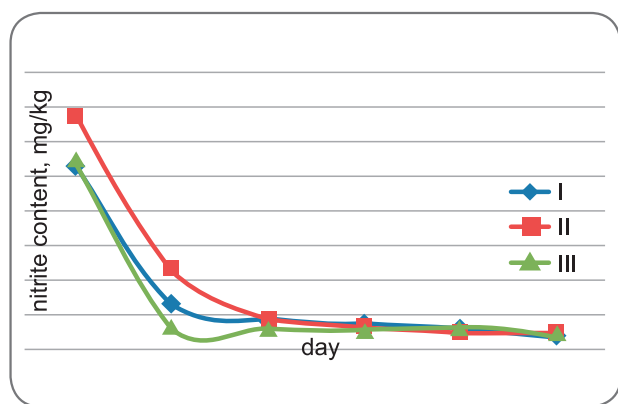


Figure 3. Changes of nitrite content of sausage during ripening

Slika 3. Promene sadržaja nitrita u kobasicama tokom zrenja

“Užička” sausage at the end of production, 21st day in all three fermentation procedures (IF, IIF, IIF) was 30.7%, and the average protein content was 26.60%. From an initial value of 5.25, pH value intensively decreased to 4.97, till 7th day of fermentation. Subsequently, pH remained unchanged till the end of production. (Fig.1). Water activity (aw) followed the same trend (Fig. 2).

Changes of nitrite content of “Užička” sausage during ripening are presented in Fig. 3. The average nitrite content on the first day of production was 58.39 mg/kg and rapidly decreased till the 2nd day of fermentation. On the 21st day, residual nitrite level was 4.29 mg/kg. Nitrite content decreased because they oxidize myoglobin to metmyoglobin and partly were oxidized to nitrates.

Results of sensory evaluation of “Užička” sausage are shown in Table 3.

Table 3. Results of sensory evaluation of “Užička” sausage at the end of production process/

Tabela 3. Rezultati senzorske ocene „Užičke“ kobasice na kraju proizvodnog procesa

Fermentation/ Fermentacija	Sensory properties/ Senzorska svojstva											
	Colour/ Boja		Surface of cut/ Površina preseka		Coherence/ Koherentnost		Fat tissue quality/ Kvalitet masn. tkiva		Tenderness/ Nežnost		Overall impression/ Opšti utisak	
	X±SD	Cv	X±SD	Cv	X±SD	Cv	X±SD	Cv	X±SD	Cv	X±SD	Cv
I	8.40±0.50	5.95	8.30±0.45	5.39	8.80±0.45	5.08	8.40±0.42	4.98	8.90±0.42	4.70	8.80±0.27	3.11
II	7,60±0.50	6.58	7.40±0.42	5.65	7.30±0.45	6.13	7.30±0.45	6.13	7.10±0.22	3.15	7.50±0.50	6.67
III	8,50±0.50	5.88	8.70±0.27	3.15	8.60±0.50	5.81	8.00±0.35	4.42	8.20±0.50	6,10	8.90±0.42	4.70

X – mean /X – srednja vrednost

SD – standard deviation /SD – standardna varijacija

Cv – coefficient of variation,% /Cv – koeficijent varijacije

Table 4. Results of instrumental determination of cut surface colour of “Užička” sausage at the end of production process in CIE L*a*b* system/**Tabela 4.** Rezultati instrumentalnog određivanja boje površine preseka „Užičke“ kobasice na kraju proizvodnog procesa u CIE L *a *b* sistemu

Fermentation/ Fermentacija	Light intensity L*/ Intenzitet svetlosti L*		Share of red a*/ Udeo crvene a*		Share of yellow b*/ Udeo žute b*	
	X±SD	Cv	X±SD	Cv	X±SD	Cv
I	45.36±3.59	7.87	15.52±1.64	10.60	7.34±0.81	11.04
II	43.82±4.16	9.49	17.83±1.58	8.86	7.22±0.62	8.59
III	35.26±2.37	6.72	19.27±0.93	4.83	7.88±1.11	14.09

X – mean /X – srednja vrednost

SD – standard deviation /SD – standardna varijacija,

Cv – coefficient of variation,% /Cv – koeficijent varijacije,%

“Užička” sausage from the first fermentation (IF) was manufactured in November, when the micro-climatic conditions for the smoking and drying were favourable, so the sausages from this fermentation were evaluated with high grades for the studied properties ranging from 8.3 to 9.00. Also, sausages from the third fermentation (IIIF), produced in January, were evaluated with high grades for the studied properties ranging from 8.00 to 9.00. “Užička” sausage from the second fermentation (IIF), produced in late December, was rated with slightly lower scores, ranging from 7.00 to 7.70.

It can be concluded that the climate conditions were favourable for sensory properties of fermented sausages. The most favourable climate conditions for traditional fermented sausages production are in the period of the year with low temperatures and high relative humidity (Karan *et al.*, 2012).

The scores for colour were the highest (8.50) for sausages produced in January (IIIF). Overall impression was also the highest for this group (8.90) compared to sausages from IIF (8.80) and IF (7.50). Significant differences were observed in colour assessment. The results of sensory evaluation of “Užička” sausage from IIIF were in accordance with the results obtained by the group of authors for similar product (Saičić *et al.*, 2006; Vesković Moračaniin and Obradović, 2009). Morretti *et al.*, 2004 have evaluated sensory properties of traditional sausage from Sicily produced from meat of autochthonous pigs (Nero Siciliano), where ripening of one group was carried out in traditional way (Sicilian taverna), while the ripening of the second group was conducted in industrial conditions. The authors have concluded that the ripening of sausages in controlled conditions can be done during the entire year, while

in traditional production, ripening cannot take place in summer time due to high temperatures.

Results of instrumental colour measurements of “Užička” are shown in Table 4.

The results of cut surface colour show that sausages produced in November (IIF) were slightly lighter (L*-value) compared to sausages produced in December (IF) and January (IIIF), however the differences were not statistically significant. The highest share of red was recorded in sausages from IIIF. Share of yellow (b*) was the lowest in sausages from IIF.

With the moisture loss the concentration of myoglobin in product increased, and on the other hand dehydrated muscle tissue absorbed a greater amount of light resulting in darker colour of the product, i.e. lower L* value (Aguirrezábal *et al.*, 2000). It should be noted that red hot paprika powder had the great influence on the a* value in analyzed sausages. Also, b* value of analyzed sausages could probably be related to the presence of yellow carotenoids coming from paprika powder (Gimeno *et al.*, 2000).

Table 5 shows the results of determination of firmness and tenderness of “Užička” sausage from all three groups by measuring penetration force and cutting force.

The highest penetration force (measure of firmness) was recorded in samples of “Užička” sausage produced in November (IF), compared to sausages produced in December (IIF) and January (IIIF). However, higher cutting force was measured in sausages from IF and IIF group compared to sausages from IIIF group. The reasons for such results are to be found in different climate conditions. At the same time, higher meat content in fermented sausages results in higher firmness. This is consistent with results obtained by other authors (Vuković *et al.*, 2009).

Table 5. Parameters of firmness and tenderness of "Užička" sausage at the end of production process/**Tabela 5.** Parametri čvrstine i nežnosti „Užička“ kobasice na kraju proizvodnog procesa

Fermentation/ Fermentacija	Penetration force, (N)/ Sila penetracije, (N)		Cutting force, (N)/ Sila sečenja, (N)	
	X±SD	Cv	X±SD	Cv
I	23.55±3.57	15.20	44.37±5.62	12.70
II	18.88±1.96	10.40	39.64±1.78	4.49
III	12.49±1.67	13.40	24.84±2.91	11.70

X – mean /X – srednja vrednost

SD – standard deviation /SD – standardna varijacija,

Cv – coefficient of variation,% /Cv – koeficijent varijacije,%

The impression of the assessors is that the overall process of ripening and drying for the sausage of the IIF group should last for another ten days, so that the properties of the product would probably get to a point higher ratings.

Firmness of sausages is partly the result of protein coagulation at low pH, and also partly the result of decreasing moisture content (Bozkurt and Bayram, 2006). Values of firmness, recorded for all groups of sausages, were lower comparing with chorizo de Pamplona (Gimeno et al., 2000), but similar to those of Italian low-acid (Spaziani et al., 2009) and slow fermented sausage analyzed by Olivares et al (2010).

Conclusions

"Užička" sausages produced in November (first fermentation-IF) and January (third fermentation

– IIF) had very desirable sensory attributes, while the sausages produced in December (the second fermentation – IIF) were evaluated with slightly lower scores. Overall impression of "Užička" sausages from third fermentation (8.90) and first fermentation (8.80) had better assessment of overall impression than sausages from second fermentation (7.50). The results of instrumental determination of colour and firmness of "Užička" sausage samples were in agreement with the results of sensory evaluation. The investigated properties were better in sausages produced in January compared to the ones produced in December and November.

On the basis of the obtained results it can be concluded that the best sensory properties of traditional fermented Užička sausages could be achieved when production is carried out in late winter which is the common period for traditional production of "Užička" sausage.

References

- Aguirrezábal M., Mateo J., Domínguez C., Zumalacárregui M., 2000. The effect of paprika, garlic and salt on rancidity in dry sausages. *Meat Science*, 54, 77–81.
- Ambrosiadis J., Soutos N., Abraham A., Bloukas J.G., 2004. Physicochemical, microbiological and sensory attributes for the characterization of Greek traditional sausages. *Meat Science*, 66, 279–287.
- Baltić M., 1992. Kontrola namirnica. Institut za higijenu i tehnologiju mesa. Beograd, 1–335.
- Bozkurt H., Bayram M., 2006. Colour and textural attributes of sucuk during ripening. *Meat Science*, 73, 344–350
- Cocolin L., Urso R., Rantsiou K., Comi G., 2005. Identification, Sequencing and Characterization of Lactic Acid Bacteria Genes Responsible for Bacteriocin Production. *Tehnologija mesa*, 3–4, 162–172.
- Gasparik-Reichardt J., Toth Sz., Cocolin G., Comi G., Drosinos E., Cvrtila Z., Kozačinski L., Smajlović A., Saičić S., Borović B., 2005. Technological, physicochemical and microbiological characteristics of traditionally fermented sausages in Mediterranean and central European countries. *Tehnologija mesa*, 3–4, 143–153.
- Gimeno O., Ansorena D., Astiasaran I., Bello J., 2000. Characterization of chorizo de Pamplona: instrumental measurements of colour and texture. *Food Chemistry*, 69, 95–200.
- Ikonić P., Tasić T., Petrović L., Jakanović M., Savatić S., Tomović V., Džinić N., Šojić B., 2011. Effect of drying and ripening methods on proteolysis and biogenic amines formation in traditional dry-fermented sausage Petrovská klobása. *Food and Feed Research*, 38, 1, 1–8.

- Karan D., Vesković Moračanin S., Babić J., Parunović N., Okanović Dj., Džinić N., Jokanović M., 2012.** Sensory properties of traditionally fermented “Levačka” sausage. *Tehnologija mesa*, 53, 1, 43–49.
- Mendoza E., Garcia M. L., Casas C., Selgas M. D., 2001.** Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages. *Meat Science*, 57, 387–393.
- Moretti V. M., Madonia G., Diaferia C., Mentasti T., Paleari M.A., Panseri S., Pirone G., Gandini G., 2004.** Chemical and microbiological parameters and sensory attributes of a typical Sicilian salami ripened in different conditions. *Meat Science*, 66, 845–854.
- Olivares A., Navarro J. L., Salvador A., Flores M., 2010.** Sensory acceptability of slow fermented sausages based on fat content and ripening time. *Meat Science* 86, 251–257.
- Ordonez J. A., Hierro E. M., Bruna J. M., Hoz L., 1999.** Changes in the components of dry-fermented sausages during ripening. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 39, 329–367.
- Petrohilou I., Rantsios A., 2005.** Task and goals of the project: “Safety of traditional fermented sausages: Research on protective cultures and bacteriocins”, funded by the INCO-DEV Programme. *Tehnologija mesa*, 3–4, 138–142.
- Saičić S., Karan D., Vesković Moračanin S., 2006.** “Sremska” sausage with the addition of protective cultures and bacteriocins. 52th International Congress of Meat Science and Technology, 13th – 18th August, Dublin.
- Spaziani M., Del Torre 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.
- SRPS ISO 3972, 2001.** Sensory analysis – Methodology – Method of investigating sensitivity of taste.
- SRPS ISO 5496, 2002.** Sensory analysis – Methodology – Initiation and training of assessors in the detection and recognition of odours.
- SRPS ISO 6658, 2001.** Sensory analysis – Methodology – General guidance.
- Turubatović L., Hadžiosmanović M., Čaklović F., Petrohilou I., 2004.** Results of physicochemical and sensorial investigation of fermented sausages during fermentation and ripening process. 50th International Congress of Meat Science and Technology, Helsinki, 204.
- Vesković Moračanin S., Obradović D., 2009.** Mikrobiološki ekosistem tradicionalnih fermentisanih kobasica u Srbiji – mogućnosti stvaranja sopstvenih starter kultura. *Tehnologija mesa*, 50, 1–2, 60–67.
- Vesković Moračanin S., Karan D., Okanović Đ., Jokanović M., Džinić N., Parunović N., Trbović D., 2011.** Colour and texture properties of traditionally fermented “Sremska” sausage. *Tehnologija mesa*, 52, 2, 245–251.
- 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, 1–2, 68–74.

Karakteristike boje i teksture fermentisane „Užičke“ kobasice proizvedene na tradicionalan način

Vesković Moračanin Slavica, Karan Dragica, Trbović Dejana, Okanović Đorđe, Džinić Natalija, Jokanović Marija

Rezime: U cilju očuvanja kvaliteta tradicionalnih fermentisanih kobasica i obezbeđivanja kontinuiteta u njihovoj proizvodnji, zadatak ovog rada je bio da se utvrdi kvalitet „Užičke“ kobasice, koja je tradicionalni srpski fermentisani proizvod od mesa. „Užička“ kobasica je proizvedena od govedeg mesa I i II kategorije, svinjskog mesa II kategorije, čvrstog masnog tkiva, nitrinne soli, natrijum-hlorida i začina (slatka i ljuta mlevena paprika, crni biber i beli luk). Kobasice su dimljene u tradicionalnim pušnicama – dimljenje, fermentacija, zrenje i sušenje trajalo je 21 dan. Kobasice su proizvedene u tri ponavljanja. U radu su prikazani najvažniji hemijski parametri kvaliteta (sadržaj proteina, sadržaj vode, masti i pepela, natrijum-hlorida, pH vrednost, sadržaj nitrata) sa opisom senzornih svojstava (boja, izgled površine preseka, koherentnost, kvalitet masnog tkiva, nežnost i opšti utisak) i rezultati instrumentalnog merenja boje i teksture („Chromameter“ CR – 400 i „NSTRON“ model 4301) na kraju proizvodnog procesa. Rezultati senzorske ocene su pokazali da najpoželjnija svojstva imaju kobasice iz treće fermentacije, proizvedene u januaru (kada su klimatski uslovi bili optimalni za proizvodnju), kao i da su rezultati instrumentalnog merenja boje i teksture u saglasnosti sa rezultatima senzorskih ispitivanja.

Ključne reči: „Užička“ kobasica, hemijske analize, senzorne analize, instrumentalna analiza boje i teksture.

Paper received: 18.10.2013.

Paper corrected: 30.10.2013.

Rad accepted: 26.11.2013.

Mogućnosti proizvodnje pileće jetrene paštete sa smanjenim sadržajem natrijum-hlorida

Lilić Slobodan¹, Branković Lazić Ivana¹, Jovanović Jelena¹, Matekalo-Sverak Vesna¹, Karan Dragica¹, Milanović-Stevanović Mirjana¹, Đorđević Mirjana¹

S a d r Ź a j: Prekomeran unos natrijuma dovodi do pojave esencijalne hipertenzije, koja predstavlja najveći rizik za razvoj kardiovaskularnih oboljenja. Cilj ovog rada bio je da se ispita mogućnost smanjenja sadržaja natrijuma u kuvanoj kobasici, proizvedenoj u tipu pileće jetrene paštete, kao i da se utvrde promene u senzorskim karakteristikama, u prvom redu promena ukusa, kao i promene u boji i određenim teksturalnim karakteristikama. Proizvedeno je pet grupa proizvoda: prva grupa (kontrolna) sa jedan posto nitrinne soli za salamurenje, dok je sadržaj nitrinne soli za salamurenje u ostalim grupama smanjen: u drugoj i trećoj grupi za 35%, u četvrtoj za 50%, dok u petoj grupi proizvoda nije dodata nitrinna so za salamurenje. U proizvodima iz svih grupa, dodat je i amonijum-hlorid, osim u proizvodima iz kontrolne grupe. Smanjivanje kuhinjske soli u kuvanim kobasicama u tipu pileće jetrene paštete doprinosi smanjenju čvrstine proizvoda, odnosno povećava se mekoća, koja je najizraženija u proizvodu bez dodatog natrijum-hlorida. Senzorsku ocenu, odnosno rang test obavilo je sedam obučanih ocenjivača. Proizvodi svih oglednih grupa u kojima je sadržaj dodatog natrijum-hlorida bio smanjen, bili su prihvatljivi u pogledu slanosti i ukusa. Između proizvoda sa uobičajenom količinom dodatog natrijum-hlorida i proizvoda sa upola smanjenom količinom dodatog natrijum-hlorida, nisu utvrđene statistički značajne razlike u pogledu prihvatljivosti ukusa ($p > 0,05$).

Ključne reči: pileća jetrena pašteta, natrijum-hlorid, smanjenje sadržaja.

Uvod

Otkriće soli bilo je veoma važno za ljudsku populaciju. Upotreba soli učinila je hranu održivijom i dostupnom za konzumiranje, bez obzira na godišnje doba i njenog transporta na veće udaljenosti. So je bila jedna od prvih kategorija trgovačke razmene, a bila je i predmet taksi, poreza, izazivala je ratove i donosila je kolonijalnu moć, stvarala je i rušila imperije. Još odavno, Paracelsus prekida dualističku koncepciju alhemije, uvodeći so, pored sumpora i žive, kao njen treći element, i tvrdi da se hrana bez soli ne može dobro svariti. On je jedan od prvih koji koristi slane kupke za lečenje kožnih oboljenja.

Najveća potrošnja soli dostignuta je 1870. godine. Pojavom frižidera i zamrzavanja, so više nije bila toliko neophodna za konzervaciju hrane. Tako je bilo do dvadesetog veka, kada je shvaćeno da mnogo veći prihod donosi proizvodnja slanih prehrambenih proizvoda. Takođe, so je postala prva

funkcionalna namirnica dodavanjem joda za sprečavanje gušavosti.

Praistorijski čovek unosio je manje od 0,5 g soli dnevno (Feng i dr., 2010). Namensko dodavanje soli hrani počelo je pre oko 5000–10000 godina (početak razvoja poljoprivrede), što je u evolutivnom smislu relativno skoro. Dnevni unos soli dostigao je, prosečnih, 10 g dnevno. Unos kuhinjske soli uslovljen je fiziološkim potrebama, stečenim navikama, kao i tradicijom u ishrani, odnosno u kulinarsvu.

Koliko je so bila nekada važna, toliko je važna i u današnje vreme. Utvrđeno je da prekomeran unos natrijuma, koji najvećim delom potiče iz soli, odnosno natrijum-hlorida koji se dodaje hrani, kako prilikom njene industrijske proizvodnje, tako i u kulinarsvu, dovodi do pojave esencijalne hipertenzije, koja predstavlja najveći rizik za razvoj kardiovaskularnih oboljenja. Ovoj temi se pridaje sve veći značaj, usled kontinuiranog povećanja konzuma slane hrane, loših navika u ishrani i slabe fizičke aktivnosti ljudi u modernom svetu.

Napomena: Rezultati istraživanja proistekli su iz rada na realizaciji projekata evidencioni broj TR 31083 i III 46009, koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, za projektni ciklus 2011–2014. godine.

¹Institut za hihijenu i tehnologiju mesa, Kačanskog 13, 11000 Beograd, Republika Srbija.

Najraniji zapis koji se odnosi na uticaj soli iz hrane na krvni pritisak (Huang Ti Nei Ching Su Wein, 2698–2598. pre nove ere) govori da, ako se za pripremu hrane koristi previše soli, puls postaje „tvrđi“.

Prema nekim podacima, dnevna potreba odraslih osoba u natrijumu, za održavanje metaboličkih aktivnosti, manja je od 1500 mg. Kod sportista su potrebe veće, čak prevazilaze 10000 mg dnevno, jer oni znojem gube velike količine natrijuma. Međutim, dnevni unos natrijuma često je veći od 5000 mg (Bernardot, www.healthline.com/hlbook/nut-sodium). Američko udruženje za srce (American Heart Association) predlaže da hipertenzivne osobe ne bi trebalo da unose više od 1500 mg natrijuma dnevno, a osobe sa kongestivnim srčanim tegobama ne više od 1000 mg.

Mehanizam koji dovodi do povećanja krvnog pritiska pri prekomernom unosu soli je nemogućnost bubrega da izluče povećanu količinu natrijuma sve dotle dok arterijski krvni pritisak ne poraste i poveća ekskreciju tečnosti kroz bubrege (Wirth i Offermanns, 2008). Studije pokazuju da se sa porastom unosa soli povećava telesna masa, ukupni sadržaj natrijuma u krvi, ekstracelularni volumen, volumen plazme i krvi. Istovremeno dolazi do smanjenja nivoa renina, angiotenzina i norepinefrina (Haddy, 2006).

Od ukupne dnevne količine kuhinjske soli, koja se u organizam unese putem uobičajenih količina hrane (jela pripremljena u domaćinstvu, hleb, pekarski proizvodi, sir), oko 20% potiče iz proizvoda od mesa (Wirth, 1991).

So, dodata proizvodima od mesa, izaziva slanost (Ruusunen i Puolanne, 2005) i, zajedno sa mastima, doprinosi mnogim senzorskim karakteristikama. Povećanje slanosti je izraženije u proizvodima od mesa sa više masti, a u proizvodima sa većim sadržajem proteina osećaj slanosti je manji. Pored uticaja na ukus, odnosno slanost proizvoda, natrijum-hlorid ima važne tehnološke karakteristike u izradi proizvoda od mesa (Stamenković, 2004). I pored toga, sadržaj natrijuma u proizvodima od mesa može da se smanji, o čemu izveštavaju Ruusunen i Puolanne (2005) i Desmond (2006), na više načina: (1) smanjivanjem dodatog natrijum-hlorida (Sofos, 1983; Lilić, 2000); (2) zamenom dela NaCl drugim solima (Sofos, 1983; Terell, 1983; Guàrdia i dr., 2006; Lilić i dr., 2008); (3) upotrebom pojačivača ukusa i maskirajućih agenasa (Desmond, 2006); (4) kombinacijom navedenih postupaka (Sofos, 1983; Terell, 1983); (5) dodavanjem začinskog bilja i ekstraktata začina u proizvode od mesa (Lilić i Matekalo-Sverak, 2007); (6) optimizacijom fizičke forme

soli (Angus i dr., 2005) i (7) alternativnim procesnim tehnikama (Claus i Sørheim, 2006).

Cilj ovog rada bio je da se ispita mogućnost smanjenja sadržaja natrijum-hlorida u kuvanoj kobasici, proizvedenoj u tipu pileće jetrene paštete, kao i da se utvrde promene u senzorskim svojstvima, u prvom redu promene ukusa, kao i promene u boji i određenim teksturalnim karakteristikama.

Materijal i metode

U izradi model proizvoda u tipu pileće jetrene paštete korišćeni su sledeći osnovni sastojci: mehanički separisano meso, meso bataka, čvrsto masno tkivo svinja i pileća jetra, koji su skuvani da bi se dobio bujon, koji je kasnije dodat prilikom izrade proizvoda, shodno članu 101, stav 2, Pravilnika o kvalitetu usitnjenog mesa, poluproizvoda od mesa i proizvoda od mesa (Službeni glasnik RS 31/2012 i 43/2013). Od dodataka, korišćeni su izolati soje i suvi crni luk, koji je, pre dodavanja u nadev paštete, hidriran bujonom. Količina dodate soli razlikovala se između grupa. U nadev prve grupe proizvoda (kontrolna grupa), dodata je nitritna so za salamurenje, u količini od jedan posto, koja je uobičajena za ovu vrstu proizvoda. U nadev proizvoda druge grupe dodato je 3,25 g nitritne soli za salamurenje, što predstavlja 65% uobičajene količine, i 1,75 g amonijum-hlorida. U nadev proizvoda treće grupe, dodata je ista količina nitritne soli za salamurenje, dok je količina dodatog amonijum-hlorida smanjena na jednu četvrtinu. U nadev proizvoda četvrte grupe dodato je 2,50 g nitritne soli za salamurenje, što predstavlja 50% od uobičajene količine, i 0,63 g amonijum-hlorida. Nadev pete, ogledne grupe, nije sadržao nitritnu so za salamurenje, već samo amonijum-hlorid u količini od 1,25 g. Upotrebljena količina osnovnih sastojaka i dodataka, prikazana je u tabeli 1.

Posle kuvanja osnovnih sastojaka (meso, masno tkivo i jetra) u nadev su dodate soli (prema tabeli 1), izolati soje, hidrirani crni luk i bujon. Nadev je pripremljen usitnjavanjem sastojaka u mikseru do postizanja homogene, glatke mase. Pripremljeni nadev punjen je u limenke deklarirane neto vrednosti od 150 g, koje su, zatim, zatvorene i sterilisane u autoklavu do postizanja temperature od 121°C.

U senzorskim ispitivanjima boje, konzistencije i slanosti, korišćene su numeričko-deskriptivne skale, pri čemu su korišćene ocene od 1 do 5 (ocena 1 označava najmanje izraženo svojstvo, dok ocena 5 izražava najveći intenzitet svojstva). Opšta prihvatljivost proizvoda određena je rang testom, pri čemu su ocenjivači rangirali proizvode od prvog do

Tabela 1. Osnovni sastojci i dodaci za pileću jetrenu paštetu, g
Table 1. Raw materials and additives for chicken liver pate, g

Grupa/ Group	I (kontrolna)/ 1 st (control)	II 2 nd	III 3 rd	IV 4 th	V 5 th
Mehanički separisano meso/ Mechanically separated meat	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Meso bataka/ Drumstick meat	77,50	77,50	77,50	77,50	77,50
Masno tkivo/ Fat	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00
Bujon/ Bouillon	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00
Pileća jetra/ Chicken liver	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00
Izolat soje/ Soy isolate	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Crni luk/ Onion	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Nitritna so za salamurenje/ Nitrite curing salt	5,00	3,25	3,25	2,50	–
Amonijum-hlorid/ Ammonium-chloride	–	1,75	0,44	0,63	1,25

petog mesta prema opštoj prihvatljivosti. U ocenjivanju je učestvovalo sedam obučanih ocenjivača, koji su prethodno provereni testovima u prepoznavanju osnovnih modaliteta ukusa i u pamćenju i prepoznavanju mirisa.

Rezultati rang testa obrađeni su studentovim t-testom, sa postavljenom hipotezom o jednakosti aritmetičkih sredina.

Rezultati i diskusija

U prvo vreme, natrijum-hlorid se, u proizvodima od mesa, dodavao radi produženja održivosti, odnosno zbog njegovog antimikrobnog delovanja. Antibakterijski efekat natrijum-hlorida zasniva se na snižavanju aktivnosti vode. Pri određenoj koncentraciji kuhinjske soli voda osmozom izlazi iz ćelija, što može da uspori, ili da, sasvim, prekine razmnožavanje mikroorganizama. Potrebne su relativno visoke koncentracije soli da inhibiraju mikroorganizme. Granične koncentracije natrijum-hlorida za rast mikroorganizama iznose: 5% za *Clostridium botulinum* tip E i *Pseudomonas fluorescens*, 6% za *Shigellae* i *Klebsiellae*, 8% za *Escherichia coli*, *Salmonellae*, *Bacillus cereus*, *C. botulinum* tip A i *C.*

perfringens, 10% za *C. botulinum* tip B i *Vibrio parahaemolyticus*, 15% za *Bacillus subtilis* i *Streptococcaceae*, 18% za *Staphylococcus aureus*, 25% za *Penicillium* i *Aspergillus* vrste i 26% za *Halobacterium halobium*, *Bacterium prodigiosum* i *Spirillum* vrste (Prändl, 1988).

Jedna od najvažnijih tehnoloških funkcija natrijum-hlorida u proizvodima od mesa je solubilizacija funkcionalnih miofibrilarnih proteina, rastvorljivih u slanim ratvorima, što povećava sposobnost vezivanja vode, čime se postiže odgovarajuća tekstura proizvoda. U emulgovanim proizvodima od mesa, kao što su barene kobasice, rastvoreni proteini, u formi kontinuirane faze, predstavljaju film oko kapljica masti i vode.

Prilikom proizvodnje kuvanih kobasica, kojima pripadaju i paštete, antibakterijsko delovanje natrijum-hlorida nije od presudne važnosti, jer se osnovni sastojci kuvaju, a nadev se podvrgava delovanju visokih temperatura, odnosno pasterizaciji i sterilizaciji.

Pojedini autori (Kurćubić i dr., 2011) su, takođe, ispitali sadržaj natrijum-hlorida u proizvodima od mesa sa našeg tržišta. Imajući u vidu navedeno, u ovom radu je ispitana mogućnost smanjenja sadržaja natrijum-hlorida, odnosno natrijuma, u proizvodu

Tabela 2. Senzorska ocena boje, konzistencije i slanosti pileće jetrene paštete, n = 7
Table 2. Sensory evaluation of colour, consistency and saltiness of chicken liver pate, n = 7

	Boja/Colour	Konzistencija/Consistency	Slanost/Saltiness
I (kontrolna)/ 1st (control)	5	5	5
II 2nd	4	4	3
III 3rd	3	3	3
IV 4th	2	2	3
V 5th	1	1	1

u tipu pileće jetrene paštete. Osnovni sastojci i dodaci za pileću jetrenu paštetu prikazani su u tabeli 1. Uobičajeni sadržaj natrijum-hlorida u kuvanim kobasicama iznosi od 1,09–1,20 g u 100 g proizvoda, prosečno $1,15 \pm 0,05$ g u 100 g (Vranić i dr., 2009). U ovom eksperimentu je, osim smanjene količine dodatog natrijum-hlorida, proizvodima je dodat i amonijum-hlorid, kao delimični supstituent natrijum-hlorida, jer, prema podacima iz literature, natrijum-hlorid ima indeks slanosti od 1, dok amonijum-hlorid ima indeks slanosti 4.

Senzorskim ocenjivanjem boje, svi ocenjivači su se izjasnili da intenzitet boje opada od proizvoda kontrolne grupe, koji su imali najintenzivniju boju,

do proizvoda pete grupe (tabela 2). I pored korišćenja istih osnovnih sastojaka, jasno je da postoji pozitivna korelacija između intenziteta boje i dodate količine nitritne soli za salamurenje.

U tabeli 2 data je senzorska ocena boje, konzistencije i slanosti pileće jetrene paštete. Ispitivanjem konzistencije proizvoda, ustanovljeno je da proizvodi iz kontrolne grupe imaju najčvršću, dok proizvodi iz pete grupe imaju najmekšu teksturu. Između proizvoda ostalih grupa, nije bilo značajne razlike u teksturi. I pored razlika u teksturi, odnosno mekoći, proizvodi iz svih grupa su bili mazive konzistencije, što je jedan od osnovnih zahteva za ovu vrstu proizvoda.

Tabela 3. Senzorska ocena opšte prihvatljivosti pileće jetrene paštete
Table 3. Sensory evaluation of the overall acceptability of the chicken liver pate

Ocenjivač/ Assessor	1	2	3	4	5	6	7
Grupa/ Group							
I (kontrolna)/ 1st (control)	3 ^x	3 ^x	3 ^x	3 ^x	3 ^x	3 ^x	3 ^x
II/ 2nd	1 ^y	1 ^y	1 ^y	1 ^y	2 ^y	2 ^y	2 ^y
III/ 3rd	2 ^y	2 ^y	2 ^y	2 ^y	1 ^y	1 ^y	1 ^y
IV/ 4th	4 ^x	4	4	4	4	4	4
V /5th	5 [*]	5 [*]	5 [*]	5 [*]	5 [*]	5 [*]	5 [*]

(a,b; c,d) p < 0,05 (x,y; q,z) p < 0,01 *neprihvatljiv/not acceptable

Rezultati senzorskog ocenjivanja opšte prihvatljivosti ukusa, prikazani su u tabeli 3. Svi ocenjivači su se izjasnili da slanost paštete opada od kontrolne do pete grupe, što je u saglasnosti sa dodatkom količinom natrijum-hlorida, koja je u kontrolnoj grupi proizvoda najveća, dok u proizvode pete grupe natrijum-hlorid nije ni dodat. U pogledu opšte prihvatljivosti ukusa, ocenjeno je da su proizvodi prve četiri grupe prihvatljivi po pitanju ukusa, dok je pašteta iz pete ogleadne grupe bila „bezukusna“ i, samim tim, nije imala prihvatljiv ukus. Iako je pašteta iz kontrolne grupe proizvedena sa količinom kuhinjske soli koja se uobičajeno dodaje u industrijskoj proizvodnji, proizvod iz ove grupe je, po rangiranju, zauzeo tek treće mesto, dok su prva dva mesta pripala proizvodima iz druge i treće ogleadne grupe. Četiri ocenjivača se izjasnili da je, u pogledu ukusa, prihvatljivija pileća jetrena pašteta iz druge ogleadne grupe, dok se tri ocenjivača izjasnili da je ukus prihvatljiviji kod proizvoda iz treće ogleadne grupe. Prilikom rangiranja proizvoda iz pomenutih grupa nisu bile utvrđene statistički značajne razlike ($p > 0,05$), kao ni u slučaju rangiranja proizvoda iz kontrolne i četvrte ogleadne grupe.

Na osnovu senzorskog ispitivanja, može se konstatovati da umereno smanjenje količine natrijum-hlorida koja je dodata proizvodu, kao ni dodavanje amonijum-hlorida u proizvode, nije dovelo do značajnih promena u slanosti i prihvatljivosti ukusa ovih proizvoda.

Iako amonijum-hlorid ima indeks slanosti veći četiri puta od natrijum-hlorida, njegovo dodavanje u ove proizvode nije proizvelo očekivani efekat. U nekim zemljama, amonijum-hlorid se koristi kao aditiv E 510, međutim, prema našim zakonskim propisima,

on ne pripada aditivima, shodno odredbama člana 1 Pravilnika o prehranbenim aditivima (Službeni glasnik RS 63/2013).

Zaključak

Boja model proizvoda u tipu pileće jetrene paštete bila je u direktnoj pozitivnoj korelaciji sa dodatkom količinom nitrinane soli za salamurenje.

Smanjivanje kuhinjske soli u kuvanim kobasicama u tipu pileće jetrene paštete doprinosi smanjenju čvrstine proizvoda, odnosno povećava se mekoća, koja je najizraženija u proizvodu bez dodatog natrijum-hlorida.

Proizvodi svih ogleadnih grupa kojima je količina dodatog natrijum-hlorida bila smanjena bili su prihvatljivi u pogledu slanosti i ukusa. Između proizvoda sa uobičajenom količinom dodatog natrijum-hlorida i proizvoda sa upola manjom količinom dodatog natrijum-hlorida nisu utvrđene statistički značajne razlike u pogledu prihvatljivosti ukusa ($p > 0,05$).

Sadržaj natrijum-hlorida, uobičajeno iznosi 1 g u 100 g proizvoda (kontrolna grupa), što zadovoljava jednu šestinu referentne vrednosti dnevnog unosa (6 g). Sto grama proizvoda sa upola manjim sadržajem natrijum-hlorida (0,5 g u 100 g proizvoda, četvrta ogleadna grupa), zadovoljava jednu dvanaestinu referentne vrednosti dnevnog unosa, koja je navedena u prilogu 7, deo B, Pravilnika o deklarisanju, označavanju i reklamiranju hrane (Službeni list RS 85/2013). I pored toga što je sadržaj natrijum-hlorida smanjen za polovinu, ovakav proizvod, po svojim senzorskim karakteristikama, a naročito po pitanju opšte prihvatljivosti, zadovoljava uobičajeni ukus potrošača.

Literatura

- Angus F., Phelps T., Clegg S., Narain C., den Ridder C., Kilcast D., 2005. Salt in processed foods: Collaborative Research Project. Leatherhead Food International.
- Benardot D., Advanced sports nutrition, PhD, www.healthline.com/hlbook/nut-sodium.
- Claus J. R., Sørheim O., 2006. Preserving prerigor meat functionality for beef patty production. *Meat Science*, 73, 287–294.
- Desmond E., 2006. Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Science* 74, 188–196.
- Feng J. He, Graham A. MacGregor, 2010. Reducing Population Salt Intake Worldwide: From Evidence to Implementation. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 52, 363–382.
- Guàrdia M. D., Guerrero L., Gelabert J., Gou P., Arnau J., 2006. Consumer attitude towards sodium reduction in meat products and acceptability of fermented sausages with reduced sodium content, *Meat Science* 73, 484–490.
- Haddy F. J., 2006. Role of dietary salt in hypertension, *Life Sciences* 79, 1585–1592.
- Kurčubić V., Bogosavljević-Bošković S., Petrović M., Mašković P., 2011. Sadržaj natrijum-hlorida i natrijuma u proizvodima od mesa različitih grupa. *Tehnologija mesa*, 52, 2, 225–233.
- Lilić S., 2000. Ispitivanje važnijih činilaca od značaja za održivost i kvalitet sušenog svinjskog mesa. Magistarska teza, Fakultet veterinarske medicine, Beograd.

- Lilic S., Matekalo-Sverak Vesna, 2007.** Influence of partial replacement of sodium chloride by potassium chloride and adding of rosemary extract on taste acceptability of ground meat. Proceedings, "I International congress „Food technology, quality and safety“, Symposium of Biotechnology and Food Microbiology, Novi Sad, 61–66.
- Lilic S., Matekalo-Sverak V., Borovic B., 2008.** Possibility of replacement of sodium chloride by potassium chloride in cooked sausages – sensory characteristics and health aspects. *Biotechnology in Animal Husbandry* 24 (1–2), 133–138.
- Prändl O., 1988.** Verarbeitung des Fleisches, Grundlagen der Haltbarmachung, Fleisch: Technologie und Hygiene der Gewinnung und Verarbeitung, Stuttgart: Ulmer, 234–372.
- Pravilnik o deklarisanju, označavanju i reklamiranju hrane** (Službeni list RS 85/2013).
- Pravilnik o kvalitetu usitnjenog mesa, poluproizvoda od mesa i proizvoda od mesa** (Službeni glasnik RS 31/2012 i 43/2013).
- Pravilnik o prehranbenim aditivima** (Službeni glasnik RS 63/2013).
- Ruusunen M., Puolanne E., 2005.** Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science*, 70, 3, 531–541.
- Sofos J. N., 1983.** Effects of reduced salt levels on sensory and instrumental evaluation of frankfurters. *Journal of Food Science*, 48, 1691–1692.
- Stamenković T., 2004.** Upotreba kuhinjske soli u proizvodima od mesa. *Tehnologija mesa*, 45, 5–6, 170–176.
- Terell R. N., 1983.** Reducing the sodium content of processed meats. *Food Technology*, 37, 7, 66–71.
- Vranić D., Saičić S., Lilić S., Trbović D., Janković S., 2009.** Studija o sadržaju natrijum-hlorida i natrijuma u nekim proizvodima od mesa sa tržišta Srbije. *Tehnologija mesa*, 50, 3–4, 249–255.
- Wirth F., 1991.** Restricting and dispensing with curing agents in meat products. *Fleischwirtschaft*, 71 (9), 1051–1054.
- Wirth A., Offermanns S., 2008.** G-protein-mediated signalling in salt-dependent hypertension, *Disease Mechanisms*, 5, 3–4.

Production of chicken liver pâté with reduced sodium chloride content

Lilić Slobodan, Branković Lazić Ivana, Jovanović Jelena, Matekalo-Sverak Vesna, Karan Dragica, Milanović-Stevanović Mirjana, Đorđević Mirjana

S u m m a r y: The aim of this research was to investigate the possibility of production of pâté in the type of chicken liver pâté with reduced sodium chloride content, as well as to establish changes in sensory characteristics, such as taste, color and texture. In the production of chicken liver pâté, the following raw materials were used: mechanically separated meat, drumstick meat, pork fat, chicken liver and bouillon. Soy isolate and dry onions were added as supplements. Five groups of meat products were prepared, and the amount of the added salt differed between groups. Nitrite salt for curing was added to the stuffing of the first group (control group) in the amount of one percent (1g/100g). The quantity of 3.25 g of nitrite curing salt and 1.75 g of ammonium chloride was added to the stuffing of the second group. The same amount of nitrite curing salt was added to the stuffing of the third group, and the amount of the added ammonium chloride was reduced to a quarter. The quantity of 2.50 g of nitrite curing salt and 0.63 g of ammonium chloride was added to the stuffing of the fourth group. The stuffing of the fifth experimental group did not contain nitrite curing salt, only ammonium chloride in the amount of 1.25 g. Rang test was carried out by seven trained assessors.

The colour of the products was in a direct and positive correlation with the added nitrite salt. Reduction of the sodium chloride in cooked sausages in the type of chicken liver pâté contributed to reduced hardness of the product and increased softness. The highest softness was established in the product without added sodium chloride. All products with the reduced content of sodium chloride were sensory acceptable. In regard to the products with the common amount of added sodium chloride (1g/100g) and the product with 50% less sodium chloride, there was no statistically significant difference in the overall acceptability of the product ($p > 0,05$). Content of sodium chloride of 1g/100g in the product meets 1/6 of the recommended daily intake of salt (6 g), while salt content in the other four groups meets only 1/12 of the recommended daily intake of salt.

The production of chicken liver pâté with reduced salt (sodium) content was possible without any impact on sensory characteristics of the product.

Key words: chicken liver pâté, sodium chloride, reducing of the content.

Rad primljen: 18.11.2013.

Rad prihvaćen: 3.12.2013.

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

Lilić Slobodan¹, Borović Branka¹, Vranić Danijela¹

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

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

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

Uvod

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

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

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

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

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

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

¹Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kačanskog 13, 11000 Beograd, Republika Srbija.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Kvalitet suvih fermentisanih kobasica

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

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

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

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

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

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

Mikroflora fermentisanih suvih kobasica

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Značaj natrijum-hlorida u proizvodnji fermentisanih kobasica

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

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

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

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

Mogućnosti smanjenja sadržaja natrijum-hlorida u fermentisanim kobasicama

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Literatura

- Askar A., El-Samahz S. K., Shehata H. A., Tawfik M., 1993. Pasterma and beef bouillon. The effect of substituting KCl and K/lacatate for sodium chloride. *Fleischwirtschaft*, 73, 289–292.
- Aymerich T., Martín B., Garriga M., Hugas M., 2003. Microbial quality and direct PCR identification of lactic acid bacteria and nonpathogenic *Staphylococci* from artisanal low-acid sausages. *Applied Environmental Microbiology*, 69, 4583–4594.
- Campagnol P. C. B., dos Santos B. A., Wagner R., Terra N. N., Pollonio M. A. R., 2011. The effect of yeast extract addition on quality of fermented sausages at low NaCl content. *Meat Science* 87, 290–298.
- Claus J. R., Sørheim O., 2006. Preserving prerigor meat functionality for beef patty production. *Meat Science*, 73, 287–294.
- Cocolin L., Manzano M., Cantoni C., Comi G., 2001. Denaturing Gradient Gel Electrophoresis Analysis of the 16S rRNA Gene V1 Region to Monitor Dynamic Changes in the Bacterial Population during Fermentation of Italian Sausages. *Applied Environmental Microbiology*, 67, 5113–5121.
- Comi G., Urso R., Iacumin L., Rantsiou K., Cattaneo P., Cantoni C., Cocolin L., 2005. Characterisation of naturally fermented sausages produced in the North East of Italy. *Meat Science*, 69, 381–392.
- Coppola S., Mauriello G., Aponte M., Moschetti G., Villani F., 2000. Microbial succession during ripening of Naples-type salami, a southern Italian fermented sausage. *Meat Science*, 56, 321–329.
- Corral S., Flores M. 2013. Effect of salt reduction on aroma active compounds from drz fermented sausages. 59th International Congress of Meat Science and Technology, 18–23rd August 2013, Izmir, Turkey, 1–4.

- Corral S., Salvador A., Flores M., 2013.** Salt reduction in slow fermented sausages affects the generation of aroma active compounds. *Meat Science* 93, 776–785.
- Desmond E., 2006.** Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Science* 74, 188–196.
- Di Cagno R., Lopez C. C., Tofalo R., Gallo G., De Angelis M., Paparella A., Hammes W., Gobbetti M., 2008.** Comparison of the compositional, microbiological, biochemical and volatile profile characteristics of three Italian PDO fermented sausages. *Meat Science*, 79, 224–235.
- Drosinos E., Mataragas M., Xiraphi N., Moschonas G., Gaitis F., Metaxopoulos J., 2005.** Characterization of the microbial flora from a traditional Greek fermented sausage. *Meat Science*, 69, 307–317.
- Encinas J. P., López-Díaz T. M., García-López M. L., Otero A., Moreno B., 2000.** Yeast populations on Spanish fermented sausages. *Meat Science*, 54, 3, 203–208.
- Galgano F., Favati F., Schirone M., Martuscelli M., Crudele M. A., 2003.** Influence of indigenous starter cultures on the free fatty acids content during ripening in artisan sausages produced in the Basilicata region, *Food Technology and Biotechnology*, 41, 253–258.
- Garriga M., Aymerich T., 2007.** The microbiology of fermentation and ripening. In: F. Toldrá (Ed.) *Handbook of Fermented Meat and Poultry*. Blackwell Publishing, 125–135.
- Gimeno O., Astiasarán I., Bello J., 1998.** A Mixture of Potassium, Magnesium, and Calcium Chlorides as a Partial Replacement of Sodium Chloride in Dry Fermented Sausages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 4372–4375.
- Gimeno O., Astiasarán I., Bello J., 1999.** Influence of partial replacement of NaCl with KCl and CaCl₂ on texture and color of dry fermented sausages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 873–877.
- Gimeno O., Astiasarán I., Bello J., 2001.** Calcium ascorbate as a potential partial substitute for NaCl in dry fermented sausages: effect on colour, texture and hygienic quality at different concentrations. *Meat Science*, 57, 23–29.
- Gou P., Guerrero L., Gelabert J., Arnau J., 1996.** Potassium chloride, potassium lactate and glycine as sodium chloride substitutes in fermented sausages and in dry-cured pork loin. *Meat Science*, 42, 1, 37–48.
- Guàrdia M. D., Guerrero L., Gelabert J., Gou P., Arnau J., 2006.** Consumer attitude towards sodium reduction in meat products and acceptability of fermented sausages with reduced sodium content. *Meat Science* 73, 484–490.
- Hammes W. P., Knauff H. J., 1994.** Starters in the processing of meats. *Meat Science*, 36, 155–168.
- Hierro E., L de la Hoz, Ordoñez J. A., 1999.** Contribution of the microbial and meat endogenous enzymes to the free amino acid and amine contents of dry fermented sausages. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 47, 1156–1161.
- Hönikel K., 1999.** Kvalitet mesa, *Tehnologija mesa*, 40, 3–4, 1–6.
- Hugas M. and Monfort J., 1997.** Bacterial starter cultures for meat fermentation. *Food Chem.*, 59: 547–554.
- Hughes C., Kerry J. P., Arendt E. K., Kenneally P. M., McSweeney P. L. H., O'Neill, E. E., 2002.** Characterization of proteolysis during ripening of semi-dry fermented sausages, *Meat Science*, 62, 205–216.
- Hutkins R. W., 2006.** *Microbiology and technology of fermented foods*, Blackwell Publishing, First edition, IFT Press.
- Ibañez C., Quintanilla L., Astiasarán I., Bello J., 1997.** Dry fermented sausages elaborated with *Lactobacillus plantarum* – *Staphylococcus carnosus*. Part II. Effect of partial replacement of NaCl with KCl on the proteolytic and insolubilization processes. *Meat Science*, 46, 277–284.
- Kenneally P. M., Fransen N. G., Grau H., O'Neill E. E., Arendt E. K., 1999.** Effects of environmental conditions on microbial proteolysis in a pork myofibril model system. *Journal of Applied Microbiology*, 87, 794–803.
- Larrouture C., Ardaillon V., Pepin, M., Montel M. C., 2000.** Ability of meat starter cultures to catabolize leucine and evaluation of the degradation products by using an HPLC method. *Food Microbiology*, 17, 563–570.
- Lebert I., Leroy S., Talon R., 2007.** Microorganisms in traditional fermented meats. In: F. Toldrá (Ed.) *Handbook of Fermented Meat and Poultry*. Blackwell Publishing, 113–124.
- Leistner L., 1996.** Food protection by hurdle technology. *Bull. Ipn. Soc. Res. Food. Prot.*, 2, 2–26.
- Leistner L., 2004.** *Food design by hurdle technology and HACCP*, Raps & Co, Kulmbach, Germany.
- Lilić S., 2000.** Ispitivanje važnijih čimbenika od značaja za održivost i kvalitet sušenog svinjskog mesa. *Magistarska teza*, Fakultet veterinarske medicine, Beograd.
- Lilic S., Matekalo-Sverak Vesna, 2007.** Influence of partial replacement of sodium chloride by potassium chloride and adding of rosemary extract on taste acceptability of ground meat. *Proceedings, "I International congress „Food technology, quality and safety“*, Symposium of Biotechnology and Food Microbiology, Novi Sad, 61–66.
- Lilic S., Matekalo-Sverak V., Borovic B., 2008.** Possibility of replacement of sodium chloride by potassium chloride in cooked sausages – sensory characteristics and health aspects. *Biotechnology in Animal Husbandry* 24, 1–2, 133–138.
- Lindgren S. E., Dobrogosr W. J., 1990.** Antagonistic activities of lactic acid bacteria in food and feed fermentations. *FEMS Microbiology Review*, 7, 149–163.
- Liu D., 2011.** *Molecular Detection of Human Bacterial Pathogens*, chapter 10, 111–115.
- Lizaso G., Chasco J., Beriain M. J., 1999.** Microbial and biochemical changes during ripening of salsichón, a Spanish dry-cured sausage. *Food Microbiology*, 16, 219–228.
- Mauriello G., Casaburi A., Blaiotta G., Villani F., 2004.** Isolation and technological properties of coagulase negative staphylococci from fermented sausages of Southern Italy. *Meat Science*, 67, 149–158.
- Metaxopoulos J., Samelis J., Papadelli M., 2001.** Technological and microbiological evaluation of traditional processes as modified for the industrial manufacturing of dry fermented sausage in Greece. *Italian Journal of Food Science*, 13, 3–18.
- Molly K., Demeyer D., Johansson G., Raemaekers M., Ghis-telinck M., Geenen I., 1997.** The importance of meat enzymes in ripening and flavor generation in dry fermented sausages. First results of a European project. *Food Chemistry*, 54, 539–545.
- Olesen P. T., Mezer A. S., Stahnke L. H., 2004.** Generation of flavour compounds in fermented sausages – The influence of curing ingredients *Staphylococcus* starter culture and ripening time. *Meat science*, 66, 675–687.
- Oluški V., Miloševski V., Ćirić M., Marinković S., 1974.** Uticaj sastava sirovine i dodataka glukonodeltalaktone na brzinu zrenja i kvalitet trajnih kobasica. *Tehnologija mesa*, 6, 177–182.

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

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

Lilić Slobodan, Borović Branka, Vranić Danijela

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

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

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

Rad primljen: 2.12.2013.

Rad prihvaćen: 11.12.2013.

The attitudes and habits of Serbian schoolchildren in consumption of meat

Šarčević Danijela¹, Đorđević Vesna¹, Petronijević Radivoj¹, Matekalo-Sverak Vesna, Karabasil Neđeljko², Popović Ljuba³, Janković Vesna¹

Abstract: The goal of this paper was to explore attitudes and habits of Serbian schoolchildren in consumption of meat. Survey was conducted using self-administrated questionnaire, on a sample of 228 schoolchildren from 7 to 18 years of age, divided into three class groups (I group – from I–IV and II group from V–VIII – Primary school; III group from I–IV – High school). The results showed that all examined schoolchildren had habit to eat meat, except one of them. In regard to the preference, meat and meat products as foodstuff were categorized among schoolchildren as “much liked food”. There was statistically significant difference ($p < 0.05$) in explored attitude about consumption of chicken, pork, beef/veal, lamb and venison meat. Schoolchildren of all examined groups primarily consumed chicken meat, followed by pork, beef/veal, and lamb, and at the last place venison. Also, results show that most of schoolchildren usually eat meat prepared at home for one meal per a day, which is in accordance with recommendation provided by Gazette for nutrition of schoolchildren in children’s institution of the Republic of Serbia. Responses to the question “How often do you eat meat?” in 21.49% of total number indicated that eating habits in meat consumption may cause heart problems in schoolchildren population. Survey results showed that schoolchildren primarily eat meat prepared at home, in cooked dishes, as well as grilled or roasted meats. Small percentage (2.68%) pointed that they consumed meat “three times a day”, while 18.86% do it only once a week or once a month.

Key words: schoolchildren, attitudes, habit, consumption, meat.

Introduction

Research and knowledge of food and nutrition provide the knowledge of cultural features, content and character related to one nation in some historical period. The choice of food, its classification, the method of obtaining, saving and serving is cultural phenomenon.

Consumer attitudes to meat are influenced by a number of factors, such as price and availability. The major differences, in the volume and type of meat consumed between countries, are thought to be primarily due to differences in culture and eating habits (Flower, 2004; Matekalo-Sverak *et al.*, 2009; Šarčević *et al.*, 2011). Even though some studies have already reported signs of people in industrialized countries eating less meat than before (Fresco, 2009; Troy, 2011), globally the trend is opposite. For instance, Fiala (2008) reports that the consumption of meat worldwide will rise by 72% between

2000 and 2030, and Steinfeld *et al.* (2006) projects the global production of meat more than double between 2000 and 2050 due to increasing world population, rising incomes and urbanization.

Serbian cuisine is heterogenic one, although the turbulent historical events influenced the food that people consumed. Strong food is integral part of Serbian tradition and culture. Since livestock production is very developed in Serbia, meat has become the most preferred type of nutrient. Historically, meat has been a scarce and highly appreciated foodstuff, a source of energy and protein, and palatable food carrying the images of strength, power of masculinity. For many Serbian families a meal without meat is a rare exception. But, today consumers pay much more attention to health aspects of meat. Nutritional value of the meat in human nutrition is well known, and the importance that meat has in human nutrition is understandable. There are 14 key reasons why meat is considered nutritionally

Acknowledgments: This paper was supported by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia, Project III 46009.

¹Institute of Meat Hygiene and Technology, Kačanskog 13, 11000 Belgrade, Republic of Serbia;

²University of Belgrade, Faculty of Veterinary Medicine, Bulevar oslobođenja 18, 11000 Belgrade, Republic of Serbia;

³Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management, Nemanjina 22–26, 11000 Belgrade, Republic of Serbia.

Corresponding author: Đorđević Vesna, vesna@inmesbgd.com

valuable. Namely, meat is exceptional source of proteins, vitamin B12, vitamin B6, thiamine, niacin, selenium, zinc and phosphorus. It is very good source of riboflavin and potassium, also of iron and pantothenic acid (Baltic *et al.*, 2011; Verbeke, 2010). In Serbian cuisine chicken meat is most commonly consumed, beside the pork, while beef/veal, lamb and venison are less common, primarily because of price. It is worth to mention that in Serbian eating habit, venison meat used to be very represented in the meal, but today it is very rare. Although, hunting tourism is developed in Serbia, venison meat is exported to neighbouring countries, because it is too expensive, and less available to consumers.

Today, there is growing interests in children's eating habits and potential health consequences. Increased availability of indigenous and "westernized" energy fast foods, aggressive advertising practices, relatively low cost and improved purchasing power, have led children and adolescents to increase the consumption of the saturated fat snacks. Such rapid changes in dietary practices, accompanied by increasingly sedentary lifestyle, leads to child obesity. (Rosenkrantz and Dzewaltowski, 2008). Childrens' food preferences are strongly influenced by their parents' dietary habits (Nicklas *et al.*, 2001). Thus, in order to develop childrens' preferences toward meat, parents have to encourage them to consume meat. In a sample of middle school students, parental modelling predicted adolescent meat consumption (Young *et al.*, 2004). Home social influence may impact eating behaviours consciously or unconsciously via attitudes, subjective norms, mimicry, awareness and involvement (Kremers *et al.*, 2006). Parental acceptance of the meat nutritional recommendations in their own dietary practices may serve to underline attempts to ensure healthful dietary practices of the children (Brewis and Gartin, 2006).

The purpose of this paper was to provide information about the meat consumption of Serbian schoolchildren aged 7–18, with focus on chicken, pork, poultry, beef/veal, lamb and venison meat.

Methodology

The sample frame for this research consisted of schoolchildren from one elementary and one high school in one Belgrade municipality in the Republic of Serbia.

Convenience sampling was used and questionnaire was distributed to all schoolchildren who agreed to participate after they were informed about the goals of this research. A total of 228 respondents participated in this study. For the purpose of further analyses, the sample was divided by age in three subgroups – respondents from elementary school, I group (I–IV class, and age from 7-11 years), and II group (V–VIII class, and age from 11-14 years), and respondents from high school, III group (I–IV class, age 15–18 years).

The questionnaire used in this study consisted of the following groups of questions – knowledge about meat, attitudes and habits. The questionnaire was distributed among the respondents, self-administrated and collected after three days.

The descriptive statistics and analysis of variance were used for data processing, in Excel Microsoft Office program.

Results and discussion

In this study, the hypothesis was that schoolchildren in elementary school usually consume meal prepared at home, created by their parents. Parents' education and nutritional knowledge might have long term effects on many health outcomes. Vereecken *et al* (2004) have established that better maternal nutritional knowledge was associated with better diets for children, although their influence increased with child age. The schoolchildren in high school are considered to be under many various influences, such as advertising, trends, popular nutrition advices, and, therefore, they rather consume fast food.

Results of our survey, presented in Table 1, show that 100% of schoolchildren of the I and III

Table 1. The percentage of responses to the question "Do you eat meat?"

Tabela 1. Procentualni prikaz odgovora na pitanje „Da li jedete meso?“

	Elementary school/ Osnovna škola I–IV class (%)	Elementary school/ Osnovna škola V–VIII class (%)	High school/ Srednja škola I–IV class (%)
Yes/Da	100.00	98.70	100.00
No/Ne	0.00	1.30	0.00

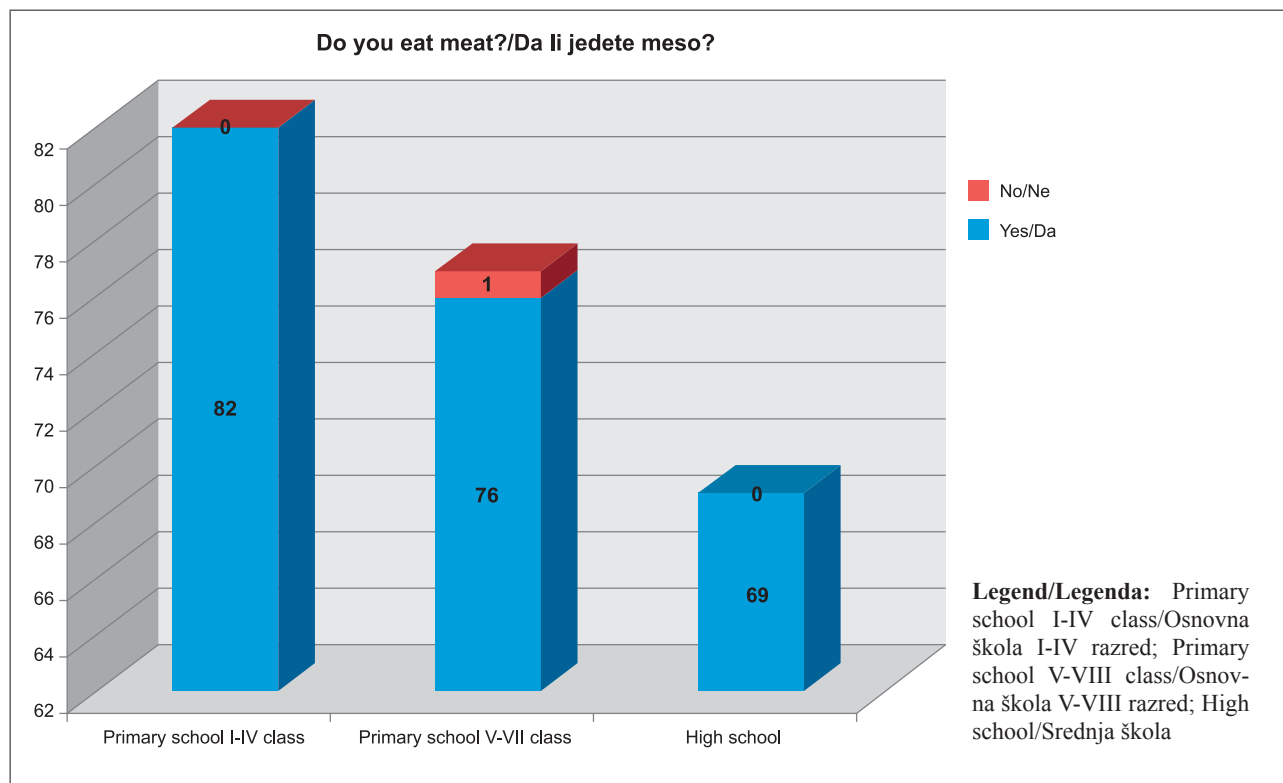


Figure 1. Do you eat meat?

Slika 1. Da li jedete meso?

group (I–IV class of the elementary school and I–IV class of the high school), and 98.70% of schoolchildren from the II group (class V–VIII of the elementary school) consumed meat. Similar to our investigation, in year 2007 The Australian National

Children’s Nutrition and Physical Activity survey was conducted in aim to provide data on nutrition and meat consumption of Australian children (Bowen et al., 2012). The data indicates that 90% of the reported children (age groups 4–8 years; 9–13 years

Table 2. The percentage of responses to the question “Do you like to eat meat?”

Tabela 2. Procentualni prikaz odgovora na pitanje „Da li volite da jedete meso?“

	Elementary school/ Osnovna škola I–IV class (%)	Elementary school/ Osnovna škola V–VIII class (%)	High school/ Srednja škola I–IV class (%)
I like it very much/ Mnogo mi se sviđa	60.98	52.00	55.07
I like it/ Sviđa mi se	29.27	38.67	39.13
It’s good/ Dobro je	9.76	9.33	5.80
I don’t like it/ Ne sviđa mi se	0.00	0.00	0.00
I don’t like it at all/ Uopšte mi se ne sviđa	0.00	0.00	0.00

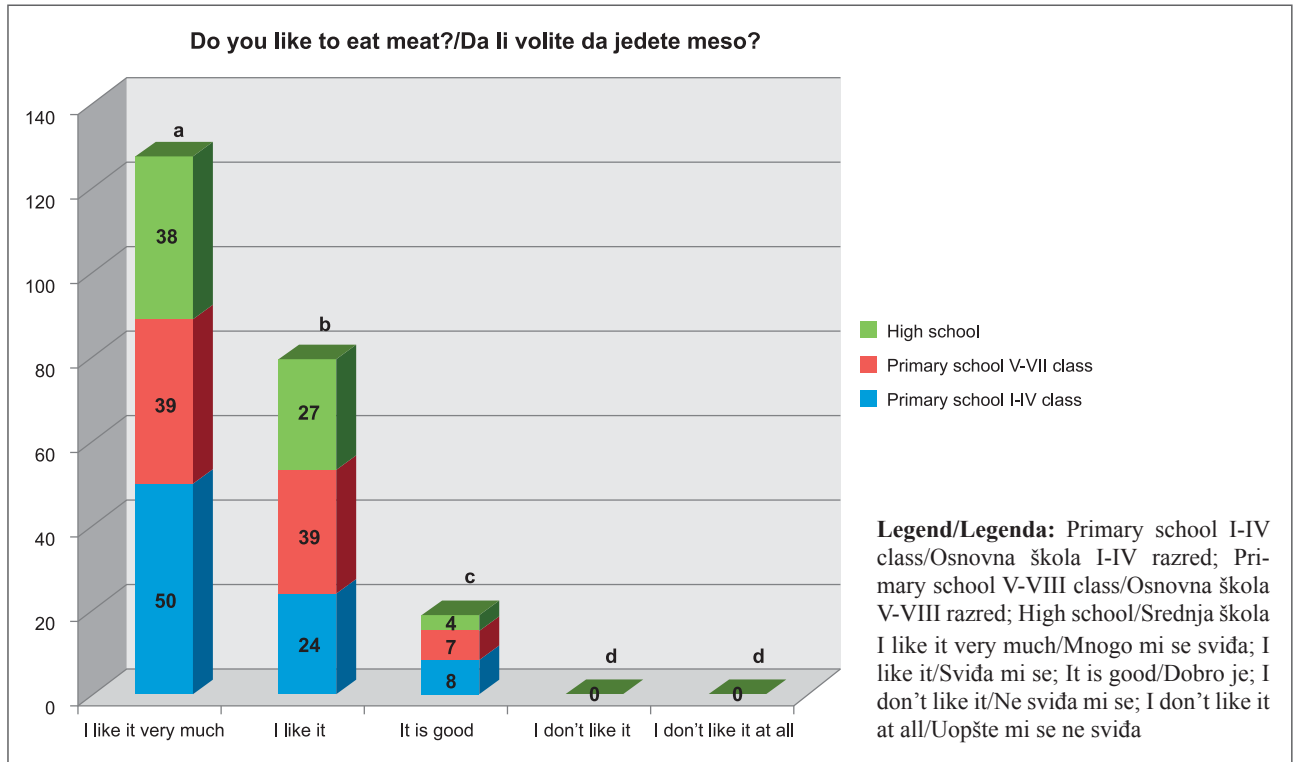


Figure 2. Level of preference in consumption of meat by schoolchildren
Slika 2. Stepen dopadljivosti u konzumiranju mesa kod školske dece

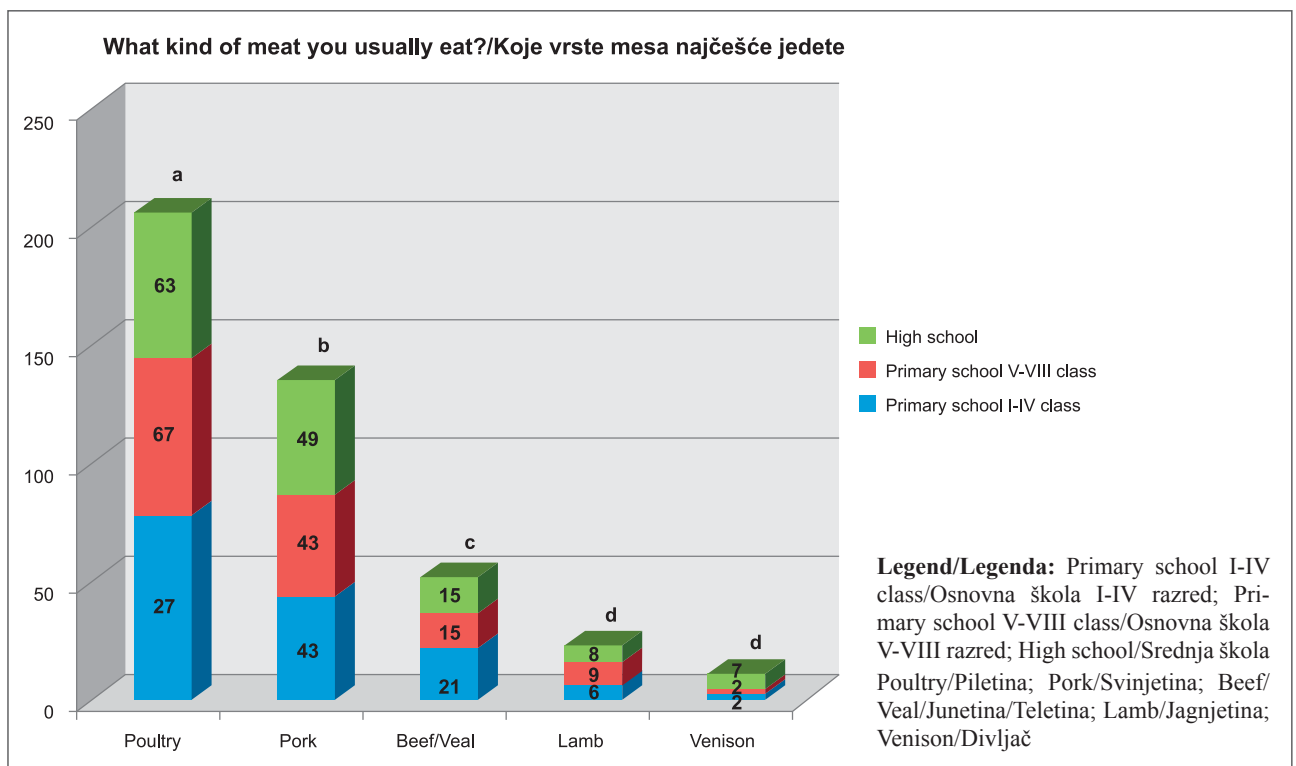


Figure 3. Type of meat commonly consumed by schoolchildren
Slika 3. Prikaz vrste mesa koje najčešće jedu školska deca

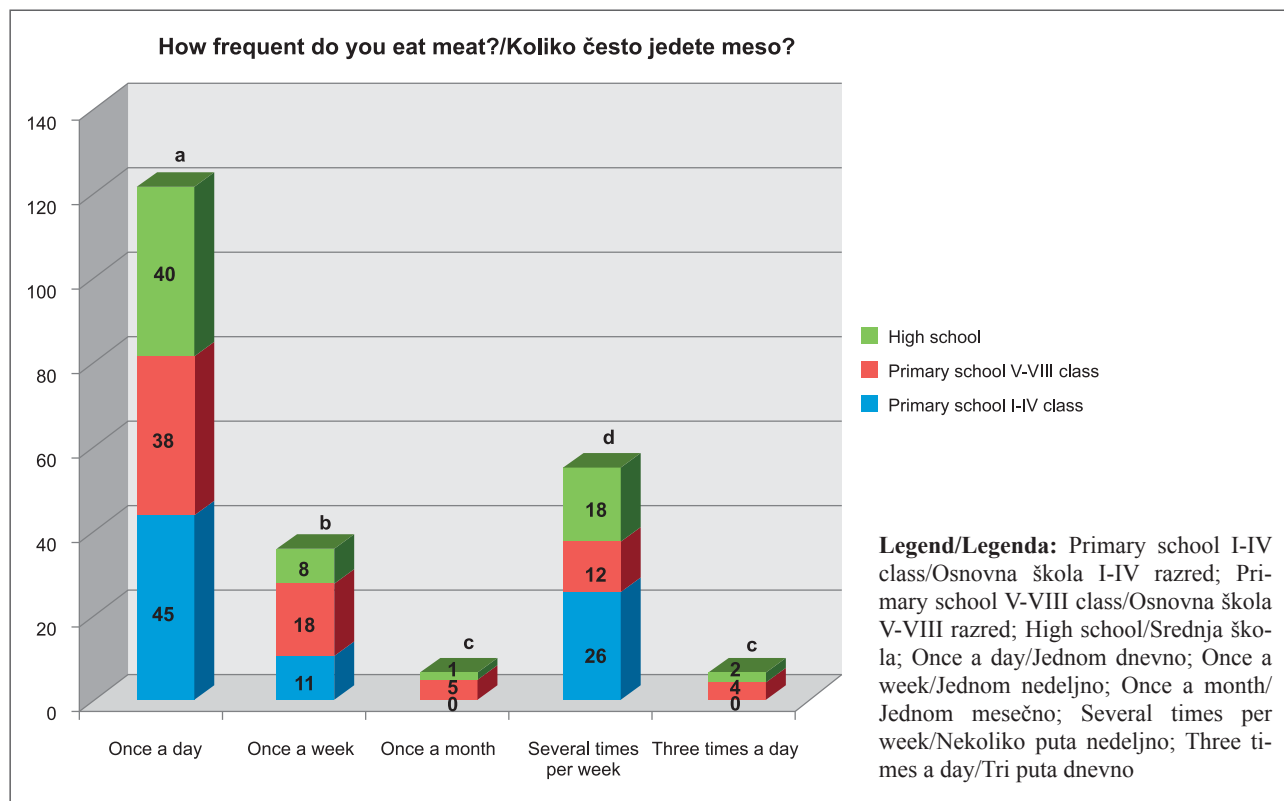


Figure 4. The frequency of the meat consumption by schoolchildren

Slika 4. Prikaz učestalosti konzumiranja mesa kod školske dece

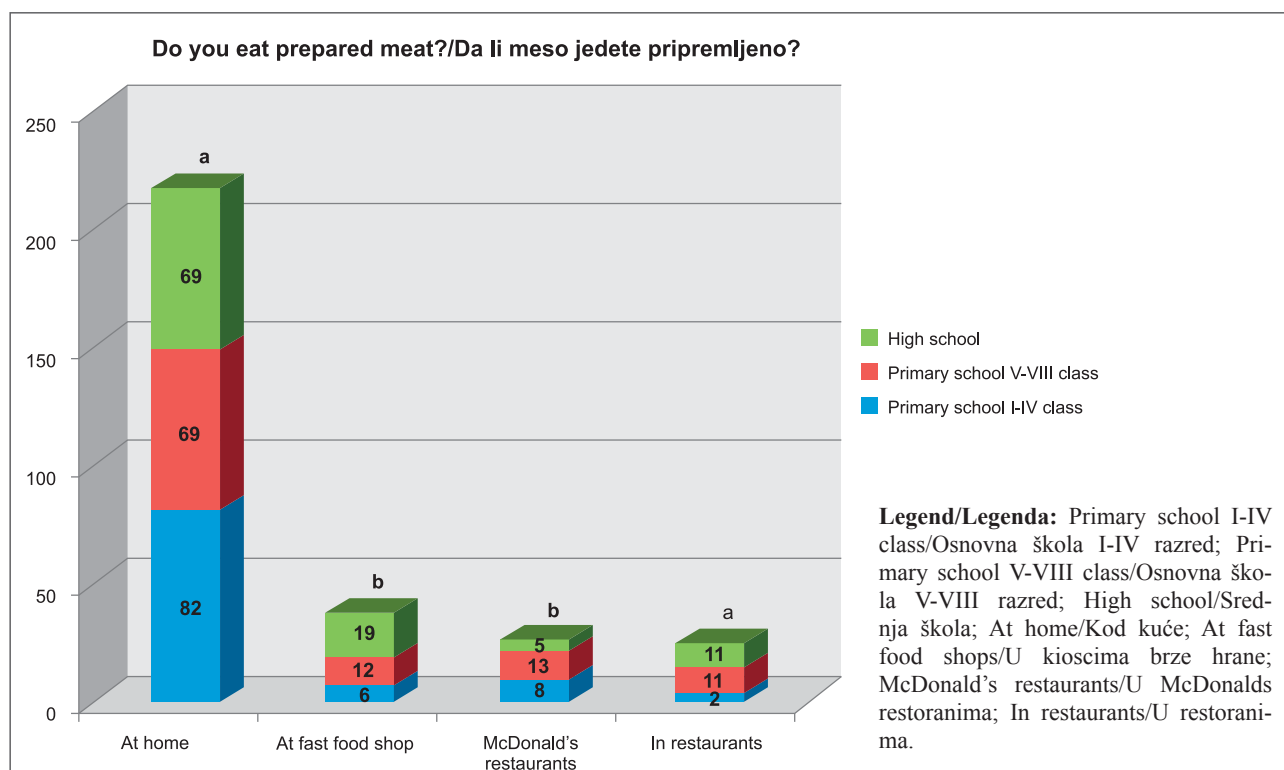


Figura 5. Locations where the meat is most common consumed by schoolchildren

Slika 5. Prikaz mesta gde školska deca najčešće jedu meso

and 14–16 years) consume poultry, pork, beef/veal and lamb, which is very close to the results we obtained. Also, this is in accordance with previous statements regarding the position of meat in Serbian attitudes and eating habits, as very important nutrient in everyday use.

Table 2 and Figure 2 show results, i.e. answers to the question "Do you like to eat meat", as follows: 60.98% of the schoolchildren of the I group answered with "I like it very much" and results from II (52.00%) and III (55.07%) group were almost similar. In category of schoolchildren from high school (III group), 39.13% answered „I like it“, while 29.27% of schoolchildren from I group, and 38.67% from II group had the same answer. Small percentage of schoolchildren choose the answer „It's good“, 9.76% in I group, 9.33% in II group and 5.80% in the III group. Answers „I don't like it“ and „I don't like it at all“ were not chosen at all. Survey results related to type of meat that schoolchildren consumed in diet, showed a statistically significant difference between the first of three meat species (chicken 48.48 %, pork 31.62 %, beef/veal 11.94 %), at the 95% of confidence interval ($p < 0.05$). There was no statistically significant difference in amount of lamb (5.39 %) and venison (2.58 %) that children use in diet (Figure 3). *Bowen et al.*

(2012), in the previously mentioned Australian survey, have noticed that approximately one third of all meat consumed was beef/veal/lamb (34–37% across age groups), and almost a third was poultry (27–37% across age groups). The relative proportion of poultry meat increased with age, while in our study it decreased as schoolchildren got older.

The analysis of variance to the question „How often do you eat meat?“ showed statistically significant difference in the frequency of meat consumption. Most of examined schoolchildren, of all three groups, consumed meat once a day. This result is in accordance with recommendation provided by Gazzete for nutrition of schoolchildren in children institutions (*Official Gazzete RS 600/02–44/94*), determining the protein amount for full day meal, including children age, body mass specific to age categories, which is 10% of the total energy value for meat. Insufficient intake of meat causes stunted growth and development, reduced body mass, resistance to diseases, reduction of red blood cells which results with anaemia problems. Adults should consume 1 g per kg of body weight, while children have to consume two to three times more (60–90 g of meat daily). German Association for Nutrition recommends 0.9 g, and in USA this amount is 0.8 g/kg body weight daily (*Radetić and Matekalo*

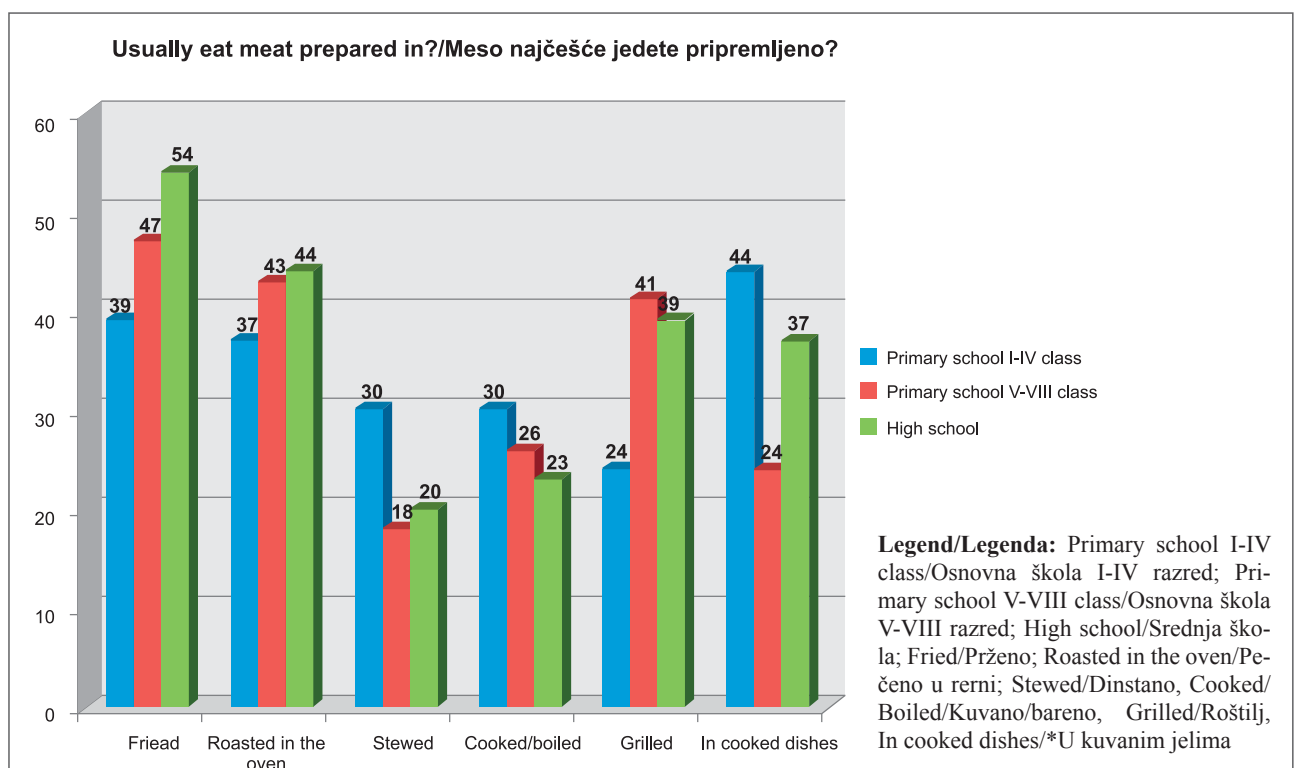


Figura 6. The most common preparation manner of meat consumed by schoolchildren

Slika 6. Prikaz načina pripreme na koji školska deca najčešće jedu meso

Sverak, 2013). Only one meal per day should include meat, preferably poultry and fish, but other types of meat has not to be avoided. Daily intake of pork, or repeated daily intake of pork, might cause heart problems and might lead to heart attack and stroke, as well as to other diseases (Radetić and Matekalo Sverak, 2013). Obtained results of our survey (21.49% of the total number of respondents) indicate eating habits in meat consumption that may cause heart problems in schoolchildren population. Small percentage (2.68%) indicated that they consumed meat „three times a day“, while 18.86% do it only once a week or once a month. Over half of the responses (55.10%) of the above three categories of respondents, have been provided by schoolchildren from V to VIII grade of the elementary school.

Results related to the place where meat was prepared, confirmed by ANOVA analysis, showed that schoolchildren primarily consumed meat prepared at home. Consumption of meat, prepared in restaurants and fast food kiosks were equally represented, but to lesser extent than home prepared meat (Figure 5). Bowen et al. (2012) have noted that most meat and poultry consumption occurs in the home environment. This is very important result from both surveys, because, according to our opinion, it gives very dispersive space for some nutritive health recommendations for schoolchildren aged from 7–18 years.

Figure 6 illustrates the results of different ways of preparing meat, which respondents indicate they are using in their diet. There are some differences, but the analysis of variance showed no significant differences in the way of preparing the meat.

For the schoolchildren of the I group, the primary consumption of meat was in cooked dishes, as well as, grilled and roasted meat. According to survey results in this group, grilled meat was the least

used in diet. On the other hand, older schoolchildren, especially from II group, generally consumed meat which was fried, baked or grilled. This group of respondents least used in their diet meat simmered/stewed or cooked, or meat in cooked dishes. The situation is similar among the schoolchildren of III group, who consumed most commonly fried meat in their diet, while stewed meat was least used, with exception of the amount of meat they consumed in cooked dishes.

Conclusion

In accordance with the obtained results in our study the following can be concluded:

- Although meat is nutritionally significant ingredient in Serbian cuisine, it was accepted in the diet of schoolchildren which was aging 7–18;
- Survey results show that the focus in the diet is shifted from pork to chicken meat, which is in line with the recommendations of the above mentioned medical associations and regulation.
- Most of the examined schoolchildren aging 7–18 years consumed meat once a day, which is in line with recommendation of Gazette for nutrition of schoolchildren in children' institutions. According to this, Serbian schoolchildren population consumes meat in healthy way.

The results, also, indicate that schoolchildren of III group prefer to consume roasted meat. They do it rather at home, than in fast food kiosks. This gives the possibility to extend more education about healthy eating habits and implementation in daily meal schedule, bought to parents and schoolchildren.

References

- Baltić Ž. M., Marković R., Đorđević V., 2011. Nutrition and meat quality. Tehnologija mesa, 52, 1, 154–159.
- Bowen J., Baird D., Syrette J., Noakes M., Baghurst K., 2012. Consumption of beef/veal/lamb in Australian children: Intake, nutrient contribution and comparison with other meat, poultry and fish categories. Nutrition & Dietetics, 69, 2, 1–16.
- Brewis A., Gartin M., 2006. Biocultural construction of obesogenic ecologies childhood: parent feeding versus child-eating strategies. American Journal of Human Biology, 18, 203–213.
- Fiala N., 2008. Meeting the demand: an estimation of potential future greenhouse gas emissions from meat production. Ecological economics, 67, 412–419.
- Flower T., 2004. European meat consumption. Meat demand trends, meat and livestock commission: Milton Keynes, United Kingdom.
- Fresco I. O., 2009. Challenges for food system adaptation today and tomorrow. Environmental Science & Policy, 12, 378–385.
- Gazette on nutrition of schoolchildren in children institutions 1994. Official Gazette RS 600/02–44/94.
- Kremers S. P., de Brujin G. J., Visscher T. L., van Mitchelen W., de Vries N. K., Brug J., 2006. Environmental influences on energy balanced – related behaviors: a dual process view. International Journal of Behavior Nutrition and Physical Activity.

- Matekalo-Sverak V., Turubatovic L., Petronijevic R., 2009.** Producers in improvement of the control of the quality of meat products – consumer protection strategy. Tehnologija mesa, 50, 1–2, 2009.
- Nicklas T. A., Baranovski T., Baranovski J. C., Cullen K., Rittenberry L., Olivera N., 2001.** Childcare provider influences on preschool children's fruit, juice and vegetable consumption. Nutrition Review, 59, 224–235.
- Radetić P., Matekalo-Sverak V., 2013.** Monograph „Meat“, II supplemented issue, the electronic version, 58.
- Rosenkranz R., Dzewaltowski D., 2008.** Model of the house environment pertaining to childhood obesity. Nutrition Review, 66, 123–140.
- Steinfeld H., Gerber P., Wassenaar T., Castel V., Rosales M., de Haan C., 2006.** Livestock's long shadow. Environmental issue and options. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. www. ftp.fao.org
- Šarčević D., Lilić S., Đorđević V., Milićević D., Vranić D., Lakićević B., Milijašević M., 2011.** The role of consumers' perception and attitude in purchasing of meat and meat products. Tehnologija mesa, 52, 2, 283–290.
- Troy D., 2011.** Modern approaches to enhancing beef quality. Tehnologija mesa, 52, 1, 15–22.
- Verbeke W., Pèrez-Cueto F. J. A., de Barcellos M. D., Krystallis A., Grunet K. G., 2010.** European citizen and consumer attitudes and preferences regarding beef and pork. Meat Science, 84, 284–292.
- Vereecken C. A., Keukelier E., Maers L., 2004.** Influence of mother's educational level of food parenting practices and food habits of young children. Appetite, 2004, 43, 93–103.
- Young E. M., Fors S. W., Hayes D. M., 2004.** Associations between perceived parent behaviors and middle school children fruit and vegetable consumption. Journal of Nutritional Education Behavior 36, 2–8.

Stavovi i navike školske dece u Srbiji u konzumiranju mesa

Šarčević Danijela, Đorđević Vesna, Petronijević Radivoj, Matekalo-Sverak Vesna, Karabasil Neđeljko, Popović Ljuba, Janković Vesna

Rezime: Cilj ovog rada bio je da se ispituju stavovi i navike školske dece u Srbiji u konzumiranju mesa i proizvoda od mesa. Istraživanje je sprovedeno korišćenjem upitnika, na uzorku od 228 školske dece, uzrasta 7 do 18 godina, podeljene u tri grupe (od I – IV i V – VIII razreda osnovne i I – IV razreda srednje škole). Rezultati su pokazali da, osim jednog deteta, sva ispitana deca koriste meso u ishrani. Po pitanju dopadljivosti, meso i proizvodi od mesa su namirnice koje se među decom kategorišu kao „mnogo mi se sviđa“. Statistički značajna razlika ($p < 0,05$) pokazala se u stavovima đaka prilikom konzumiranja pilećeg, svinjskog i junećeg/telećeg, jagnječeg i mesa divljači. Takođe, rezultati su pokazali da školska deca, obično, jedu meso kod kuće, bar za jedan obrok, što je u skladu sa preporukama Pravilnika o normativima društvene ishrane dece u ustanovama za decu Republike Srbije. Odgovori na pitanje „Koliko često jedete meso?“, u 21,49% školske dece, ukazuju na činjenicu da bi način na koji deca konzumiraju meso mogao da dovede do srčanih oboljenja. Rezultati istraživanja pokazuju da školska deca primarno jedu meso koje je pripremljeno kod kuće, kako kuvano, tako i pečeno i prženo. Mali procenat ispitane školske dece (2,68%) se izjasnio da jede meso „tri puta dnevno“, dok 18,86% dece konzumira meso jednom nedeljno, ili jednom mesečno.

Ključne reči: školska deca, stavovi, navike, konzumacija, meso.

Paper received: 4.12.2013.

Paper accepted: 10.12.2013.

Nanotechnology and its potential applications in meat industry

Baltić Ž. Milan¹, Bošković Marija¹, Ivanović Jelena¹, Dokmanović Marija¹, Janjić Jelena¹, Lončina¹ Jasna, Baltić² Tatjana

S u m m a r y: The food industry is making great efforts to improve hygiene, extend the shelf life of products, prevent food-borne illnesses and contamination by chemical and also physical agents, and to improve their detection and control if contamination already has occurred. As a result, there is a constant search for new technologies which can help in achieving these goals. Nanotechnology is one of the major innovations which have already been applied in many different areas. Results of previous studies show that the use of nanotechnology provides a number of opportunities to improve processes of production, packaging, distribution and storage of the food, and therefore of the meat, as one of the most valuable source of nutritional components.

Key words: nanotechnology, nano-packaging, meat, issue and benefits.

Introduction

Nanotechnology is relatively novel technology which may be the beginning of the second technical revolution (Ozimek *et al.*, 2010). It is based on the characterization, fabrication and manipulation of structures or materials smaller than 100 nm (approximately 1–100 nm in length), (Azaredo, 2009; Ozimek *et al.*, 2010; Duncan, 2011; Cushen *et al.*, 2012; Coles and Frewer, 2013). Nanomaterials have at least one dimension, but depending on the form, they may have two or three dimensions (Ozimek *et al.*, 2010). There are different forms of nonomaterial: nanoparticles (discrete entity that has three dimensions), nanotubes (cylindrical lattice arrangement of material), fullerenes (spherical molecular arrangement), nanofibres (a length to diameter ratio of at least 3:1, and are in the nano range), nanowiskers (fine fibres in the nano range, and dimension of 5-20 nm in cross-section with lengths of several μm) and nanosheets (material where only one dimension is in the nano range), (Ozimek *et al.*, 2010; Cushen *et al.*, 2012). Nanomaterials can be made from inorganic or organic materials, but in both cases they have different properties than larger particles

of the same type. With the decrease in size, mechanical strength, electrical and thermal conductivity, chemical reactivity, transparency and magnetism are changing (Ozimek *et al.*, 2010; Cushen *et al.*, 2012). At the moment, there are two categories of nanomaterials manufacture: a "top-down" approach and the "bottom-up" approach. "Top down" manufacturing of nonomaterial involves breaking down larger particles of matter to particles of only nanometres in dimension, by using milling, nanolithography, or precision engineering. "Bottom up" manufacturing is the alternative production method of nanomaterials which includes crystallization, layer-by-layer deposition, solvent extraction/evaporation, self-assembly, microbial synthesis and biomass reactions (Azaredo, 2009; Cushen *et al.*, 2012).

Since 1959, when Richard Feynman introduced the concept of nanotechnology at a meeting of the American Physical Society, it has developed rapidly, and nowadays it finds its application in many different areas such as electronics, human and veterinary medicine, textiles, defence, agriculture, cosmetics, etc. (Azaredo, 2009; Ozimek *et al.*, 2010). The food sector, which is worth over 4 trillion US\$ per year, globally presents the target for new

Acknowledgments: This paper was supported by the Ministry of Education, Science and Technological Development, Republic of Serbia, Project TR 31034.

¹University of Belgrade, Faculty of Veterinary Medicine, Bulevar Oslobođenja 18, 11000 Belgrade, Republic of Serbia;

²Institute of Meat Hygiene and Technology, Kačanskog 13, 11000 Belgrade, Republic of Serbia.

Corresponding author: Baltić Ž. Milan, baltic@vet.bg.ac.rs

developments such as nanotechnology, which has a lot to offer on this field (Murray, 2007; Chaudhry and Castle, 2011). Some large food companies such as Kraft, Nestlé and Unilever experiment with nanotechnologies in order to make better, tastier, safer and more acceptable products for consumers (Ozimek *et al.*, 2010). Nanotechnology offers possibility of reducing preservatives and other undesirable or potentially harmful substances in food products, affects development of new or improved tastes, textures and bioavailability of nutrients and supplements, and also may extend shelf-life and keep products safe from microbial pathogens. In spite of different ways of application of nanotechnology in food products, main focus, especially in regard to meat and meat products, are food packaging, such as "active" and "intelligent" packaging (Chaudhry and Castle, 2011).

Potential applications of nanotechnology in meat and meat products

Applications of nanomaterial's currently used for meat, and food generally, include the use of nanoparticles and nanomaterials as food ingredients/additives which are placed directly into food, or as a part of food packaging (Lee, 2010; Chaudhry and Castle, 2011; Duncan, 2011; Cushen *et al.*, 2012; Azeredo, 2013; Rhim *et al.*, 2013; Coles and Frewer, 2013).

Use of nano-encapsulated food additives and supplements represents a great advantage compared to conventional use of the same substances in food. Microencapsulating process can improve dispersing ability of fat-soluble additives in food products, enhance taste, and reduce the use of fat, salt, sugar and preservatives (Chaudhry and Castle, 2011). Reducing the salt level is especially important and presents a great challenge for meat industry because in spite of advantages, use of salt has shortcomings since it is linked to hypertension and consequently increased risk of cardiovascular disease (Desmond, 2006; Sofos 2008; Weiss *et al.*, 2010; Bošković *et al.*, 2013).

Available nano-encapsulated additives include vitamins, antioxidants, colours, flavours, and preservatives. For nutrients and supplements such as omega-3 fatty acids, vitamins A, E and D₂, isoflavones, β-carotene, nano-size carriers based on nano-encapsulated substances in liposomes, micelles or protein have been developed (Chaudhry and Castle, 2011; Cushen *et al.*, 2012). One of the functions of nano-carrier systems is to protect nutrients and supplements from degradation during processing. For example, carriers enable nutritive substances to

be resistant to proteases and other denaturing compounds, improve their stability to pH value and temperature changes, increase their ability to be transferred across intestinal membranes into the blood and controlled release, and better dispersion in aqueous systems for water-insoluble food ingredients and additives (Cushen *et al.*, 2012). Nanotechnology can be utilized to improve the stability of such micronutrients not only during processing but storage and distribution, as well (Chen *et al.*, 2006; Cushen *et al.*, 2012).

Nanotechnology can improve the texture of foods, but this applies mainly to dairy products (Coles and Frewer, 2013). It may also mask the unpleasant or strong, and for consumers unacceptable taste and odour of some substances, such as fish oil, which is at the moment in this form commercially used only as microencapsulated fish oil added to bread, but there are implications that it can be used in other products (Chaudhry *et al.*, 2008; Cushen *et al.*, 2012). Studies conducted on essential oils, which may be used in meat because of their antibacterial properties in order to prevent food-borne diseases and to extend shelf-life, have shown that, depending on concentration, after application in meat, some essential oils may alter the qualitative properties of the product. A way to minimize negative organoleptic effects of essential oils added to the matrix of a meat is to encapsulate essential oils into nano-emulsions (Donsí *et al.*, 2011; Hyldgaard *et al.*, 2012; Bošković *et al.*, 2013).

However, the possibility should be considered that functionalities of nanomaterials applied directly into food could be affected by composition of a food (Cushen *et al.*, 2012), such as proteins, fat or carbohydrates, and this needs to be investigated in order to improve product functionality without compromising food quality or safety.

Nano-packaging

Migration and permeability are two major issues associated with food packaging production. Polymer nanocomposites (PNCs) are the latest materials aimed at solving these problems and improvement of many other characteristics, such as gas and water vapour barrier properties, mechanical strength, thermal stability and chemical stability, recyclability, biodegradability, dimensional stability, heat resistance and optical clarity. This packaging supports the preservation of fresh foods, extending their shelf life and reducing the packaging waste associated with processed foods at the same time (Sorrentino *et al.*, 2007; Lee, 2010; Duncan,

2011). PNCs are created by dispersing an inert, nanoscale filler made from different materials (nanoplatelets, silica, carbon nanotubes, graphene, starch nanocrystals, cellulose-based nanofibers, chitin or chitosan nanoparticles, etc.) throughout a polymeric matrix (Duncan, 2011). Depending on their purpose, there are: “improved” nano-packaging, which is used to improve the packaging properties: “active” nano-packaging, which allows interaction with food and the environment and plays a dynamic role in food preservation, and “intelligent” or “smart” nano-packaging which is able to monitor the condition of packaged food or the environment surrounding the food (Chaudhry and Castle, 2011; Rhim et al., 2013; Silvestre et al., 2011).

Nanoparticles can be applied as reactive particles incorporated into packaging in a form of nanosensors which provides quality and safety control of products. Nanoparticles used as nanosensors are able to detect the presence of gasses, aromas, chemical contaminants or respond to changes in environmental conditions (Azeredo, 2009; Duncan, 2011).

Excess oxygen is one of the main causes of food deterioration. Use of nanosensors allows easy monitoring of the oxygen content of a package headspace without package destruction, and there are a number of these non-invasive methods. One of these methods is photo activated indicator ink for in-package oxygen detection which is based upon nanosized TiO₂ or SnO₂ particles and a methylene blue. In response to even minute quantities of oxygen indicator gradually changes colour. The colour of the films varies according to O₂ exposure— it is bleached when there is no exposition and blue when film is exposed. Sensors may detect presence of some other gases such as gaseous amines, which are indicators of fish and meat spoilage, in very low concentrations (Azeredo, 2009; Mills and Hazafy, 2009; Duncan, 2011).

Similar to gases sensor, moisture sensor based on nanotechnology is developed. This sensor allows quick and accurate determination of package moisture levels without invasive sampling. Under the influence of humidity polymer, matrix from the packaging swells, which results in larger degrees of inter-nanoparticle separation. These changes cause sensor strips to reflect or absorb different colours of light which can be monitored (Duncan, 2011).

Nanosensors can be used for detection of small organic and inorganic molecules, as well. In this way, the presence of many meats and, in general, food contaminants such as melamine, pesticide, some protein-based bacterial toxins, etc., can be determined (Duncan, 2011).

It is important to be able to monitor all of these parameters and any changes in food product,

because the food expiration date is estimated by industries in consideration of distribution and storage conditions ideal or in predicted limits, which is not always the case in practice (Azeredo, 2009; Duncan, 2011).

Considering food safety aspect, the effect of nano-packaging and microbial sensors on food pathogenic and spoilage microorganisms should be discussed. Despite efforts and improvements in slaughter hygiene and food production techniques, food-borne pathogens found in meat, such as *Salmonella spp.*, *Campylobacter spp.*, *E. coli*, still present a cause of millions episodes of illness annually all over the World (Burt, 2004; Sofos, 2008; Newell et al., 2010; Duncan, 2011; Linscott, 2011; Bošković et al., 2013).

The incorporation of substances with antimicrobial properties into food packaging materials could help to inhibit growth of pathogenic and spoilage microorganisms. Nanoparticles have a higher surface-to-volume ratio which allows them to attach more copies of biological molecules than their micro scale counterparts (Azeredo, 2009). There are many components which are used as antimicrobial films for food packaging, but the most used is silver because of its activity against Gram-negative and Gram-positive bacteria, fungi, protozoa, and certain viruses (Azeredo, 2009; Velebit and Petrović, 2012; Azeredo, 2013; Lončina et al., 2013). Silver also has high temperature stability and low volatility which are important properties for processing (Kumar and Munstedt, 2005; Azeredo, 2009; Azeredo, 2013). The mechanism of the antimicrobial activity of antimicrobial nanocomposite packaging materials based on silver nanoparticles (AgNPs) is still not well explored but it is supposed that packaging gradually releases Ag ions which result in inhibition of ATP production and DNA replication. Also, it is supposed that Ag ions can directly damage cell membranes by increasing permeability and cause cell death. According to the third described mechanism, antimicrobial activity is a result of generation of reactive oxygen species (ROS) by AgNPs and Ag ions (Dallas et al, 2011; Azeredo, 2013; Rhim et al., 2013). Metal oxide materials, such as titanium dioxide (TiO₂), zinc oxide (ZnO) and magnesium oxide (MgO), are the most used inorganic nanomaterials. They also exhibit antibacterial activity, which may be attributed to the generation of ROS (Azeredo, 2013). Results from one study in which antibacterial properties of ZnO nanoparticles were evaluated against *Salmonella Typhimurium* and *Staphylococcus aureus* in ready-to-eat poultry meat, have found ZnO to be highly effective against both bacteria (Akbar and Anal, 2013).

Nanomaterial-based microbial sensors present new and promising method to detect presence of pathogens or spoilage microorganisms. Same as convenient biological detection methods, microbial sensors are based on immunological assays (antibody-antigen interactions), but they have different optical and electrical properties which is why their use reduces incubation and measurement times required for accurate detection and improve selectivity. One of these techniques is known as immunomagnetic separation (IMS) which uses magnetic particles attached to selective antibodies in combination with a magnet to selectively separate the target microorganism from the food matrix prior to detection. Using this method *E. coli* has been isolated from freshly ground beef with more than 94% capture efficiency and without interference from other tested bacterial species (Duncan, 2011). Use of this or similar methods, as well as antimicrobial nano-packaging, may reduce incidence of food-borne diseases in the future.

Other applications of nanotechnology in meat industry

Nanotechnology has also been applied in the food manufacture and food processing. For example, nanomaterials have been applied to create non-fouling surfaces in food preparation which prevent clogging of processing machines, reduces the need for cleaning and machine downtime, and lower the cost of production at the same time (Coles and Frewer, 2013).

One of the further perspectives is the use of nanotechnology in meat replacer production. As a matter of fact, fibrillar protein aggregates are developed as meat replacers, and nanotechnology may be one way to enable fibrillar proteins to be constructed to imitate meat (Norde, 2011; Coles and Frewer, 2013).

Impact on human health and other potential risks and issues associated with the use of nanotechnology

Although nanotechnology offers lot of potential benefits, it may present potential risk for human health, as well as other new and not completely studied innovations.

Nanoparticles can enter the body by dermal contact, inhalation or ingestion (Li and Huang, 2008; Silvestre et al., 2011; Cushen et al., 2012; Rhim et al., 2013). In the food industry, the inhalation and the introduction by dermal contact and through skin penetration is almost exclusively related to workers in the

nanomaterials producing factories which is why use of protective equipment is required (Silvestre et al., 2011), but main exposure of concern for final consumers occurs by ingestion (Cushen et al., 2012). Nanoparticles which are ingested with meat may come directly from meat if they are used as encapsulated additives, from accumulation in plants and animals used in food production or by migration from nano-packaging (Šimon et al., 2008; Cushen et al., 2012; Coles and Frewer, 2013). After entering through the gastro-intestinal tract into circulation the liver and the spleen are the two major organs for distribution (Silvestre et al., 2011).

The effect of nanomaterials on human body/organism depends not only on the method of their introduction, but also on their properties. It has been noted that circulation time increases drastically when the nanoparticles are hydrophilic and their surface is positively charged (Silvestre et al., 2011). Chaudhry and Castle (2011) have suggested that nanomaterials can be classified based on solubility, digestibility, and potential bio persistence. According to them, areas of least concern present food products containing natural food nanostructures, which are either digested or solubilized in the gastrointestinal tract, and which are not bio persistent. In areas of some concern, they classify food products containing encapsulated food additives in nano-sized carriers, which may not be bio persistent, but may carry the encapsulated substances across the gastrointestinal tract, while areas of major concern are food products containing insoluble, indigestible, and potentially bio persistent nano-additives such as metals or metal oxides. Nanoparticles from last category may affect adsorption, distribution, metabolism and elimination, and have potential toxicological effects, which depends mainly on chemical composition and diameter of nanoparticles. Some studies have shown that migration of Ag ions from packaging is necessary to exhibit antimicrobial effect (Lloret et al., 2012), and exposure to high doses of nanocomposite packaging materials based on silver nanoparticles (AgNPs) is related to liver damage in rats (Azeredo, 2013). Other research has showed that AgNPs are not toxic under strict anaerobic conditions, and that Ag ions are only released from AgNPs under aerobic conditions demonstrating that the antimicrobial activity of AgNPs is not particle-specific but due only to the release of Ag ions (Xiu et al., 2012). ZnO nanoparticles have a genotoxic potential in human epidermal cells even if bulk ZnO is non-toxic, which suggests the impact of particles' diameter (Sharma et al., 2009). Studies conducted on carbon nanotubes have suggested that their impact on humans is similar to one caused by asbestos (Poland et al., 2008; Coles and Frewer, 2013).

Some nanoparticles are capable of crossing the blood brain barrier, and may enter cells and organs and interact with metabolism in ways which are not known and well-studied (Leroueil et al., 2007; Coles and Frewer, 2013) or migrate in the foetus (Silvestre et al., 2011).

Many researches in this field have to be conducted in order either to confirm or to reject the hypothesis that nanoparticles are dangerous to human health and in which way.

Problem associated with human health is also the potential use of nanotechnologies in veterinary medicine in different areas such as production of vaccines with enhanced delivery, some drugs and in animal feed (Morein et al., 2004; Chaudhry and Castle, 2011; Cushen et al., 2012). If the use of nanotechnologies in these purposes becomes established in veterinary medicines, the issue of food, especially meat safety, will be raised. Toxicological information on any possible accumulation of drug/feed nanocomponents and metabolism of such materials, as well as clearance/withdrawal times would need to be determined to ensure safe levels at time of slaughter (Cushen et al., 2012).

Nanoparticles can have unpredictable impact not only on humans and animals but on the environment, as well (Klaine et al., 2008; Azeredo, 2013; Coles and Frewer, 2013). For example, during waste disposal of AgNPs, Ag ions could be released and may accumulate in the environment, where they would continue to kill micro-organisms resulting in disturbed balance in natural micro flora, especially in aquatic system. Also, there is evidence which suggests that exposure to titanium oxide reduces reproductive output in zebrafish, and may damage gills (Fabrega et al., 2011; Coles and Frewer, 2013). Nano-iron, carbon nanotubes, but also some other nanoparticles mainly from nano-pesticide, but from other sources as well, may accumulate in the soil from where they can be absorbed by plants and enter the food chain, indirectly (Azeredo, 2013; Coles and Frewer, 2013).

Legal aspects

Despite increasingly rapid development of nanotechnology, even though nanotechnology is already present on some markets, at the moment there are no specific regulations on food nanotechnology applications in Europe or in other parts of the World. One of the main reasons is the diversity of these applications but also inability to assess risk from nanotechnology applications. In Europe there is attempt to implement nanotechnology applications in already existing legislation or maybe to

modify those for this purpose (European Commission, 2008a; Coles and Frewer, 2013). There are a number of regulations that need to be taken into account, including both so-called horizontal and vertical legislation. The regulations within the scope of horizontal legislation are: Directive 2001/95/EC on general product safety (General Product Safety Directive – GPSD), which covers all goods on the market, goods that could potentially be placed on the market and those supplied or made available to consumers, and it refers to human health; REACH Regulation, (EC) No 1907/2006, under which standard information requirements for substances manufactured in or imported into the EU depend on the weight of chemical manufactured/imported per year and the hazard class, and it refers not only to human health but also on preventing harm to the environment; Regulation (EC) No 1272/2008 refers to the classification, labelling and packaging of substances and mixtures, and Directive Concerning the Placing of Biocidal Products on the Market (98/8/EC). Regulations in European vertical legislation are: Regulation (EC) No 1223/2009, also known as the Cosmetics Regulation; The Regulation on Materials and Articles Intended for Food Contact, (EC) No 1935/2004, regulates food packaging, including new types of materials which actively maintain or improve the condition of the food which is one of the main potential use of nanomaterials; the Food Additive Directive (89/109/EEC); Novel Foods Regulation (EC Regulation 258/97), which propose is approval required to ensure food products made with nanotechnology are safe, and the regulation entitled Active and Intelligent Materials and Articles Intended to Come in Contact with Food, (EC) No 450/2009. Apart from the mentioned, it should be paid attention to Safety and Health of Workers, Directive 89/391/EE, IPPC Directive (EU Council Directive 2008/1/EC), the Seveso II (Directive 96/82/EC), the Water Framework Directive (Directive 2000/60/EC), Waste Framework (Directive 2008/98/EC) and EC Communication on Regulatory Aspects of Nanomaterials (COM (2008) 366 final) (Cushen et al., 2012; Coles and Frewer, 2013).

In spite of a number of federal agencies in the USA, which regulate products associated with nanotechnologies and nanomaterials, as a result of complexities of nanotechnology and leak of knowledge, still there is no regulation scope that provides consistent screening and protection for consumers (Cushen et al., 2012).

In Australia, use of nanotechnologies is also regulated by horizontal legislation, and NICNAS, which regulates chemicals for the protection of human health and the environment, that has recently

been modified and now determines volumes, types and data holdings of nanomaterials being used (Lyons and Whelan, 2010; Cushen et al., 2012).

In Taiwan, the Nano Mark System has been introduced, which presents quality– like symbol of assurance to consumers which certifies that a product uses a genuine nanotechnology, and it refers to “nanoingredients” (Chau et al., 2007; Cushen et al., 2012).

Generally, this situation with no appropriate regulation for nanotechnology and its applications put manufacturers in difficult position and also may slow down the developments on this area (Coles and Frewer, 2013).

Public perception and acceptance of nanotechnology

It's not the product and its wellbeing but public perception and consumers' opinion which play the main role in determining the commercial success on some field. People are generally sceptical about an innovation and new technologies which also applies to nanotechnology, especially its use in the field of food production. Many researchers have showed that knowledge plays an important role in acceptance of new technologies and nanotechnology, but also consumers' perception depends on trust in institutions producing nanotechnology foods and social, economic, and political environments (Currall et al., 2006; Castellini et al., 2007; Siegrist et al., 2007; Siegrist et al., 2008; Kahan et al., 2009; Silvestre et al., 2011). Some studies have examined the public perception of nanotechnology in the USA and in Europe, as well, and have demonstrated that different consumer perceptions towards food nanotechnology in these countries. In both cases results have showed that public knowledge about nanotechnology is very limited. In USA consumers expected many advantages of nanotechnology for safer and better food, and, despite potential risks, they were willing to use specific products containing nanoparticles if benefits are high. In Europe, perceptions were less positive and consumers were sceptical of

the use of nanoparticles in food, while they thought that there is a perspective for use of nanotechnology in some other fields which are not associated with food production (Cobb and Macoubrie, 2004; Currall et al., 2006; Castellini et al., 2007; Siegrist et al., 2007.; Kahan et al., 2009; Silvestre et al., 2011). Results of the study conducted by Siegrist et al. (2007) whose objective was to determine perception of nanotechnology utilization suggest that nanotechnology packaging is perceived as being more beneficial and presents a less health risk than nanotechnology foods. It was confirmed in study where consumers have assessed that application of nanoparticles directly in food is most critical way of nanotechnology application because of high levels for negative impact and low levels for control (Siegrist et al., 2007).

Use of nanotechnology in the food industry seems to be close to artificial food additives and genetically modified (GM) products (Coles and Frewer, 2013), and because people preferred so called natural food, perceived naturalness or lack of it could be a factor that also influences attitudes toward nanotechnology foods (Siegrist et al., 2007).

Conclusion

Nanotechnology has found its way into the food industry and can be applied in all aspects of the food chain (from farm-to-fork) for improving food safety and quality control, and as novel food supplements, additives or nutrients. Nano-packaging systems are currently the most promising use of nanotechnology in meat and meat products. In spite of all benefits and opportunities which use of nanotechnology offers, there are still some issues related mainly to regulations and legal aspects. Also, there are concerns about impact of nanoparticles on human health and environment, which affect public perception and consumers' acceptance of nanotechnology application in food industry. However, nanotechnology provides lot of opportunities in all sectors, but still researches need to be conducted in order to fulfil current knowledge gaps in this field.

References

- Akbar A., Anal A.K., 2013.** Zinc oxide nanoparticles loaded active packaging, a challenge study against *Salmonella typhimurium* and *Staphylococcus aureus* in ready-to-eat poultry meat, *Food Control* doi: 10.1016/j.foodcont.2013.09.065.
- Azeredo M. C. H., 2009.** Nanocomposites for food packaging applications, *Food Research International* 42, 1240–1253.
- Azeredo M. C. H., 2013.** Antimicrobial nanostructures in food packaging, *Trends in Food Science & Technology*, 30, 56–69.
- Bošković M., Baltić Ž. M., Ivanović J., Đurić J., Lončina J., Dokmanović M., Marković R., 2013.** Use of essential oils in order to prevent food borne illness caused by pathogens in meat, *Tehnologija Mesa*, 54,1, 14–21.
- Burt S., 2004.** Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review, *International journal of food microbiology*, 94, 223–253.
- Castellini O. M., Walejko G. K., Holladay C. E., Theim T. J., Zenner G. M., Crone W. C., 2007.** Nanotechnology and the public: effectively communicating nanoscale science and engineering concepts. *Journal of Nanopart Research*, 9, 183–9.
- CDC, 2012.** CDC estimates of foodborne illness in the United States. <http://www.cdc.gov/foodborneburden/2011-foodborne-estimates.html> Accessed: Jan 20th, 2012.
- Chau C.-F., Wu S.-H., Yen G. C., 2007.** The development of regulations for food nanotechnology. *Trends in Food Science & Technology*, 18, 5, 269–280.
- Chaudhry Q., Scotter M., Blackburn J., Ross B., Boxall A., Castle L., 2008.** Applications and implications of nanotechnologies for the food sector. *Food Additives & Contaminants: Part A: Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment*, 25, 3, 241–258.
- Chaudhry Q., Castle L., 2011.** Food applications of nanotechnologies: An overview of opportunities and challenges for developing countries, *Trends in Food Science & Technology*, 22, 595–603.
- Chen H., Weiss J., Shahidi F., 2006.** Nanotechnology in nutraceuticals and functional foods. *Food Technology*, 60, 30–36.
- Cobb M. D., Macoubrie J., 2004.** Public perceptions about nanotechnology: Risks, benefits and trust. *Journal of Nanoparticle Research*, 6, 395–405.
- Coles D., Frewer L. J., 2013.** Nanotechnology applied to European food production A review of ethical and regulatory issues, *Trends in Food Science & Technology*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2013.08.006> (article in press).
- Currall S. C., King E. B., Lane N., Madera J., Turner S., 2006.** What drives public acceptance of nanotechnology. *Natural Nanotechnology*, 1,153–5.
- Cushen M., Kerry J., Morris M., Cruz-Romero M., Cummins E., 2012.** Nanotechnologies in the food industry – Recent developments, risks and regulation, *Trends in Food Science & Technology*, 24, 30–46.
- Dallas P., Sharma V. K., Zboril R., 2011.** Silver polymeric nanocomposites as advanced antimicrobial agents: classification, synthetic paths, applications, and perspectives. *Advances in Colloid and Interface Science*, 166, 1–2, 119–135.
- Desmond E., 2006.** Reducing salt: A challenge for the meat industry, *Meat science*, 74, 188–196.
- Donsí F., Annunziata M., Sessa M., Ferrari G., 2011.** Nanocapsulation of essential oils to enhance their antimicrobial activity in foods. *Food Science and Technology*, 44, 1908–1914.
- Duncan V. T., 2011.** Applications of nanotechnology in food packaging and food safety: Barrier materials, antimicrobials and sensors, *Journal of Colloid and Interface Science* 363, 1–24.
- Fabrega J., Luoma S. N., Tyler C. R., Galloway T. S., Lead J. R., 2011.** Silver nanoparticles: behaviour and effects in the aquatic environment. *Environment International*, 37, 2, 517–531.
- Greger M., 2007.** The human/animal interface: Emergence and resurgence of zoonotic infectious diseases. *Critical Reviews in Microbiology*, 33, 243–299.
- Hyldgaard M., Mygind T., Meyer R. L., 2012.** Essential oils in food preservation: mode of action, synergies, and interactions with food matrix components. *Front. Microbio.* 3:12. doi: 10.3389/fmicb.2012.00012.
- Kahan D. M., Braman D., Slovic P., Gastril S., Cohen G., 2009.** Cultural cognition of the risk and benefits of nanotechnology. *Natural Nanotechnology* 4, 87–90.
- Klaine S. J., Alvarez P. J. J., Batley G. E., Fernandes T. F., Handy R. D., Lyon D. Y., 2008.** Nanomaterial's in the environment: behaviour, fate, bioavailability, and effects. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 27, 9, 1825–1851.
- Kumar R., Munstedt H., 2005.** Silver ion release from antimicrobial polyamide/silver composites. *Biomaterials*, 26, 2081–2088.
- Leroueil P. R., Hong S., Mecke A., Baker J. R., Orr B. G., Banaszak-Holl M. M., 2007.** Nanoparticle interaction with biological membranes: does nanotechnology present a Janus face? *Accounts of Chemical Research*, 40, 5, 335–342.
- Lee K. T., 2010.** Quality and safety aspects of meat products as affected by various physical manipulations of packaging materials, *Meat Science* 86, 138–150.
- Li L. H., Huang L., 2008.** Pharmacokinetics and bio distribution of nanoparticles. *Molecular Pharmacology*, 5,496–504.
- Linscott A. J., 2011.** Food-Borne Illnesses. *Clinical Microbiology Newsletter*, 33, 41–45.
- Lloret E., Picouet P., Fernandez A., 2012.** Matrix effects on the antimicrobial capacity of silver based nanocomposite absorbing materials. *LWT Food Science and Technology*, 49, 2, 333–338.
- Lončina J., Ivanović J., Baltić T., Dokmanović M., Đurić J., Bošković M., Baltić Ž. M., 2013.** Active system packaging of meat and meat products, *Veterinary Journal of Republic of Srpska*, 13, 1, 5–16.
- Lyons K., Whelan J., 2010.** Community engagement to facilitate, legitimize and accelerate the advancement of nanotechnologies in Australia. *NanoEthics*, 4, 1, 53–66.
- Mills A., Hazafy D., 2009.** Nanocrystalline SnO₂-based, UVB-activated, colourimetric oxygen indicator. *Sensor and Actuators B: Chemical*, 136, 2,344–349.

- Morein B., Hu K.-F., Abusugra I., 2004.** Current status and potential application of ISCOMs in veterinary medicine. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 56, 10, 1367–1382.
- Murray S., 2007.** Food: the world's biggest industry. www.forbes.com/2007/11/11/growth-agriculture-business-forbeslife-food07-cx_sm_1113bigfood.html
- Newell D. G., Koopmans M., Verhoef L., Duizer E., Aidara-Kane A., Sprong H., Opsteegh M., Langelaar M., Threlfall J., Scheutz F., van der Giessen J., Kruse H., 2010.** Food-borne diseases. The challenges of 20 years ago still persist while new ones continue to emerge, *International Journal of Food Microbiology*, 139, S3–S15.
- Norde W., 2011.** Introduction. In L. J. Frewer, W. Norde, A. R. H. Fisher, & F. W. H. Kampers (Eds.), *Nanotechnology in the agrifood sector: Implications for the future*. Weinham, Germany: Wiley-VCH.
- Ozimek L., Pospiech E., Narine S., 2010.** Nanotechnologies in food and meat processing, *Acta Sci Pol Technol Aliment*, 9, 4, 2010, 401–412.
- Poland C., Duffin R., Kinloch I., Maynard A., Wallace W. A. H., Scaton A., Stone V., Brown S., MacNee W., Donaldson K., 2008.** Carbon nanotubes introduced into the abdominal cavity of mice show asbestos-like pathogenicity in a pilot study. *Nature Nanotechnology*, 3, 423–428.
- Pronk M. E. J., Wijnhoven, S. W. P., Bleeker E. A. J., Heugens E. H. W., Peijnenburg W. J. G. M., Luttik R., 2009.** Nanomaterial's under REACH: Nanosilver as a case study RIVM report 601780003/2009. Bilthoven, the Netherlands: RIVM.
- Rhim J. W., Park H. M., Ha C. S., 2013.** Bio-nanocomposites for food packaging, applications, *Progress in Polymer Science* 38, 1629–1652.
- Sharma V., Shukla R. K., Saxena N., Parmar D., Das M., Dhawan A., 2009.** DNA damaging potential of zinc oxide nanoparticles in human epidermal cells. *Toxicology Letters*, 185, 3, 211–218.
- Siegrist M., Cousin M. E., Kastenholz H., Wiek A., 2007.** Public acceptance of nanotechnology foods and food packaging: The influence of affect and trust. *Appetite*, 49, 459–466.
- Siegrist M., Stampfli N., Kastenholz H., Keller C., 2008.** Perceived risks and perceived benefits of different nanotechnology foods and nanotechnology food packaging, *Appetite* 51, 283–290.
- Silvestre C., Duraccio D., Cimmino S., 2011.** Food packaging based on polymer nanomaterials, *Progress in Polymer Science* 36, 1766–1782.
- Sofos J. N., 2008.** Challenges to meat safety in the 21st century, *Meat Science*, 78, 3–13.
- Sorrentino A., Gorrasi G., Vittoria V., 2007.** Potential perspectives of bio-nanocomposites for food packaging applications, *Trends in Food Science & Technology* 18, 84–95.
- Šimon P., Chaudhry Q., Bakos D., 2008.** Migration of engineered nanoparticles from polymer packaging to foodea physicochemical view. *Journal of Food and Nutritional Research*, 47, 3, 105–113.
- Velebit B., Petrović Z., 2012.** Antimicrobial packaging in food industry. *Tehnologija Mesa*, 53, 71–79.
- Weiss J., Gibis M., Schuh V., Salminen H., 2010.** Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. *Meat Science*, 86, 196–213.
- Xiu Z., Zhang Q., Puppala H. L., Colvin V. L., Alvarez P. J. J., 2012.** Negligible particle-specific antibacterial activity of silver nanoparticles. *Nano Letters*, 12, 4271–4275.

Nanotehnologija i njena potencijalna primena u industriji mesa

Baltić Ž. Milan, Bošković Marija, Ivanović Jelena, Dokmanović Marija, Janjić Jelena, Lončina Jasna, Baltić Tatjana

Rezi me: Industrija hrane ulaže velike napore u cilju unapređenja higijene, povećanja održivosti proizvoda, sprečavanja pojave bolesti prenosive hranom, sprečavanja kontaminacije proizvoda hemijskim i fizičkim zagađivačima, kao i poboljšanja njihove detekcije i kontrole, ukoliko je do kontaminacije već došlo. Kao posledica toga, neprekidno se traga za novim tehnologijama koje mogu da pomognu u ostvarenju ovih ciljeva. Jedna od inovacija koja je već našla primenu na mnogim poljima jeste upotreba nanotehnologije. Rezultati dosadašnjih istraživanja pokazuju da upotreba nanotehnologije pruža veliki broj mogućnosti u poboljšanju procesa proizvodnje, pakovanja, distribucije i skladištenja hrane, a samim tim i mesa, koje predstavlja jednu od nutritivno najvrednijih namirnica.

Ključne reči: nanotehnologija, nanopakovnja, meso, problemi i prednosti.

Paper received: 18.11.2013.

Paper accepted: 21.11.2013.

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 (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). Brojčanim oznakom, u superskriptu, iza imena autora, označava se institucija. Na kraju prve strane, u fotsnoti, 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 rezime, neposredno ispod teksta rezimea (italik, veličina slova 12).

Sadržaj i rezime ne smeju da sadrže skraćenice. U tekstualnom delu rada, svakoj skraćenici koja se prvi put navodi, treba da se da 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 dru-

go, a isti rezultat ne treba prikazati dvojako, 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 crteži se obeležavaju brojem kojim se navode u radu. Nazivi tabele se pišu iznad, a nazivi grafikona i slika ispod (mala slova). Nazive tabele 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 tabele, 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 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:

Đinović 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“ –
Kačanskog 13, P. fah 33–49
11000 Beograd
Republika Srbija
2. e-mail: institut@inmesbgd.com
aurelija@inmesbgd.com

EDITORIAL BOARD

YUHOR

Još od 1902

**Uvek ima mesta
za dobre stvari**



Više od 100 godina poznati smo po proizvodima vrhunskog kvaliteta, nastalih u idealnom spoju tradicionalne recepture i moderne tehnologije. Jedinstveni ukusi Yuhorovog proizvodnog asortimana garantuju nezaboravne trenutke provedene s porodicom i prijateljima.



PRIRODNO FIT



Perutnina Ptuj

Kvalitet koji zaslužujete!



Proizvedeno u Srbiji

www.perutnina.com

OPREMA ZA KONTROLU KVALITETA NAMIRNICA ANIMALNOG POREKLA

KOMPLETNA PONUDA ZA MIKROBIOLOŠKU LABORATORIJU



LabM podloge su sertifikovane u skladu sa ISO 9001:2000 i ISO 13485 standardima kvaliteta.

BIO-RAD Kompletna ponuda opreme za bezbednost hrane

NOVO!

- * Hromogene podloge
- * Immune Sera
- * Standardne podloge
- * Real-Time PCR Kits
- * PCR Automation

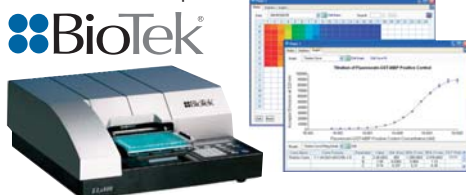
PCR Analyze

Za izvođenje PCR analiza za rutinsku food pathogen testing laboratoriju.



ELISA

ELx800TM univerzalni čitač mikrotitar ploča sa odličnim performansama, pogodan za aplikacije kao što su: ELISA, proteinski eseji i ispitivanje citotoksičnosti. Softver GEN5 omogućava veliku fleksibilnost u analizi i povezivanju podataka i rezultata merenja.



ANALITIČKI SISTEMI

Authorized Distributor

Perkin Elmer sistemi Vam pružaju širok spektar pumpi, detektora, autosempleta i prateće opreme i znatno više mogućnosti za poboljšane rada vaše laboratorije. Analize u laboratorijama za ispitivanje hrane (pesticidi, mikotoksini, antioksidansi, organske kiseline...)



KOMPLETNA PONUDA ZA HEMIJSKU LABORATORIJU

Određivanje proteina (azota) Kjeldahl



TURBOTHERM aparati za digestiju sa IC grejačima za brzu digestiju.



Automatski sistemi za brzu ekstrakciju masti



SOXTERM je potpuno automatski sistem za ekstrakciju.



HEMIKALIJE I REAGENSI



Kompanija VWR nudi široku paletu laboratorijskih hemikalija u opsegu od tehničkih reagenasa pa sve do reagenasa visoke čistoće za analizu tragova i rezidua. Svaki proizvod je vezan za svetski renomirane standarde kvaliteta kao što su: ISO, ACS i Ph.Eur.

LIQUID HANDLING



BRAND

LABORATORIJSKO STAKLO



SUPERLAB[®]
INSPIRISAN KVALITETOM

M. Milankovića 25, 11070 N. Beograd
Tel./Fax: 011 22 22 222, lokal 219
E-mail: superlab@EUnet.rs www.super-lab.com

I TO NIJE SVE

CIP – Каталогизacija у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

664.9

TEHNOLOGIJA mesa : naučni časopis =
Meat technology : scientific journal / glavni i
odgovorni urednik Aurelija Spirić. - God. 1, br.
1 (1960)- . - Beograd : Institut za higijenu
i tehnologiju mesa, 1960- (Beograd : Naučna
KMD). - 30 cm

Dva puta godišnje
ISSN 0494-9846 = Tehnologija mesa
COBISS.SR-ID 2948098

