

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

tehnologija mesa

meat technology

God.	Br.	Beograd,
53	2	2012
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, Kulmbah, Nemačka
Penzionisan, Max Rubner Institut, Savezni istraživački zavod za ishranu i
životne namirnice, Kulmbah, 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

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, Kulmbah, 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, Kulmbah, 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

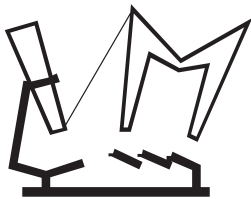
Poljoprivredni fakultet, Katedra za tehnološku mikrobiologiju, Beograd,
Republika Srbija
Faculty of Agriculture, Department for Technological Microbiology,
Belgrade, Republic of Serbia

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. 53 Br. 2 Str. 85–182 Beograd 2012

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“.

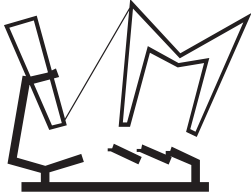
Cena godišnje pretplate za časopis za
inostranstvo iznosi: 100 eura. Naručuje
se kod: Institut za higijenu i tehnologiju
mesa, P.O. Box 33-49, Kačanskog 13,
11000 Beograd, Republika Srbija.

Kompjuterska obrada i štampa
„Naučna KMD“, Beograd
www.naucnakmd.com
Tiraž 150 primeraka

SADRŽAJ

- **Uticaj vrste masti u hrani za tov pilića na klaničke parametre utovljenih pilića**
Bašić Meho, Mahmutović Hava, Cvrk Ramzija, Smajlović Vahidin 85
- **Tradicionalni sistem inspekcije mesa – prednosti, nedostaci i težnja za modernizacijom**
Blagojević Bojan, Antić Dragan 94
- **Uticaj vakuum pakovanja na mikrobiološki status i senzorska svojstva svežeg junećeg mesa**
*Baltić Tatjana, Borović Branka, Spirić Danka, Parunović Nenad,
Karan Dragica, Mitrović Radmila, Radičević Tatjana* 103
- **Uticaj vakuum pakovanja na hemijske promene u ohlađenom goveđem mesu**
*Vranić Danijela, Milijašević Milan, Petrović Zoran, Đinović-Stojanović Jasna,
Jovanović Jelena, Lilić Slobodan, Petronijević Radivoj* 112
- **Higijenski rizici pri prometu neupakovanog rasečenog pilećeg mesa u maloprodaji**
*Rašeta Mladen, Bunčić Olivera, Matekalo-Sverak Vesna, Lilić Slobodan,
Vranić Vojin, Branković Lazić Ivana, Spirić Danka* 121
- **Parametri higijenske ispravnosti četiri vrste riba koje su najzastupljenije na tržištu Srbije**
*Milijašević Milan, Babić Jelena, Baltić Ž. Milan, Dorđević Vesna,
Spirić Danka, Janković Saša, Spirić Aurelija* 127
- **Osnovne odlike kvaliteta „visočke pečenice“**
*Ganić Amir, Lilić Slobodan, Krvavica Marina, Čandek-Potokar Marjeta,
Pejkovski Zlatko* 134
- **Ispitivanje važnijih promena u toku zrenja tradicionalne fermentisane kobasice lemeški kulen**
Vuković Ilija, Vasilev Dragan, Saičić Snežana, Ivanković Stipan 140
- **Fizičko-hemijska i senzorna svojstva bosanskog sudžuka proizvedenog u kontrolisanim uslovima od svežeg ohlađenog i zamrznutog goveđeg mesa**
*Operta Sabina, Dževdetbegović Merima, Čorbo Selma, Tahmaz Jasmína,
Šehović Alija* 148
- **Uticaj faktora sredine na intenzitet antimikrobne aktivnosti bakteriocina**
Vesković-Moračanin Slavica 157
- **Ispitivanje antimikrobne aktivnosti cinamaldehida i karvakrola na mikroorganizme prenosive hranom**
*Velebit Branko, Matekalo-Sverak Vesna, Petrović Zoran, Lakićević Brankica,
Janković Vesna, Lilić Slobodan, Vranić Danijela* 166
- **Utvrdjivanje prisustva mesno-koštanog brašna poreklom od goveda u hrani za životinje primenom tri različita komercijalna imunohemijska testa**
Nešić Ksenija, Pavlović Nikola, Jojić-Malićević Ljiljana 173
- Uputstvo autorima 179

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



meat technology scientific journal

Meat Technology Vol. 53 No. 2 P. 85–182 Belgrade 2012

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.

Computer processing and printing
„Naučna KMD“, Beograd
www.naucnakmd.com
Circulation 150 copies

CONTENTS

- **Effect of fat source in broiler diet on slaughter parameters fattened chicken**
Bašić Meho, Mahmutović Hava, Cvrk Ramzija, Smajlović Vahidin 85
- **The traditional meat inspection system – strenghts, weaknesses and
intention for modernisation**
Blagojević Bojan, Antić Dragan 94
- **The influence of vacuum packaging on microbiological status and sensory
properties of fresh beef**
*Baltić Tatjana, Borović Branka, Spirić Danka, Parunović Nenad,
Karan Dragica, Mitrović Radmila, Radičević Tatjana* 103
- **The effect of vacuum packaging on chemical changes in chilled beef**
*Vranić Danijela, Milijašević Milan, Petrović Zoran, Đinović-Stojanović Jasna,
Jovanović Jelena, Lilić Slobodan, Petronijević Radivoj* 112
- **Hygienic risks of cut unpacked chicken meat in retail**
*Rašeta Mladen, Bunčić Olivera, Matekalo-Sverak Vesna, Lilić Slobodan,
Vranić Vojin, Branković Lazić Ivana, Spirić Danka* 121
- **The parameters of hygienic quality of four most common types of fish in
Serbian market**
*Milijašević Milan, Babić Jelena, Baltić Ž. Milan, Đorđević Vesna,
Spirić Danka, Janković Saša, Spirić Aurelija* 127
- **Main properties of quality of „visočka pečenica“**
*Ganić Amir, Lilić Slobodan, Krvavica Marina, Čandek-Potokar Marjeta,
Pejkovski Zlatko* 134
- **Investigation of major changes during ripening of traditional fermented
sausage Lemeški kulen**
Vuković Ilija, Vasilev Dragan, Saičić Snežana, Ivanković Stipan 140
- **Physico-chemical and sensory properties of Bosnian sudžuk produced from
fresh chilled and frozen beef under controled conditions**
*Operta Sabina, Dževdetbegović Merima, Čorbo Selma, Tahmaz Jasmina,
Šehović Alija* 148
- **The influence of environmental factors on the intensity of the antimicrobial
activity of bacteriocins**
Vesković-Moračanin Slavica 157
- **Study of antimicrobial activity of cinnamaldehyde and carvacrol against
foodborne microorganisms**
*Velebit Branko, Matekalo-Sverak Vesna, Petrović Zoran, Lakićević Brankica,
Janković Vesna, Lilić Slobodan, Vranić Danijela* 166
- **Identification of the presence of meat-bone meal derived from cattle in
animal feed using three different commercial immunochemical tests**
Nešić Ksenija, Pavlović Nikola, Jojić-Malićević Ljiljana 173
- Guidelines for the authors** 181

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

Uticaj vrste masti u hrani za tov pilića na klaničke parametre utovljenih pilića

Bašić Meho¹, Mahmutović Hava², Cvrk Ramzija¹, Smajlović Vahidin³

S a d r Ź a j: Uspešnost tova pilića, u najvećoj meri, zavisi od pravilno sastavljenog obroka za tov, koji mora, u potpunosti, zadovoljiti sve potrebe za hranjivim sastojcima koji omogućuju pravilan rast i razvoj pilića u tovu. Kod sastavljanja obroka upotrebljavaju se sirovine sa visokom energetsom vrednošću, u prvom redu žitarice, te drugi nosioci energije, kao što su životinjske masti ili pak biljna ulja. Kvalitet tova pilića se procenjuje, uglavnom, odnosom jestivih delova trupa (randman), organoleptičkim osobinama i hemijskim sastavom celog trupa, ili njegovim pojedinačnim (konfeksioniranim) delovima. Zbog toga se naglasak u proizvodnji pilećeg mesa stavlja na kvalitet i prinos najvrednijih delova trupa (grudi, batak i karabatak). Nekoliko faktora utiče na prinos ovih najvrednijih delova pilećeg trupa, kao što su tovnii hibrid, pol, starost, zdravstveno stanje pilića, ishrana, telesna masa, dužina tova, tehnološki proces klanja itd.

Cilj ovog rada bio je ispitivanje uticaja pola i vrste masti korišćene u omašćivanju hrane za tov pilića na proizvodne i klaničke parametre utovljenih pilića.

U eksperimentalnom ogledu korišćeni su pilići tovnog hibrida Cobb 500, podeljeni u dve grupe od po 100 pilića. Tov pilića je trajao 42 dana. Tovni pilići oglednih grupa bili su smešteni u objektima sa potpuno istim uslovima, koji zadovoljavaju sve standarde za intenzivni tov pilića. Pilići su hranjeni ad libidum, koncentrovanim smesama za tov istog sastava i nutritivnih vrednosti, osim što je omašćivanje hrane vršeno sa različitim masnoćama (svinjska mast i suncokretovo ulje), ali u istoj količini od 5,0%. Dobijeni podaci su statistički obrađeni.

Rezultati istraživanja su pokazali da između oglednih grupa postoji statistički značajna razlika ($p < 0,05$) u prosečnoj telesnoj masi pilića, pre i posle klanja, dok nema statistički značajne razlike u prosečnoj vrednosti klaničkog kala između ispitivanih oglednih grupa.

Ključne reči: pileće meso, klanički parametri, masti i ulja, hrana za tov.

Uvod

Najveći troškovi u proizvodnji pilećeg mesa vezani su za ishranu pilića u tovu (Janječić, 2004). Činjenica je da kvalitet hrane za tov pilića, pored hibrida i pola, u najvećoj meri utiče na kvalitet i prinos pilećeg mesa. Iz tog razloga, najveći napor nauke uloženi su u dizajniranje koncentratnih smesa za tov pilića u cilju postizanja što povoljnijih i ekonomičnijih proizvodnih i klaničkih parametara u proizvodnji pilećeg mesa, kao i poboljšanje kvaliteta pilećeg mesa, uopšte (Bogosavljević-Bošković i dr., 2006,2008; Chekani-Azar i dr., 2007; Džinić i dr., 2007; Kralik i dr., 2003; Nikolova i dr., 2009).

Značaj proizvodnje kvalitetnih pilećih trupova je u činjenici da je pileće meso sastavni deo ishrane većine potrošača i predstavlja izvor bio-

loški visokovrednih belančevina (15–25%), esencijalnih masnih kiselina, vitamina i minerala. Osim toga, od ukupne potrošnje mesa, u novije vreme, meso peradi, a posebno pileće meso zauzima sve veći značaj. Na stalni porast potrošnje pilećeg mesa najviše uticaja ima njegov povoljan hemijski sastav, odnosno nizak sadržaj masti i visok sadržaj kvalitetnih belančevina, što ga, u nutritivnom pogledu, kao i u pogodnosti za savremeni način ishrane ljudi, čini jednom od najpoželjnijih namirnica animalnog porekla (Kralik i dr., 2007).

Za proizvodnju pilećeg mesa koriste se komercijalni tovnii hibridi različitih provenijencija. Oni imaju različite toвне karakteristike i prinos, na osnovu čega se i vrši njihov izbor. Uvek se izaberu oni tovnii hibridi koji imaju maksimalan prirast, u određenom vremenskom periodu, uz minimalni utrošak

¹Tehnološki fakultet Univerziteta u Tuzli, Univerzitetska 8, 75000 Tuzla, Bosna i Hercegovina;

²Udruženje Bosper, Bukinje bb, 75000 Tuzla, Bosna i Hercegovina;

³AgoroFeed do.o., 75320 Gračanica, Bosna i Hercegovina.

Tabela 1. Sastav hrane za tov pilića po eksperimentalnim grupama (kg)
Table 1. Composition of diet for fattening chickens in experimental groups (kg)

Komponenta/Component	Vrsta koncentratne smese/Type of concentrate mixture								
	Osnovna koncentratna smesa bez dodate masti/ Basic concentrate mixture without added fats			Dodata svinjska mast/ Added lard			Dodato suncokretovo ulje/ Added sunflower oil		
	Starter	Grover	Finisher	Starter	Grover	Finisher	Starter	Grover	Finisher
Kukuruz/ Corn	481	512	546	481	512	546	481	512	546
Sojina sačma 46%/ Soybean Meal 46%	314	248	209	314	248	209	314	248	209
Stočno brašno/ Cattle flour	60	90	100	60	90	100	60	90	100
Suncokretova sačma 33%/ Sunflower meal 33%	50	60	60	50	60	60	50	60	60
KP 3511 R000	45	–	–	45	–	–	45	–	–
KP 3512 FRRY	–	40	–	–	40	–	–	40	–
KP 3513 F0RY	–	–	35	–	–	35	–	–	35
Svinjska mast/ Lard	–	–	–	50	50	50	–	–	–
Suncokretovo ulje/ Sunflower oil	–	–	–	–	–	–	50	50	50
Ukupno/Total	950	950	950	1000	1000	1000	1000	1000	1000

hrane. Pri tome treba naglasiti da različite hibridne linije imaju različite nutritivne zahteve i neophodni su različiti tehnološki uslovi držanja.

Materijal i metode

Kod izbora jednodnevnih pilića tovnog hibrida Cobb 500 u obzir su uzeti samo pilići koji su imali dobar izgled, zarastao pupak i koji su bili bez vidljivih anomalija. Pilići su izvagani na digitalnoj vagi sa tačnošću ± 1 gram, a uzeti su u obzir samo jednodnevni pilići između 40 i 50 grama. Na taj način, postignuta je maksimalno moguća uniformnost jednodnevnih pilića.

Tov pilića trajao je 42 dana, sa različitim fazama ishrane i sa tri različite koncentratne smese: starter, grover i finišer. Pilići su bili podeljeni u 2 ogledne grupe od po 100 pilića. Obe grupe su hranjene koncentratnim smesama istog sirovinskog sastava i istih nutritivnih svojstava, sa jedinom razlikom u kvalitetu i sastavu masnoće (svinjska mast i suncokretovo ulje), koja je korišćena pri proizvodnji hrane za tov pilića (5,0%), radi mogućnosti optimizacije odnosa proteina i energije u hrani za tov pilića. Hemijski sastav korišćenih koncentratnih smesa za ishranu pilića dat je u tabeli 1, a nutritivna vrednost istih smesa u tabeli 2. Broj analiziranih oglednih jedinica iz svake ogledne grupe iznosio je 12 (sa po tri ponavljanja).

Tabela 2. Nutritivna vrednost hrane za tov pilića
Table 2. Nutritional value of feed for fattening chickens

Komponente/ Comonents	Jed. mere/ Unit	Vrsta koncentratne smese/Type of concentrate mixture								
		Osnovna koncentratna smesa bez dodane masti/ Basic concentrate mixture without added fats			Dodata svinjska mast/ Added lard			Dodato suncokretovo ulje/ Added sunflower oil		
		Starter	Grover	Finisher	Starter	Grover	Finisher	Starter	Grover	Finisher
Suva materija/ Dry matter	%	88,12	84,08	87,55	88,69	84,85	88,16	88,69	84,85	88,15
ME za perad/ ME for poultry	MJ/kg	11,83	12,05	12,23	12,81	13,04	13,22	13,02	13,25	13,43
Sirove belančevine/ Crude protein	%	22,14	20,05	18,44	21,03	19,05	17,53	21,03	19,05	17,53
Sirova mast/ Crude fat	%	2,77	2,98	3,08	7,53	7,73	7,83	7,60	7,81	7,91
Sirova vlakna/ Crude fiber	%	4,70	4,82	4,69	4,47	4,56	4,46	4,47	4,65	4,46
Natrijum/ Sodium	%	0,19	0,18	0,19	0,18	0,17	0,18	0,18	0,17	0,18
Kalcijum/ Calcium	%	1,10	0,92	0,84	1,04	0,88	0,80	1,04	0,88	0,80
Fosfor/ Phosphorus	%	0,75	0,57	0,58	0,73	0,54	0,54	0,73	0,54	0,54
Lizin/ Lyzine	%	1,38	1,17	0,96	1,32	1,11	0,90	1,32	1,11	0,90
Metionin/ Methionine	%	0,60	0,49	0,42	0,56	0,47	0,40	0,56	0,47	0,40
Metionin + Cistin/ Methionine + Cistine	%	0,99	0,84	0,75	0,93	0,80	0,71	0,93	0,80	0,71
Vitamin A	IJ/g	14,23	11,58	11,59	13,52	11,00	11,01	13,52	11,00	11,01
Vitamin D3	IJ/g	5,27	5,26	4,21	5,01	5,00	4,00	5,01	5,00	4,00
Vitamin E	mg/kg	52,70	62,64	52,68	50,06	50,00	50,05	50,06	50,00	50,05
Robenidin	mg/kg	34,70	34,74	0,00	32,97	33,00	0,00	32,97	33,00	0,00
Aktivnost fitaze/ Phytase activity	FTU/g	0,00	0,53	0,53	0,00	0,50	0,51	0,00	0,50	0,50

Statistička analiza

Podaci su analizirani statističkim programom SPSS 15.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA). Osnovni pokazatelji deskriptivne statistike su urađeni kako bi se utvrdili osnovni klanički parametri posmatranih uzoraka pilića hranjenih koncentratnim smesama

ma sa dodatkom različitih masti i ulja u periodu tova od 42 dana.

Razlike u srednjoj vrednosti posmatranih numeričkih varijabli osnovnih skupova, na osnovu rezultata iz uzorka, su ispitivane analizom varijanse. Svi testovi su urađeni sa nivoom statističke značajnosti od 5% ($p < 0,05$).

Rezultati ispitivanja i diskusija

Rezultati dobijeni za telesne mase pilića na kraju tova, pre i posle transporta, prikazani su u tabeli 3.

Završne telesne mase pilića, na kraju tova, za obe ogledne grupe, su u skladu sa navodima iz literature za hibrid Cobb 500. U oglednoj grupi koja je hranjena hranom omašćenom svinjskom mašču prosečna masa pilića ženskog pola, na kraju tova, bila je $2042,00 \pm 171,64$ g, dok je ta vrednost za piliće muškog pola iznosila $2330,00 \pm 317,24$ g. Prosečna masa pilećeg trupa, bez obzira na pol, za ovu oglednu grupu hranjenu svinjskom mašču iznosila je $2186,00 \pm 288,88$ g. Za oglednu grupu hranjenu hranom omašćenom suncokretovim uljem prosečna masa pilića ženskog pola, na kraju tova, bila je $1880,00 \pm 220,10$ g, dok je ta vrednost za piliće muškog pola, iznosila $2262,00 \pm 229,86$ g. Prosečna masa pilećeg trupa, bez obzira na pol, za ovu oglednu grupu iznosila je $2071,50 \pm 293,90$ g.

Prosečna telesna masa pilića ženskog pola, nakon transporta, u oglednoj grupi koja je hranjena hranom omašćenom svinjskom mašču bila je $1948,00 \pm 170,01$ g, dok je ta vrednost za piliće muškog pola iznosila $2220,00 \pm 330,11$ g. Prosečna telesna masa pilića nakon transporta, bez obzira na pol, za oglednu grupu sa svinjskom mašču, iznosila je $2084,00 \pm 291,17$ g. Za oglednu grupu hranjenu hranom omašćenom suncokretovim uljem prosečna telesna masa pilića ženskog pola, nakon transporta,

ta, bila je $1792,00 \pm 216,27$ g, dok je ta vrednost za piliće muškog pola iznosila $1774,00 \pm 218,48$ g. Prosečna telesna masa pilića, bez obzira na pol, za oglednu grupu sa suncokretovim uljem, iznosila je $1983,00 \pm 288,39$ g.

Kada se posmatraju ogledne grupe pojedinačno, telesne mase pilića su veće na kraju tova pre, nego posle transporta, što je i logično, ali ne postoji statistički značajna razlika između telesnih masa pre i poslije transporta ($p > 0,05$). Međutim, ako se posmatraju vrednosti telesnih masa pilića na kraju tova, pre i posle transporta, za ogledne grupe ukupno, tj. bez obzira na vrstu masti u hrani za tov, vidi se da postoji statistički značajna razlika ($p < 0,05$) u telesnim masama pre i posle transporta samo kod pilića muškog pola. Analizom telesnih masa pilića pre i posle transporta, posmatrajući ogledne grupe u zavisnosti od vrste masti u hrani za tov, bez obzira na pol, može se videti da nema statistički značajne razlike ($p > 0,05$) između telesnih masa pre i posle transporta, što navodi na zaključak da vrsta masti u hrani za tov pilića ne utiče statistički značajno na transportno kalo telesnih masa utovljenih pilića.

Vrednosti klaničkog kala za piliće muškog i ženskog pola prikazane su u tabeli 4.

Klaničko kalo za piliće ženskog pola u grupi hranjenoj suncokretovim uljem iznosilo je $511,00 \pm 274,55$ g, dok je za oglednu grupu hranjenu svinjskom mašču ta vrednost je bila $534,80 \pm 189,21$ g. Za piliće muškog pola vrednost za klaničko kalo

Tabela 3. Telesne mase pilića na kraju tova i posle transporta.

Table 3. Body weight of broilers at the end of fattening, before and after transportation.

Uzorc/ Samples n = 12	Hrana za tov sa svinjskom mašču/ Broiler diet containing lard			Hrana za tov sa suncokretovim uljem/ Broiler diet containing sunflower oil		
	Telesna masa pilića pre transporta/ Body weight of broilers before transport, ± SD, g	Telesna masa pilića posle transporta/ Body weight of broilers after transport, ± SD, g	p-vrednost/ p-value	Telesna masa pilića pre transporta/ Body weight of broilers before transport ± SD, g	Telesna masa pilića posle transporta/ Body weight of broilers after transport, ± SD, g	p-vrednost/ p-value
Ženski pol/ Female	2042,00 ± 71,64	1948,00 ± 70,01	0,23	1880,00 ± 20,10	1792,00 ± 16,27	0,37
Muški pol/ Male	2330,00 ± 17,24	2220,00 ± 30,11	0,45	2262,00 ± 29,86	1774,00 ± 18,48	0,39
Prosečna vrednost telesne mase/ Average value of body mass (g)	2186,00 ± 88,88	2084,00 ± 91,17	0,27	2071,50 ± 93,90	1783,00 ± 88,39	0,34

Legenda/Legend: p-vrednost: testiranje postojanja razlika na nivou značajnosti od 5 % ($p < 0,05$)/p-value: testing of the presence of the difference at the level of significance of 5 % ($p < 0.05$);

SD – standardna devijacija/SD – standard deviation

Tabela 4. Prosečne vrednosti kala klaničke obrade u zavisnosti od pola pilića i vrste masti u hrani za tov pilića**Table 4.** The average values of slaughter processing loss, depending on the sex of chickens and type of fats used in feed for fattening

Vrsta masti u hrani za tov pilića/ Type of fat in diet for fattening chickens/ n = 12	Prosečne vrednosti kala klaničke obrade/ Average value of loss in slaughtering ± SD, (g)		Prosečna vrednost bez obzira na pol/ Average value regardless of sex SD, (g)	p-vrednost/ p-value
	Pilići ženskog pola/ Female	Pilići muškog pola/ Male		
Svinjska mast/ <i>Lard</i>	534,80 ± 189,21	584,00 ± 459,35	559,40 ± 342,85	0,670
Suncokretovo ulje/ <i>Sunflower oil</i>	511,00 ± 274,55	613,80 ± 262,87	562,40 ± 266,87	0,934
Prosečna vrednost klaničkog kala/ Average value of loss in slaughtering, (g)	522,90 ± 249,06	598,90 ± 338,21	560,90 ± 296,57	0,611
p-vrednost/ p-value	0,917	0,992	0,978	

Legenda/Legend: p-vrednost: testiranje postojanja razlika na nivou značajnosti od 5% ($p < 0,05$)/p-value: testing of the presence of the difference at the level of significance of 5% ($p < 0,05$);

SD – standardna devijacija/SD – standard deviation

u ogleđnoj grupi sa svinjskom mašču iznosila je $584,00 \pm 459,35$ g, dok je ta vrednost u ogleđnoj grupi sa suncokretovim uljem iznosila $613,80 \pm 262,87$ g.

Statistička analiza je pokazala da nema statistički značajne razlike ($p > 0,05$) u prosečnoj vrednosti klaničkog kala između pilića ženskog pola i pilića muškog pola ni u jednoj od ogleđnih grupa.

Takođe, ne postoji statistički značajna razlika ($p > 0,05$) u vrednostima klaničkog kala u zavisnosti od vrste masti u hrani za tov pilića kod pilića oba pola.

Procentualno izražena vrednost randmana klanja (tabela 5) za piliće ženskog pola u ogleđnoj grupi sa svinjskom mašču iznosila je $72,81 \pm 8,20\%$, a za ogleđnu grupu sa suncokretovim

Tabela 5. Statistička analiza prosečnih vrednosti randmana klanja u zavisnosti od pola pilića i vrste masti u hrani za tov pilića**Table 5.** Statistical analysis of average values of slaughter yield (dressing percentage), depending on the sex of chickens and the type of fats used in diet for fattening

Vrsta masti u hrani za tov pilića/ Type of fat in diet for fattening chickens n = 12	Prosečna vrednost randmana klanja/ Average values of slaughter yield, %		Prosečna vrednost bez obzira na pol/ Average value regardless of sex ± SD	p-vrednost/ p-value
	Pilići ženskog pola/ Female, ± SD	Pilići muškog pola/ Male, ± SD		
Svinjska mast/ <i>Lard</i>	72,81 ± 8,20	75,54 ± 18,15	74,18 ± 13,78	0,758
Suncokretovo ulje/ <i>Sunflower oil</i>	72,76 ± 13,41	72,30 ± 10,86	72,53 ± 11,88	0,404
Prosečna vrednost randmana klanja/ Average values of slaughter yield, (%)	72,78 ± 11,86	73,92 ± 14,79	73,35 ± 13,35	0,383
p-vrednost/p-value	0,998	0,964	0,978	

Legenda/Legend: p-vrednost: testiranje postojanja razlika na nivou značajnosti od 5% ($p < 0,05$)/p-value: testing the presence of the difference at the level of significance of 5% ($p < 0,05$);

SD – standardna devijacija/SD – standard deviation

uljem ta vrednost je bila $72,76 \pm 13,41\%$. Za piliće muškog pola, randman klanja je takođe bio veći u oglednoj grupi sa svinjskom mašču i iznosio je $75,54 \pm 18,15\%$, dok u grupi sa suncokretovim uljem randman klanja ima manju vrednost i iznosio je $72,30 \pm 10,86\%$.

Statističkom analizom dobijenih rezultata pokazano je da nema statistički značajne razlike ($p > 0,05$) u prosečnoj vrednosti randmana klanja između polova pilića, posmatrano u obe ogledne grupe. Prema tome, može da se zaključi da pol pilića nema statistički značajan uticaj na vrednost

Tabela 6. Srednja vrednost mase „grill“ mesa; ukupne mase konfekcioniranih delova, kala raseka i randmana raseka pilećih trupova u zavisnosti od pola pilića i vrste masti u hrani za tov

Table 6. Mean values of mass of „grill“ meat; the total mass of the retail parts, cutting loss in chicken carcasses, and yield in cutting of chicken carcasses depending on the sex of chickens and types of fats in feed

Pol/Sex	Uzorak/Sample n = 12	Vrsta masti u hrani za tov pilića/ Type of fats in chicken feed		p-vrednost/ p-value
		Svinjska mast/Lard	Suncokretovo ulje/ Sunflower oil	
Ženski /Female	Masa grill mesa/ Mass of grill meat, ± SD (g)	1395,40 ± 211,09	1256,40 ± 165,40	0,6369
	Ukupna masa delova trupa/ Total mass of carcass parts ± SD (g)	1392,80 ± 209,31	1253,80 ± 164,81	0,6369
	Kalo rasecanja/Cutting loss, (g)/	2,60 ± 2,61	2,60 ± 1,14	0,5525
	Randman rasecanja/ Cutting yield, ± SD (%)	99,83 ± 0,18	99,79 ± 0,08	0,5609
Muški /Male	Masa grill mesa/ Mass of grill meat, ± SD (g)	1430,20 ± 240,59	1426,20 ± 129,50	0,9079
	Ukupna masa delova trupa/ Total mass of carcass parts, ± SD (g)	1427,40 ± 239,93	1422,40 ± 128,43	0,9280
	Kalo rasecanja/Cutting loss, (g)/	2,80 ± 3,27	3,80 ± 1,92	0,5918
	Randman rasecanja/Cutting yield, ± SD (%)	99,81 ± 0,24	99,74 ± 0,12	0,5732
Bez obzira na pol/ Average value regardless of sex	Masa grill mesa/Mass of grill meat, ± SD (g)	1412,80 ± 214,16	1341,30 ± 166,20	0,7341
	Ukupna masa delova trupa/ Total mass of carcass parts, ± SD (g)	1410,10 ± 213,05	1338,10 ± 165,22	0,7663
	Kalo rasecanja/Cutting loss, (g)/	2,70 ± 2,79	3,20 ± 1,62	0,2568
	Randman rasecanja/Cutting yield, ± SD (%)	99,82 ± 0,20	99,76 ± 0,10	0,2520
p-vrednost /p-value	Masa grill mesa/ Mass of grill meat, ± SD (g)	0,8140	0,1083	
	Ukupna masa delova trupa/ Total mass of carcass parts, ± SD (g)	0,8141	0,1088	
	Kalo rasecanja/Cutting loss, ± SD (g)	0,9175	0,2645	
	Randman rasecanja/ Cutting yield, ± SD (%)	0,8839	0,4195	

Legenda/Legend: p-vrednost: testiranje postojanja razlika na nivou značajnosti od 5% ($p < 0,05$)/p-value: testing the presence of the difference at the level of significance of 5% ($p < 0,05$);

SD – standardna devijacija/SD – standard deviation

randmana klanja. Takođe, statistička analiza uticaja vrste masti na vrednost randmana klanjana kod pilića ženskog pola pokazala je da ne postoji statistički značajna razlika ($p > 0,05$) između oglednih grupa, što znači da nema statistički značajne razlike u zavisnosti od vrste masti u hrani

za tov. Isti zaključak se može doneti i kod pilića muškog pola.

Prosečne mase pilećih trupova („gril“ mesa), zatim ukupne mase konfekcioniranih delova trupa, te kalo i randman raseka pilećih trupova, u zavisnosti od pola, prikazani su u tabeli 6.

Tabela 7. Srednje vrednosti masa konfekcioniranih delova pilećih trupova u zavisnosti od pola i vrste masti u hrani za tov pilića

Table 7. Mean values of the mass of the retail parts of the chicken carcasses, depending on sex and type of fat in feed for fattening chickens

Pol pilića/ Sex of chickens n=12	Delovi trupa pilića/ Parts of chicken carcasses ± SD (g)	Vrsta masti u hrani za tov pilića/ Type of fat in chicken feed/		p-vrednost/ p-value
		Svinjska mast/ Lard	Suncokretovo ulje/ Sunflower oil	
Pilići ženskog pola/ Female	Vrat/Neck	64,40 ± 12,26	50,40 ± 12,52	0,2939
	Krila/Wings	128,20 ± 14,48	119,20 ± 8,87	0,4972
	Leđa/Back	132,00 ± 29,44	127,60 ± 19,53	0,5780
	Karlica/Pelvis	90,20 ± 12,17	87,20 ± 19,59	0,7939
	Karabatak/Thigh	256,60 ± 33,33	240,00 ± 45,85	0,8950
	Batak/Drumstick	221,20 ± 25,67	205,20 ± 26,01	0,2506
	Grudi/Breast	500,20 ± 93,87	424,20 ± 76,93	0,4502
Pilići muškog pola/ Male	Vrat/Neck	56,40 ± 6,95	53,40 ± 9,02	0,4072
	Krila/Wings	142,00 ± 15,95	143,20 ± 5,72	0,7449
	Leđa/Back	128,80 ± 23,51	144,40 ± 15,77	0,3379
	Karlica/Pelvis	92,60 ± 14,67	99,80 ± 15,45	0,9580
	Karabatak/Thigh	250,40 ± 65,08	259,00 ± 19,99	0,6516
	Batak/Drumstick	237,60 ± 29,35	242,40 ± 21,52	0,8218
	Grudi/Breast	519,60 ± 109,83	480,20 ± 73,03	0,8389
Bez obzira na pol/ Average value regardless of sex	Vrat/ Neck	60,40 ± 10,30	51,90 ± 10,41	0,1216
	Krila/Wings	135,10 ± 16,10	131,20 ± 14,47	0,7297
	Leđa/Back	130,40 ± 25,18	136,00 ± 18,93	0,3576
	Karlica/Pelvis	91,40 ± 12,77	93,50 ± 17,91	0,9171
	Karabatak/Thigh	253,50 ± 48,86	249,50 ± 34,82	0,8171
	Batak/Drumstick	229,40 ± 27,39	223,80 ± 29,85	0,3889
	Grudi/Breast	509,90 ± 96,86	452,20 ± 76,63	0,4241
p-vrednost/p-value	Vrat/Neck	0,2400	0,6752	
	Krila/Wings	0,1900	0,0009	
	Leđa/Back	0,8541	0,1729	
	Karlica/Pelvis	0,7855	0,2915	
	Karabatak/Thigh	0,8543	0,4204	
	Batak/Drumstick	0,3744	0,0391	
	Grudi/Breast	0,7716	0,2717	

Legenda/Legend: p-vrednost: testiranje postojanja razlika na nivou značajnosti od 5% ($p < 0,05$)/p-value: testing of the presence of the difference at the level of significance of 5% ($p < 0.05$)

SD – standardna devijacija/SD – standard deviation

Rezultati statističke analize izračunatih srednjih vrednosti masa konfekcioniranih delova pilećih trupova, u zavisnosti od pola i vrste masti u hrani za tov pilića, dati su u tabeli 7.

Prema podacima prikazanim u tabeli 6 veća prosečna masa „gril“ mesa za piliće ženskog pola dobijena je u oglednoj grupi sa svinjskom mašću (1395,40 ± 211,09 g), u odnosu na oglednu grupu sa suncokretovim uljem (1256,40 ± 165,40 g). Ukupna masa konfekcioniranih delova trupa, za piliće ženskog pola, takođe je imala veću vrednost u oglednoj grupi sa svinjskom mašću i iznosila je 1392,80 ± 209,31 g, dok je ta vrednost u oglednoj grupi sa suncokretovim uljem iznosila 1253,80 ± 164,81 g. Kalo rasecanja u obe grupe pilića je bio isti 2,60 g. Kod pilića muškog pola prosečna masa „gril“ mesa u grupi sa svinjskom mašću iznosila je 1430,20 ± 240,59 g, a prosečna ukupna masa konfekcioniranih delova, u istoj grupi bila je 1427,40 ± 239,93 g. Prosečna vrednost kala rasecanja trupa u istoj grupi bila je 2,80 ± 3,27 g. Sve navedene vrednosti, osim kala rasecanja, su veće u odnosu na oglednu grupu sa suncokretovim uljem, gde je prosečna masa „gril“ mesa iznosila 1426 ± 129,50 g, ukupna masa delova trupa 1422,40 ± 128,43, a kalo raseka 3,80 ± 1,92 g. Statistička analiza je pokazala da su izračunate p-vrednosti veće od 0,05, što znači da ne postoje statistički značajne razlike u navedenim vrednostima u odnosu na pol pilića i vrstu masti koje su korišćene u hrani za tov pilića.

Prema rezultatima prikazanim u tabeli 7, vidi se da pojedinačni delovi trupa kod pilića ženskog pola imaju veće mase u oglednoj grupi sa svinjskom mašću u odnosu na grupu sa suncokretovim uljem. Posmatranjem udela pojedinih delova trupa kod pilića muškog pola, vidi se da jedino vrat i grudi imaju veću masu u oglednoj grupi sa svinjskom mašću, dok ostali delovi trupa u oglednoj grupi sa suncokretovim uljem imaju veću vrednost. Izračunate p-vrednosti, kod pilića oba pola, za svaki pojedini deo trupa su veće od 0,05, što znači da nema statistički značajne razlike u prosečnoj masi svakog pojedinog dela trupa između pojedinih vrsta hrane za tov pilića.

Testiranjem razlika prosečnih vrednosti pojedinih delova trupa, kod pilića muškog i ženskog pola u ispitivanim oglednim grupama, pokazalo se da je $p > 0,05$, odnosno da nema statistički značajne razlike u masama pojedinih delova trupa između polova u oglednoj grupi pilića koji su hranjeni hranom omašćenom svinjskom mašću. U oglednoj grupi pilića koji su hranjeni hranom omašćenom suncokretovim uljem, postoji statistički značajna razlika između polova kod konfekcioniranih delova krila i bataka, gde je $p < 0,05$. To navodi na zaključak da se prosečna

masa krila i prosečna masa bataka razlikuju između pilića muškog i pilića ženskog pola u oglednoj grupi koji su hranjeni hranom omašćenom suncokretovim uljem.

Zaključci

Na osnovu sprovedenih istraživanja mogu se izneti sledeći zaključci:

- Prosečna telesna masa pilića na kraju tova u grupi hranjenoj hranom omašćenom svinjskom mašću je veća kod pilića muškog pola, dok u oglednoj grupi pilića hranjenoj hranom omašćenom suncokretovim uljem pilići muškog i ženskog pola imaju jednake prosečne telesne mase na kraju tova.
- Analizom masa pilećih trupova, pre i posle transporta, posmatrajući ogledne grupe u zavisnosti od vrste masti u hrani za tov, bez obzira na pol, može se videti da nema statistički značajne razlike ($p > 0,05$) između telesnih masa pilića pre i posle transporta, što navodi na zaključak da vrsta masti u hrani za tov ne utiče statistički značajno na transportno kalo telesnih masa pilića.
- Na osnovu rezultata statističke analize telesnih masa pilića pre i posle klanja, može da se zaključi da postoji statistički značajna razlika ($p < 0,05$) u prosečnoj telesnoj masi pre i posle klanja, za ispitivane ogledne grupe pilića muškog i ženskog pola.
- Prosečna masa „gril“ mesa za piliće ženskog pola je veća u oglednoj grupi hranjenoj hranom sa omašćenom svinjskom mašću i iznosila je 1395,40 ± 211,09 g, dok je ta vrednost manja u grupi hranjenoj hranom omašćenom suncokretovim uljem i iznosila je 1256,40 ± 165,40 g.
- Prosečna masa „gril“ mesa kod pilića muškog pola je veća nego kod pilića ženskog pola, ali razlika između ogledne grupe pilića koji su hranjeni omašćenom svinjskom mašću (1430,20 ± 240,59 g) i suncokretovim uljem (1426,20 ± 129,50 g) nije statistički značajna ($p < 0,05$).
- Statistički značajna razlika ($p < 0,05$) postoji kod prosečne mase krila i prosečne mase bataka pilića muškog i ženskog pola u oglednoj grupi sa suncokretovim uljem, dok u oglednoj grupi sa svinjskom mašću nema statistički značajnih razlika između prosečnih masa pojedinih delova trupa u odnosu na pol pilića.

Literatura

- Bogosavljević-Bosković S., Kurcubić V., Petrović M. D., Radović V., 2006.** The effect of sex and rearing system on carcass composition and cut yields of broilers chickens. Czech Journal of Animal Science, 51, 1, 31–38.
- Bogosavljević-Bošković S., Mitrović S., Petrović M. D., Đoković R., Dasković V., 2008.** Uticaj uzrasta i sistema držanja na odabrane parametre kvaliteta mesa pilića u tovu. Savremena poljoprivreda, 57, 3–4, 137–143.
- Chekani-Azar S., Maheri-Sis N., Shahir H. A., Ahmedzadeh A., 2007.** Effect of different substitution levels of fish oils and poultry fat on performance and parts of carcass on male broilers chicks. Journal of Animal and Veterinary Advances 6, 12, 1405–1408.
- Džinić N., Petrović Lj., Tomović V., Tasić T., Filipović S., 2007.** Effect of partial substitution of standard meal in chicken feed by rape seed on carcass and meat quality. Biotechnology in Animal Husbandry, 23, 5–6, 323–329.
- Janječić Z., 2004.** Uticaj predklačoničkih i klačoničkih faktora na kvalitet mesa peradi. Meso, 6, 6, 31–33.
- Kralik G., Škrtić Z., Kušec G., Kadlec J., 2003.** The influence of rape seed/oil on the quality of chicken carcasses. Czech Journal of Animal Science, 48, 2, 77–84.
- Kralik G., Škrtić Z., Maltar Z., Hanžek D., 2007.** Svojstva tovnosti i kakvoće mesa Ross 308 I Cobb 500 pilića. Krmiva 49, 2, 59–71.
- Nikolova N., Eftimova E., Pacinovski N., Pavlovski Z., Milošević N., Perić L., 2009.** The effect of genotype, age, sex and composition of feed on content of abdominal fat feed in carcass of broiler chickens. Savremena poljoprivreda, 58, 1–2, 92–100.

Effect of fat source in broiler diet on slaughter parameters fattened chicken

Bašić Meho, Mahmutović Hava, Cvrk Ramzija, Smajlović Vahidin

Abstract: The success of fattening chickens is largely dependent on proper fattening diet, which must fully meet all the nutrient requirements that allow the proper growth and development of chickens during fattening. In preparing a meal, raw materials with high energy value, primarily cereals, and other energy carriers such as animal fat or vegetable oil are used. The quality of fattening of chickens is generally estimated through ratio of edible parts (yield), organoleptic properties and chemical composition of the whole body or its individual (retail) parts. Therefore, the emphasis in the production of chicken meat is placed on quality and yield of the most valuable parts (breasts, thighs and drumsticks). Several factors affect the yield of the most valuable parts of the chicken carcass, such as broiler hybrid, gender, age, the health condition of chickens, nutrition, body mass, fattening duration, technological process of slaughtering, etc.

The aim of this study was to investigate the influence of sex and type of fat used in diet for fattening chickens on carcass parameters. Chickens of Cobb 500 hybrid were used in the experiment, divided into two groups of 100 chickens. Fattening of chickens lasted 42 days all broilers in experimental groups were housed in the facilities with the exact same conditions, which meet all the standards for intensive fattening chickens. Chickens were fed ad libitum concentrate mixtures for fattening of the same composition and nutritional value, except different fats that were used for greasing of feed (lard and sunflower oil) in the same amount of 5.0%. The obtained data were statistically evaluated.

The results showed a statistically significant difference ($p < 0,05$) in the average pre- and post-slaughter body mass of chicks between the experimental groups, but no statistically significant difference was registered in the average value of slaughter processing loss between the studied experimental groups.

Key words: chicken meat, slaughter parameters, fats and oils.

Rad primljen: 11.06.2012.

Rad ispravljen: 17.10.2012.

Rad prihvaćen: 28.10.2012.

Tradicionalni sistem inspekcije mesa – prednosti, nedostaci i težnja za modernizacijom

Blagojević Bojan¹, Antić Dragan¹

S a d r ž a j: Sistem tradicionalne inspekcije mesa je razvijen sredinom devetnaestog veka u cilju otkrivanja zoonotskih bolesti u životinja koje su tada predstavljale najviši rizik za ljude koji su konzumirali njihovo meso. Iako se priroda problema u veterinarskom javnom zdravstvu od tada značajno promenila, ovaj sistem je praktično ostao isti do danas. Posledično, izražena je zabrinutost da se aktuelna inspekcija mesa više ne može smatrati adekvatnom u zaštiti zdravlja ljudi. Nedostaci aktuelne inspekcije mesa su dobro prepoznati u razvijenim zemljama, a naročito u Evropskoj uniji, u kojoj su poslednjih godina pokrenute značajne aktivnosti u cilju modernizacije inspekcije mesa tako da bude zasnovana na oceni rizika. Evropska komisija je zatražila od Evropske agencije za bezbednost hrane (EFSA) naučna mišljenja o modernizaciji inspekcije mesa. Do sada objavljena naučna mišljenja – vezana za inspekciju mesa svinja i živine – su ukazala na potrebu transformacije tradicionalne inspekcije mesa u širi, longitudinalni i integrisani sistem – „osiguranje bezbednosti mesa“. Ako ih Evropska komisija usvoji, ova mišljenja će predstavljati naučnu osnovu za donošenje novih propisa u odnosu na inspekciju mesa u Evropskoj uniji.

Ključne reči: inspekcija mesa, ocena rizika, osiguranje bezbednosti mesa.

Uvod

Sistem tradicionalne inspekcije mesa je razvijen sredinom devetnaestog veka u cilju otkrivanja zoonotskih bolesti u životinja za klanje kao što su trihinelozna, tuberkuloza i cisticerkoza koje su u to vreme bile endemične u Evropi (Edwards i dr., 1997). Ovaj sistem se od tada praktično nije menjao i dalje je obavezan prema aktuelnoj legislativi u Evropskoj uniji (EU) (EC, 2004b), kao i u Srbiji (RS, 2010). Iako je mnogo doprineo kontroli i iskorenjivanju značajnih hazarda za zdravlje ljudi i životinja u prošlosti, u poslednje dve decenije je predmet sve većih kritika da više nije adekvatan za zaštitu zdravlja ljudi (Berends i dr., 1993; Edwards i dr., 1997; Blagojevic i dr., 2011b). Stoga, u međunarodnim naučnim krugovima vlada opšta saglasnost da inspekcija mesa treba da se unapredi tako da bude zasnovana na oceni rizika – što je, uostalom, i bila u vreme kada je ustanovljena (Berends i dr., 1996; Alban i dr., 2008; Webber i dr., 2012). Premda aktuelna evropska legislativa o inspekciji mesa (EC, 2004b) predviđa pristup „zasnovan na oceni rizika i lancu hrane“ – on je i dalje nedovoljno razvijen.

Aktuelni sistem inspekcije mesa – prednosti i nedostaci

Danas ne postoji precizna i opšteprihvaćena definicija inspekcije mesa kao celine. Umesto toga, od strane pojedinih međunarodnih organizacija koje se bave bezbednošću hrane (npr. Komisija *Codex Alimentarius*-a) ili legislative EU, specifično su definisani pojedini elementi inspekcije mesa kao što su premortalna inspekcija ili postmortalna inspekcija. Shodno tome, trenutno razumevanje pojma inspekcija mesa je više zasnovano na njenoj praktičnoj i intuitivnoj primeni, nego na specifičnoj, formalnoj definiciji. Ne postoji ni univerzalan „vodič“ za inspekciju mesa koji pokriva sve situacije; umesto toga veterinarski inspektor u klanici je taj koji donosi odluku o upotrebljivosti mesa.

U Evropskoj uniji, glavni elementi aktuelne inspekcije mesa uključuju: 1. analizu informacija iz lanca hrane, 2. *antemortem* inspekciju i 3. *postmortem* inspekciju. U širem smislu, elementi inspekcije mesa su i ocena dobrobiti životinja za klanje, kontrola specifičnog rizičnog materijala i sporednih pro-

Napomena: Rad je deo naučno-istraživačkog projekta u oblasti tehnološkog razvoja – Ev. br. TR 31034, finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (2011–2014).

¹Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Departman veterinarske medicine, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Republika Srbija.

Autor za kontakt: Blagojević Bojan, blagojevic.bojan@yahoo.com

izvoda klanja, kao i laboratorijska testiranja. Svrha inspekcije mesa je da se oceni da li je meso upotrebljivo za ljudsku ishranu i da kontroliše biološke i hemijske hazarde, a među njima naročito izazivače transmisibilnih spongioformnih encefalopatija preživara, cisticerkoze, trihineloze, sakagije kopitara, tuberkuloze, bruceloze, raznih kontaminanata hrane (npr. teških metala), rezidua veterinarskih lekova i nedozvoljenih supstanci. Dodatno, zadaci inspekcije mesa uključuju i monitoring zoonotskih infekcija i otkrivanje određenih bolesti životinja koje ne moraju uvek da podrazumevaju i da je meso nepododno za plasman na tržište, odnosno za ishranu ljudi.

1. Informacije iz lanca hrane

Informacije iz lanca hrane Food Chain Information (FCI) predstavljaju sve relevantne podatke o životinjama namenjenim klanju od njihovog rođenja, preko svih stadijuma odgoja do dana klanja koje veterinarskom inspektoru u klanici pružaju odgovarajuće smernice u trenutku pregleda životinja pre klanja, kao i tokom pregleda mesa i organa nakon klanja. Odgovorna lica u klanicama ne smeju da prime životinje u prostorije klanice ukoliko nisu tražili i dobili odgovarajuće informacije iz evidencije gazdinstva/farme sa kojeg životinje potiču. Te informacije se moraju dobiti najkasnije 24 časa pre prispeća životinja u klanicu, a najbolje kompjuterskim sistemom. Ovo je neophodno da bi se izbegao nepotreban transport životinja čije klanje inače neće biti dozvoljeno (EC, 2004a). Neophodne su relevantne informacije o:

1. zdravstvenom statusu farme sa kojeg životinje potiču ili zdravstvenom statusu farmi u regionu;
2. zdravstvenom stanju životinja koje se šalju na klanje;
3. veterinarskim lekovima ili drugoj terapiji koju su životinje primale u nekom određenom periodu, kao i o periodu karence, zajedno sa datumima primene terapije i perioda isteka karence;
4. pojavi oboljenja koje može uticati na ispravnost mesa;
5. rezultatima, ako su relevantni za očuvanje zdravlja ljudi, bilo kojih analiza koje su rađene na uzorcima uzetim od životinja ili drugim uzorcima uzetim radi dijagnostikovanja oboljenja koja mogu uticati na ispravnost mesa, uključujući tu i uzorke uzete radi monitoringa i kontrole zoonoza i rezidua;
6. odgovarajućim prethodnim nalazima *ante-* i *postmortem* inspekcije životinja sa iste farme;

7. podacima o načinu odgoja životinja, kada mogu da ukažu na pojavu nekih oboljenja;
8. privatnom veterinaru koji je angažovan na farmi porekla životinja za klanje.

Predstavnik nadležnih organa u klanici (veterinarski inspektor) treba da verifikuje da postoji efikasna i konzistentna komunikacija informacijama iz lanca hrane između farme porekla životinja i klanice, da su informacije iz lanca hrane validne i pouzdane, kao i da se obezbeđuju sve povratne informacije iz klanice na farmu porekla životinja.

FCI predstavljaju važan faktor koncepta „od farme do trpeze“ sa ciljem unapređenja bezbednosti hrane za potrošača, zdravlja i dobrobiti životinja, a generalno imaju cilj da kategorišu grupe/serije životinja za klanje na niže- i višerizične. Na osnovu ovih informacija, rizičnijim i manje rizičnim grupama životinja može da se rukuje odvojeno za vreme transporta, boravka u stočnom depou i klanja i obrade trupova, kako bi se sprečila unakrsna kontaminacija manje rizičnih. Korisnost ove podele na rizične grupe životinja je i da kasnije, za vreme *postmortem* inspekcije, visoko rizične životinje budu predmet detaljnijeg ispitivanja, uključujući i laboratorijske testove ako su potrebni, dok u slučaju manje rizičnih životinja može da se obavi jednostavnija inspekcija.

Međutim, danas, informacije iz lanca hrane su samo do izvesne mere koncipirane u vezi zaštite zdravlja ljudi. U praksi, FCI nedostaju adekvatni indikatori koji bi omogućili objektivniju rizičnu kategorizaciju životinja u pogledu zaštite zdravlja ljudi (Blaha i dr., 2007; Blagojevic i dr., 2011b).

Antemortem inspekcija

Antemortem inspekcija predstavlja važan deo u oceni zdravlja životinja namenjenih klanju u kontekstu bezbednosti mesa. Sa tog gledišta, cilj je da se identifikuju:

1. životinje koje mogu da prenesu bolest na druge životinje ili ljude,
2. životinje koje pokazuju kliničke znake sistematskog oboljenja usled koga je meso neupotrebljivo za ishranu ljudi, i
3. životinje čije se meso smatra upotrebljivo za ljudsku ishranu (do rezultata *postmortem* inspekcije).

Ovaj deo inspekcije mesa treba da grupiše životinje u tri šire kategorije: 1. životinje koje moraju biti uklonjene iz lanca hrane; 2. životinje koje zahtevaju dalje, detaljnije ispitivanje nakon klanja ili koje je potrebno klati odvojeno; 3. životinje koje se proslеđuju na rutinsko klanje.

Prilikom *antemortem* inspekcije, veterinarski inspektor ocenjuje zdravstveno stanje životinja posmatrano iz raznih uglova prilikom pokreta i za vreme odmora. U klanici je za obavljanje *antemortem* inspekcije potrebno obezbediti adekvatno prirodno ili veštačko svetlo i adekvatan prostor kako bi veterinarski inspektor imao pristup svakoj životinji (osim kada su u pitanju lagomorfi i živina). Neophodno je i da objekat u kome se drže životinje pre klanja ima odvojen boks za izolaciju sumnjivih životinja, kao i uređaj za fiksiranje životinje za detaljno individualno ispitivanje, a ukoliko je veterinarskom inspektoru potrebno, uprava klanice treba da obezbedi i pomoćno osoblje (EC, 2004a). Preduslov za *antemortem* inspekciju životinja je da je utvrđen njihov identitet i da ih prate odgovarajuća veterinarska uverenja, odnosno FCI, a vrši se najviše 24 časa posle dolaska životinja u klanicu, najviše 24 časa pre klanja, a dodatno i u drugo vreme na zahtev veterinarskog inspektora (EC, 2004b).

Antemortem inspekcija služi i da se izvrši ocena dobrobiti životinja povređene, iscrpljene ili stresirane životinje (ocena dobrobiti životinja), kao i da se identifikuju životinje sa indicijama da sadrže farmakološki aktivne supstance i druge hemijske kontaminante koji čine meso neupotrebljivim. S druge strane, premortalna inspekcija omogućava i ocenu dobrobiti životinja. Takođe, važna je i u identifikovanju prljavih životinja čije klanje može da dovede do značajnog rizika za kontaminaciju linije klanja, opreme i ruku radnika, a kao rezultat navedenog, može da nastane unakrsna kontaminacija mesa (Gracey i dr., 1999; Blagojević i dr., 2012). *Antemortem* inspekcijom životinja se posebno mora utvrditi da li su poštovani propisani uslovi gajenja i da li postoji stanje koje bi moglo imati negativne posledice na zdravlje ljudi ili životinja, gde se posebna pažnja mora obratiti na otkrivanje zoonotskih oboljenja i bolesti navedenih na nekadašnjoj listi A (prenosive bolesti koje mogu da se šire veoma intenzivno, bez obzira na državne granice, a od velikog su društveno-ekonomskog uticaja ili uticaja na zdravlje ljudi i koje imaju veliki značaj u međunarodnoj trgovini životinjama i proizvodima životinjskog porekla: slinavka i šap, bolest plavog jezika, klasična kuga svinja, visoko patogena influenza ptica...), a gde je moguće i u nekadašnjoj listi B (prenosive bolesti za koje se smatra da mogu biti od društveno-ekonomskog značaja i/ili značaja za zdravlje stanovništva unutar država i koje su značajne u međunarodnoj trgovini životinjama i proizvodima životinjskog porekla: antraks, besnilo, bruceloza, goveđa tuberkuloza...) Svetske organizacije za zdravlje životinja (OIE).

Antemortem inspekcija je vrlo značajna u otkrivanju bolesti koje se ne manifestuju patomorfološkim lezijama vidljivim golim okom i u identifikaciji životinja za koje se sumnja da sadrže rezidue veterinarskih lekova ili zabranjene supstance. Neki izveštaji i iskustva veterinarskih inspektora ukazuju da neki od zabranjenih promotera rasta proizvode prepoznatljive promene u sekundarnim seksualnim karakteristikama i promene u ponašanju (EFSA, 2004).

Postoji nekoliko faktora koji ograničavaju efektivnost *antemortem* inspekcije koja se danas zahteva. Problem predstavlja nespecifičnost i/ili promenljivost kliničkih znakova bolesti životinja (Berends i dr., 1993; FAO, 1994) ali je najvažnija činjenica da i ako životinje u/na sebi nose biološke hazarde, većina najznačajnijih hazarda za zdravlje ljudi ne izaziva kliničke znake bolesti u životinja („nevidljivi hazardi“). Takođe, radno okruženje/uslovi u klanici i veliki broj relativno zdravih životinja koje treba ispitati često odvrćaju pažnju inspektora i onemogućavaju detaljnu inspekciju životinja, odnosno često se dešava da se i životinje koje pokazuju znake bolesti ne otkriju (Harbers i dr., 1991; Berends i dr., 1993). Dalje, relativno je kratko vreme za pregled životinja u modernim klanicama sa brzim linijama klanja. Studije o *antemortem* inspekciji svinja (Harbers i dr., 1991, 1992) su ukazale da je stepen otkrivanja abnormalnosti niži kada se inspekcija sprovodi u klanici nego kada se sprovodi na farmi sa koje životinje potiču.

Postmortem inspekcija

Trupovi i iznutrice se odmah po klanju podvrgavaju *postmortem* inspekciji. Porebno je pregledati sve spoljašnje površine, uz minimalno manipulisanje trupovima i organima (EC, 2004b). Ponekad se obavljaju i dodatna ispitivanja delova trupa i iznutrica (palpacijom i incizijom), kao i laboratorijska ispitivanja ako je neophodno. To je važno u cilju dobijanja konačne dijagnoze ili u cilju otkrivanja postojanja oboljenja životinje, rezidua ili kontaminata u većoj količini u odnosu na propisane nivoe, kao i drugih faktora zbog čega može biti potrebno deklarirati da meso nije upotrebljivo za ljudsku ishranu ili je samo uslovno upotrebljivo (naročito u slučajevima kada je izvršeno prinudno klanje životinja). Posebnu pažnju treba obratiti na otkrivanje zoonotskih oboljenja i oboljenja navedenih na nekadašnjoj listi A OIE-a, a gde je moguće i na nekadašnjoj listi B OIE-a. Brzina linije klanja i broj lica koja vrše inspekciju mesa treba da budu adekvatni kako bi inspekcija bila urađena na kvalitetan način. Procedure *postmortem* inspekcije goveda, svinja i malih preživara su prikazane su u tabeli 1. Kada je reč o ži-

Tabela 1. Procedure *postmortem* inspekcije goveda, svinja i malih preživara
(EC, 2004b; Alonso i dr., 2011)

Table 1. Postmortem inspection procedures for cattle, pigs and small ruminants
(EC, 2004b; Alonso et al., 2011)

Organ ili sistem/ Organ or system	Deo organa ili sistema/ Part of organ or system	Goveda* /Cattle*		Svinje/Pigs		Mali preživari/ Small ruminants	
		Obavezno/ Obligatory	Opciono/ Optional	Obavezno/ Obligatory	Opciono/ Optional	Obavezno/ Obligatory	Opciono/ Optional
Glava/Head	Glava, usta, grlo itd./ Head, mouth, thro at etc.	V		V		V ¹	
	Retrofaringealni limfni čvorovi/ Retropharyngeal lymph nodes	I					V ¹
	Submaksilarni limfni čvorovi/ Submaxillary lymph nodes	I		I			
	Parotidni limfni čvorovi/ Parotid lymph nodes	I					
	Maseteri/Masseters	I					V ¹
	Jezik/Tongue	V + P		V			V ¹
Pluća/Lungs	Parenhim/Parenchyma	V + P + I ¹		V + P + I ¹		V + P	I
	Traheja/Trachea	V + I ¹		V + I ¹		V	I
	Veći bronhi/Major bronchi	I ¹		I ¹			
	Medijastinalni limfni čvorovi/ Mediastinal lymph nodes	I		P		P	I
	Bronhilajni limfni čvorovi/ Bronchial lymph nodes	I		P		P	I
Jednjak/Oesophagus	V		V		V	I	
Srce/Heart	Srce/Heart	V + I		V + I		V	I
	Perikardijum/Pericardium	V		V		V	
Dijafragma/Diaphragm	V		V		V		
Jetra/Liver	Parenhim/Parenchyma	V + P + I		V + P		V + P + I	
	Hepatični limfni čvorovi/ Hepatic lymph nodes	V + P		V + P		V + P	
	Pankreatični limfni čvorovi/ Pancreatic lymph nodes	V + P		V		V	
Gastrointe-stinalni trakt/ Gastrointe-stinal tract	Želudac i creva/ Stomach and intestines	V		V		V	
	Mezenterijum/Mesentery	V		V		V	
	Gastrični limfni čvorovi/ Gastric lymph nodes	V + P	I	V + P	I	V	
	Mezenterični limfni čvorovi/ Mesenteric lymph nodes	V + P	I	V + P	I	V	
Slezina/Spleen	V	P	V	P	V	P	
Bubrezi/Kidneys	Parenhim/Parenchyma	V	I	V	I	V	I
	Renalni limfni čvorovi/ Renal lymph nodes		I		I		I
Genitalni organi i vime/ Genitals and udder	Materica/Uterus	V		V		V	
	Vime/Udder	V + I ¹	P + I	V		V	
	Supramamarni limfni čvorovi/ Supramammary lymph nodes	V + I ¹	P + I	V + I ²		V	
Obraden trup/ Dressed carcass	Spoljašnja površina/ External surface	V		V		V	
	Pleura/Pleura	V		V		V	
	Peritoneum/Peritoneum	V		V		V	
	Umbilikalna regija/ Umbilical region			(V + P) ³	I ³	(V + P) ³	I ³
Zglobovi/Joints			(V + P) ³	I ³	(V + P) ³	I ³	

Legenda/Legend: *starija od 6 nedelja/older than 6 weeks; V–vizuelna inspekcija/visual inspection; P–palpacija/palpation; I–incizija/incision; ¹samo ako je namenjeno za ljudsku ishranu/only if intended for human consumption; ²samo kod krmača/only in sows; ³samo kod prasadi, jagnjadi, jaradi/only in piglets, lambs, kids.

vini, vizuelno se pregledaju sve spoljašnje i unutrašnje površine trupa i unutrašnji organi.

Kao i u slučaju *antemortem* inspekcije, prednosti *postmortem* inspekcije su uglavnom vezane za aspekte zdravlja i dobrobiti životinja. Smatra se da je *postmortem* inspekcija mesa jedna od najpodesnijih i najvažnijih tačaka u lancu hrane po pitanju kontrole bolesti životinja (Gracey i dr., 1999) jer je sposobna da detektuje makroskopske lezije izazvane sa mnogim hazardima za zdravlje životinja.

Iako klasična *postmortem* inspekcija mesa jeste sposobna da detektuje makroskopske lezije izazvane sa mikobakterijama, cisticercusima, kao i trihinelozu svinja posebnim laboratorijskim ispitivanjem, ovi aspekti su relevantni samo u regionima gde su navedeni hazardi/bolesti prisutni. Većina ovih bolesti zbog kojih su procedure inspekcije i razvijene, danas su iskorenjene u razvijenim zemljama ili se vrlo retko pojavljuju, naročito kod relativno mladih životinja koje se danas uglavnom kolju (Dwinger i dr., 2009). Dalje, niska osetljivost i objektivnost tradicionalne inspekcije mesa je ukazana od strane više autora (Dorny i dr., 2000; Geysen i dr., 2007; Bonde i dr., 2010; Alonso i dr., 2011). Kada *premortem* inspekcija kategoriše životinje kao zdrave, *postmortem* inspekcija može da otkrije samo petinu makroskopskih lezija koje su prisutne u manje od 1% životinja (Snijders i van Knapen, 2002). Većina stanja koja mogu da se detektuju ovim procedurama su estetske prirode i više od značaja za zdravlje životinja (na primer, pneumonija svinja ili paraziti jetre goveda); stoga ne predstavljaju ozbiljnu pretnju za zdravlje ljudi (Berends i dr., 1993; Blagojevic i dr., 2011b). Takođe, duže vremena postoji pitanje isplativosti aktuelne inspekcije mesa (Hathaway i McKenzie, 1989) i predlog da je inspekciju potrebno prilagoditi prevalenciji određenih bolesti u određenom regionu (Hathaway, 1993). Najznačajnija mana tradicionalne, organoleptičke inspekcije je njena nemogućnost da detektuje najznačajnije hazarde za javno zdravlje danas, koji se prenose putem mesa, poput netifoidnih *Salmonella*, termofilnih *Campylobacter*, verocitotoksičnih *Escherichia coli* i patogenih *Yersinia enterocolitica*, koje su često i prisutne u tonzilama, limfnim čvorovima i daleko najčešće u digestivnom traktu i klinički zdravih životinja (Edwards i dr., 1997; Sorensen i Petersen, 1999; Norrung i Buncic, 2008; Blagojevic i dr., 2011b; EFSA/ECDC, 2012). Ne samo što ih je nemoguće detektovati aktuelnom inspekcijom mesa, već dodatni problem može da predstavlja širenje tih istih patogena među različitim organima i trupovima posredstvom zakonski obaveznih manualnih tehnika – palpacija i/ili incizija (Pointon i dr., 2000; Nesbakken i dr., 2003).

EFSA koncept „inspekcije mesa zasnovane na oceni rizika“

Svi navedeni nedostaci tradicionalne inspekcije mesa su dobro prepoznati u razvijenim zemljama širom sveta, a naročito u EU, u kojoj su poslednjih godina pokrenute značajne aktivnosti u cilju modernizacije sistema inspekcije mesa na klanici ili i drugim fazama u lancu mesa, kao i potpuno baziranje ove strategije u upravljanju rizikom na oceni rizika. Evropska komisija je zatražila naučno mišljenje od Evropske agencije za bezbednost hrane (EFSA) da se na EU nivou:

1. izvrši identifikacija hazarda (bioloških i hemijskih) i rangiranje odnosnih rizika za javno zdravlje kako bi se inspekcija mesa ubuduće prvenstveno bavila hazardima višeg rizika;
2. ocene prednosti i nedostaci aktuelne inspekcije mesa i preporuče mogući alternativni metodi (ovo uključuje i razmatranje uticaja predloženih promena na zdravlje i dobrobit životinja);
3. ukoliko identifikacija i rangiranje glavnih rizika za javno zdravlje ukažu na „nove“ hazarde koji ne mogu da se kontrolišu aktuelnom inspekcijom (npr. netifoidne *Salmonella* spp. i termofilne *Campylobacter* spp. među biološkim hazardima), preporuče metode inspekcije koje će kontrolisati te hazarde;
4. preporuče adaptacije metoda inspekcije i/ili frekvencije inspekcije, ukoliko oni koji upravljaju rizicima (menadžeri rizika) smatraju da aktuelne metode inspekcije mesa nisu adekvatne („u skladu sa rizikom“).

Naučni paneli EFSA za biološke hazarde, za zdravlje i dobrobit životinja i za kontaminante hrane su do sada već predložili nove sisteme inspekcije mesa svinja i živine (EFSA, 2011, 2012), dok se mišljenja o modernizovanoj inspekciji ostalih vrsta životinja za klanje (goveda, mali preživari, kopitari i gajena divljač) očekuju tokom 2013. godine.

Kada je reč o biološkim hazardima, Naučni panel za biološke hazarde ima ulogu da izvrši identifikaciju i kvalitativno rangiranje bioloških hazarda vezanih za određene vrste životinja, da oceni prednosti i nedostatke aktuelnog sistema inspekcije mesa uključujući i alternative aktuelnim metodima i da potom predloži generički okvir inspekcije/kontrole najrelevantnijih hazarda (koji predstavljaju povišen rizik) koji nisu „pokriveni“ aktuelnim sistemom. Kvalitativno rangiranje identifikovanih hazarda na nivou EU se vrši na osnovu: 1. incidencije bolesti u ljudi izazvanih datim hazardom; 2. težine (posledica) odnosne

bolesti u ljudi; 3. relativnog doprinosa date vrste životinja (mesa) ukupnim slučajevima bolesti izazvane datim hazardom (*source attribution*); i 4. prevalencije datog hazarda na ohlađenim trupovima u klanici. Prema do danas objavljenim naučnim mišljenjima, rangiranje rizika od bioloških hazarda koji su vezani za svinje je ukazalo da *Salmonella* predstavlja visok rizik, a *Yersinia enterocolitica*, *Trichinella* i *Toxoplasma* predstavljaju srednji rizik (EFSA, 2011); od bioloških hazarda koji su vezani za živinu ukazano je da *Salmonella* i *Campylobacter* predstavljaju visok rizik, a srednji rizik predstavlja *Escherichia coli* koja nosi ESBL/AmpC gen (EFSA, 2012). Treba imati na umu da se navedeni rezultati rangiranja rizika od hazarda odnose na EU kao celinu i na vremenski okvir iz kog su podaci koji su korišćeni u rangiranju. Neophodno je periodično ponovo rangirati hazarde/odnosne rizike, ali i izvršiti posebna rangiranja za određene regione/države jer se epidemiološka situacija često bitno razlikuje među njima.

Koncept sistema „osiguranja bezbednosti mesa“

Kao što je prethodno navedeno, „inspekcija mesa zasnovana na oceni rizika“ podrazumeva njeno fokusiranje na najrelevantnije hazarde za javno zdravlje koji se prenose na ljude konzumacijom mesa, ali da bi njen efekat bio merljiv, neophodno je postaviti određene ciljeve (zadaci performanse) u pogledu tih hazarda u/na ohlađenim trupovima u klanici. Kako bi se ispunili ovi ciljevi, odnosno hazardi kontrolisali, predložen je sistem „osiguranja bezbednosti mesa“ koji na longitudinalan i integrisan način kombinuje niz preventivnih i kontrolnih mera na nivou farme i na nivou klanice (EFSA, 2011, 2012).

U ovom sistemu, pažnja se usmerava na rizičnu kategorizaciju životinja na one višeg rizika („sumnjive“) i one nižeg rizika („nisu sumnjive“) pre klanja zasnovano prvenstveno na informacijama iz lanca hrane. Životinje nižeg rizika su one koje potiču iz integrisanih proizvodnih sistema (farme sa sistemima kontrole kvaliteta i potpune sledljivosti), koje su bile uključene u dijagnostičke programe i obuhvaćene sistematskim kontrolnim merama u odnosu na najznačajnije hazarde, dok su životinje višeg rizika one za koje se ne raspolaze FCI podacima (EFSA, 2004). Dalje, prilikom *antemortem* inspekcije na klanici, obavljenu inicijalnu rizičnu kategorizaciju životinja treba ponovo proveriti u svetlu dobijenih dodatnih nalaza. U slučajevima kada životinje koje su inicijalno kategorizovane u niskorizičnu grupu (na osnovu FCI) pokazuju na *antemortem* pregledu bilo kakve abnormalnosti koje su potencijalno relevantne za jav-

no zdravlje, treba da se premeste u visokorizičnu kategoriju. Dodatno, rizičnu kategorizaciju životinja je moguće upotpuniti/unaprediti i epidemiološkim podacima, rezultatima laboratorijskih testova na stepen prisustva „nevidljivih“ hazarda na farmama porekla, ali i na osnovu nekih hematoloških parametara poput koncentracije proteina akutne faze (*Tourlomoussis i dr.*, 2004; *Blagojevic i dr.*, 2011b). Kada su u pitanju preživari, ocena vizuelne čistoće kože takođe predstavlja važan element u njihovoj rizičnoj kategorizaciji pre klanja (*Antic i dr.*, 2010; *Blagojevic i dr.*, 2012). Svrha rizične kategorizacije životinja pre klanja je da se sa određenim kategorijama životinja postupa u skladu sa nivoom rizika na koji odabrani indikatori ukazuju. Tako je moguće:

1. sprovesti logističko klanje – životinje nižeg rizika se kolju pre životinja višeg rizika na istim klanicama, ili se kolju na odvojenim klanicama ako je to moguće;
2. podesiti pre- i postmortalni pregled – rutinski, pojednostavljen pregled niskorizičnih i detaljniji pregled sa dodatnim ispitivanjima životinja višeg rizika;
3. podesiti proces linije klanja i obrade – rutinski proces za niskorizične i usporen proces sa pojačanom higijenom i/ili dodatnim strategijama za dodatno snižavanje rizika za rizičnije životinje.

U okviru koncepta različitog postupanja sa različitim rizičnim kategorijama životinja, veoma je značajno da se, što je moguće ranije (normalno, pre njihovog transporta sa farme na klanicu), odredi u koje klanice će životinje biti upućene na klanje na osnovu rizične kategorizacije klanica. Rizična kategorizacija klanica se u ovom momentu obavlja na osnovu kriterijuma procesne higijene (*EC*, 2005). Međutim i ovaj deo EU legislativne je bio predmet kritika (*Blagojevic i dr.*, 2011a), pre svega zato što su ovi kriterijumi vezani samo za finalni proizvod (obrađen trup) a ne uzimaju u obzir inicijalnu kontaminaciju živih životinja, pa stoga nisu adekvatni u oceni performansi procesne higijene klanica. Dodatno, ukazano je i na nedovoljnu osetljivost u kategorisanju klanica na osnovu kriterijuma procesne higijene (prihvatljiva, marginalna ili neprihvatljiva kategorija), a i već duže vremena se neefikasnim smatra kategorizacija higijene procesa na osnovu određivanja prisustva patogena na finalnom proizvodu (*Koutsoumanis i Sofos*, 2004). Centralno mesto u predloženom sistemu osiguranja bezbednosti mesa treba da zauzme menadžer rizika koji će se prvenstveno baviti analizom FCI i balansiranjem između rizičnih kategorija životinja i rizičnih kategorija klanica u kojima se te životinje kolju (npr.

niskorizične klanice primaju/obrađuju višerizične kategorije životinja), ali i odlučivanjem o dodatnim procesnim i tehnološkim kontrolama u slučajevima „situacija povišenog rizika“ (npr. kada se životinje višeg rizika kolju u klanicama sa lošijom procesnom higijenom). Ovo podrazumeva dekontaminaciju finalnih trupova (prvenstveno u cilju kontrole bakterijskih enteričnih patogena), smrzavanje mesa (u cilju kontrole intramuskularnih parazitskih hazarda), ali i druge tretmane kako bi se ispunili zadaci performanse u pogledu finalnih trupova. Menadžeri rizika u predloženoj okviru osiguranja bezbednosti mesa će biti imenovani i njih, kao i sve ostale uključene u predloženi okvir osiguranja bezbednosti mesa očekuje odgovarajuća obuka.

Konačno, u pogledu preporučenih adaptacija metoda aktuelne inspekcije mesa, palpacije i incizije kao tehnike sadašnje postmortalne inspekcije mesa bi trebalo da budu izostavljene jer je ocenjeno da je rizik od unakrsne kontaminacije mikrobiološkim hazardima poput *Salmonella* viši nego rizik vezan za hazarde koji izazivaju lezije koje mogu da se detektuju ovim tehnikama. Takođe, i mnogobrojne studije su pokazale da je i samo detaljna vizuelna inspekcija dovoljna za osiguranje bezbednosti mesa trupova u uslovima razvijenih zemalja (*Mousing i dr.*, 1997; *Hill i dr.*, 2013). Korišćenje palpacije i incizije treba da bude ograničeno samo na sumnjive životinje identifikovane pomoću FCI/*antemortem* inspekcije ili ako je neka abnormalnost detektovana vizuelnom postmortalnom inspekcijom; ove manuelne tehnike ako su neophodne treba primeniti odvojeno od linije klanja životinja i obrade trupova. Takođe, eliminacija estetskih abnormalnosti ili onih vezanih za kvalitet mesa treba da se obavlja sistemom osiguranja kvaliteta mesa, a ne oficijelnom inspekcijom mesa.

Zaključak

Činjenica je da se, od ustanovljavanja sistema inspekcije mesa pa do danas, priroda problema u veterinarskom javnom zdravstvu bitno promenila i da se tradicionalna inspekcija više ne smatra adekvatnom u zaštiti zdravlja ljudi – iako se i dalje smatra korisnom sa gledišta zaštite zdravlja i dobrobiti životinja. U budućnosti, glavne napore i resurse treba uložiti da se istovremeno i efikasno kontrolišu alimentarni hazardi za koje se oceni da predstavljaju značajan rizik za zdravlje ljudi koji konzumiraju meso, kao i na strategije koje zaista obezbeđuju značajnu redukciju tih rizika. Jedno od ključnih nastojanja u modernizaciji sistema inspekcije mesa je upravo usmereno ka analizi informacija iz lanca hrane vezanih za životinje pre klanja, kako bi se donela odluka da li je moguće/potrebno primeniti jednostavnije ili detaljnije (uključujući dodatno laboratorijsko testiranje) postmortalno ispitivanje. FCI bi trebalo da budu razvijene/korišćene da bi se razlikovale rizične grupe životinja u pogledu hazarda za koje se oceni da predstavljaju povišen rizik. Takođe, potrebno je diferencirati kapacitete klanica u redukciji rizika od relevantnih hazarda. U cilju uspešnog upravljanja rizicima po bezbednost mesa finalnih trupova u klanici, neophodno je primeniti širi sistem kontrole koji će na longitudinalan i integrisan način kombinovati niz preventivnih i kontrolnih mera i na nivou farme i na nivou klanice. Naučna mišljenja EFSA o modernizaciji inspekcije mesa sa preporučenim promenama će se razmatrati od strane Evropske komisije – ukoliko budu usvojena, naredni korak podrazumeva promenu važeće legislative u EU.

Literatura

- Alban L., Vilstrup C., Steenberg B., Jensen H. E., Aalbæk B., Thune-Stephensen F., Jensen S., 2008.** Assessment of the risk for humans associated with Supply Chain Meat Inspection – The Danish way. Danish Veterinary and Food Administration/Danish Meat Association, 1–55. http://www.lf.dk/Aktuelt/Publikationer/~media/lf/Aktuelt/Publikationer/Svinekod/Modernisation%20of%20Meat%20Inspection_DK.ashx.
- Alonso S., Dadios N., Gregory N., Stark K., Nigsch A., Blagojević B., 2011.** Outcomes and value of current ante and post-mortem meat inspection tasks including green offal inspection activities. Project MC1003 report, Food Standards Agency, London, UK. http://www.foodbase.org.uk/results.php?f_report_id=703.
- Antić D., Blagojević B., Ducic M., Nastasijević I., Mitrović R., Buncić S., 2010.** Distribution of microflora on cattle hides and its transmission to meat via direct contact. *Food Control* 21, 7, 1025–1029.
- Berends B. R., Snijders J. M. A., van Logtestijn J. G., 1993.** Efficacy of current meat inspection procedures and some proposed revisions with respect to microbiological food safety: a critical review. *Veterinary Record* 133, 17, 411–415.
- Berends B. R., van Knapen F., Snijders J. M. A., 1996.** Suggestions for the construction, analysis and use of descriptive epidemiological models for the modernization of meat inspection. *International Journal of Food Microbiology* 30, 1–2, 27–36.

- Blagojevic B., Antic D., Ducic M., Buncic S., 2011a.** Ratio between carcass- and skin-microflora as an abattoir process hygiene indicator. *Food Control*, 22, 2, 186–190.
- Blagojevic B., Antic D., Ducic M., Buncic S., 2011b.** A study of Haptoglobin levels in groups of cattle and pigs with and without abnormalities at meat inspection. *Foodborne Pathogens and Disease* 8, 10, 1119–1124.
- Blagojevic B., Antic D., Ducic M., Buncic S., 2012.** Visual cleanliness scores of cattle at slaughter and microbial loads on the hides and the carcasses. *Veterinary Record* 170, 22, 563.
- Blaht T., Meemken D., Dickhaus C. P., Klein G., 2007.** Proposals for designing the food chain information for the implementation of the risk-oriented ante- and post-mortem meat inspection. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* 114, 8, 309–316.
- Bonde M., Toft N., Thomsen P. T., Sorensen J. T., 2010.** Evaluation of sensitivity and specificity of routine meat inspection of Danish slaughter pigs using Latent Class Analysis. *Preventive Veterinary Medicine* 94, 3–4, 165–169.
- Dorny P., Vercammen F., Brandt J., Vansteenkiste W., Berkvens D., Geerts S., 2000.** Sero epidemiological study of *Taenia saginata* cysticercosis in Belgian cattle. *Veterinary parasitology* 89, 1–2, 63–69.
- Dwinger R. H., Golden T. E., Hatakka M., Chalut T., 2009.** Regulations on Meat Hygiene and Safety in the European Union. In: Toldra F. (Ed.) *Safety of Meat and Processed Meat*. Springer, New York, USA, 631–647.
- EC, 2004a.** Regulation (EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 laying down specific hygiene rules for food of animal origin. *Official Journal of the European Union* L139, 55–205.
- EC, 2004b.** Regulation (EC) No 854/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 laying down specific rules for the organisation of official controls on products of animal origin intended for human consumption. *Official Journal of the European Union* L139, 206–320.
- EC, 2005.** Commission Regulation (EC) No 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs. *Official Journal of the European Union* L338, 1–26.
- Edwards D. S., Johnston A. M., Mead G. C., 1997.** Meat inspection: an overview of present practices and future trends. *The Veterinary Journal* 154, 2, 135–147.
- EFSA, 2004.** Opinion of the Scientific Panel on Biological Hazards on Revision of meat inspection for beef raised in Integrated Production Systems. *EFSA Journal* 2, 141, 1–55. <http://www.efsa.europa.eu/en/scdocs/doc/141.pdf>.
- EFSA, 2011.** Scientific Opinion on the public health hazards to be covered by inspection of meat from swine. *EFSA Journal* 9, 2351, 1–198. <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/2351.pdf>.
- EFSA, 2012.** Scientific Opinion on the public health hazards to be covered by inspection of meat from poultry. *EFSA Journal* 10, 2741, 1–179. <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/2741.pdf>.
- EFSA/ECDC, 2012.** The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Foodborne Outbreaks in 2010. *EFSA Journal* 10, 2597, 1–442. <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/2597.pdf>.
- FAO, 1994.** Manual on meat inspection for developing countries. *FAO animal production and health paper* 119, Rome, 1–388. <http://www.fao.org/docrep/003/t0756e/t0756e00.htm>
- Geysen D., Kanobana K., Victor B., Rodriguez-Hidalgo R., de Borchgrave J., Brandt J., Dorny P., 2007.** Validation of meat inspection results for *Taenia saginata* cysticercosis by PCR–restriction fragment length polymorphism. *Journal of Food Protection* 70, 1, 236–240.
- Gracey J. F., Collins D. S., Huey R. J., 1999.** Meat hygiene, 10th Edition. W. B. Saunders Company Ltd, London, 1–758.
- Harbers A. H. M., Smeets J. F., Snijders J. M. A., 1991.** Predictability of post mortem abnormalities in shipments of slaughter pigs as an aid for meat inspection. *Veterinary Quarterly*, 13, 2, 74–80.
- Harbers A. H. M., Elbers A. R. W., Geelen A. J., Rambags P. G. M., Snijders J. M. A., 1992.** Preselection of finishing pigs on the farm as an aid for meat inspection. *Veterinary Quarterly* 14, 2, 46–50.
- Hathaway S. C., McKenzie A. I., 1989.** Impact of ovine meat inspection systems on processing and production costs. *Veterinary Record* 124, 8, 189–193.
- Hathaway S. C., 1993.** Risk analysis and meat hygiene. *Revue Scientifique et Technique* 12, 4, 1265–1290.
- Hill A., Brouwer A., Donaldson N., Lambton S., Buncic S., Griffiths I., 2013.** A risk and benefit assessment for visual-only meat inspection of indoor and outdoor pigs in the United Kingdom. *Food Control* 30, 1, 255–264.
- Koutsoumanis K., Sofos J. N., 2004.** Microbial contamination, in: *Encyclopaedia of Meat Sciences*, Vol. 2. Jensen W.K., Devine C., Dikeman M (Edited). Elsevier, Oxford, pp. 727–737.
- Mousing J., Kyrval J., Jensen T. K., Aalbæk, Buttenschon J., Svensmark B., Willeberg P., 1997.** Meat safety consequences of implementing visual postmortem meat inspection procedures in Danish slaughter pigs. *The Veterinary Record* 140, 18, 472–477.
- Nesbakken T., Eckner K., Hoidal H. K., Rotterud O. J., 2003.** Occurrence of *Yersinia enterocolitica* and *Campylobacter* spp. in slaughter pigs and consequences for meat inspection, slaughtering, and dressing procedures. *International Journal of Food Microbiology* 80, 3, 231–240.
- Norrung B., Buncic S., 2008.** Microbial safety of meat in the European Union. *Meat Science*, 78, 1–2, 14–24.
- Pointon A. M., Hamilton D., Kolega V., Hathaway S., 2000.** Risk assessment of organoleptic postmortem inspection procedures for pigs. *Veterinary Record* 146, 5, 124–131.
- RS, 2010.** Pravilnik o načinu i postupku sprovođenja službene kontrole hrane životinjskog porekla i načinu vršenja službene kontrole životinja pre i posle njihovog klanja. Službeni glasnik Republike Srbije, broj 99/10, 1–13. <http://www.mpt.gov.rs/postavljen/125/4827010.0064.74-1.pdf>.
- Snijders J. M. A., van Knapen F., 2002.** Prevention of human diseases by an integrated quality control system. *Live-stock Production Science*, 76, 3, 203–206.
- Sorensen F., Petersen J. V., 1999.** Survey of numbers and types of lesions detectable in pig heads and the implications for human and animal health. *Veterinary Record*, 145, 9, 256–258.
- Tourlomoussis P., Eckersall P. D., Waterson M. M., Buncic S., 2004.** A comparison of acute phase protein measurements and meat inspection findings in cattle. *Foodborne Pathogens and Disease*, 1, 4, 281–290.
- Webber J. J., Dobrenov B., Lloyd J., Jordand D., 2012.** Meat inspection in the Australian red-meat industries: past, present and future. *Australian Veterinary Journal*, 90, 9, 363–369.

The traditional meat inspection system – strenghts, weaknesses and intention for modernisation

Blagojević Bojan, Antić Dragan

S u m m a r y: The system of traditional meat inspection was developed in the mid nineteenth century to detect zoonotic diseases in animals that posed the highest risk for meat consumers. Although the nature of veterinary public health problems has significantly changed over time, this system practically remained the same until today. Consequently, concerns have been expressed that current meat inspection can no longer be considered adequate to protect the public's health. Weaknesses of the current meat inspection are well recognized in developed countries and particularly in the European Union, where significant actions have been initiated recently – in order to modernize meat inspection to be risk-based. The European Commission asked the European Food Safety Agency (EFSA) to deliver scientific opinions regarding modernization of meat inspection. So far, published scientific opinions – related to pig and poultry meat inspection – stressed the need for transformation of traditional meat inspection into the wider, longitudinal and integrated system – “meat safety assurance”. If approved by the European Commission, these opinions will be a scientific basis for adoption of new legislation in respect of meat inspection in the European Union.

Key words: *meat inspection, risk assessment, meat safety assurance.*

Rad primljen: 31.10.2012.

Rad ispravljen: 14.11.2012.

Rad prihvaćen: 19.11.2012.

Uticaj vakuum pakovanja na mikrobiološki status i senzorska svojstva svežeg junećeg mesa

Baltić Tatjana¹, Borović Branka¹, Spirić Danko¹, Parunović Nenad¹, Karan Dragica¹, Mitrović Radmila¹, Radičević Tatjana¹

S a d r Ź a j: Način pakovanja u znatnoj meri može uticati na održivost svežeg mesa, a samim tim i na mikrobiološki status i senzorska svojstva upakovanog proizvoda. Na našim prostorima, u svrhu produženja održivosti, najčešće se koriste pakovanja u vakuumu i u modifikovanoj atmosferi. Vakuum pakovanje potencira rast fakultativno anaerobne mikroflore, uključujući bakterije mlečne kiseline, bakterije iz familije Enterobacteriaceae i Brochothrix thermosphacta, kao dokazanih uzročnika kvara svežeg mesa. Vakuum pakovanje povoljno utiče na sočnost, mekoću, ukus, kao i zrenje mesa, a nepovoljno na boju mesa. Cilj ovog rada bilo je ispitivanje mikrobiološkog statusa i senzorskih svojstava vakuum upakovanog svežeg junećeg mesa. Uzorci juneće rozbratne umotane u streč foliju i sveže juneće rozbratne upakovane u vakuumu, čuvani su u strogo kontrolisanim uslovima pri temperaturi od 0–4°C. Mikrobiološka i senzorska ispitivanja rađena su 1, 7, 14, 21. i 28. dana ispitivanja, u tri odvojena ciklusa. Mikrobiološka ispitivanja obuhvatala su: određivanje prisustva mikroorganizama indikatora higijene i mikroorganizama kvara mesa (ukupan broj aerobnih mezofilnih i psihrofilnih bakterija, ukupan broj bakterija iz familije Enterobacteriaceae, ukupan broj bakterija mlečne kiseline i Brochothrix thermosphacta) kao i patogenih mikroorganizama (Salmonella vrste, koagulaza pozitivne stafilokoke, sulfitoredujuće bakterije, E. coli i Listeria monocytogenes). Senzorska svojstva ispitivana su pomoću kvantitativno-deskriptivnog testa, na skali intenziteta od 1 do 5, a ispitivane su sledeće osobine: izgled mesa, boja mesa po površini, boja mesa na preseku, struktura, tekstura, miris svežeg mesa, miris posle probe kuvanja, ukus posle probe kuvanja i ukus posle probe pečenja. Senzorskim ispitivanjima, kvar mesa, u prvom ciklusu, utvrđen je 21. dana, a u trećem 28. dana, kada su i mikrobiološki rezultati ukazivali na kvar mesa. U drugom ciklusu, kvar mesa utvrđen je 14. dana, iako mikrobiološki rezultati nisu ukazivali na kvar.

Ključne reči: sveže juneće meso, vakuum pakovanje, mikrobiološki status, senzorska ocena.

Uvod

Zbog specifičnog fizičko-hemijskog sastava, meso je jedna od najkvarljivijih namirnica. Za industriju mesa, maloprodajne lance i potrošače, kvar svežeg mesa predstavlja ekonomskogubitak koji može da iznosi i preko 40% (Sperber, 2010). Na dužinu održivosti svežeg mesa, odnosno brzinu kvara utiču fiziološki status životinja pre klanja, kontaminacija za vreme klanja i rasecanja trupova, pH vrednost mesa, sastav i tekstura mesa, način i vrsta pakovanja, temperatura i drugi ambijentalni uslovi čuvanja za vreme distribucije (Ercolinii dr., 2006; Li i dr., 2006; Nychasi dr., 2008).

Uzroci nastanka kvara mesa su rast i razmnožavanje mikroorganizama kvara, oksidacija lipida i/ili oksidacija mioglobina, usled kojih dolazi do stvaranja neprijatnog mirisa i ukusa, gasova, produkcije

sluzi ili promene boje mesa. Kritičan faktor pri određivanju dužine održivosti svežeg mesa je inicijalna bakterijska kontaminacija neposredno nakon klanja. Meso zdravih životinja u dubljim slojevima, po pravilu, je sterilno (Petäjä-Kanninen i Puolanne, 2007; Talon i dr., 2004), a kontaminacija mesa nastaje, uglavnom, tokom klanja i povećava se u toku prerade.

Rasecanjem i daljom obradom trupova povećavaju se slobodne površine, a voda i hranljive materije postaju dostupnije mikroorganizmima, pa se mikroorganizmi prenose sa površine na ostale delove trupa (Doyle, 2007). Sveže meso, dobijeno na higijensku način, odmah nakon klanja, sadrži manje od 10⁴ mikroorganizama po cm² površine (Prändl i dr., 1988). Na površini govedih trupova nakon klanja, može se naći od 10¹ do 10⁷ cfu/cm², uglavnom psihrotrofnih bakterija (Doyle, 2007).

Napomena: Rezultati su deo istraživačkog projekta Ev. br. III 46009, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

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

Autor za kontakt: Baltić Tatjana, tanja@inmesbgd.com

Da bi se očuvao kvalitet i produžila održivosti mesa, sve veća pažnja se poklanja načinu pakovanja. Za pakovanje svežeg mesa i proizvoda od mesa, na našem tržištu, najčešće se koriste pakovanja u vakuumu i u modifikovanoj atmosferi (MAP). Vakuum pakovanje je način pakovanja kojim se uklanja vazduh, odnosno kiseonik, iz pakovanja pre njegovog zatvaranja. Da bi se izbeglo zaostajanje vazduha u ambalaži preporučuje se upotreba termoskupljajućih barijernih folija. Uspešnost pakovanja u vakuumu zavisi od početnog mikrobiološkog i tehnološkog kvaliteta proizvoda, kao i od primene adekvatnih temperatura skladištenja. Takođe, ambalažni materijal treba da ima dobre fizičko-mehaničke i barijerne karakteristike, uz pravilno, hermetično formiranje i zatvaranje ambalaže (Šakota i dr., 2002; Robertson, 2006).

Preživljavanje i rast mikroorganizama kvara, u velikoj meri, zavise od sastava gasova u pakovanju (Doulgeraki i dr., 2012). Poznato je da skladištenje mesa u aerobnim uslovima može da ubrza kvar usled brzog rasta *Pseudomonas* vrsta, dok vakuum i MAP pakovanje favorizuju dominaciju fakultativno anaerobne populacije, uključujući bakterije mlečne kiseline i *Brochothrix thermosphacta* (Enfors i dr., 1979; Lambropoulou dr., 1996).

Unutar vakuum pakovanja, rezidualni kiseonik se koristi za tkivnu respiraciju i zamenjuje CO₂, zbog čega dolazi do inhibicije rasta *Pseudomonas*, *Acinetobacter* i *Moraxella* vrsta i produženja održivosti proizvoda. Ove aerobne bakterije troše sav rezidualni kiseonik, a kao posledica toga dolazi do rasta *Brochothrix thermosphacta* i bakterija iz familije *Enterobacteriaceae*, kao fakultativnih anaeroba. Na kraju dolazi do rasta gram pozitivnih bakterija, odnosno bakterija mlečne kiseline.

Enterobakterije iz rodova *Serratia*, *Enterobacter*, *Pantonea*, *Klebsiella*, *Proteus* i *Hafnia* često doprinose kvaru mesa (Nychasi dr., 1998), kao i kvaru vakuum upakovanog mesa.

Bakterije mlečne kiseline su važan kompetitor drugim bakterijama kvara u vakuumu ili modifikovanoj atmosferi (Nychas i Scandamis, 2005). Bakterije mlečne kiseline, kao slabi proteoliti, ne proizvode velike količine amina i sulfita i promene koje nastaju u mesu usled njihovog rasta nisu toliko drastične. *Clostridium* vrste u vakuum upakovanom svežem mesu mogu dovesti do obimnog stvaranja gasa (*blown pack*) (Adami dr., 2010) i veoma neprijatnog mirisa.

Vakuum pakovanje povoljno utiče na senzorska svojstva mesa: sočnost, mekoću, ukus, kao i zrenje mesa. Vakuum pakovanje se smatra nepodobnim za crvena mesa namenjena maloprodaji, jer u atmosferi sa smanjenim sadržajem kiseonika, nastaje deoksimi-

oglobin, usled čega meso dobija plavo-ljubičastu boju i postaje neprihvatljivo za potrošača (Gill, 1996).

Cilj ovog rada bilo je ispitivanje mikrobiološkog statusa i senzorskih svojstava neupakovane sveže juneće rozbratne i sveže juneće rozbratne upakovane u vakuumu.

Materijal i metode

Uzorci neupakovanog svežeg junećeg mesa – rozbratne (*m. longissimus dorsi pars thoracis*) i sveže juneće rozbratne sa kostima, upakovani u vakuumu, za potrebe eksperimenta, proizvedeni su u industrijskom objektu za preradu mesa. Nakon klanja i rasecanja mesa, uzorci sveže juneće rozbratne upakovani su u uređaju za vakuumiranje – *Webomatic*, sa ručnim preklapanjem komore za evakuaciju vazduha. Za pakovanje su korišćene kese S TIP HB-X (Spektar), od biaksijalno orijentisanog višeslojnog filma, dimenzija 200×300mm i debljine 100 mikrona sa 7 slojeva WVTR (*Water Vapour Transmission Rate* – 6 jedinica, određena prema ASTM E96-00; *Oxygen Transmission Rate* – 8 jedinica, određena prema ASTM D-3985-95). Temperatura kupatila za potapanje bila je 88°C, a vreme potapanja 2 sekunde. Kao kontrola, korišćeni su uzorci neupakovane juneće rozbratne omotane i zaštićene streč folijom. Uzorci su u hladnom lancu transportovani u maloprodajni objekat i čuvani u rashladnim vitrinama, sa veštačkim osvetljenjem, pri temperaturi 0–2°C, u realnim uslovima maloprodajnog objekta. Po završetku radnog vremena uzorci su čuvani u skladištu pri temperaturi 0–4°C. Uzorci su, u hladnom lancu, dostavljani u laboratoriju Instituta, gde su izvršena mikrobiološka i senzorska ispitivanja 1, 7, 14, 21. i 28. dana. Navedena ispitivanja rađena su u tri vremenski odvojena ciklusa.

Mikrobiološka ispitivanja

Mikrobiološka ispitivanja rađena su prema važećim ISO ili SRPS ISO metodama i to:

- ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija određivan je metodom SRPS ISO 4833:2008 (PCA, Merck);
- broj psihrofilnih bakterija određivan je metodom BS ISO 17410: 2001 (PCA, Merck);
- broj sulfitoredukujućih bakterija određivan je metodom SRPS ISO 15213: 2011 (Sulphite iron agar, Merck);
- broj bakterija iz familije *Enterobacteriaceae* određivan je metodom SRPS ISO 21528-2:2009 (VRBG, Merck);

- e) prisustvo *Salmonella spp.* određivan je metodom SRPS ISO 6579:2008 (BPW, MKTTn, RVS, XLD, Merck);
- f) broj *E. coli* određivan je metodom SRPS ISO 16649-2:2008 (TBX, Oxoid);
- g) broj bakterija mlečne kiseline određivan je prema metodi ISO 15214:1998 (MRS, Merck);
- h) broj koagulaza pozitivnih stafilokoka određivan je metodom SRPS EN ISO 6888-1:2009 (ETGP, Merck);
- i) broj *Brochothrix thermosphacta* određivan je metodom ISO 13722:1999 (STAA agar, Oxoid);
- j) broj *Listeria monocytogenes* određivan je metodom SRPS EN ISO 11290:2010 (Fraser broth base, Palcam agar, Oxoid).

Senzorska ispitivanja

Senzorska ispitivanja rađena su pomoću kvantitativnog deskriptivnog testa (SRPS ISO 6658, 2002), na numeričko-deskriptivnoj skali prikazanoj u tabeli 1, sa ocenama od 1 do 5. Ocenjena su sledeća senzorska svojstva: izgled mesa, boja mesa po površini, boja mesa na preseku, struktura, tekstura, miris svežeg mesa, miris posle probe kuvanja, ukus posle probe kuvanja i ukus posle probe pečenja. Grupa od šest ocenjivača činila je panel za ocenu senzorskih svojstava ispitivanih uzoraka rozbratni. Ocenjivačima su prethodno testirana čula pomoću testa za utvrđivanje osećaja ukusa (SRPS ISO 3972, 2002) i testa za obuku ocenjivača u otkrivanju i prepoznavanju mirisa (SRPS ISO 5496, 2002).

Tabela 1. Kvantitativno-deskriptivna skala za ocenu ispitivanih senzorskih osobina

Table 1. Quantitative descriptive scale for assessing sensory properties studied

Brojčana ocena/ Numerical grades	Nivo kvaliteta/ Levels of quality
5	izuzetno prihvatljiva/ <i>exceptionally acceptable</i>
4	veoma prihvatljiva/ <i>very acceptable</i>
3	prihvatljiva/ <i>acceptable</i>
2	na granici prihvatljivosti/ <i>low acceptable</i>
1	neprihvatljiva/ <i>non acceptable</i>

Statistička analiza

Za statističku obradu rezultata korišćen je softver *Microsoft Office Excel 2003* i njegov standardni dodatak *Data Analysis ToolPak*. Rezultati mikrobioloških ispitivanja prikazani su kao srednja vrednost pet jedinica jednog uzorka za svako ispitivanje. Rezultati senzorskih ispitivanja prikazani su kao srednja vrednost \pm standardna devijacija.

Rezultati i diskusija

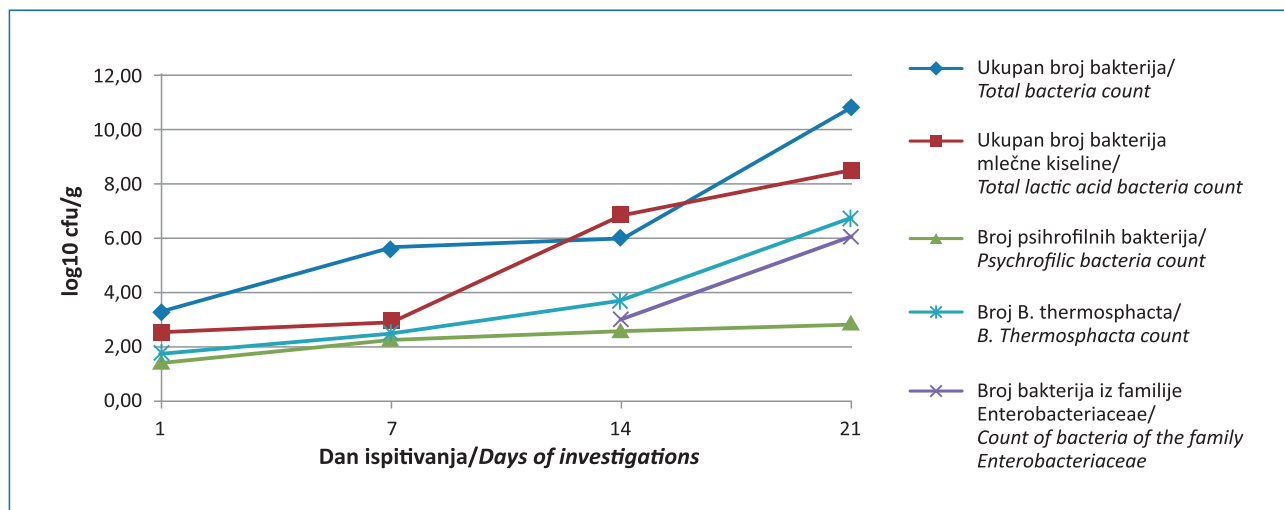
Mikrobiološka ispitivanja

Rezultati mikrobioloških ispitivanja sveže juneće rozbratne upakovane u vakuumu prikazani su na grafikonima 1, 2 i 3, za sva tri ciklusa.

Mikrobiološka ispitivanja sveže neupakovane juneće rozbratne i sveže juneće rozbratne upakovane u vakuumu, rađena su zaključno sa danom kada je utvrđen kvar mesa.

Ukupan broj bakterija u vakuum upakovanoj svežoj junećoj rozbratni, prvog dana ispitivanja, u 1, 2. i 3. ciklusu bio je $3,26 \log_{10}$, $2,90 \log_{10}$ odnosno $3,00 \log_{10}$ cfu/g. Kod sveže neupakovane juneće rozbratne ukupan broj bakterija u 1, 2. i 3. ciklusu ispitivanja bio je $4,00 \log_{10}$, $2,95 \log_{10}$, odnosno $3,00 \log_{10}$ cfu/g. Prikazane vrednosti ukazuju da je meso dobijeno na higijenski način, jer su vrednosti ukupnog broja bakterija bile do $4 \log_{10}$ cfu/g, što je u skladu sa navodima *Prändla i dr.* (1988). Broj bakterija mlečne kiseline prvog dana ispitivanja, u 1., 2. i 3. ciklusu, kod vakuum upakovane sveže juneće rozbratne bio je $2,54 \log_{10}$, $3,08 \log_{10}$, odnosno $2,70 \log_{10}$ cfu/g, a kod neupakovane $2,30 \log_{10}$, $2,90 \log_{10}$, odnosno $3,30 \log_{10}$ cfu/g. Broj bakterija iz familije *Enterobacteriaceae*, u sva tri ciklusa ispitivanja, kod upakovane i neupakovane juneće rozbratne bio je manji od $1 \log_{10}$ cfu/g. Dobijeni rezultati ukazuju na dobar nivo higijene proizvodnog procesa u toku klanja i obrade i u skladu su sa nalazima *Hammes i dr.* (1990) i *Hammes i Knauf* (1994). Broj psihrofilnih bakterija i broj *Brochothrix thermosphacta* kod vakuum upakovane, kao i kod neupakovane sveže juneće rozbratne, u sva tri ciklusa, bio je približno jednak, do $2 \log_{10}$ cfu/g. Prisustvo patogenih bakterija (*Salmonella* vrsta, *L.monocytogenes*, *E.coli*, koagulaza pozitivnih stafilokoka i sulfitoredujućih bakterija) nije utvrđeno.

Ukupan broj bakterija u uzorcima sveže juneće rozbratne upakovane u vakuumu, u sva tri ciklusa, pokazao je postepen rast. U prvom ciklusu dostigao je najveći broj $10,78 \log_{10}$ cfu/g 21. dana, što je prikazano na grafikonu 1. U drugom ciklusu dostigao



Grafikon 1. Kinetika mikroorganizama u uzorcima sveže juneće rozbratne upakovane u vakuumu (1. ciklus)
Graph 1. Kinetics of microorganisms in samples of fresh beef tenderloin in vacuum packaging (1st cycle)

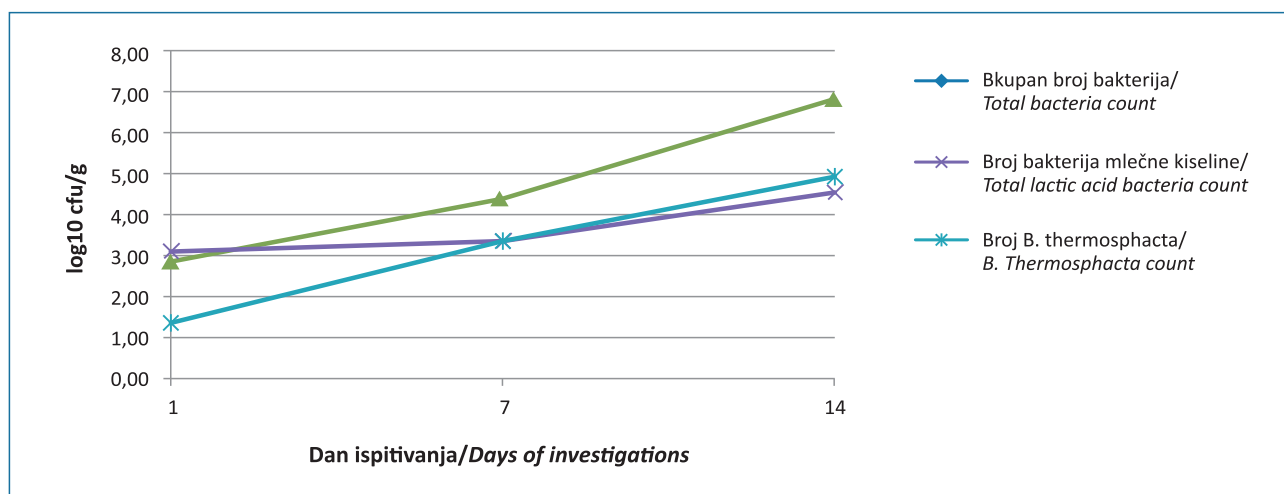
je broj 6,82 log₁₀ cfu/g 14. dana, a u trećem ciklusu dostigao je broj 7 log₁₀ cfu/g 28. dana. Ukupan broj bakterija od 10⁷/g mesa ukazuje na promene u organoleptičkim osobinama (Leistner, 2000).

Broj bakterija mlečne kiseline u uzorcima sveže juneće rozbratne upakovane u vakuumu, postepeno je rastao do kraja ispitivanja. Na kraju ispitivanja, broj bakterija mlečne kiseline bio je najmanji u drugom ciklusu, 4,53 log₁₀ cfu/g, što je prikazano na grafikonu 2. Broj bakterija mlečne kiseline na kraju prvog ciklusa bio je 8,48 log₁₀ cfu/g, odnosno 7,30 log₁₀ cfu/g na kraju trećeg ciklusa.

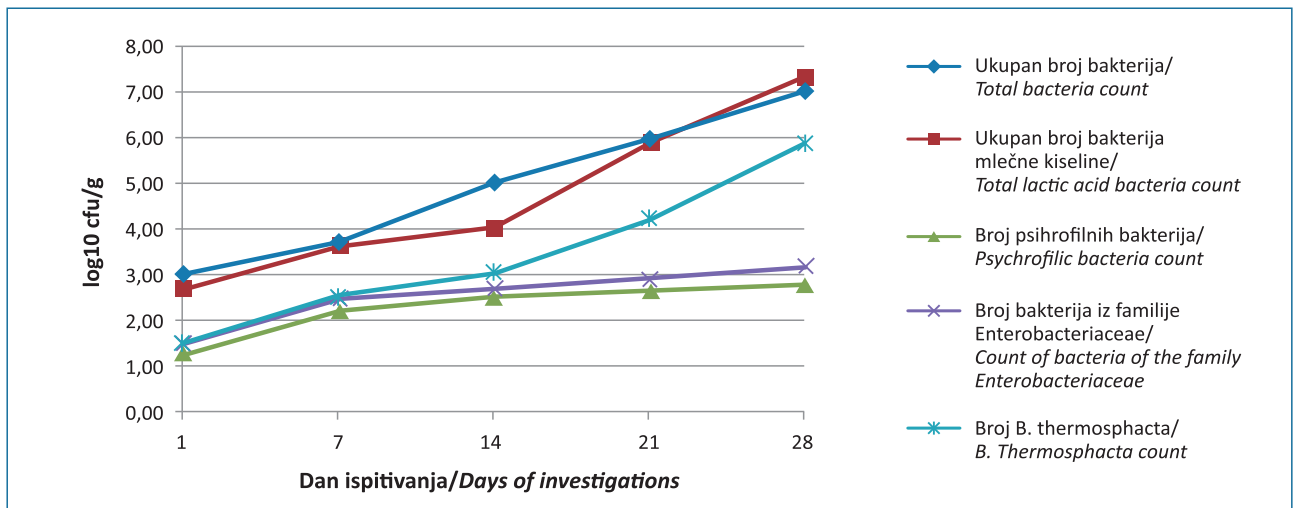
Veliki broj bakterija mlečne kiseline može biti uzrok kvara svežeg mesa upakovanog u vakuumu, što je u saglasnosti sa navodima Nortjé i Shaw (1989), koji ukazuju da broj bakterija mlečne kiseli-

ne od 10⁷/g, može dovesti do mikrobiološkog kvara. Broj bakterija iz familije *Enterobacteriaceae* takođe je pokazao postepen rast do kraja ispitivanja, a vrednosti za tri ciklusa ispitivanja bile su 6,04 log₁₀, <1,00 log₁₀, odnosno 3,15 log₁₀ cfu/g. Broj *Brochothrix thermosphacta* na kraju ispitivanja, u prvom ciklusu, bio je 6,70 log₁₀, u drugom 4,92 log₁₀, a u trećem 5,86 log₁₀ cfu/g. Zbog sposobnosti *Brochothrix thermosphacta* da rasteu aerobnim, ali i u anaerobnim uslovima vakuum upakovanog mesa, ovaj mikroorganizam predstavlja značajan deo mikroflora koja izaziva kvar svežeg mesa (Pini dr., 2002).

Kod uzoraka sveže juneće rozbratne, upakovane u vakuumu, u prvom ciklusu ispitivanja, kvar mesa utvrđenje 21. dana, a u drugom 14. dana. Mikrobiološka ispitivanja najduže su trajala u trećem



Grafikon 2. Kinetika mikroorganizama u uzorcima sveže juneće rozbratne upakovane u vakuumu (2. ciklus)
Graph 2. Kinetics of microorganisms in samples of fresh beef tenderloin in vacuum packaging (2nd cycle)



Grafikon 3. Kinetika mikroorganizama u uzorcima sveže juneće rozbratne upakovane u vakuumu (3. ciklus)
Graph 3. Kinetics of microorganisms in samples of fresh beef tenderloin in vacuum packaging (3rd cycle)

ciklusu, do 28. dana, a rezultati ovih ispitivanja prikazani su na grafikonu 3.

Kod neupakovane juneće rozbratne, kvar je utvrđen 14. dana, u sva tri ciklusa. Ukupan broj bakterija na kraju prvog ciklusa bio je 6,48 log₁₀, drugog 7,08 log₁₀ i na kraju trećeg ciklusa 8,00 log₁₀ cfu/g. Na kraju ispitivanja, u prvom ciklusu, broj bakterija mlečne kiseline bio je 3,48 log₁₀, drugog 3,30 log₁₀ i na kraju trećeg ciklusa 7,60 log₁₀ cfu/g. Broj *Brochothrix thermosphacta* na kraju ispitivanja u sva tri ciklusa bio je 2,78 log₁₀, 4,91 log₁₀, odnosno 4,78 log₁₀ cfu/g. Bakterije iz familije *Enterobacteriaceae* na kraju ispitivanja u sva tri ciklusa nisu utvrđene.

Senzorska ispitivanja

Rezultati senzorske ocene sveže juneće rozbratne upakovane u vakuumu prikazani su u tabeli 2.

Na osnovu rezultata senzorskih ispitivanja upakovane juneće rozbratne, prvog dana ispitivanja, konstatovane su poželjne, junećem mesu svojstvene senzorske osobine. Po površini, kao i u središnjim delovima uzorka, miris je bio karakterističan za juneće meso, bez stranih primesa. Meso je bilo crvenoružičaste boje, a pripadajuće masno tkivo, krem bele boje. Posle probe kuvanja, miris i ukus su bili prijatni, prihvatljivi za vrstu mesa.

U prvom ciklusu ispitivanja, upakovana juneća rozbratna u vakuumu bila je održiva 14 dana. Senzorske ocene juneće rozbratne sedmog dana ispitivanja (izgled mesa, boja mesa po površini, boja mesa na preseku i miris svežeg mesa), varirale su od 2,25 do 2,83 (na granici prihvatljivosti), a struktura, tekstura, miris posle probe kuvanja, ukus posle probe kuvanja i ukus posle probe pečenja, ocenjeni su oce-

nama od 3,42 do 3,58 (prihvatljivo). Četrnaestog dana ispitivanja, senzorske ocene mesa kretale su se u rasponu od 2,17 do 2,75 (na granici prihvatljivosti). Dvadeset prvog dana ispitivanja, nakon otvaranja vakuuma pakovanja, bila je vidljiva izdvojena zamućena tečnost neprijatnog mirisa, a po površini i na presecima junećeg mesa, miris je bio nesvojstven. Posle probe kuvanja, miris je bio nesvojstven mesu i ukazivao je na kvar.

U drugom ciklusu ispitivanja, vakuum upakovana juneća rozbratna bila je održiva 7 dana. Sedmog dana ispitivanja juneće rozbratne, senzorske ocene su bile visoke i kretale su se od 4,13 do 4,25 (veoma prihvatljivo i izuzetno prihvatljivo). Četrnaestog dana ispitivanja, nakon otvaranja vakuuma pakovanja, površina juneće rozbratne je bila u manjoj meri lepljiva, a primetno je bilo i izdvajanje zamućene tečnosti neprijatnog mirisa. Posle probe kuvanja, miris je bio neprijatan i ukazivao je na kvar mesa.

U trećem ciklusu ispitivanja, vakuum upakovana juneća rozbratna bila je održiva 21 dan. Četrnaestog dana ispitivanja, senzorske ocene juneće rozbratne varirale su od 4,33 do 5,0 (veoma prihvatljivo i izuzetno prihvatljivo). Dvadeset prvog dana, ocene senzorskog ispitivanja mesa kretale su se od 3,0 do 4,67 (prihvatljivo i veoma prihvatljivo). Međutim, nakon otvaranja vakuuma pakovanja, dvadeset osmog dana ispitivanja, po površini i na presecima juneće rozbratne, miris je bio izrazito neprijatan i ukazivao je na kvar mesa. Površina junećeg mesa je bila sluzava i lepljiva. Posle probe kuvanja, miris je bio nesvojstven mesu i neprijatan.

Pojedina istraživanja, ukazuju na razlike u senzorskim osobinama goveđeg mesa upakovanog u vakuumu. Na mogućnost razlika senzorskih osobina go-

Tabela 2. Senzorska ocena sveže juneće rozbratne upakovane u vakuumu
Table 2. Sensory evaluation of fresh beef tenderloin in vacuum packaging

Osobine/ Traits	JUNEĆA ROZBRATNA – PAKOVANA U VAKUUMU/ BEEF TENDERLOIN – VACUUM PACKED																	
	CIKLUS I/dan ispitivanja Cycle I/day of examination						CIKLUS II/dan ispitivanja Cycle II/day of examination						CIKLUS III/dan ispitivanja Cycle III/day of examination					
	1	7	14	21	28		1	7	14	21	28		1	7	14	21	28	
Izgled mesa/ Appearance of meat	5,00 ± 0,00	2,50 ± 0,32	2,25 ± 0,61	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	4,25 ± 0,56	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	5,00 ± 0,00	4,33 ± 0,24	4,17 ± 0,24	1,00 ± 0,00		
Boja mesa po površini/ Color of meat-surface	5,00 ± 0,00	2,25 ± 0,27	2,50 ± 0,45	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	4,25 ± 0,56	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	5,00 ± 0,00	4,33 ± 0,24	4,17 ± 0,24	1,00 ± 0,00		
Boja mesa na preseku/ Color of meat intersec.	5,00 ± 0,00	2,83 ± 0,41	2,75 ± 0,52	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	4,25 ± 0,25	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	5,00 ± 0,00	4,67 ± 0,24	4,17 ± 0,24	1,00 ± 0,00		
Struktura/Structure	5,00 ± 0,00	3,42 ± 0,38	2,25 ± 0,27	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	4,25 ± 0,56	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	5,00 ± 0,00	5,00 ± 0,00	4,67 ± 0,24	1,00 ± 0,00		
Tekstura/Texture	5,00 ± 0,00	3,50 ± 0,45	2,17 ± 0,26	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	4,25 ± 0,56	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	5,00 ± 0,00	4,83 ± 0,24	3,00 ± 0,00	1,00 ± 0,00		
Miris svežeg mesa/ Smell of fresh meat	5,00 ± 0,00	2,67 ± 0,52	2,25 ± 0,27	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	4,13 ± 0,22	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	5,00 ± 0,00	4,67 ± 0,24	3,67 ± 0,47	1,00 ± 0,00		
Miris posle probe kuvanja/ Smell of cooked meat after cooking probe	5,00 ± 0,00	3,50 ± 0,32	2,50 ± 0,45	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	4,25 ± 0,43	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	5,00 ± 0,00	4,83 ± 0,24	4,17 ± 0,24	1,00 ± 0,00		
Ukus posle probe kuvanja/ Taste of meat after cooking probe	5,00 ± 0,00	3,58 ± 0,38	2,50 ± 0,45	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	4,25 ± 0,43	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	5,00 ± 0,00	4,33 ± 0,24	4,17 ± 0,24	1,00 ± 0,00		
Ukus posle probe pečenja/ The taste of meat after roasting probe	5,00 ± 0,00	3,67 ± 0,41	2,50 ± 0,45	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	4,13 ± 0,22	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	5,00 ± 0,00	4,67 ± 0,24	3,67 ± 0,47	1,00 ± 0,00		

veđeg mesa, u zavisnosti od rase goveda i vremena skladištenja, ukazuju ispitivanja *Monsón i dr.* (2005), gde je utvrđen uticaj rase na intenzitet mirisa goveđeg mesa upakovanog u vakuumu. Najniže ocene utvrđene su 35-og dana skladištenja, a razlike su statistički značajne. *Monsón i dr.* (2005) utvrđuju razliku u sočnosti goveđeg mesa u zavisnosti od rase goveda i vreme skladištenja. Najviše ocene za sočnost su bile 3. i 7. dana, ali su te vrednosti opadale posle 14. dana. Ovo se može objasniti slabljenjem muskulature i otpuštanjem veće količine tečnosti nakon kuvanja. Slične rezultate objavljuju i *Miller i dr.* (1997), gde zaključuju da vreme skladištenja može da ima značajan uticaj na mnoge senzorske osobine goveđeg mesa.

U sva tri ispitana ciklusa, neupakovana juneća rozbratna koja je korišćena kao kontrola, bila je održiva sedam dana. U prvom ciklusu, sedmog dana ispitivanja, senzorske osobine – izgled mesa, boja mesa po površini, boja mesa na preseku i miris svežeg mesa ocenjene su niskim ocenama, na granici prihvatljivosti, dok su miris posle probe kuvanja, ukus posle probe kuvanja i ukus posle probe pečenja, ocenjeni ocenama od 3,08 do 3,41 (prihvatljivo). U drugom i trećem ciklusu ispitivanja, neupakovana juneća rozbratna, sedmog dana senzorskog ispitivanja, bila je ocenjena visokim ocenama, od 4,00 do 4,63 (veoma prihvatljivo i izuzetno prihvatljivo), za drugi ciklus od 4,50 do 5,00 (veoma prihvatljivo i izuzetno prihvatljivo), za treći ciklus ispitivanja. U drugom ciklusu ispitivanja, jedino je

tekstura mesa ocenjena ocenom 3,38. U uzorcima neupakovane juneće rozbratne, četrnaestog dana ispitivanja, u sva tri ciklusa, utvrđen je kvar mesa. Po površini i na presecima uzoraka junećeg mesa, miris je bio nesvojstven, a površina je bila u manjoj meri lepljiva. Posle probe kuvanja, miris juneće rozbratne je bio nesvojstven.

Zaključak

Rezultati ispitivanja pokazali su da vakuum pakovanje svežeg junećeg mesa, potencira rast fakultativno anaerobne mikroflora, uključujući bakterije mlečne kiseline, *Brochothrix thermosphactai* bakterije iz familije *Enterobacteriaceae*. Znaci kvara mesa upakovanog u vakuumu, utvrđeni senzorskim ispitivanjem 21. dana, u prvom i 28. dana, u trećem ciklusu ispitivanja, u saglasnosti su sa porastom ukupnog broja bakterija, broja bakterija mlečne kiseline, broja *Brochothrix thermosphacta* i broja bakterija iz familije *Enterobacteriaceae*. Iako su najniže vrednosti ukupnog broja bakterija, broja bakterija mlečne kiseline, broja *Brochothrix thermosphacta*, kao i broja bakterija iz familije *Enterobacteriaceae* utvrđene u drugom ciklusu, senzorskim ispitivanjem, kvar mesa utvrđen je već 14. dana. Dobijeni rezultati ispitivanja, pokazali su da postoji jasan pozitivan uticaj vakuum pakovanja na održivost svežeg junećeg mesa.

Literatura

- Adam K. H., Flint S. H., Brightwell G., 2010.** Psychrophilic and psychrotrophic clostridia: sporulation and germination process and their role in spoilage of chilled, vacuum-packaged beef, lamb and venison. *International Journal of Food Science and Technology*, 45, 1539–1544.
- Balamatsia C. C., Paleologos E. K., Kontominas M. G., Savaidis I., 2006.** Correlation between microbial flora, sensory changes and biogenic amine formation in fresh chicken meat stored aerobically or under modified atmosphere packaging at 4°C; possible role of biogenic amines as spoilage indicators. *Antonie Van Leeuwenhoek. International Journal of General and Molecular Microbiology*, 89, 9–17.
- BS ISO 17140, 2001.** Microbiology of food and animal feeding-stuffs – Horizontal method for the enumeration of psychrotrophic micro-organisms.
- Douleraki A. I., Ercolini D., Villani F., Nychas G. J. E., 2012.** Spoilage microbiota associated to the storage of raw meat in different conditions. *International Journal of Food Microbiology*, 157, 130–141.
- Doyle M. E., 2007.** Microbial Food Spoilage – Losses and Control Strategies; *A Brief Review of the Literature*. FRI BRIEFINGS Food Research Institute, University of Wisconsin–Madison. http://fri.wisc.edu/docs/pdf/FRI_Brief_Microbial_Food_Spoilage_7_07.pdf
- Enfors S. O., Molin G., Ternstroem A., 1979.** Effect of packaging under carbon dioxide, nitrogen or air on the microbial flora of pork stored at 4 °C. *Journal of Applied Bacteriology*, 47, 197–208.
- Ercolini D., Russo F., Torrieri E., Masi P., Villani F., 2006.** Changes in the spoilage-related microbiota of beef during refrigerated storage under different packaging conditions. *Applied and Environmental Microbiology*, 72, 4663–4671.
- Gill, C.O., 1996.** Extending the storage life of raw chilled meats. *Meat Science* 43, 99–109.
- Hammes W. P., 1990.** Bacterial starter cultures in food production. *Food Biotechnology*, 4, 383–397.
- Hammes W. P., Knauf H. J., 1994.** Starter in processing of meat products. *Meat science*, 36, 155–168.

- ISO 15214, 1998.** Microbiology of food and animal feeding stuffs– horizontal method for the enumeration of mesophilic lactic acid bacteria – Colony-count technique of 30°C.
- Lambropoulou K. A., Drosinos, E. H., Nychas G. J. E., 1996.** The effect of glucose supplementation on the spoilage microflora and chemical composition of minced beef stored aerobically or under a modified atmosphere at 4°C. *International Journal of Food Microbiology*, 30, 281–291.
- Leistner L., 2000.** Food protection by hurdle technology. *International Journal of Food Microbiology*, 2, 2–26.
- Li M. Y., Zhou G. H., Xu X. L., Li C. B., Zhu W. Y., 2006.** Changes of bacterial diversity and main flora in chilled pork during storage using PCR-DGGE. *Food Microbiology*, 23, 607–611.
- Miller M. F., Kerth C.R., Wise J. W., Lansdell J. L., Stowell J. E., Ramsey C. B., 1997.** Slaughter plant location, USDA quality grade, external fat thickness, and ageing time effects on sensory characteristics of beef loin strip steak. *Journal of Animal Science*, 75, 662–667.
- Monsón M., Sañudo C., Sierra I., 2005.** Influence of breed and ageing time on the sensory meat quality and consumer acceptability in intensively reared beef. *Meat Science* 71, 471–479.
- Nortjé G. L., Shaw B. G., 1989.** The effect of ageing treatment on the microbiology and storage characteristics of beef in modified atmosphere packs containing 25% CO₂ plus 75% O₂. *Meat Science*, 25, 43–58.
- Nychas G. J. E., Drosinos E., Board R. G., 1998.** Chemical changes in stored meat. In: Board, R.G., Davies, A.R. (Eds.), *The Microbiology of Meat and Poultry*. Blackie.
- Nychas G. J. E., Skandamis P., 2005.** Fresh meat spoilage and modified atmosphere packaging (MAP). In: Sofos, J.N. (Ed.), *Improving the Safety of Fresh Meat*. CRC/Woodhead Publishing Limited, Cambridge, 461–502.
- Nychas G. J. E., Skandamis P. N., Tassou C. C., Koutsoumanis K. P., 2008.** Meat spoilage during distribution. *Meat Science*, 78, 77–89.
- Petäjä-Kanninen E., Puolanne E., 2007.** Principles of Meat Fermentation. In: F. Toldrá (Ed.) *Handbook of Fermented Meat and Poultry*. Blackwell Publishing, 31–36.
- Pin C., Garcia de Fernando G. D., Ordonez J. A., 2002.** Effect of modified atmosphere composition on the metabolism of glucose by *Brochothrix thermosphacta*. *Applied and Environmental Microbiology*, 68, 4441–4447.
- Prändl A., Fischer T., Schmidhofer H., Sinell J., 1988.** *Fleisch-Technologie und Hygienen der Gewinnung und Verarbeitung*, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Robertson G. L., 2006.** *Food Packaging: Principles and Practice*. CRC Press Taylor and Francis, New Zealand.
- Russo F., Ercolini D., Mauriello G., Villani F., 2006.** Behaviour of *Brochothrix thermosphacta* in presence of other meat spoilage microbial groups. *Food Microbiology*, 23, 797–802.
- SRPS ISO 5496 2002.** Iniciranje i obuka ocenjivača u otkrivanju i prepoznavanju mirisa, Senzorske analize.
- SRPS ISO 6658 2002.** Kvantitativni deskriptivni test, Senzorske analize, Metodologija, Opšte uputstvo.
- SRPS ISO 3972 2002.** Metoda utvrđivanja osećaja ukusa, Senzorske analize.
- SRPS EN ISO 11290, 2010.** Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za otkrivanje i određivanje broja *Listeria monocytogenes*.
- SRPS EN ISO 4833, 2008.** Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za određivanje broj mikroorganizama – Tehnika brojanja kolonija na 30°C.
- SRPS EN ISO 6888-1, 2009.** Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za određivanje broja koagulaza-pozitivnih stafilokoka (*Staphylococcus aureus* idr. vrste) – Deo 1: Tehnika upotrebom agara po Berd-Parkeru.
- 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.
- 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 ISO 6579, 2008.** Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za otkrivanje *Salmonella* spp.
- SRPS ISO 15213, 2011.** Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za određivanje broja sulfitoredukujućih bakterija koje rastu u anaerobnim uslovima.
- Sperber W. H., 2010.** Introduction to the microbial spoilage of foods and beverages. In: Sperber WH, Doyle MP, editors. *Compendium of the microbial spoilage of foods and beverages*. Springer, N.Y., 1–40.
- Sun X. D., Holley R. A., 2012.** Antimicrobial and Antioxidative Strategies to Reduce Pathogens and Extend the Shelf Life of Fresh Red Meats. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Vol. 11, DOI: 10.1111/j.1541-4337.2012.00188.x.
- Šakota T., Lazić V., Gvozdenović J., 2002.** Utjecaj karakteristika ambalažnih materijala na održivost viršli. *Tehnologija mesa*, 43, 1–2, 47–51.
- 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.

The influence of vacuum packaging on microbiological status and sensory properties of fresh beef

Baltić Tatjana, Borović Branka, Spirić Danka, Parunović Nenad, Karan Dragica, Mitrović Radmila, Radičević Tatjana

S u m m a r y: The packaging method can significantly affect the shelf life of fresh meat, and consequently the microbiological status and sensory properties of the packaged meat. In our country, for extending the shelf life of meat and meat products, the vacuum–packaging and packaging in the modified atmosphere are usually used. Vacuum–packaging favours the growth of facultative anaerobic bacteria, including lactic acid bacteria, Enterobacteriaceae and Brochothrix thermosphacta, as proven spoilage bacteria of fresh meat. Vacuum packaging has a positive influence on juiciness, tenderness, flavor and ripening of meat, but it has negative influence on the meat color.

The aim of the present study was to investigate the microbiological status and sensory properties of vacuum–packaged fresh beef. Samples of beef tenderloin in packaged in stretch foil and vacuum–packaged fresh beef tenderloin were kept in strictly controlled conditions, at 0–4°C. Microbiological and sensory examinations were performed on 1st, 7th, 14th, 21st and 28th day of storage, in three separate cycles. Microbiological examinations included determination of microbial indicators of the processing hygiene and microbial indicators of meat spoilage (total count of aerobic mesophilic and psychrophilic bacteria, the number of Enterobacteriaceae, the number of lactic acid bacteria, the number of Brochothrix thermosphacta) and determination of pathogens (Salmonella spp., coagulase-positive staphylococci, sulphite-reducing bacteria, E. coli, Listeria monocytogenes) as well. Sensory properties were evaluated by using quantitative-descriptive test, on a scale of 1 to 5. The following properties were evaluated: appearance of meat, the color of meat surface, the color of the meat intersection, structure, texture, smell of the fresh meat, smell of meat after cooking, taste of meat after cooking and roasting. By sensory analyses spoilage of meat was established on 21st day of investigation, in the first cycle and on 28th day, in the third cycle. Results obtained from microbiological examinations indicated meat spoilage on the same days, as well. In the second cycle of investigation the meat spoilage was established on 14th day of storage, although the microbiological results did not indicate the meat spoilage.

Key words: fresh beef, vacuum packaging, microbiological status, sensory evaluation.

Rad primljen: 13.11.2012.

Rad ispravljen: 16.11.2012.

Rad prihvaćen: 21.11.2012.

Uticaj vakuum pakovanja na hemijske promene u ohlađenom goveđem mesu

Vranić Danijela¹, Milijašević Milan¹, Petrović Zoran¹, Đinović-Stojanović Jasna¹, Jovanović Jelena¹, Lilić Slobodan¹, Petronijević Radivoj¹

S a d r Ź a j: Cilj ovih ispitivanja bio je da se ustanove razlike između hemijskih parametara održivosti neupakovane juneće rozbratne i juneće rozbratne upakovane u vakuum. Za eksperiment je korišćena juneća rozbratna koja je poticala od 3 juneta rase simentalac prosečne mase 400 kg, koja su zaklana u industrijskoj klanici. Dinamika ispitivanja uzoraka je bila: 1. dana (nakon pakovanja), 7, 14, 21. i 28. dana. Tokom skladištenja, u upakovanom i neupakovanom goveđem mesu ispitani su hemijski parametri koji bi ukazali na hidrolitičke i oksidativne promene. Ispitana je a_w vrednost, pH, kiselinski broj, TBK (Tiobarbituric acid) i TVB-N (Total volatile basic nitrogen) vrednost. Najviše a_w vrednosti izmerene su 21. dana ispitivanja, u uzorcima upakovane rozbratne iz 1. i 3. ciklusa, dok je najniža a_w vrednost zabeležena 21. dana u upakovanoj rozbratni iz 2. ciklusa ispitivanja. Kod svih ispitivanih uzoraka došlo je do pada pH vrednosti tokom prvih 7 dana, nakon čega se pH vrednost povećavala i 14. dana je bila slična i u upakovanim i neupakovanim uzorcima mesa. Kiselinski broj, tokom perioda ispitivanja, pokazuje permanentni i brži porast u neupakovanom mesu u odnosu na sporiji rast, koji je utvrđen u upakovanom mesu. U vakuum pakovanoj goveđoj rozbratni, u sva tri ciklusa, 1. dana ispitivanja nije utvrđeno prisustvo sekundarnih proizvoda oksidacije na osnovu sadržaja malondialdehida (MAL). U prva dva ciklusa ispitivanja, u periodu od 7. do 21. dana, količina MAL se povećavala. U trećem ciklusu, 7. i 14. dana utvrđen je značajniji porast sadržaja MAL, dok je 21. i 28. dana njegov sadržaj značajnije pao. Količina TVB-N je 1. dana ispitivanja, u sva tri ciklusa u ispitanim uzorcima upakovane i neupakovane goveđe rozbratne bila slična, a 14. dana ispitivanja, sadržaj TVB-N je u neupakovanoj rozbratni bio veći u poređenju sa rozbratnom u vakuum pakovanju, što ukazuje na bržu razgradnju proteina u neupakovanom u odnosu na upakovano meso.

Maože da se konstatuje da je, kada se u obzir uzmu rezultati svih hemijskih parametara, iz sva tri ciklusa ispitivanja, utvrđeno vreme održivosti za goveđu rozbratnu koja nije upakovana bilo 14 dana, a za rozbratnu upakovanu u vakuum 21 dan.

Ključne reči: rozbratna, vakuum pakovanje, a_w , pH, kiselinski broj, ukupan isparljivi azot, TBK.

Uvod

Meso je, u nutritivnom smislu, visoko vredna namirnica jer sadrži značajne količine proteina, minerala, esencijalnih elemenata, kao i vitamine, naročito vitamine B grupe. Pored nutritivne vrednosti, kvalitetu mesa doprinose i organoleptička svojstva, kao što su nežnost, boja i aroma, odnosno ukus i miris. Meso je namirnica koja predstavlja glavni izvor proteina za većinu svetske populacije (Heinz i Huttinger, 2007). „Visoko kvalitetno meso“ se može definisati kao meso koje zadovoljava potrebe i zahteve potrošača sa aspekta organoleptičkog, nutritivnog i higijenskog kvaliteta (Berges, 1999). Međutim, meso je pogodno za rast različitih vrsta mikroorganizama i podložno je kvaru, ali meso je

podložno i hemijskom kvaru koji nastaje usled hemijskih reakcija i enzimske aktivnosti. Razgradnja masti, proteina i ugljenih hidrata u mesu dovodi do razvoja neprijatnih mirisa i ukusa kao i do formiranja sluzi na površini, što čini meso neprihvatljivim za ljudsku ishranu. Zbog toga je neophodno kontrolisati proces kvara mesa i produžiti njegovu održivost, čime bi se sačuvala njegova nutritivna vrednost, tekstura i aroma.

Manipulacija životinjama pre klanja i trupovima zaklanih životinja igra glavnu ulogu u dinamici složenih procesa koji kao krajnji rezultat imaju totalnu razgradnju osnovnih sastojaka i gubitak parametara kvaliteta mesa. Sadržaj glikogena u mišićima se smanjuje kada je životinja izložena stresu pre samog klanja. To dovodi do promene pH mesa, ka višim ili

Napomena: Rezultati su proistekli iz rada na realizaciji Projekta ev. br. III 46009, koji, u okviru Programa istraživanja u oblasti tehnološkog razvoja (2011–2014. godine), finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

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

nižim vrednostima, u zavisnosti od količine stvorene mlečne kiseline u mišićima (Miller, 2002). Više pH vrednosti (6,4–6,8) dovode do nastanka tamnog, čvrstog i suvog mesa (Dark, Firm and Dry – DFD) i ovakvo meso ima znatno kraću održivost (Chambers i Grandin, 2001).

Autooksidacija masti i stvaranje slobodnih radikala su prirodni procesi koji su svpojestveni za masne kiseline i vode ka oksidativnom kvaru mesa i razvoju neprijatnog mirisa i ukusa (Simitzis i Deli-georgis, 2010). Posle klanja životinje, masne kiseline u tkivima podležu oksidaciji, jer tada dolazi do prekida cirkulacije krvi i nastaje blokada metaboličkih puteva (Linares i dr., 2007). Oksidacija masti u tkivima je rezultat reakcije kiseonika sa dvostrukim vezama prisutnih u masnim kiselinama. Ovaj proces zavisi od nekoliko faktora: masnokiselinskog sastava masti, količine prisutnog vitamina E (α tokoferol) kao antioksidansa i sadržaja nekih elemenata koji imaju prooksidativno dejstvo, kao što je slobodno gvožđe. Hidroperoksidi u tkivima nastaju usled oksidacije visoko nezasićenih masnih kiselina iz fosfolipida ćelijskih membrana, koje su podložne daljoj oksidaciji i razgradnji (Enser, 2001). Razgradnja fosfolipida dovodi do nakupljanja sekundarnih produkata kao što su pentanal, hexanal, 4-hidroksinonenal i malondialdehid, kao i aldehida i ketona (Fernandez i dr., 1997). Ovi sekundarni proizvodi mogu dovesti do gubitka boje i nutritivne vrednosti usled reakcija sa mastima, proteinima, ugljenim hidratima i vitaminima i direktno su povezani sa nastajanjem karcinogenih i mutagenih procesa (Liu i dr., 1995).

Hidroliza masti u mesu može da bude katalizovana enzimima, ili da se odigrava bez njihovog uticaja. Enzimaska hidroliza masti se naziva lipoliza i katalizovana je enzimima kao što su lipaze, estaze i fosfolipaze. Ovi enzimi mogu biti, ili endogenog porekla iz same namirnice ili mogu biti proizvod psihrotrofnih mikroorganizama (Ghaly i dr., 2010). Lipaze, tokom lipolize, razgrađuju gliceride do slobodnih masnih kiselina, koje su odgovorne za nastanak neprijatnog mirisa i ukusa i indikator su nastanka užeglosti. Hidroliza masti koja nije katalizovana enzimima je izazvana hem proteinima kao što su hemoglobin, mioglobin i citohrom, koji su podložni oksidaciji i stvaranju hidroperoksida. Oni su glavni inicijator peroksidacije masti u svežem mesu i imaju značajan uticaj na oksidaciju oksimioglobina (Cascone, 2005).

U autolitičkim procesima koji su katalizovani sopstvenim enzimima, složena jedinjenja iz mišića (ugljeni hidrati, masti i proteini) se razlažu na jednostavna jedinjenja i, na taj način, dovode do omekšavanja mesa i njegove diskoloracije. Postmortalna razgradnja polipeptida je rezultat aktivnosti tkivne

proteaze i uzrok je promena ukusa, mirisa i teksture mesa (Toldra i Flores, 2000). Proteolitički enzimima su aktivni i na niskim temperaturama (5°C), što dovodi do smanjenja kvaliteta mesa usled rasta mikroorganizama i stvaranja biogenih amina (Kuwahara i Osako, 2003). Hlađenjem svežeg mesa postiže se usporavanje procesa nastanka kvara, s obzirom da snižavanje temperature inhibira rast mikroorganizama (Cassens, 1994), a reaktivni molekuli koji nastaju tokom lipidne oksidacije su rastvoreni u lipidnoj frakciji i stabilni su na niskim temperaturama (Zarzycky i Swiniarska, 1993). Međutim u uslovima hlađenja, inhibiran je, ili potpuno zaustavljen, rast bakterija, ali ne i rast psihrofilnih bakterija, kvasaca i plesni (Neumeyer i dr., 1997), tako da se i enzimski i neenzimski procesi nastavljaju, ali mnogo sporije (Berkel i dr., 2004).

Jedan od vidova očuvanja inicijalnog kvaliteta svežeg mesa je njegovo pakovanje, koje je danas najdinamičnije područje tehnologije mesa. Glavni podsticaj za pakovanje svežeg mesa dolazi od strane supermarketa, posebno lanaca maloprodajne mreže mesa. Pakovanje svežeg mesa u obliku mikro- i makrokonfekcioniranih delova trupa i njegova distribucija ka mestu prodaje razvili su se zajedno sa centralizacijom rasecanja i iskoštavanja trupova, u specijalnim halama za iskoštavanje (Radetić i dr., 2007). Kada je u pitanju pakovanje svežeg mesa, pored mikrobiološke slike, najbitniji aspekt koji određuje njegovu održivost je boja. Gubitak boje narezaka goveđeg mesa u vitrinama za prodaju nastaje kombinovanim delovanjem kiseonika, mikroorganizama na površini mesa, temperature i vrste osvetljenja (Radetić i dr., 2007). Savell i dr. (1981) navode da, iako se postiže duža održivost mesa pakovanog u vakuum, problem može predstavljati značajnija promena boje, u odnosu na ružičastu, koju potrošač očekuje. Faktori koji utiču na održivost svežeg upakovanog mesa su vrsta pakovanja (vakuum ili pakovanje u modifikovanu atmosferu), odnos zapremine mesa i smeše gasova u pakovanju, inicijalna bakterijska kontaminacija proizvoda, uslovi skladištenja i transporta. Osnovna svrha izbora adekvatnog pakovanja svežeg mesa je da se zadrže poželjne osobine mesa tokom vremena koje ono provede u skladištu, transportu i maloprodaji. Kada se upakovano meso izloži visokoj koncentraciji kiseonika, rast aerobnih mikroorganizama je ubrzan kao i oksidacija lipida i mioglobina. Zbog toga je korišćenje filma sa velikom barijernošću na prolaz kiseonika ultimativan zahtev i on je značajno komercijalizovan u industrijskim uslovima. (Kotzekidou i Bloukas, 1996; Newton i Rigg, 1979). Dobri rezultati u pogledu parametara kvaliteta junećeg mese mogu biti dostignuti potpunom

kontrolom tri glavna procesna faktora – proizvodne higijene, pH mesa i temperature, kao i pravilnom primenom procedure za vakuum termoskupljajuće pakovanje i poznavanjem karakteristika mesa.

Cilj ovih ispitivanja bio je da se ustanove razlike između hemijskih parametara održivosti u uzorcima neupakovane juneće rozbratne i juneće rozbratne upakovane u vakuum i da se utvrdi održivost juneće rozbratne u realnim uslovima koji vladaju u maloprodajnim objektima.

Materijal i metode

Uparedna analiza upakovane i neupakovane juneće rozbratne je obavljena ispitivanjem hemijskih parametara kvaliteta nakon tri sprovedena testa održivosti (ciklusi ispitivanja) po sezonama (1. ciklus – proleće; 2. ciklus – leto; 3. ciklus – zima).

Dinamika ispitivanja je bila definisana na sledeći način:

- Sveža neupakovana rozbratna: 1. dan nakon rasecanja, 7. dana i 14. dana;
- Sveža upakovana rozbratna: 1. dan nakon rasecanja i pakovanja, 7. dan, 14. dan, 21. dan i 28. dan.

Svaki ciklus je obuhvatio ispitivanje hemijskih parametara u 36 upakovanih i 18 neupakovanih uzoraka rozbratne. U planiranim terminima, po daniima ispitivanja gledano od trenutka rasecanja, odnosno pakovanja u industrijskom pogonu, ispitivano je po 6 uzoraka (upakovano/neupakovano). Odresci su bili ujednačene debljine 2–3 cm, neto mase između 400–500 g.

Za eksperiment je korišćena juneća rozbratna, koja je poticala od tri juneta rase simentalac, prosečne mase 400 kg, koja su zaklana u industrijskoj klanici. Rasecanje mesa i pakovanje uzoraka je obavljeno u roku od 40 sati nakon klanja životinja. Uzorci su istog dana, popodne, transportovani vozilom sa termokingom do centralnog magacina, u plastičnim kasetama, a narednog dana ujutru do maloprodajnog objekta. Neupakovano meso je bilo transportovano u odvojenim plastičnim kasetama i bilo je zaštićeno streč folijom i transportovano kao u redovnom postupku pripreme za transport. Nakon prijema u maloprodajni objekat, uzorci su čuvani, pre izlaganja, kao i nakon završetka radnog vremena, u skladištu, na temperaturi koja je iznosila između 0–4°C. Uzorci upakovanog i neupakovanog mesa su, u toku dana, bili izlagani odvojeno u providnoj vitrini sa veštačkim osvetljenjem, u realnim uslovima maloprodajnog objekta, na temperaturi između 0–2°C.

Prilikom planiranja ispitivanja iskazana je potreba za produženje održivosti proizvoda na tržištu, te je, stoga, bilo potrebno da se koristi materijal za pakovanje sa veoma dobrim barijernim svojstvima za kiseonik. Za pakovanje juneće rozbratne korišćene su kese izrađene od biaksijalno orijentisanog višeslojnog filma, S TIP HB-X, dimenzija 200×300 mm, debljine 100 mikrona sa 7 slojeva WVTR (Water Vapour Transmission Rate – stepen propustljivosti vodene pare – 6 jedinica, određena prema ASTM E96-00; Oxygen Transmission Rate – stepen propustljivosti kiseonika – 8 jedinica, određena prema ASTM D-3985-95) i S TIP HB-LX debljine 50 mikrona, sa 9 slojeva (WVTR vrednost – 12 jedinica; OTR vrednost – 8 jedinica) dimenzija 200×300 mm, komponovane od poliamidnih i poliolefinskih slojeva, uključujući jedinstveni EVOH sloj u kompoziciji filma kojim je dodatno poboljšana barijernost za kiseonik, proizvodnje Spektar, Gornji Milanovac. Termoskupljajuće svojstvo filma postignuto je biaksijalnom orijentacijom, čime je, nakon termoskupljanja, obezbeđena bolja adhezija filma na površinu konfencioniranog mesa i fizičko sprečavanje migracije mesnog soka, a time je ostvaren fizički uticaj pakovanja na izdvajanje tečnosti u kesi. Za pakovanje je korišćen uređaj za vakuumiranje Webomatic, sa ručnim preklapanjem komore za evakuaciju vazduha. Parametri pakovanja su bili sledeći: kesa S TIP HB-X, 98% vakuum, varenje kese – program 2; kesa S TIP HB-LX, 98% vakuum, varenje – program 1,2; temperatura kupatila za potapanje 88°C; vreme potapanja 2 sekunde. Ovaj režim pakovanja je bio primenjen za obe vrste kesa.

Tokom skladištenja u uslovima maloprodaje, u upakovanom i neupakovanom goveđem mesu, ispitani su hemijski parametri koji ukazuju na hidrolitičke i oksidativne promene. Kiselinski broj je određen prema metodi SRPS EN ISO 660/2011, peroksidni broj prema metodi SRPS EN ISO 3960/2011; TBK broj (test sa tiobarbiturnom kiselinom kojom se određuje sadržaj MAL – malondialdehida) prema metodi *Tarladgis i dr.* (1964) i *Holland* (1971). pH vrednost uzoraka je merena na laboratorijskom pH-metru, model Cyber Scan, pH 510 Meter, EU-TECH Instruments, Holandija, u skladu sa standardnom metodom SRPS ISO 2917/2004, a a_w vrednost je određivana pomoću higrometra (a_w metar Fast/1, proizvođač GBX Scientific Instruments) prema standardnoj metodi ISO 21807:2004(E). TVB-N (total volatile basic nitrogen) je ispitan primenom metode koja je navedena u Official Journal of the European Union (2005).

Svaki parametar je određen u dva ponavljanja, a rezultati su predstavljeni kao srednja vrednost \pm Sd.

Statistička analiza

Rezultati ispitivanja su statistički obrađeni u programu MiniTab 16. Nakon analize podataka, za poređenje značajnosti razlika između ispitanih hemijskih parametara po ciklusima ispitivanja, odabrana je one-way ANOVA. U cilju utvrđivanja statistički značajnih korelacionih povezanosti dobijenih rezultata izračunat je Pearsonov koeficijent (Ps). Statistički značajne razlike predstavljene su na nivou poverenja $p < 0,05$.

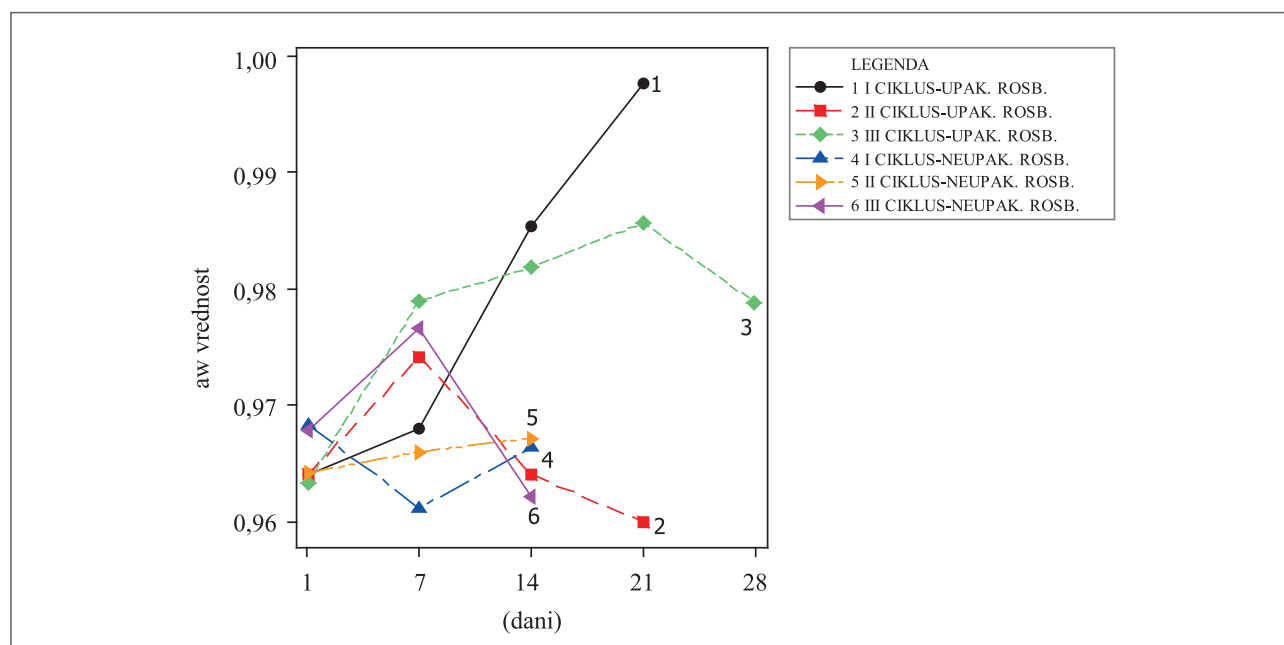
Rezultati i diskusija

Hemijska ispitivanja sveže juneće rozbratne upakovane u vakuumu rađena su zaključno sa danom kada je utvrđen organoleptički kvar mesa. Promene a_w vrednosti u ispitanim uzorcima upakovane i neupakovane juneće rozbratne su prikazani na grafikonu 1. Iz grafičkog prikaza se može videti da su najviše a_w vrednosti izmerene 14. dana ispitivanja, u uzorcima upakovane rozbratne iz 1. i 3. ciklusa, dok je najniža a_w vrednost zabeležena 21. dana u uzorcima upakovane juneće rozbratne iz 2. ciklusa ispitivanja.

Uglavnom, sveže meso ima a_w vrednost veću od 0,85 i zahteva hlađenje ili neki drugi način za kontrolu rasta patogena (Smith i Stratton, 2006). Generalno, a_w vrednosti 0,980 do 0,995 najviše pogoduju razvoju mikroorganizama.

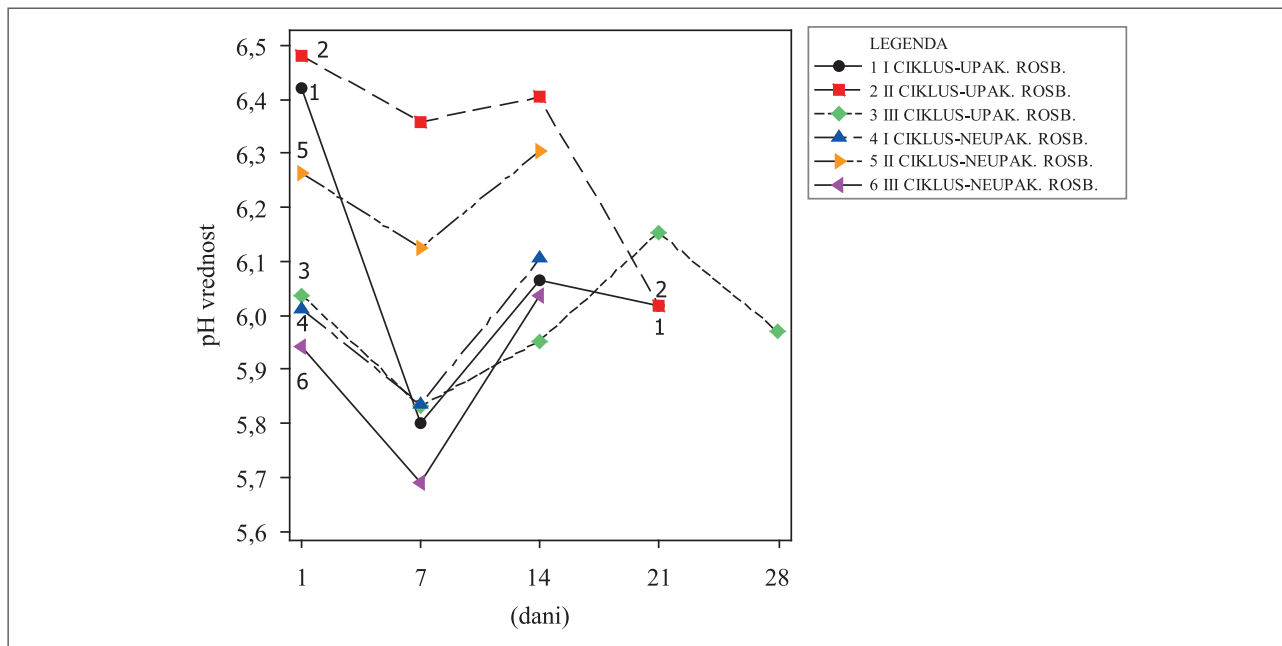
Na grafikonu 2 su prikazane promene pH vrednosti u uzorcima upakovane i neupakovane juneće rozbratne. pH vrednost 1. dana ispitivanja u uzorcima govedeg mesa koji nisu pakovani u vakuumu se kretala od 6,00 (1. ciklus) do 6,26 (2. ciklus), dok je u vakuum pakovanom govedem mesu bila veća i iznosila je od 6,04 (3. ciklus) do 6,42 (1. i 2. ciklus). Izmerene pH vrednosti su bile niže od 7,00, što je, verovatno, posledica postmortem promena (Azad i Akter, 2005). Kod svih ispitanih uzoraka došlo je do pada pH vrednosti tokom prvih 7 dana, nakon čega se pH vrednost povećavala i, 14. dana, bila je slična u upakovanim i neupakovanim uzorcima (upakovano meso – 6,07, 6,40 i 5,95, respektivno po ciklusima; neupakovano meso – 6,10, 6,30 i 6,04, respektivno po ciklusima). U narednih 7 dana došlo je do neznatnog smanjenja pH vrednosti, tako da je ona za upakovanu rozbratnu iznosila 6,02 (1. i 2. ciklus) i 6,15 (3. ciklus).

U studiji Russell i dr. (1996) utvrđeno je da je za rast bakterija kvara mesa najpogodnija pH vrednost od 5,5 do 7,0. Formiranje sluzi, degradacija strukturnih komponenata, kao i pojava neprijatnog mirisa u mesu, mogu biti posledica rasta mikroorganizama u ovoj oblasti pH vrednosti. Utvrđene pH vrednosti, u našem ispitivanju, za sva tri ciklusa i obe grupe ispitanih uzoraka bile su u opsegu od 5,69 (min.) do 6,42 (max.). Prema Khaksar i dr. (2010), sadržaj hidroperoksida kao mera oksidativne razgradnje lipida značajnije raste pri pH 6,8 nego pri



Grafikon 1. Promene a_w vrednosti u uzorcima upakovanog i neupakovanog junećeg mesa tokom sva tri ciklusa ispitivanja

Figure 1. Changes in a_w values in samples of packaged and unpacked beef in all three test cycles



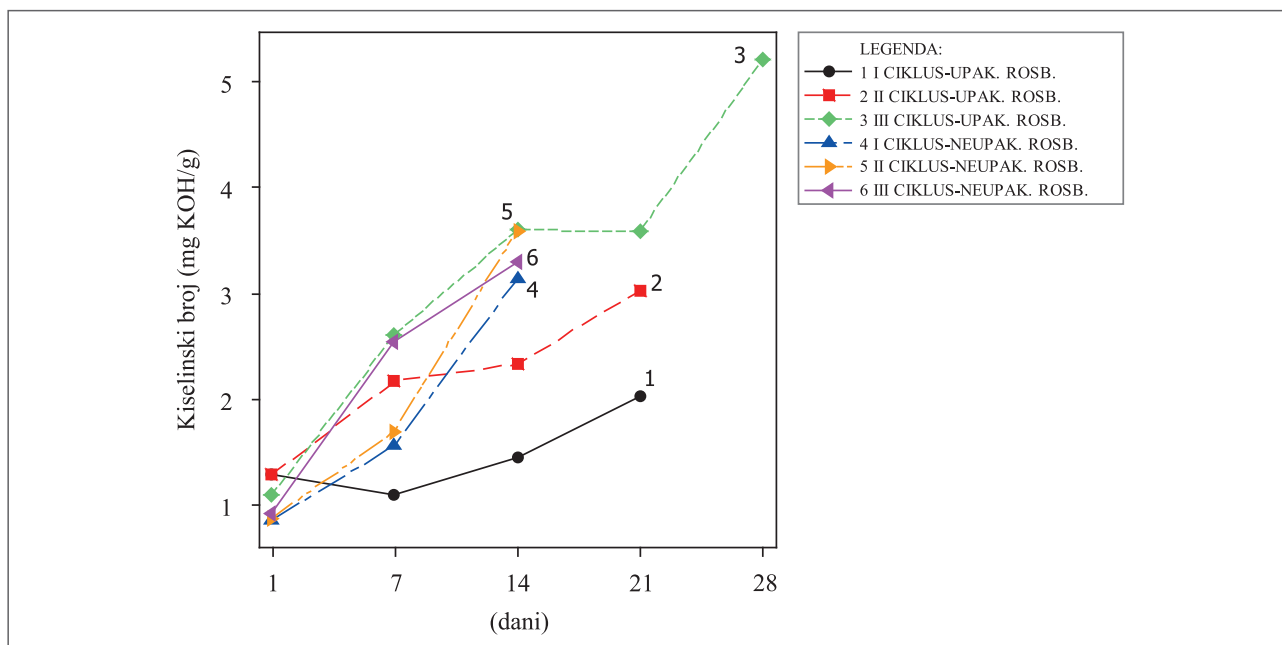
Grafikon 2. Promene pH vrednosti u uzorcima upakovanog i neupakovanog junećeg mesa tokom sva tri ciklusa ispitivanja

Figure 2. Changes in pH values in samples of packaged and unpacked beef in all three test cycles

pH 3, što dodatno znači i veći sadržaj malondialdehida pri pH 6,8.

Na osnovu rezultata prikazanih na grafikonu 3 može da se vidi da kiselinski broj (mg KOH/g), tokom perioda ispitivanja, pokazuje permanentni i brzi porast u neupakovanom mesu (1. dan ispitiva-

nja, 3. ciklus $0,92 \pm 0,07$; 14. dan ispitivanja, 2. ciklus $3,59 \pm 0,49$), u odnosu na sporiji porast koji je utvrđen u upakovanom mesu (1. dan ispitivanja, 1. ciklus: $1,30 \pm 0,26$); 14. dan ispitivanja, 3. ciklus ($3,60 \pm 0,28$); 21. dan, 3. ciklus ($3,59 \pm 0,35$). Produženim čuvanjem do 28. dana (upakovana rozbrat-



Grafikon 3. Promene vrednosti kiselinskog broja u uzorcima upakovanog i neupakovanog junećeg mesa tokom sva tri ciklusa ispitivanja

Figure 3. Changes in acid number values in samples of packaged and unpacked beef in all three test cycles

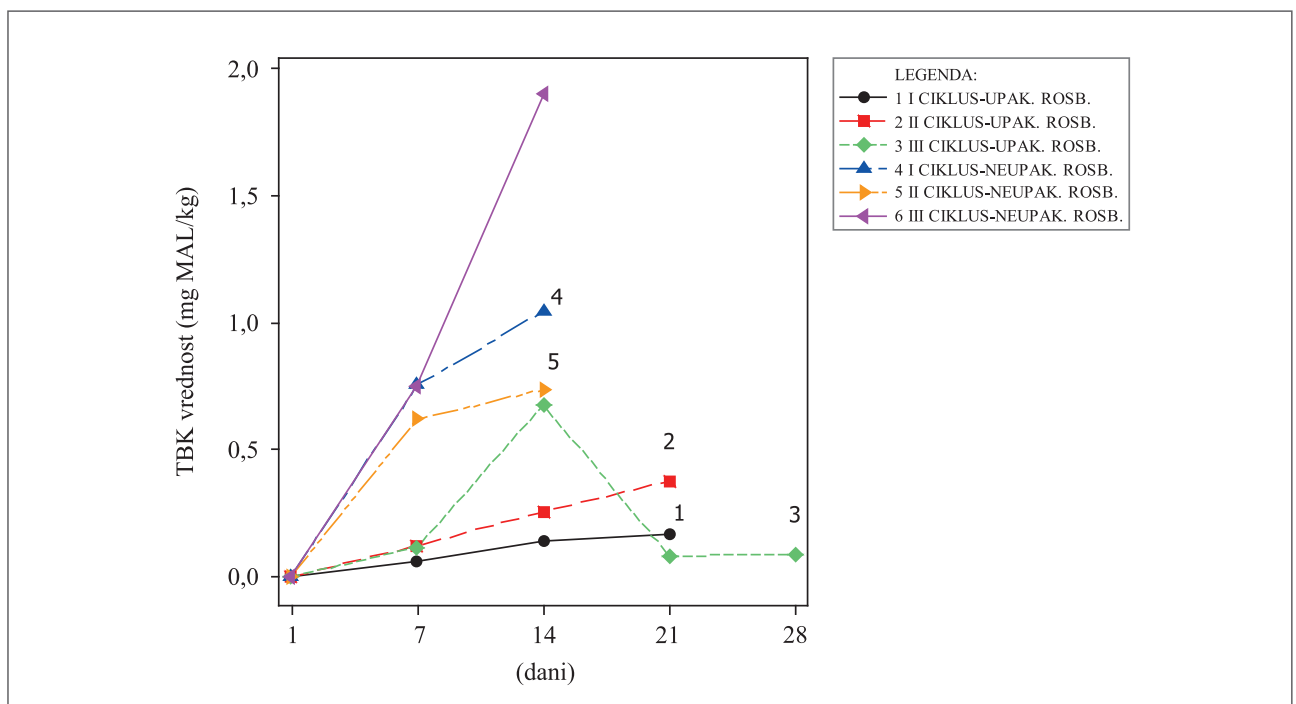
na, 3. ciklus), trend porasta kiselinskog broja se nastavio i 28. dana je drastično porastao i iznosio je $5,21 \pm 0,11$ mg KOH/g. Ovaj parametar kao pokazatelj početka hidrolitičke degradacije lipida u mesu ne može se koristiti kao jedini indikator kvara mesa i njegov porast tokom čuvanja mesa je uobičajena pojava. Vrednost kiselinskog broja je u vezi sa sadržajem vode u mesu, koja doprinosi reakcijama hidrolize (Naz i dr., 2005). Takođe, niža pH vrednost u neupakovanom mesu (od 5,83 do 6,26) u odnosu na upakovano (6,04 do 6,42) utiče na smanjenje lipolize, što je u skladu sa rezultatima studije Khaksar i dr. (2010).

Oksidacija lipida se često određuje preko TBK testa (Dave i Ghaly, 2011). Na grafikonu 4 prikazane su promene TBK vrednosti u ispitanim uzorcima upakovanog i neupakovanog junećeg mesa. U vakuum pakovanoj goveđoj rozbratni, sadržaj malondialdehida je u sva tri ciklusa 1. dana, iznosio 0,00 mg MAL/kg, odnosno nije utvrđeno prisustvo sekundarnih proizvoda oksidacije. U prva dva ciklusa ispitivanja, u periodu od 7. do 21. dana, količina MAL se povećavala, tako da je 21. dana iznosila $0,17 \pm 0,01$ mg/kg (1. ciklus) i $0,38 \pm 0,02$ mg/kg (2. ciklus). U trećem ciklusu, 7. i 14. dana utvrđen je značajniji porast sadržaja MAL, $0,12 \pm 0,01$ mg/kg i $0,68 \pm 0,01$ mg /kg, respektivno, dok je 21. i 28. dana sadržaj MAL značajnije pao i iznosio je 0,08 i 0,09 mg/kg, respektivno.

Kada je u pitanju neupakovana rozbratna, ispitivanja su pokazala značajniji i brži porast sadržaja MAL. Naime, 1. dana ispitivanja, kao i u vakuum pakovanom mesu, nije utvrđeno prisustvo sekundarnih proizvoda oksidacije (0,00 mg/kg MAL), ali 7. dana sadržaj MAL je iznosio $0,75 \pm 0,15$ mg/kg (1. i 3. ciklus) i $0,62 \pm 0,28$ mg/kg (2. ciklus). Trend porasta sadržaja malondialdehida u neupakovanom mesu se nastavio, tako da je 14. dana, u sva tri ciklusa iznosio $1,04 \pm 0,01$ mg/kg, $0,74 \pm 0,10$ i $2,90 \pm 0,01$ mg/kg, respektivno.

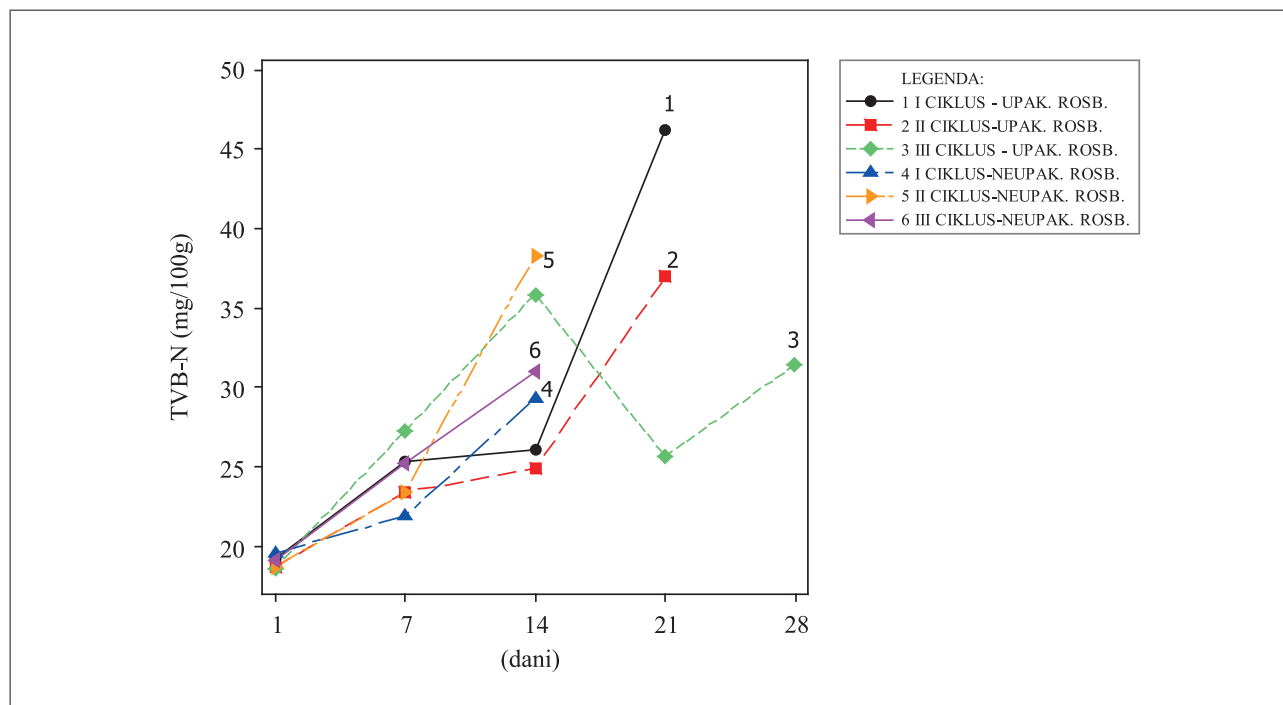
Vreme skladištenja, kao i pakovanje je pokazalo značajan uticaj na razvoj oksidacije lipida. Utvrđena je duža održivost svežeg goveđeg mesa upakovanog u vakuumu u odnosu na neupakovano, na šta ukazuju i veće TBK vrednosti ($p > 0,01$) 14. dana ispitivanja (za neupakovano meso 1,04, 0,74 i 2,90 MAL/kg, respektivno, po ciklusima, u odnosu na u vakuum upakovanu goveđu rozbratnu 0,14, 0,26 i 0,68 MAL/kg, respektivno, po ciklusima).

U uzorcima upakovane i neupakovane rozbratne količina malondialdehida (0,68 za upakovanu i max. 2,90 za neupakovanu) i je bila ispod kritične vrednosti od 3 mg MAL/kg, na kojoj se, prema Wong i dr. (1995), može detektovati užeglost. Može se pretpostaviti da je za slab intenzitet oksidacionih procesa odgovorna ishrana goveda od kojih meso potiče. Odnosno, prema Yang i dr. (2002) i Gatellier



Grafikon 4. Promene TBK vrednosti u uzorcima upakovanog i neupakovanog junećeg mesa tokom sva tri ciklusa ispitivanja

Figure 4. Changes in TBA values in samples of packaged and unpackaged beef in all three test cycles



Grafikon 5. Promene TVB-N vrednosti u uzorcima upakovanog i neupakovanog junećeg mesa tokom sva tri ciklusa ispitivanja

Figure 5. Changes in TVB-N values in samples of packaged and unpackaged beef in all three test cycles

i dr. (2005), veći sadržaj prirodnih antioksidanasa u ishrani, kao što je vitamin E na primer, dovodi do povećanja sadržaja vitamina E u mišićnom tkivu goveda i tako sprečava razvoj oksidacionih procesa u mesu. Malondialdehid je jedan od proizvoda degradacije peroksida sa velikim potencijalom za reakciju sa drugim jedinjenjima (*deMan*, 1999).

Na osnovu rezultata prikazanih na grafikonu 5 može se videti da se sadržaj ukupnog isparljivog azota tokom perioda ispitivanja povećavao, kako u upakovanom svežem goveđem mesu, tako i u neupakovanom, što je u skladu sa navodima *Sunki i dr.* (1978). Naime, količina TVB-N je 1. dana ispitivanja, u sva tri ciklusa, bila slična (neupakovana goveđa rozbratna od 18,73 do 19,60 mg/100g; upakovana goveđa rozbratna od 18,66 do 19,25 mg/100g). 14. dana ispitivanja, sadržaj TVB-N je u neupakovanoj rozbratni bio veći (od 29,34 ± 1,47 mg/100g, 1. ciklus do, 38,36 mg/100g, 2. ciklus (u poređenju sa rozbratnom u vakuum pakovanju od 24,89 ± 0,98 mg/100g, 2. ciklus do 35,91 ± 0,17, mg/100g, 3. ciklus), što ukazuje na bržu razgradnju proteina u neupakovanom u odnosu na upakovano meso. Sa produženjem vremena ispitivanja upakovanog goveđeg mesa, slično kao i u studiji *Sunki i dr.* (1978), došlo je drastičnijeg porasta TVB-N, tako da je sadržaj ukupnog isparljivog azota u upakovanom goveđem mesu 21. dana

ispitivanja bio 46,32 ± 0,26 mg/100g (1. ciklus) i 37,00 ± 0,75 mg/100g (2. ciklus). U trećem ciklusu ispitivanja upakovanog goveđeg mesa, 21. dana je sadržaj TVB-N neočekivano je opao (25,71 ± 0,21 mg/100g), da bi u narednom ispitivanju (28. dana) bio utvrđen njegov porast (31,45 ± 0,52 mg/100g).

U sva tri ciklusa ispitivanja vakuum upakovanog i neupakovanog goveđeg mesa utvrđena je statistički značajna korelacija između kiselinskog broja i TVB-N ($P_s = 0,621$; $p = 0,02$), kao i između a_w i TVB-N ($P_s = 0,577$; $p = 0,005$). Ustanovljene su statistički značajne razlike ($p = 0,001$), kod svih ispitivanih uzoraka, između ciklusa za TVB-N, TBK test, kiselinski broj i pH vrednost. Takođe, za sva tri ciklusa ispitivanja, 21. dana za upakovano i 14. dana za neupakovano meso, utvrđena je statistički značajna razlika ($p < 0,05$) u pogledu a_w vrednosti, TVB-N i kiselinskog broja. Međutim, u pogledu pH vrednosti, u prvom i trećem ciklusu ispitivanja nije ustanovljena statistički značajna razlika ($p > 0,05$), (1. ciklus 14. dan, neupakovano meso pH = 6,10 i 21. dan, upakovano meso pH = 6,02; 3. Ciklus, 14. dan, neupakovano meso pH 6,04 i 21. dan, upakovano meso pH = 6,15). Utvrđena je statistički značajna razlika ($p < 0,05$) u pogledu ovog parametra samo u 2. ciklusu ispitivanja (14. dan, neupakovano meso pH = 6,30 i 21. dan, upakovano meso pH = 6,02).

Zaključak

S obzirom na utvrđene hemijske promene u svežem goveđem mesu čuvanom u uslovima malo-prodaje u rashladnoj vitrini može da se zaključi da je, kako dužina odnosno vreme čuvanja, tako i pakovanje (vakuum) imalo značajan uticaj na održivost ove namirnice. Generalno, na održivost, uzimajući u

obzir hemijske promene u okviru sva tri ciklusa, uticalo je pakovanje mesa, koje je uslovalo dužu održivost (21 dan) u poređenju sa neupakovanim mesom (14 dana).

Prema dobijenim rezultatima hemijskih ispitivanja utvrđeno vreme održivosti za goveđu rozbratnu koja nije upakovana je 14 dana, a za rozbratnu upakovanu u vakuum 21 dan.

Literatura

- Azad M. A. K., Akter S., 2005.** Influence of Freezing time on the Quality of beef. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 4, 4, 424–426.
- Berges E., 1999.** Importance of vitamin E in the oxidative stability of meat: Organoleptic qualities and consequences. *Cahiers Options Mediterranennes*, 37, 347–363.
- Berkel B. M., Boogaard B. V., Heijnen C., 2004.** Preservation of fish and meat. Agromisa Foundation, Wageningen, The Netherlands, 8, 78–80.
- Cascone A., 2005.** Study and prevention of lipid oxidation in meat. Doctoral thesis in Food Science and Nutrition, University of Naples Federico, Naples, Italy, pp: 7–11.
- Cassens R. G., 1994.** Meat Preservation, Preventing Losses And Assuring Safety. 1st Edn., Food and Nutrition Press, Inc. Trumbull, Connecticut, USA, 79–92.
- Chambers P. G., Grandin T., 2001.** Guidelines for humane handling, transport and slaughter of livestock. G. Heinz and T. Srisuvan (Eds.). http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/animalwelfare/guidelines%20humane%20handling%20transport%20slaughter.pdf.
- Dave D., Ghaly E. A., 2011.** Meat Spoilage Mechanisms and Preservation Techniques: A Critical Review. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 6, 4, 486–510.
- deMan J. M., 1999.** Principles of food chemistry, 3rd Edn., Gaithersburg, Maryland, Aspen Publications Inc., 54–61.
- Enser M., 2001.** Muscle lipids and meat quality. <http://www.bsas.org.uk/downloads/annlproc/Pdf2001/243.pdf>.
- Fernandez J., Perez-Alvarez J. A., Fernandez-Lopez J. A., 1997.** Thiobarbituric acid test for monitoring lipid oxidation in meat. *Food Chemistry*, 59, 345–353.
- Gatellier P., Mercier Y., Juin H., Rennere M., 2005.** Effect of finishing mode (pasture or mixed diet) on lipid composition, colour stability and lipid oxidation in meat from Charolais cattle. *Meat Science*, 69, 1, 175–186.
- Ghaly A. E., Dave D., Budge S., Brooks M. S., 2010.** Fish spoilage mechanisms and preservation techniques: Review. *American Journal of Applied Science*, 7, 846–864.
- Heinz G., Hautzinger P., 2007.** Meat Processing Technology. For Small-To Medium scale Producers. Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific. Retrived on 1st June 2010, from <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ai407e/ai407e00.pdf>.
- Holland C. D., 1971.** Determination of malonaldehyde as an index of rancidity of nut meats. *Journal of AOAC*, 54, 5, 1024–1026.
- ISO 21807, 2004(E).** Microbiology of food and animal feeding stuffs-Determination of water activity.
- Khaksar R., Moslemy M., Hosseini H., Taslimi A., Ramezani A., Amiri Z., Sabzevari A., 2010.** Comparison of lipid changes in chicken frankfurters made by soybean and canola oils during storage. *Iranian Journal of Veterinary Research*, Shiraz University, 11, 2, 31, 154–163.
- Kotzekidou P., Bloukas J. G., 1996.** Effect of protective cultures and packaging film permeability on shelf-life of sliced vacuum-packed cooked ham. *Meat Science*, 42, 333–345.
- Kuwahara K., Osako K., 2003.** Effect of sodium Gluconate On Gel Formation Of Japanese Common Squid Muscle. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 69, 637–42.
- Linares M. B., Berruga M. I., Bornezv R., Vergara H., 2007.** Lipid oxidation in lamb meat: Effect of the weight, handling previous slaughter and modified atmospheres. *Meat Science*, 76, 715–720.
- Liu Q., Lanari M. C., Schaefer D. M., 1995.** A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. *Journal of Animal Science*, 73, 3131–3140.
- Miller R. K., 2002.** Factors affecting the quality of raw meat, In: Meat processing Improving quality. Joseph, K., K. John and D. Ledward (Eds.), CRC Press, FL, USA, 26–63.
- Naz, S., Siddiqi, R., Sheikh, H., Sayeed, S. A., 2005.** Deterioration of olive, corn and soybean oils due to air, light, heat and deep frying. *Food Research International*, 38, 127–134.
- Neumeyer K. T., Ross T., Thomson G., McMeekin T. A., 1997.** Validation of a model describing the effect of temperature and water activity on the growth of psychrotrophic pseudomonads. *International Journal of Food Microbiology*, 38, 55–63.
- Newton, K. G., Rigg W. J., 1979.** The effect of film permeability on the storage life and microbiology of vacuum-packed meat. *Journal of Applied Bacteriology*, 47, 433–441.
- Radetić, P., Milijašević, M., Jovanović, J., Velebit, B., 2007.** Pakovanje svežeg mesa u modifikovanoj atmosferi – trend koji traje. *Tehnologija mesa* 1–2, 99–109.
- Russell S. M., Fletcher D. L., Cox N. A., 1996.** Spoilage bacteria of fresh broiler chicken carcasses. *Poultry Science*, 75, 2041–2047.
- Savell J. W., Smith G. C., Hanna M. O., Vanderzant C., 1981.** Packing of beef loin steaks in 75% O₂ plus 25% CO₂, Physical and sensory properties. *Journal of Food Science*, 44, 12, 923–927.
- Simitzis P. E., Deligeorgis S. G., 2010.** Lipid oxidation of meat and use of essential oils as antioxidants in meat products. http://scitopics.com/Lipid_Oxidation_of_Meat_and_Use_of_Essential_Oils_as_Antioxidants_in_Meat_Products.html.

- Smith D., Stratton J. E., 2006.** Understanding GMPs for sauces and dressing food processing for entrepreneurs series. <http://elkhorn.unl.edu/epublic/live/g1599/build/g1599.pdf>.
- SRPS EN ISO 3960, 2011.** Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla – Određivanje peroksidnog broja – Jodometrijsko (vizuelno) određivanje završne tačke.
- SRPS EN ISO 660, 2011.** Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla – Određivanje kiselinskog broja i kiselosti.
- SRPS ISO 2917, 2004.** Meso i proizvodi od mesa – Merenje pH (referentna metoda).
- Sunki G. R., Annapureddy R., Rao D. R., 1978.** Microbial, biochemical and organoleptic changes in ground rabbit meat stored at 5 to 7 °C. *Journal of Animal Science*, 46, 3, 584–588.
- Tarladgis B. C., Pearson A. M., Dugan L.R., 1964.** Chemistry of the 2-thiobarbituric acid test for determination of oxidative rancidity in foods. II Formation of the TBA malonaldehyde complex without acid heat treatment. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 15, 9, 602–607.
- Toldra F., Flores M., 2000.** The use of muscle enzymes as predictors of pork meat quality. *Food Chemistry*, 69: 387–395.
- Wong J. W., Hashimoto K., Shibamoto T., 1995.** Antioxidant activities of resemmary and sage extracts and vitamin E in a model meat system. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43, 10, 2707–2712.
- Yang A., Lanari M. C., Brewster M., Tume R. K., 2002.** Lipid stability and meat colour of beef from pasture and grain-fed cattle with or without vitamin E supplement. *Meat Science*, 60, 1, 41–50.
- Zarzycky B., Swiniarska J., 1993.** Whey as cryoprotective substance in storage of frozen ground cooked pork. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 12, 2, 105–113.

The effect of vacuum packaging on chemical changes in chilled beef

Vranić Danijela, Milijašević Milan, Petrović Zoran, Đinović-Stojanović Jasna, Jovanović Jelena, Lilić Slobodan, Petronijević Radivoj

S u m m a r y: The aim of the study was to establish the differences between chemical parameters of shelf life of unpackaged beef tenderloin and beef tenderloin packed in vacuum. Beef tenderloin used in the experiment, derived from 3 Simmental young cattle of average weight of 400 kg, which were slaughtered in an industrial slaughterhouse. Dynamics of sample testing was: day 1 (after packaging), day 7, 14, 21 and 28. During storage, the packaged and unpackaged beef was tested in respect to chemical parameters that would indicate the hydrolytic and oxidative changes. The a_w value, pH, acid number, TBA (Tiobarbituric acid) and TVB-N (Total volatile basic nitrogen) values were examined. The highest a_w values were measured on day 21 of testing, in samples of packaged tenderloin from the first and third cycle, while the lowest a_w value was recorded on day 21 in samples of packed tenderloin from the second test cycle. All of the samples showed a decrease in pH during the first 7 days, after which the pH value increased and in 14 day it was similar in packaged and unpackaged meat samples. During the investigated study period, acid value showed a permanent and rapid increase in the unpackaged meat in relation to sluggish increase, which was registered in the packaged meat. Based on the content of malondialdehyde (MAL) the vacuum packed beef tenderloin, in all three cycles, on day 1 of the test showed no presence of secondary oxidation products. In the first two cycles of testing, from the 7 to 21 days, the amount of MAL increased, and in the third cycle, on day 7 and 14 of the test, the significant increase in the MAL content was determined, while on day 21 and 28 of the test, its content significantly decreased. The quantity of TVB-N, on day 1 of the test, in all three cycles of the tested samples of packaged and unpackaged beef tenderloin, was similar, but on day 14 of testing, the content of TVB-N in unpackaged tenderloin was higher compared to the vacuum packaged tenderloin, what indicated to a faster protein degradation in unpackaged meat compared to the vacuum packaged meat.

When the results obtained for the chemical parameters from the all three cycles are taken into accounts, it can be concluded that the shelf life of the unpacked beef was 14 days and for vacuum packed tenderloin 21 days.

Key words: tenderloin, vacuum packing, a_w , pH, acid number, total volatile nitrogen, TBA.

Rad primljen: 2.11.2012.

Rad ispravljen: 9.11.2012.

Rad prihvaćen: 20.11.2012.

uslovima za obavljanje prometa robe i vršenje usluga u prometu robe, Sl. glasnik RS br. 47/96, 22/97, 6/99, 99/2005 i 100/2007). Higijensko sanitarni uslovi poslovanja sa pilećim mesom su zahtevniji i teži u maloprodaji, nego u veleprodaji (Perez-Rodriguez i dr., 2010).

Poznato je da meso u toku proizvodnje, prerađivanja i prometa dolazi u kontakt sa mikroorganizmima od čijeg broja i vrste zavisi njegova higijenska ispravnost i održivost (Dimitrijević, 2000). Patogeni mikroorganizmi koji se prenose hranom su vodeći uzročnici bolesti u zemljama u razvoju, koji prouzrokuju dodatne milionske troškove lečenja i hospitalizacije obolelih (Fratamico i dr., 2005). Same promene načina ishrane u savremenom životu, kao i kompleksne i duge procedure u lancu hrane utiču na higijenske uslove u prometu (Hedberg i dr., 1992).

U maloprodajnim objektima, koji se bave prometom pilećeg mesa, popularna je praksa prodaje svežeg pilećeg mesa u neupakovanom, rinfuznom obliku. Pileće meso se u prodajnim vitrinama izlaže u lodnama i dostupno je oku potrošača koje odabira željene komade. Na taj način se izlazi u susret željama potrošača, prodaja postaje dvosmeran odnos i tako se znatno dobija na kvalitetu usluge, ali se meso izlaže mikrobiološkom riziku. Mikrobiološki rizik koji se javlja u ovom segmentu lanca hrane potrebno je kompletnije i potpunije sagledati, kako bi se na što adekvatniji način definisala prisutna opasnost i kako bi se ona eliminisala ili svela na prihvatljivu meru. Savremeni promet i potrošnju hrane karakteriše visoka zabrinutost kupaca, kao krajnjih korisnika, kao i sve veći zahtevi u pogledu bezbednosti hrane (Radovanović, 2006). Pileće meso se u prodavnicama prodaje rasečeno na osnovne delove (pileće grudi, batac sa ili bez karabataka, krila, leđa, vratovi). Praksa u neupakovanoj, rinfuznoj prodaji je da se pileće meso doprema u maloprodajni objekat u zbirnom plastičnom pakovanju od 5 kg. Osnovni rasečeni delovi pilećeg mesa se zatim od strane samih radnika vade iz zbirnog pakovanja i prebacuju u lodne u prodajnim rashladnim vitrinama. Meso tako postaje izloženo mikroambijentu maloprodajnog objekta i dolazi u kontakt sa rukama radnika, alatom i opremom. U prometu rasečenog pilećeg neupakovanog mesa, u maloprodaji, kao finalnom mestu u lancu hrane, neposredno se izlazi u susret željama i potrebama kupaca. Za ovaj vid prometa potrebno je da se uspostavi efektivan i efikasan upravljački sistem čijom bi se verifikacijom, u određenom smislu potvrdile sve prethodne karike u lancu hrane. Kako bi se osigurala zdravstvena bezbednost ove namirnice, kao cilj našeg rada postavljeno je da se utvrde mesta prove-re kojima bi se smanjivao postojeći ili pretpostavlje-

ni rizik. Analiza rizika koristi se kao sredstvo za dobijanje informacija kako da se pristupi i kako da se smanji rizik (Mataragas i dr., 2008).

Materijal i metode

Kako bi se procenio mikrobiološki rizik koji postoji pri prodaji rasečenog neupakovanog pilećeg mesa, uzimani su brisevi, tokom rada sa ruku radnika, noža, hvataljki za meso, kesa kojima radnici uzimaju meso, zatim sa lodni u kojima se meso izlaže tokom prodaje u rashladnim vitrinama, kao i sa plastičnih (PVC) daski, na kojima se meso raseca. U brisevima je ispitivano prisustvo mikroorganizama: koagulaza pozitivne stafilokoke, *E. coli*, fekalne streptokoke, *Salmonella* spp., sulfitoredujuće klostridije i određivan je ukupan broj aerobnih kolonija. Interpretacija rezultata, okarakterisanje nekog rezultata kao odgovarajućeg ili neodgovarajućeg, je rađeno preko uspostavljenih limita → da prisustvo bakterija nije dozvoljeno na površini od 1 cm², dok ukupan broj bakterija ne sme biti veći od 100 na 1 cm² zasejane površine odgovarajućeg podloge u Petrijevim pločama. Ukupno je uzeto 326 briseva ruku radnika, 123 brisa noža, 49 briseva lodni, 20 briseva plastičnih kesa, 41 bris hvataljke za meso i 17 briseva daske za rasecanje. Primenjene su sledeće mikrobiološke metode:

- **SRPS ISO 4833:2008** Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za određivanje broja mikroorganizama – Tehnika brojanja kolonija na 30°C
- **SRPS ISO 6888-1:2009** Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za određivanje broja koagulaza-pozitivnih stafilokoka (*Staphylococcus aureus* i druge vrste) – Deo 1: Tehnika upotrebom agara po Berd-Parckeru
- **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
- **SRPS ISO 6579:2008** Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za otkrivanje *Salmonella* spp.
- **SRPS ISO 15213:2011** Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za određivanje broja sulfitoredujućih bakterija koje rastu pod anaerobnim uslovima

Rezultati i diskusija

Dobijeni rezultati za briseve, uzete tokom rada u maloprodaji, prikazani su u tabeli 1.

Povećan broj aerobnih mezofilnih bakterija utvrđen je u 103 od 326 briseva ruku radnika (31,6%), u 8 od 123 brisa noževa za rasecanje mesa (6,5%), u 19 od 49 briseva lodni za meso (38,8%), u 16 od 20 briseva plastičnih kesa za uzimanje mesa (80%), u 3 od

41 brisa hvataljki za meso (7,3%) i u sa od 17 briseva PVC daski za rasecanje mesa (11,8%).

Prisustvo fekalnih streptokoka utvrđeno je u 100 od 326 ispitanih briseva ruku radnika (30,7%), u 8 od 123 brisa noževa za rasecanje mesa (6,5%), u 26 od 49 briseva lodni za meso (53,1%), u 16 od 20 briseva plastičnih kesa za uzimanje mesa (80%), u 3 od 41 brisa hvataljke za meso (7,3%) i u 2 od 17 uzoraka PVC daski za rasecanje mesa (11,8%).

Tabela 1. Zbirni pregled briseva uzetih iz maloprodajnih objekata koji kupcima nude neupakovano rasečeno pileće meso

Table 1. Summary review of swabs taken from retail stores that offer to customers unpacked cut poultry meat

	Broj ukupno uzetih briseva/ Number of total swabs	Briseva sa neodgovarajućim rezultatima/ Swabs with non-compliant results		Utvrđeni mikroorganizmi u brisevima sa neodgovarajućim rezultatima, numerički i procentualno predstavljeni/ Microorganisms identified in swabs with non-compliant results, numerical and percentage represented:							
				Aerobne mezofilne bakterije/ Aerobic mesophylic bacteria		Fekalne streptokoke/ fecal streptococci:		Koagulaza + stafilokoke/ coagulase + staphylococcus		E. coli	
				Broj/No.	%	Broj > 100/ No. > 100	%	Utvrđeno/ Determined	%	Utvrđeno/ Determined	%
Ruke radnika/ Hands of personel	326	108	33,0	103	31,6	100	30,7	8	2,5	2	0,6
Nož/ Knife	123	11	9,0	8	6,5	8	6,5	1	0,8	2	1,6
Lodna za meso/ Meat crate	49	33	67,0	19	38,8	26	53,1	/	/	18	36,7
Kesa za uzimanje mesa/ Sacks for meat	20	16	80,0	16	80,0	16	80,0	6	30,0	10	50,0
Hvataljka za meso/ Meat grabber	41	4	9,8	3	7,3	3	7,3	/	/	2	4,9
PVC daska/ PVC board	17	2	12,0	2	11,8	2	11,8	/	/	/	/
UKUPNO/ TOTAL	576	174	30	151	87	155	89	15	8,6	34	20

Prisustvo koagulaza pozitivnih stafilokoka utvrđeno je u 8 od 326 briseva ruku radnika (2,5%), u jednom od 123 brisa noževa za rasecanje mesa (0,8%) i u 6 od 20 briseva plastičnih kesa za uzimanje mesa (30%). Koagulaza pozitivne stafilokoke nisu bile utvrđene u brisevima sa lodni za meso, hvataljki za meso i u brisevima PVC daski za rasecanje mesa. Koagulaza pozitivne stafilokoke, naročito soj *Staphylococcus aureus*, produkuju enterotoksin i, kada su prisutne u velikom broju, mogu da predstavljaju veliku opasnost po ljudsko zdravlje (Soomro i dr., 2003). Od enterotoksina sekretuju enzime i citotoksine (koji uključuju hemolizine: alfa, beta, gama i delta), nukleaze, proteaze, lipaze, kolagenaze i hijaluronidaze. Glavna funkcija ovih enzima je da tkivo makroorganizma prevedu u nutrijente potrebne za bakterijski rast (Dinges i dr., 2000).

Prisustvo *E. coli* utvrđeno je u 2 od 326 briseva ruku radnika (0,6%), u 2 od 123 brisa noževa za rasecanje mesa (1,6%), u 18 od 49 briseva lodni za meso (36,7%), u 10 od 20 briseva kesa za uzimanje mesa (50%), u 2 od 41 brisa hvataljki za meso (4,9%), dok prisustvo ove bakterije nije bilo utvrđeno u brisevima sa PVC daski za rasecanje mesa. Mnogi sojevi *E. coli* su normalni stanovnici crevne mikroflore, dok određeni sojevi mogu da budu uzročnici bolesti organizma (Schroeder i dr., 2004). Patogeni sojevi *E. coli* su podeljeni na enteropatogene, enterotoksične, enterohemoragične i enteroinvazivne i dovode se u vezu sa patološkim stanjima kod obolelih osoba: dijareja, hemoragični kolitis, hemoragični uremični sindrom HUS (Feng, 2001).

Prisustvo *Salmonella* spp. vrste nije utvrđeno, kao ni prisustvo sulfitoredujućih klostridija.

Prisustvo utvrđenih bakterija ukazuje da za potrošače postoji mikrobiološki rizik i potrebno je da se odrede korektivne mere koje bi ovaj rizik eliminisale ili svele na prihvatljivu meru. Radnik na čijim rukama je ustanovljeno prisustvo koagulaza pozitivnih stafilokoka, trebalo bi da bude upućen na vanredni sanitarni pregled. Trebalo bi da se preduzme pojačano čišćenje, pranje i sanitacija pribora, alata i opreme koje je taj radnik tokom rada koristio. Ukoliko se pri sledećoj kontroli ponovo ustanovi prisustvo koagulaza pozitivnih stafilokoka, neophodno je preduzeti dalje mere upravljanja rizikom.

Na osnovu dobijenih rezultata koji su prikazani u tabeli 1 može da se konstatuje da najveći rizik u maloprodaji rasećenog neupakovanog pilećeg mesa predstavljaju kese kojima radnice uzimaju meso iz prodajnih vitrina pri usluživanju kupaca (slika 1). Kese se koriste više puta; nakon svake upotrebe radnici ih skidaju sa ruku i vraćaju u prodajnu vitrinu, a praksa je da ih menjaju na svakih pola sata. Na taj

način, dolazi do unakrsne kontaminacije u prodajnoj vitrini.



Slika 1. Plastične kese kojima se uzimaju komadi pilećeg mesa u rashladnim vitrinama u maloprodaji

Picture 1. Plastics sacks used to take cut poultry pieces, in show cases

U prethodnim ispitivanjima na svežem rasećenom pilećem mesu u maloprodaji utvrđeno je prisustvo mikroorganizama u 27% od ukupnog broja uzoraka. Prisustvo *E. coli* utvrđeno je u 60% od ukupnog broja kontaminiranih uzoraka (Rašeta i dr., 2010). Takođe, trebalo bi da se uzme u obzir namena svežeg pilećeg mesa, jer se ono ne konzumira sirovo već nakon termičke obrade, tako da su svi navedeni momenti od značaja za procenu rizika koji postoji u prometu ovakve vrste hrane.

Zaključak

Dobijeni rezultati ukazuju da pri maloprodaji neupakovanog rasećenog pilećeg mesa postoje higijenski rizici. Ti rizici bi trebalo da se eliminišu ili smanje primenom HACCP sistema, odnosno predušlovnih programa (GHP, GMP).

Takođe, dobijeni podaci mogu da posluže za procenu rizika sa kojim se maloprodaja svežeg pilećeg neupakovanog mesa suočava, sa idejom što adekvatnijeg koncipiranja kritičnih kontrolnih mesta i definisanja mera koje mogu da se preduzmu da bi se smanjio ili eliminisao rizik.

Zbog visokog stepena kontaminacije, plastične kese koje se koriste za usluživanje kupaca u maloprodaji trebalo bi da se izbacе iz upotrebe i trebalo bi da se promeni radna praksa. Preporuka je da se

za usluživanje kupaca koriste metalne hvataljke koje bi bile prilagođene nameni. Sa higijenskog aspekta metal je najpovoljniji materijal jer je bakterijska kontaminacija svedena na najniži stepen; metal je otporan materijal, ne upija mirise i lako se održava.

Plastične lodne, u kojima se meso izlaže u prodajnim vitrinama, trebalo bi da budu od metala, ne od plastike, jer se plastika teže sanitira, upija mirise, predstavlja povoljniju podlogu za razvoj mikroorganizama i podložnija je oštećenjima, tako da, sem mikrobiološkog rizika može da se pojavi i fizički rizik po pileće meso u vidu krhotina plastike.

Pri manipulaciji sa mesom tokom skladištenja, izlaganja i same prodaje u maloprodajnom objektu postoji mogućnost kontaminacije, tako da je preporučljivo da se rasečeno pileće meso prodaje u originalnim pakovanjima. Na taj način bi se minimalizovao kontakt sa ambijentom maloprodajnog objekta, sam stepen manipulacije sa mesom od strane radnika bi bio smanjen, dok bi se ušteda u vremenu koristila za detaljniju i sveobuhvatniju kontrolu prometa svežeg rasečenog neupakovanog pilećeg mesa uz redovno popunjavanje dokumentacije koja svedoči da se radna praksa obavlja u skladu sa opisanim procedurama.

Literatura

- Dimitrijević D., 2000.** Postupci sanitacije u proizvodnji i preradi mesa. *Tehnologija mesa* 41, 1–3, 39–48.
- Dinges M. M., Orvin P. M., Schlivert P. M., 2000.** Exotoxins of staphylococcus aureus. *Clinical Microbiology Review*, 13, 16–34.
- Feng P., 2001.** *Escherichia coli*, Guide to Foodborne Pathogens. Wiley, New York, 143–162.
- Fratamico P. M., Bhunia A. K., Smith J. L., 2005.** Foodborne Pathogens in *Microbiology and Molecular Biology*. Caister Academic Press, Wymondham, Norfolk, UK. 273.
- Hedberg C. W., Levine W. C., White K. E., Carlson R. H., Winsor D. K., Cameron D. N., MacDonald K. L., Osterholm M. T. 1992.** An International Foodborne Outbreak of Shigellosis Associated With a Commercial Airline. *JAMA* 268: 3208–3212.
- Knight P., 2008.** Brazilian industry facing economic pressure. *World Poultry* 24, 11, 8–9.
- Mataragas M., Skandamis P. N., Drosinos E. H., 2008.** Risk profiles of poultry meat and risk ratings of various pathogen/product combinations. *International Journal of Food Microbiology* 126, 1–12.
- Nedeljković Lj., Vranić V., Rađenović D., Majkić M., 2001.** Razvoj proizvodnje i tehnologije živinskog mesa u narednoj deceniji. *Tehnologija mesa* 36, 4, 357–363.
- Nunez F., 2011.** Chicken meat, a promising future ahead. *World Poultry* 27, 8, 40–42.
- Perez-Rodriguez F., Castro R., Posada Izquiero G. D., Valero A., Carrasco E., Garcia Gimeno R. M., Zurera G., 2010.** Evaluation of hygiene practices and microbiological quality of cooked meat products during slicing and handling in retail. *Meat Science* 86, 479–485.
- Pravilnik o kvalitetu mesa pernate živine, 1988.** Službeni list SFRJ, br. 1/1981 i 51/1988.
- Pravilnik o minimalnim tehničkim uslovima za obavljanje prometa robe i vršenje usluga u prometu robe, 2011.** Službeni glasnik RS, br. 47/1996, 22/1997, 6/1999, 99/2005, 100/2007, 98/2009 i 62/2011).
- 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.
- Radovanović R., 2006.** Analiza rizika i kritične kontrolne tačke (HACCP): dosadašnja iskustva, *Tehnologija mesa* 47, 3–4, 139–147.
- Rašeta M., Sverak Matekalo V., Lilić S., Borović B., Velebit B., 2010.** Higijenski uslovi prodaje svežeg pilećeg mesa i pilećih iznutrica u maloprodajnim objektima, Zbornik radova sa XII Međunarodnog simpozijuma NODA, 82–89.
- Ristić M., 2001.** Development trends in the poultry production – yesterday, today and tomorrow. *Tehnologija mesa* 42, 5–6, 327–343.
- Rodrigues C., 2010.** South America eyes an optimistic future. *World Poultry* 26, 3, 6–8.
- Schroeder C., White D., Jianghong M., 2004.** Retail meat and poultry as reservoir of antimicrobial-resistant *Escherichia coli*, *Food Microbiology* 21, 249–255.
- Shane M. S., 2004.** The challenges, successes and issues facing today's industry. *World Poultry* 20, 2, 18–21.
- Sluis W., 2011.** EU poultry industry slightly optimistic. *World Poultry* 27, 2, 6–8.
- Soomro A. H., Arain M. A., Khashkeli M., Bhutto M., Meemon A. K., 2003.** Isolation of *Staphylococcus aureus* from milk products sold at sweet meat shops of Hyderabad, *Journal of Biological Science* 3, 91–94.

Hygienic risks of cut unpacked chicken meat in retail

Rašeta Mladen, Bunčić Olivera, Matekalo-Sverak Vesna, Lilić Slobodan, Vranić Vojin, Branković Lazić Ivana, Spirić Danka

S u m m a r y: Unpacked cut chicken meat in retail is intensely influenced by micro-environment. The aim of this paper is to determine closer the risks that exist in retail. The existing microbiological risk is determined by taking swabs from worker's hands, equipment and tools which came in direct contact with meat during work. The swabs were taken monthly during the two year period, in total number of 576. Swabs were tested by standard SRPS ISO methods: 4833:2008 for determining aerobic colony count; 6888-1:2009 for determining coagulase positive staphylococci; 16649-2:2008 for determining *Escherichia coli*; 15213:2011 for determining sulfitereducting clostridia and 6579:2008 for determining *Salmonella* spp. In 30% of the total number of taken swabs inadequate results were obtained, by category: 80% inadequate results of plastic sacs used for servicing the customers, 67% of the trenchers in showercases, 33% of the worker's hands, 12% of the plastic meat cutting boards, 10% of meat grabbers and 9% of knife blades. The obtained results can be used to determine more closely the critical points of process steps in defining the standard operational and hygienic procedures for poultry meat handling in retail. Obtained results also can be used in risk analysis operation in retail sale of cut unpacked poultry meat.

Key words: cut chicken meat, unpacked chicken meat, retail, microbiological risk, risk analysis in chicken retail.

Rad primljen: 29.02.2012.

Rad ispravljen: 8.10.2012.

Rad prihvaćen: 10.10.2012.

Parametri higijenske ispravnosti četiri vrste riba koje su najzastupljenije na tržištu Srbije

Milijašević Milan¹, Babić Jelena¹, Baltić Ž. Milan², Đorđević Vesna¹, Spirić Danka¹, Janković Saša¹, Spirić Aurelija¹

S a d r Ź a j: Cilj ovog rada bio je da se prikažu uporedni rezultati hemijskih i mikrobioloških ispitivanja dve slatkododne ribe, pangasiusa, koji poslednjih godina zauzima jednu od vodećih pozicija na našem tržištu, i šarana, kao najzastupljenije ribe u nacionalnoj akvakulturi i dve vrste morske ribe oslića i skuše. Mikrobiološka ispitivanja su obuhvatila *Salmonella* vrste, koagulaza pozitivne stafilokoke, sulfitoredujujuće klostridije, *E. coli* i ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija. Od hemijskih kontaminanata ispitano je prisustvo sledećih organohlornih pesticida (OCIP): gama heksahlorcikloheksan (gama-HCH), tj. lindan, alfa-HCH, beta-HCH, aldrin, dieldrin, heptahlor, cis- i transheptahlorepoksidi, pp'-DDT (dihlordifeniltrihloretan), pp'-DDE (dihlordifenildihloretan), pp'-DDD dihlordifenildihloretan), endrin, heksahlorbenzen (HCB), alfa- i gama-hlordan. Takođe, u istim uzorcima određeni su kongeneri polihlorovanih bifenila IUPAK br. 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180 g, a od teških metala olovo, kadmijum i živa.

U ispitanim uzorcima nije utvrđeno prisustvo koagulaza pozitivnih stafilokoka, sulfitoredujujućih klostridija, *Salmonella* spp., niti *E. coli*. Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija bio je najveći u uzorcima šarana i iznosio je $3,40 \pm 0,57$, ali nije premašio preporučeni limit prihvatljivosti od $5,69 \log \text{ cfu/g}$.

Količine endrina, HCH, HCB i hlordan bile su manje od granice detekcije (0,001 mg/kg) u uzorcima sve četiri vrste ribe. Za uzorke pangasiusa, količine ukupnog DDT bile su u opsegu od granice detekcije (0,001 mg/kg) do 0,005 mg/kg, dok su vrednosti ovog pesticida u uzorcima skuše bile u opsegu od granice detekcije (0,001 mg/kg) do 0,019 mg/kg. U uzorcima pangasiusa zbir količine heptahlor i heptahlorepoksida bio je u opsegu od granice detekcije do 0,009 mg/kg, a u uzorcima šarana u opsegu od granice detekcije do 0,019 mg/kg.

U uzorcima pangasiusa, oslića i skuše sadržaj lindana je bio ispod granice detekcije (0,001 mg/kg), dok je u uzorcima šarana ova vrednost bila u opsegu od granice detekcije do 0,017 mg/kg. Sadržaj polihlorovanih bifenila bio je u opsegu od granice detekcije (0,001 mg/kg) do 0,030 mg/kg, za uzorke pangasiusa, odnosno do 0,089 mg/kg, za uzorke šarana. U uzorcima skuše zbir aldrina i dieldrina bio je u opsegu od granice detekcije do 0,010 mg/kg, dok je u uzorcima pangasiusa, šarana i oslića njegova vrednost bila ispod granice detekcije (0,001 mg/kg). Količine teških metala (Hg, Pb i Cd) bile su, takođe, ispod maksimalno dozvoljenih količina (MDK). Sadržaj olova bio je najveći u uzorcima pangasiusa, 0,21 mg/kg, dok je najveći sadržaj kadmijuma, 0,049 mg/kg, detektovan u uzorcima oslića. Uzorci skuše su imali najveći sadržaj žive, koji je iznosio 0,162 mg/kg.

Sa aspekta bezbednosti hrane, ispitani uzorci ribe su dobrog kvaliteta, sa koncentracijom hemijskih kontaminanata ispod dozvoljenih granica i bez povećanog broja mikroorganizama.

Ključne reči: riba, hemijski kontaminanti, organohlorni pesticidi, PCB, toksični metali, mikrobiološka kontaminacija.

Uvod

Prema zvaničnim podacima, Srbija poseduje 14600 hektara šaranskih i 17 hektara pastrmskih ribnjaka. Potrošnja ribe je kod nas, prema podacima o ulovu, proizvodnji u akvakulturi i uvozu ribe, nešto veća od 5 kilograma po stanovniku godišnje. Razlog relativno niske potrošnje mesa ribe je slaba kupovna moć stanovništva, ali i ograničena i neadekvatna ponuda na tržištu, kao i nedostatak navike korišćenja ribe u ishrani. Asortiman ponude ribe na našem trži-

štu je ograničen (Baltić i dr., 2009). Od plave morske ribe u ponudi su skuša, haringa, srdela, a od bele ribe oslić, škarčina, brancin, zubatac, orada i losos. Kada je u pitanju slatkodonna riba, u ponudi je najzastupljenija riba iz akvakulture, odnosno šaranske i pastrmske vrste riba. Pored šarana, kao slatkodonna vrsta, u ishrani stanovništva je veoma zastupljen i pangasius (*Pangasianodon hypophthalmus*), koji, na naše tržište, dolazi iz Vijetnama. Ova riba je dobro prihvaćena od strane potrošača, što zbog povoljne cene što zbog toga što dolazi u obliku fileta bez

Napomena: Rezultati su proistekli iz rada na realizaciji projekata Ev. br. TR 31011 i TR 31075), koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

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

²Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Bulevar oslobođenja 18, 11000 Beograd, Republika Srbija.

Autor za kontakt: Babić Jelena, bjelena@inmesbgd.com

kostiju i kože, pa je njena priprema za konzumiranje veoma laka.

Pangasius (*Pangasianodon hypophthalmus*), ili kako ga još zovu, sući som ili azijski som, je slatkovodna riba koja je prisutna u većim vodenim basenima jugoistočne Azije, posebno u delti reke Mekong. Iz njih se proširio na ostale azijske reke i ribnjake, u kojima se odvija intenzivan uzgoj. Uzgoj se obavlja u plivajućim kavezima, koji su poplavljeni u reke, ili u ribnjake, a prinos je toliki da zadovoljava, ne samo tržište Vijetnama, već se velike količine ove ribe izvoze (Cacot i Lazard, 2004; Phillips, 2001).

Mekong je jedna od najvećih svetskih reka. Njena delta je jedan od najgušće naseljenih regiona u svetu. Oko 20 miliona ljudi živi u gradovima i industrijskim zonama duž ove reke (Minh i dr., 2006), a kanalizacija i otpadne vode iz industrijskih postrojenja se ispuštaju direkto u vodotokove, bez prethodnog prečišćavanja. Takođe, čvrsti otpad i električni uređaji se nagomilavaju na obalama reka. Ovakav način odlaganja otpada može dovesti do izlaganja životne sredine štetnim materijama, kao što su polihlorovani bifenili, arsen i teški metali (Hale i dr., 2001; Agusa i dr., 2003; Minh i dr., 2003). Ovo, u velikoj meri, može da utiče i na mikrobiološki status, kako živog pangasiusa, tako i njegovih fileta, a toksične materije, deponovanjem u tkivima riba, mogu predstavljati veliki rizik po zdravlje potrošača.

Zdravstveno-higijenska ispravnost fileta pangasiusa zavisi od celog proizvodnog lanca: od kvaliteta vode u ribnjaku, hrane koja se koristi za ishranu ribe, manipulacije ribom tokom izlova, klanja, evisceracije i filetiranja, do skladištenja, transporta i prodaje (Orban i dr., 2008; Rahman i dr., 2006). Proizvođači ove vrste ribe su morali da ulože veliki trud da bi ispunili stroge zahteve u pogledu kvaliteta i bezbednosti po zdravlje potrošača, koje pred njih postavlja legislativa zemalja uvoznica, a posebno Evropske unije, Amerike i Kanade (National Agricultural Statistics Service, 2006; Hung i dr., 2004; Hung i dr., 2003).

Smrznuti fileti pangasiusa su, u poslednjih nekoliko godina, prisutni i na tržištu Srbije. Najveći problem sa smrznutim filetima pangasiusa u Srbiji su trgovačke prevare i obmane potrošača. Veoma često se na našem tržištu mogu naći fileti pangasiusa koji su deklarirani kao fileti morske ribe list, koji su nekoliko puta skuplji i kvalitetniji. Takođe, pangasius se deklarirše i kao som, ali se on, ipak, dosta razlikuje od evropskog soma (*Silurus glanis*), koji se može naći i u našim vodama i nikako se ne može reći da je to ista vrsta ribe. Velika razlika između njih je i u kvalitetu mesa.

Osnovni oblik akvakulturne proizvodnje u Srbiji je ekstenzivna ili poluintenzivna uzgoj ciprinidnih vrsta, uglavnom šarana (*Cyprinus carpio*) i on čini preko 80% ukupne proizvodnje ribe. Šaran se na tržište plasira živ ili u poleđenom obliku. Ređe se može naći kao toplo dimljeni ili u vidu nekog proizvoda.

Riba iz akvakulture je na svetskom tržištu cenjenija jer se smatra zdravijom i bezbednijom od ribe iz slobodnog izlova, s obzirom na činjenicu da su ribnjaci, u većini slučajeva, udaljeni od velikih zagađivača (Đinović i dr., 2010). Međutim, potrošači bi bili iznenađeni rezultatima nekih istraživanja koja pokazuju da je koncentracija nekih zagađivača veća u ribi iz akvakulture u odnosu na ribu iz slobodnog izlova (Minh i dr., 2006), ali postoje i oprečna mišljenja (Janković i dr., 2002).

Od morskih riba u Srbiji se najviše konzumiraju oslić (*Merluccius merluccius*) i skuša (*Scomber scombrus*), zbog pristupačne cene i relativno jednostavne pripreme. Poznato je da je i morska riba izložena perzistentnim organskim zagađivačima, kao što su organohlorni pesticidi i polihlorovani bifenili, koji mogu da dovedu do različitih toksičnih efekata kod ljudi (Đinović i dr., 2010).

Zbog svega navedenog, cilj ovog rada bio je da se utvrde količine akumuliranih kontaminanata u mesu pangasiusa, kao ribe koja se sve više konzumira u našoj zemlji, i da se ti rezultati uporede sa rezultatima za druge vrste riba, koje su, takođe, omiljene na trpezama naših potrošača. Takođe, cilj rada je bio i da se ustanovi i mikrobiološki status ribe kao namirnice, s obzirom da se zna da je riba veoma podložna kvaru i da mikroorganizmi najviše doprinose nastanku njenog kvara, na više načina (Milijašević i dr., 2010).

Materijal i metode

Uzorci ribe

Ukupno je ispitano 36 uzoraka pangasiusa, koji je u Srbiju uvezen iz Vijetnama. Masa fileta se kretala od 150–250 g i, prema deklaraciji proizvođača, sadržali su 10–20% glazure na površini.

Konzumni šaran (n = 31), koji se koristio u ispitivanju, je izlovljen iz ribnjaka Ečka na kome se primenjuje poluintenzivni sistem tova. Masa fileta šarana se kretala od 500–600 g.

Fileti oslića (n = 31) koji su ispitani bili su poreklom iz Argentine. Njihova masa se kretala od 250–300 g. Prema deklaraciji proizvođača, na površini su sadržali 10% glazure.

Fileti pangasiusa, šarana i oslića su bili bez koštiju i kože.

Ispitana skuša ($n = 32$) bila je poreklom iz Irske. Masa skuše je bila 300–350 g a pre početka ispitivanja svaka riba je filetirana.

Mikrobiološka ispitivanja

Određivanje ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija u uzorcima ribe vršeno je prema metodi SRPS EN ISO 4833:2008. Uzorci mesa ribe, u količini od $20 \pm 0,01$ g, su uzimani sterilnim skalpelom i hirurškom pincetom i stavljeni su u sterilne stomaher kese. Odmerenom uzorku je, zatim, dodavano 180 mL fiziološkog rastvora, posle čega je vršena homogenizacija u stomaheru (AES, Mix 2). Posle homogenizacije, pripremana su odgovarajuća decimalna razblaženja. Iz osnovnog razređenja, kao i serije decimalnih razređenja, uzeto je po 1 mL i preneto u po dve Petrijeve šolje, a zatim nalivano sa Plate Count Agarom (PCA, Merck, Nemačka) i inkubirano pri temperaturi od $30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ u trajanju od $72 \text{ h} \pm 3 \text{ h}$.

Broj bakterija roda *Salmonella* određivan je prema metodi SRPS EN ISO 6579: 2008. Odmere ni uzorak mase $25 \pm 0,01$ g je stavljan u sterilnu stomaher kesu, u koju je zatim nalivana pufervisana peptonska voda (225 mL). Nakon predobogaćenja na $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ tokom $18 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$, vršeno je obogaćenje uzoraka u selektivnim bujonima RVS i MKTTn (Merck). 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).

Broj koagulaza pozitivnih stafilocoka određivan je prema metodi SRPS EN ISO 6888-1: 2009. Pomoću sterilne pipete, preneto je na svaku od dve Petri ploče sa agarom po Berd Parkeru (Torlak, Srbija), 0,1 mL početne suspenzije. Postupak je ponavljan za dalja decimalna razblaženja, a zasejane ploče su inkubirane $24 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$, pri 37°C .

Broj sulfitoredujućih bakterija određivan je prema metodi SRPS ISO 15213:2011. Iz inicijalne suspenzije i serije decimalnih razređenja napravljenih u fiziološkom rastvoru, prenet je po 1 mL u Petri ploče, koje su zatim nalivane sa TSC agarom (Merck), dvoslojno, i inkubirane 24–48h, pri $37 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, u anaerobnim uslovima.

Određivanje broja *E. coli* je vršeno prema metodi SRPS ISO 16649-2: 2008. Iz inicijalne suspenzije napravljena je serija decimalnih razređenja u fiziološkom rastvoru, odakle je po 1 mL prenet u sterilne Petri ploče. Korišćene su po dve ploče za svako decimalno razređenje, a zatim je nalivano po

10–12 mL TBX agara (Oxoid, Velika Britanija). Ploče su inkubirane 24h pri 44°C .

Hemijska ispitivanja

Organohlorni pesticidi i polihlorovani bifenili

U mišićnom tkivu riba određeni su ostaci sledećih organohlornih pesticida: gama heksahlorcikloheksan (*gama*-HCH) tj. lindan, *alfa*-HCH, *beta*-HCH, aldrin, dieldrin, heptahlor, *cis*- i *trans*-heptahlorepoksid, pp'-DDT (dihlordifeniltrihloretan), pp'-DDE (dihlordifenildihloretan), p,p'-DDD (dihlordifenildihloretan), endrin, heksahlorbenzen (HCB), *alfa*- i *gama*-hlordan. Takođe, u istim uzorcima određeni su kongeneri polihlorovanih bifenila. Organohlorni pesticidi i polihlorovani bifenili u ribi su kvalitativno i kvantitativno određeni posle ekstrakcije i prečišćavanja ekstrakta masti, primenom gasne hromatografije sa detektorom sa zahvatom elektrona (GC/ECD) na aparatu VARIAN 3380.

Teški metali

Razaranje uzoraka (mišićno tkivo ribe), u cilju određivanja teških metala, urađeno je mikrotalasnom digestijom u smeši azotne kiseline i vodonik-peroksida, u skladu sa uputstvom za rukovanje aparatom za mikrotalasnu digestiju (ETHOS, Milestone). Iz rastvora, olovo i kadmijum su određeni atomskom apsorpcionom spektrometrijom, grafitnom tehnikom, na aparatu VARIAN SpectraAA 220 sa grafitnom peći VARIAN GTA 110, dok je živa određena tehnikom hladnih para na uređaju VARIAN VGA 77.

Svi rezultati ovog ispitivanja su statistički obrađeni pomoću programa Microsoft Excel 2010.

Rezultati i diskusija

U tabeli 1 prikazani su rezultati mikrobioloških ispitivanja uzoraka pangasiusa, šarana, oslića i skuše.

U ispitanim uzorcima nije utvrđeno prisustvo koagulaza pozitivnih stafilocoka, sulfitoredujućih klostridija, *Salmonella spp.*, niti *E. coli*. Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija bio je najveći u uzorcima šarana i iznosio je $3,40 \pm 0,57$, ali nije premašio preporučeni limit prihvatljivosti od $5,69 \log \text{ cfu/g}$ (ICMSF, 1986). *Spirić i dr.* (2011) su, ispitujući mikrobiološki status šarana tokom trogodišnjeg perioda, ustanovili da se ukupan broj bakterija kretao u opsegu od 3,11 do $4,72 \log \text{ cfu/g}$, što je u skladu sa rezultatima naših istraživanja.

Tabela 1. Rezultati mikrobioloških ispitivanja uzoraka pangasiusa (*Pangasianodon hypophthalmus*), šarana (*Cyprinus carpio*), oslića (*Merluccius merluccius*) i skuše (*Scomber scombrus*), (srednja vrednost ± standardna devijacija – log₁₀ cfu)

Table 1. The results of microbiological tests of samples of pangasius (*Pangasianodon hypophthalmus*) samples, carp (*Cyprinus carpio*), hake (*Merluccius merluccius*) and mackerel (*Scomber scombrus*) samples, (mean ± standard deviation – log₁₀ cfu).

Rezultat/ Result	Ukupan broj bakterija/ Total bacteria count	Sulfitoredukujuće klostridije/ Sulphite-reducing clostridia	E. coli	Salmonella spp.	Koagulaza pozitivne stafiločke/ Coagulase positive Staphylococci
Pangasius/Pangasius (n = 36)	1,69 ± 0,45	Ø	Ø	Ø	Ø
Šaran/Carp (n = 31)	3,40 ± 0,57	Ø	Ø	Ø	Ø
Oslić/Hake (n = 31)	2,10 ± 0,23	Ø	Ø	Ø	Ø
Skuša/Mackerel (n = 32)	1,12 ± 0,36	Ø	Ø	Ø	Ø

Ø – nije utvrđeno/not determined

Dobijeni rezultati za ostatke organohlorinih pesticida i polihlorovanih bifenila u uzorcima pangasiusa, šarana, oslića i skuše prikazani su u tabeli 2.

Prema Pravilniku (Službeni glasnik RS broj 28/11), u ispitanim uzorcima pangasiusa, šarana, oslića i skuše nisu prekoračene maksimalno dozvoljene količine (MDK) organohlorinih pesticida i polihlorovanih bifenila. Količine endrina, α i β-HCH,

HCB, kao za zbira α- i γ- hlordan bile su manje od granice detekcije (0,001 mg/kg) u uzorcima sve četiri vrste ribe. Sadržaj zbira p,p'-DDT, p,p'-DDE i p,p'-DDD je iskazan u odnosu na masu ribe i bio je u opsegu od granice detekcije (0,001 mg/kg) do 0,005 mg/kg za uzorke pangasiusa, dok su se vrednosti ovog organohlorinog pesticida u uzorcima skuše kretale u opsegu od granice detekcije (0,001 mg/

Tabela 2. Rezidue organohlorinih pesticida i polihlorovanih bifenila u uzorcima pangasiusa (*Pangasianodon hypophthalmus*), šarana (*Cyprinus carpio*), oslića (*Merluccius merluccius*) i skuše (*Scomber scombrus*), (mg/kg)

Table 2. Residues of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in samples of pangasius (*Pangasianodon hypophthalmus*), carp (*Cyprinus carpio*), hake (*Merluccius merluccius*) and mackerel (*Scomber scombrus*) (mg/kg)

Rezultati/ Results	Aldrin i dieldrin	DDT	Endrin	HCB	HCH α, β isomeri	Heptahlor i heptahlor epokside	Hlordan α i γ isomeri	Lindan	PCB
Pangasius/ Pangasius (n = 36)	< 0,001	< 0,001–0,005	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001–0,009	< 0,001	< 0,001	< 0,001–0,030
Šaran/ Carp (n = 31)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001–0,019	< 0,001	< 0,001–0,017	< 0,001–0,089
Oslić/ Hake (n = 31)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Skuša/ Meckerel (n = 32)	0,010	0,019	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001

Tabela 3. Teški metali u uzorcima pangasiusa (*Pangasianodon hypophthalmus*), šarana (*Cyprinus carpio*), oslića (*Merluccius merluccius*) i skuše (*Scomber scombrus*) (mg/kg)**Table 3.** Heavy metals in samples of pangasius (*Pangasianodon hypophthalmus*), carp (*Cyprinus carpio*), hake (*Merluccius merluccius*) and mackerel (*Scomber scombrus*) (mg/kg)

Rezultati/Results	Olovo/Lead	Kadmijum/Cadmium	Živa/Mercury
Pangasius/Pangasius (n = 36)	< 0,05–0,21	< 0,005–0,032	< 0,005–0,019
Šaran/Carp (n = 31)	< 0,05–0,06	< 0,005–0,013	< 0,005–0,099
Oslić/Hake (n = 31)	< 0,05–0,06	< 0,005–0,049	< 0,005–0,208
Skuša/Mackerel (n = 32)	< 0,05–0,16	< 0,005–0,043	0,006–0,162

kg) do 0,019 mg/kg. U uzorcima pangasiusa zbir koncentracije heptahloro i heptahlorepoksida kretao se u opsegu od granice detekcije do 0,009 mg/kg, a u uzorcima šarana u opsegu od granice detekcije do 0,019 mg/kg. U uzorcima pangasiusa, oslića i skuše sadržaj lindana je bio ispod granice detekcije (0,001 mg/kg), dok je kod uzoraka šarana vrednost bila u opsegu od granice detekcije do 0,017 mg/kg. Sadržaj polihlorovanih bifenila (kongeneri 28, 52, 101, 118, 138, 153 i 180) bio je u opsegu od granice detekcije (0,001mg/kg) do 0,030 mg/kg, za uzorke pangasiusa, odnosno u opsegu od granice detekcije do 0,089 mg/kg, za uzorke šarana. U uzorcima skuše zbir aldrina i dieldrina kretao se u opsegu od granice detekcije do 0,010 mg/kg, dok je u uzorcima pangasiusa, šarana i oslića njegova vrednost bila ispod granice detekcije (0,001 mg/kg).

U tabeli 3 prikazane su detektovane količine teških metala u uzorcima pangasiusa, šarana, oslića i skuše.

U ispitanim uzorcima pangasiusa, šarana, oslića i skuše nisu prekoračene maksimalno dozvoljene količine teških metala koje su propisane Pravilnikom (Službeni glasnik RS broj 28/11). Prema Pravilniku MDK za olovo iznose 0,30 mg/kg, za kadmijum 0,050 mg/kg i za živu 0,500 mg/kg. Sadržaj olova bio je najveći u uzorcima pangasiusa i kretao se u opsegu od granice detekcije (0,05 mg/kg) do 0,21 mg/kg, dok je najveći sadržaj kadmijuma (0,049 mg/kg) detektovan u uzorcima oslića. Uzorci skuše su imali najveći sadržaj žive, koji je iznosio 0,162 mg/kg. *CHI Qiao-qiao* i dr. (2007) su u uzorcima jezerskog šarana dokazali prisustvo kad-

mijuma u opsegu koncentracija od 0,010 do 0,021 mg/kg uzorka, dok je srednja vrednost za olovo iznosila $0,177 \pm 0,030$, što je slično našim rezultatima. *Mazet i dr.* (2005) su u uzorcima rečne ribe uzorkovane sa većeg broja lokaliteta duž rečnog toka dokazali prisustvo kadmijuma i olova, pri čemu njihove koncentracije nisu prelazile vrednosti definisane evropskom regulativom (European Regulation R466/2001 of 16/03/2001). Količina olova u uzorcima mišićnog tkiva ribe bila je u korelaciji sa koncentracijom polihlorovanih bifenila, što je objašnjeno različitim gustinom populacije i urbanizacijom.

U ispitanim uzorcima četiri vrste ribe nisu detektovane povećane količine hemijskih kontaminata iz životne sredine u odnosu na količine propisane važećim Pravilnikom Republike Srbije.

Zaključak

Prema rezultatima naših istraživanja, ispitani uzorci pangasiusa, šarana, oslića i skuše su dobrog kvaliteta, sa koncentracijom hemijskih kontaminata ispod dozvoljenih granica i bez povećanog broja mikroorganizama, tako da se mogu smatrati prihvatljivim i bezbednim po zdravlje potrošača.

Kada govorimo o zdravstvenoj ispravnosti mesa pangasiusa, koji je sve prisutniji na našem tržištu, s obzirom da su se organohlorni pesticidi i polihlorovani bifenili do nedavno intenzivno koristili u Vijetnamu, poželjno je sprovoditi monitoring njihovih količina u lancu hrane koja dolazi iz tog regiona.

Literatura

- Agusa T., Kunito T., Nakashima E., Minh T. B., Tanabe S., Subramanian A., Viet P. H., 2003. Preliminary on trace element contamination in dumping sites of municipal wastes in India and Vietnam. *Journal de Physique*, 107, 21–24.
- Baltić Ž. M., Kilibarda N., Dimitrijević M., 2009. Činioci od značaja za održivost ribe i odabranih proizvoda od ribe u prometu. *Tehnologija mesa*, 50 1–2, 166–176.
- Cacot P., Lazard J., 2004. Domestication of two species of Pangasiid catfish in the Mekong delta. *Productions Animales*, 17, 195–198.
- CHI Qiao-qiao, ZHU Guang-wei, Alan Langdon, 2007. Bioaccumulation of heavy metals in fishes from Taihu Lake, China. *Journal of Environmental Sciences* 19, 1500–1504.
- Commission Regulation (EC) 466/2001 of 8 march 2001 setting maximum levels for certain contaminants in food stuffs.
- Đinović J., Trbović D., Vranić D., Janković S., Spirić D., Radičević T., Spirić A., 2010. Stanje ekosistema, kvalitete i bezbednost mesa šarana (*Cyprinus carpio*) iz akvakulture u toku uzgoja. *Tehnologija mesa*, 51, 2, 124–132.
- Hale R. C., Guardia M. J. L., Harvey E. P., Gaylor M. O., Mainor T. M., Duff W. H., 2001. Persistent pollutants in land-applied sludges. *Nature* 412, 140–41.
- Hung L. T., Lazard J., Mariojouis C., Moreau Y., 2003. Comparison of starch utilization in fingerlings of two Asian catfishes from the Mekong river (*Pangasius bocourti*, Sauvage, 1880, *Pangasius hypophthalmus*, Sauvage, 1878). *Aquaculture Nutrition*, 9, 215–222.
- Hung L. T., Suhenda N., Slembrouck J., Lazard J., Moreau Y., 2004. Comparison of dietary protein and energy utilization in three Asian catfishes (*Pangasius bocourti*, *P. hypophthalmus* and *P. djambal*). *Aquaculture Nutrition*, 10, 317–326.
- ICMSF, 1986. International Commission on Microbiological Specifications for Food. Sampling for microbiological analysis: principles and specific applications. In: *Microorganisms in Food*. Second editions. Blackwell Scientific Publications.
- Janković S., Radičević T., Spirić A., Nedeljković M., 2002. Contamination of freshwater fish from rivers Sava and Danube with polychlorinated biphenyls. *Environmental recovery of Yugoslavia*, 2002.
- Mazet A., Keck G., Berny P., 2005. Concentrations of PCBs, organochlorine pesticides and heavy metals (lead, cadmium, and copper) in fish from the Dro^{me} river: Potential effects on otters (*Lutra lutra*). *Chemosphere* 61, 810–816.
- Milijašević M., Babić J., Baltić Ž. M., Spirić A., Velebit B., Borović B., Spirić D., 2010. Uticaj različitih smeša gasova na promene nekih mikrobioloških i hemijskih parametara u odrescima šarana (*Cyprinus carpio*) upakovanih u modifikovanu atmosferu. *Tehnologija mesa*, 51 1, 66–70.
- Minh N. H., Minh T. B., Watanabe M., Kunisue T., Monirith I., Tanabe S., Sakai S., Subramanian A., Susikumar K., Viet P. H., Tuyen B. C., Tana T., Prudente M., 2003. Open dumping site in Asian developing countries: A potential source of polychlorinated dibenzo – p dioxins and polychlorinated dibenzofurans. *Environmental Science and Technology*, 37, 1493–1502.
- Minh N. H., Minh T. B., Kajiwarana N., Kunisue T., Iwata H., Viet P. H., 2006. Contamination by polybrominated diphenyl ethers and persistent organochlorine in catfish and feed from Mekong River Delta, Vietnam. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 25, 2700–2708.
- National Agricultural Statistics Service, 2006. Agricultural Statistics Board, US Department of Agriculture (November 2006). *Catfish Processing*, 1–6.
- Orban E., Nevigato T., Di Lena G., Masci M., Casini I., Gambelli L., Caproni R., 2008. New trends in the seafood market. Sutchi catfish (*Pangasius hypophthalmus*) filets from Vietnam: Nutritional quality and safety aspects. *Food Chemistry*, 110, 383–389.
- Phillips M. J., 2001. Fresh water aquaculture in the Lower Mekong Basin. MRC Technical Paper No. 7, Mekong River Commission, Phnom Penh 62 pp ISSN: 1683–1689.
- Pravilnik o dopuni pravilnika o maksimalno dozvoljenim količinama ostataka sredstava za zaštitu bilja u hrani i hrani za životinje i o hrani i hrani za životinje za koju se utvrđuju maksimalne dozvoljene količine ostataka sredstava za zaštitu bilja 2011. (Službeni glasnik RS broj 28/11).
- Rahman M. M., Islam M. S., Halder G. C., Tanaka M., 2006. Cage culture of sutchi catfish, *Pangasius sutchi* (Fowler 1937): Effects of stocking density on growth, survival, yield and farm profitability. *Aquaculture Research*, 37, 33–39.
- Spirić D., Velebit B., Vranić D., Đinović-Stojanović J., Trbović D., Borović B., Lakičević B., 2011. Microbiological aspects of the carp pond ecological status during three years period. V International Conference Aquaculture and Fishery, Conference proceedings, 359–364.
- 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 otkrivanje *Salmonella* spp.
- SRPS EN ISO 6888-1:2009. Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za određivanje broja koagulaza – pozitivnih stafilocoka (*Staphylococcus aureus* i druge vrste) – Deo 1: Tehnika upotrebom agara po Berd-Parkeru.
- SRPS ISO 15213:2011. Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za određivanje broja sulfiredukujućih bakterija koje rastu u anaerobnim uslovima.
- 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.

The parameters of hygienic quality of four most common types of fish in Serbian market

Milijašević Milan, Babić Jelena, Baltić Ž. Milan, Đorđević Vesna, Spirić Danka, Janković Saša, Spirić Aurelija

S u m m a r y : The aim of this study was to show the comparative results of chemical and microbiological investigation of two freshwater fish species, pangasius, which, in recent years, occupies a leading position on the market, and carp, as the most common fish in the national aquaculture and two species of marine fish, hake and mackerel. Microbiological testing included *Salmonella* species, coagulase-positive staphylococci, sulphite-reducing clostridia, *E. coli* and total aerobic mesophilic bacteria. Of chemical contaminants, the presence of the following organochlorine pesticides (OCIP) was investigated: gamma-hexachlorocyclohexane (gamma-HCH), i.e. lindane, alpha-HCH, beta-HCH, aldrin, dieldrin, heptachlor, cis- and trans-heptachlor epoxide, p, p'-DDT (dichlorodiphenyl trichloroethane), pp'-DDE (dichlorodiphenyl dichloroethane), pp'-DDD dichlorodiphenyl dichloroethane, endrin, hexachlorobenzene (HCB), alpha- and gamma-chlordane. In the same samples congeners of polychlorinated biphenyls (PCBs), IUPAK no. 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180, were determined as well and the heavy metals lead, cadmium and mercury.

The presence of coagulase-positive staphylococci, sulphite reducing clostridia, *Salmonella* spp. and *E. coli* was not established in the tested samples. The total count of aerobic bacteria was the highest in carp samples (3.40 ± 0.57), but did not exceed the recommended limit of acceptability of $5.69 \log \text{ cfu/g}$.

Amounts of dieldrin, HCH, HCB and chlordane were lower than the detection limit (0.001 mg/kg) in samples of all four fish species. For pangasius samples, the total amount of DDT ranged from detection limit (0.001 mg/kg) to 0.005 mg/kg, while the values of pesticides in samples of mackerel were in the range of the detection limit (0.001 mg/kg) to 0.019 mg/kg. The sum of heptachlor quantities and heptachlorepoxide in samples of pangasius ranged from the detection limit to 0.009 mg/kg, and in samples of carp from the detection limit to 0.019 mg/kg. In samples of pangasius, mackerel and hake the content of lindane was below the detection limit (0.001 mg/kg), while in the carp samples ranged from the detection limit to 0.017 mg/kg. The content of polychlorinated biphenyls ranged from the detection limit (0.001 mg/kg) to 0.030 mg/kg, for the samples of pangasius and to 0.089 mg/kg for carp samples. In samples of mackerel, sum of aldrin and dieldrin ranged from the detection limit to 0.010 mg/kg, while in samples of pangasius, carp and hake its value was below the detection limit (0.001 mg/kg). Amounts of heavy metals (Hg, Pb and Cd) were also below the maximum residue limits (MRL). Lead content was the highest in pangasius samples, 0.21 mg/kg, while the highest content of cadmium, 0.049 mg/kg, was detected in samples of hake. Samples of mackerel had the highest mercury content, which amounted to 0.162 mg/kg.

In respect to food safety, samples of fish were of good quality, with the concentration of chemical contaminants below the maximum residue limits and with no increase in the number of microorganisms.

Key words: fish, chemical contaminants, organochlorine pesticides, PCBs, toxic metals, microbiological contamination.

Rad primljen: 1.10.2012.

Rad prihvaćen 9.10.2012.

Osnovne odlike kvaliteta „visočke pečenice“

Ganić Amir¹, Lilić Slobodan², Krvavica Marina³, Čandek-Potokar Marjeta⁴, Pejkovski Zlatko⁵

S a d r ž a j: „Visočka pečenica“ je suhomesnati proizvod od goveđeg mesa (*m. longissimus dorsi*), koji se tradicionalno, već desetinama godina, proizvodi na području Visočke regije (Bosna i Hercegovina). Poslednjih desetak godina, ova proizvodnja dobija i industrijsku dimenziju. Industrijalizacijom je tehnologija „visočke pečenice“ u značajnoj meri modifikovana, što se odražava i na kvalitet gotovog proizvoda.

Istraživanje je imalo za cilj da se jasno definiše tehnološki proces proizvodnje tradicionalne „visočke pečenice“, da se utvrdi i izvrši kompariranje senzornog i hemijskog kvaliteta uzoraka iz zanatske i industrijske proizvodnje. Za ispitivanje je korišćeno 30 uzoraka iz zanatske radinosti i 20 uzoraka iz industrije.

Rezultati senzornih ispitivanja pokazuju da su uzorci iz zanatske radinosti u proseku bolje ocenjeni od industrijskih. Od senzornih pokazatelja, najbolje je ocenjena boja kod zanatskih, odnosno miris kod industrijskih uzoraka. Nasuprot tome, izgled preseka, kod prve, odnosno, konzistencija kod druge grupe uzoraka, najlošije su ocenjeni senzorni parametri.

Hemijska ispitivanja su pokazala da je u uzorcima zanatskih proizvođača u proseku ustanovljeno: vode 43,28%, masti 20,73%, proteina 28,21%, NaCl-a 7,70% i ukupnog pepela 8,79%. Sa druge strane, kod uzoraka iz industrijske proizvodnje ustanovljen je sledeći hemijski sastav: vode 40,99%, masti 27,22%, proteina 25,82%, NaCl-a 4,96% i ukupnog pepela 5,82%.

Cljučne riječi: visočka pečenica, tradicionalna proizvodnja, senzorni i hemijski kvalitet.

Uvod

Prema važećem Pravilniku o kvalitetu proizvoda od mesa (*Sl. list BiH 2/92*), suhomesnati proizvodi se dobivaju od goveđeg, svinjskog, ovčijeg i kozijeg mesa soljenjem (salamurenjem), sušenjem i dimljenjem. Poznato je da se od davnina u mnogim zemljama sveta, soljenjem, a potom sušenjem mesa, spravljaju dimljeni, odnosno sušeni proizvodi od mesa u komadima. Sušenje mesa se obično obavlja u prirodnim uslovima, bez dimljenja ili sa dimljenjem. Ovi proizvodi su više poznati kao tradicionalni, sa određenim nazivima i potiču sa određenih područja zemlje u kojoj se proizvode (*Radovanović i dr.*, 2003). Tradicionalni suhomesnati proizvodi predstavljaju posebnu grupu prehrambenih namirnica. Njihova originalnost potiče sa područja gde se proizvode, karakterističnih su senzornih

skih svojstava koja sveukupno doprinose njihovom veoma visokom kvalitetu (*Tomić i dr.*, 2008). Duga tradicija izrade sušenih proizvoda od mesa postoji gotovo u svim južnoslovenskim područjima, u kojima se vekovima izrađuju različite vrste suvih šunke (njeguški pršut, kraški pršut, istarski pršut, dalmatinski pršut), zatim sušenog svinjskog i goveđeg mesa (zlatiborska pršuta), suvih ovčijih polutki i ovčijeg mesa (pastrma, kaštradina), suve slanine i vrata (buđola) itd. Suhomesnati proizvodi vekovima se izrađuju na gotovo isti ili vrlo sličan način i poseduju, isto tako, vrlo slične osobine (*Vuković*, 1998). Tradicionalni proizvodi, koji vode poreklo sa određenog geografskog područja, odlikuju specifična senzorska svojstva i po pravilu, vrhunski kvalitet. Na svojstva i kvalitet ovih proizvoda značajan uticaj, pored ostalog imaju i opšte karakteristike podneblja, a posebno specifični klimatski uslovi,

Napomena: Istraživanje je finansirano od strane Ministarstva poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva FBiH, za potrebe projekta „Provođenje procedure za dobijanje oznake izvornosti ili geografskog porijekla za Visočku pečenicu i recenzija Priručnika“, Br. 04-14-256/08.

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

²Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kačanskog 13, 11000 Beograd, Republika Srbija;

³Veleučilište „Marko Marulić“, Krešimirova 30, 22300 Knin, Republika Hrvatska;

⁴Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova ulica 17, 1000 Ljubljana, Republika Slovenija;

⁵Univerzitet u Skoplju, Fakultetu poljoprivrednih nauka i hrane, Bulevar Aleksandr Makedonski bb, 1000 Skoplje, Republika Makedonija.

Autor za kontakt: Ganić Amir, ganicamir@yahoo.com

karakteristični za određeno geografsko područje (Radovanović i dr., 2005). Najpoznatiji iz ove grupe proizvoda od govedeg mesa su: pršuta, sudžuk i kobasice, od ovčijeg mesa: pastrma, stelja, pršuta, kobasice, sudžuk i kaštradina i od kozijeg mesa pastrma (Smajić, 1987). Proizvodnja suhomesnatih proizvoda, uz kombinovano korištenje metoda soljenja, sušenja i dimljenja, ima veoma dugu tradiciju. Pored nesporne uloge tradicije, tokom izrade ove grupe proizvoda u jednom regionu, na proces proizvodnje i svojstva kvaliteta značajan uticaj imaju i opće karakteristike podneblja, posebno specifični klimatski uslovi (Dumić, 2008). Nepostoji precizan podatak od kada datira proizvodnja „visočke pečenice“. Pretpostavlja se da su počeci njene proizvodnje, u direktnoj vezi sa počecima kožarske proizvodnje, koja u Visokom datira još od sredine XIX stoleća. U početku, koža je bila osnovna i daleko vrednija sirovina, dok je meso bilo sporedni proizvod. Proizvodnja „visočke pečenice“ bila je usko vezana za imućnija domaćinstva, a proizvodila se isključivo za vlastite potrebe. Postepeno, u periodu nakon Drugog svetskog rata poprima karakter zanatske proizvodnje. Ovaj proizvod karakterisala je isključivo sezonalnost u spravljanju, od kasne jeseni pa sve do ranog proleća. Za proizvodnju, uglavnom su korišćene stare krave u tipu domaće buše, ili uhranjeni volovi koji nisu više mogli služiti kao zaprega. Slično navodima Joksimovića i dr. (1984), koji ističu da se kod spravljanja užičke pršute koriste skoro sve partije mesa, isto se može reći i kod izrade „visočke pečenice“, s tom razlikom što se najkvalitetnija pečenica proizvodi isključivo od delova leđne muskulature (*m. longissimus dorsi*), po čemu je i prepoznatljiva i jedinstvena na domaćem tržištu. U posleratnom periodu, pojavljuje se veći broj zanatskih proizvođača, dok jedan deo, po obimu proizvodnje, prerasta u industriju. Već tada se pojavljuju određene modifikacije u tehnologiji, pre svega kod industrijskih proizvođača. Naime, uvidevši mogućnost brze zarade, tradicionalna proizvodnja sve više gubi svoja obeležja (prvenstveno kod faza soljenja, sušenja i dimljenja), što se negativno reflektuje na kvalitet gotovog proizvoda. U tom smislu, realizovan je i projekat zaštite ovog tradicionalnog proizvoda, kroz ostvarivanje oznake zaštite geografskog porekla. Cilj rada bio je da se utvrde različitosti u pogledu senzorskog i fizičko-hemijskog kvaliteta „visočke pečenice“, proizvedene u zanatskim uslovima (tradicionalnom tehnologijom) i na industrijski način.

Materijal i metode

Istraživanja u ovom radu izvršena su na uzorcima „visočke pečenice“ proizvedene u zanatskim i industrijskim uslovima. Pri proizvodnji u industrijskim uslovima korišćena je nitrtna so za salamurenje, bez faze prosoljavanja. Usoljeni komadi su odmah podvrgnuti dimljenju. Sa druge strane, kod zanatske proizvodnje, korišćena je tradicionalna tehnologija uz upotrebu isključivo kuhinjske soli, a usoljeni komadi su potom prosoljavani 15 dana. Ispitivanja su obavljena na uzorcima proizvoda izrađenih od dugačkog leđnog mišića (*m. longissimus dorsi*). Uzorkovanje je izvršeno kod pet različitih proizvođača (3 zanatska i 2 industrijska), a od svakog je uzeto po 10 uzoraka. Pri utvrđivanju senzorskih svojstava pečenice, ocenjivani su spoljašnji izgled (3 boda), boja (2), konzistencija (3), izgled preseka (4), miris (3) i ukus (5). Nakon senzorne ocene, uzorci su klasirani u: ekstra klasu (18,10–20,00 bodova), I klasu (16,10–18,00), II klasu (13,10–16,00), III klasu (10,10–13,00) i izvan klase (manje od 10,00 bodova). Merenje fizičkih parametara (širina i debljina uzoraka) vršeno je pomičnim merilom (šublerom). Pri tome su utvrđivani širina i debljina uzoraka. Dužina istih nije utvrđivana jer su prilikom uzorkovanja uzeta komercijalna pakovanja pečenice sa masama od oko 250–300 grama. U okviru utvrđivanja hemijskog kvaliteta „visočke pečenice“, ispitan je sadržaj vode, proteina, masti, pepela i NaCl (standardnim metodama utvrđenim *Pravilnikom o metodi vršenja hemijskih analiza i super analiza Sl. list RBiH 2/92*). Za obradu dobijenih rezultata korišćena je standardna statistička obrada podataka, pri čemu je za testiranje srednjih vrednosti korišten Tukey test.

Rezultati ispitivanja i diskusija

U tabeli 1 predstavljeni su rezultati senzorne ocene uzoraka svih pet proizvođača. Iz tabele se vidi da su uzorci zanatskih proizvođača u poređenju sa industrijskim, u proseku, bolje ocenjeni.

Pored toga, uzorci zanatskog proizvođača II dobili su najviše bodova (16,20) i svrstani su u prvu klasu. Uzorci od drugog industrijskog proizvođača ocenjeni su najlošije, u proseku 13,70 bodova, i svrstani su u drugu klasu. Po identičnoj metodologiji, Šuvalija (2002) je izvršila senzornu ocenu bosanskog pršuta proizvedenog u zanatskim i industrijskim uslovima. Istraživač navodi nešto niže ocene pršuta proizvedenog u zanatskim uslovima (od 10,50 do 15,80 bodova). Sa druge strane, isti autor u svo-

Tabela 1. Rezultati senzorne ocene uzoraka „visočke pečenice“
Table 1. Results of the sensory evaluation/scoring of samples of „visočka pečenica“

Red. br./No.	Proizvođači/Producers	Broj bodova/Score	% u odnosu na maksimalan broj bodova/ % relative to maximum score	Klasa/Class
1.	Zanatski/Traditional I	16,10	80,50	Prva
2.	Zanatski/Traditional II	16,20	81,20	Prva
3.	Zanatski/Traditional III	14,00	70,00	Druga
4.	Industrijski/Industrial I	15,60	78,00	Druga
5.	Industrijski/Industrial II	13,70	68,70	Druga

jim istraživanjima ističe da su se prosečne vrednosti senzornih ocena uzoraka iz industrijske proizvodnje kretale u intervalu od 10,50 do 15,60 bodova. Nešto bolji senzorni kvalitet „visočke pečenice“, u odnosu na rezultate prethodnog istraživača dobili su *Radovanović i Stamenković i dr.* (2003), što je rezultat selektivnijeg uzimanje uzoraka (uzimanje uzoraka sa iste partije mesa trupa). Ovi autori u svojim istraživanjima, zaključuju da u pogledu senzornih svojstava, goveđa pršuta može biti različitih tipova. *Čaušević i dr.* (1986) su takođe ispitivali senzorni kvalitet goveđeg pršuta. Pri tome su umesto brojčanih vrednosti, senzornim svojstvima pridavali opisni karakter. Istraživači su ocenjivali izgled površine, miris, ukus, boju, mesno tkivo, konzistenciju, stepen osušenosti, te uočljive nedostatke. Deskriptivni metod za ispitivanje senzornih svojstava goveđe pršute, u svojim istraživanjima, navode *Radovanović i dr.* (2003). Navedeni autori su ispitivali izgled i boju, teksturu i miris i ukus kod dve grupe goveđe pršute, manje osušeno koja se može narezivati u narezke debljine 2 mm i izrazito osušena tvrda.

Najbolje ocenjeno senzorno svojstvo kod uzoraka zanatskih proizvođača je boja sa 88,00% od maksimalno mogućeg broja bodova (tabela 2). Na-

suprot tome, izgled preseka je sa 74,80%, najlošije ocenjen. Kod uzoraka „visočke pečenice“ proizvedenih u industrijskim uslovima, miris je u proseku imao najbolje ocene (77,70%), a konzistencija najlošije (63,30%).

U svom istraživanju *Sinanović i dr.* (2005) napominju da je boja bila najbolje ocenjeno senzorno svojstvo goveđeg pršuta. Autori navode da je pomenuto svojstvo u proseku ocenjeno sa 1,52, odnosno, 76,00% od maksimalnog broja bodova. Nasuprot tome, istraživači su utvrdili da je konzistencija najslabije ocenjena ocenom 1,52, ekvivalent 57,37% od ukupnog broja bodova. *Robović i dr.* (2003), ispitujući senzorna svojstva goveđeg pršuta ističu da je spoljašnji izgled najbolje ocenjen sa prosečnom ocenom 2,32 (77,33% od maksimalno broja bodova). Nadalje, isti autori navode da je najlošije ocenjen ukus sa prosečnom ocenom 2,55 (58,40%). *Gajić* (2000) ističe da je ocenjujući senzorni kvalitet goveđeg pršuta, najbolje ocenjen miris, sa 3,70 bodova, a najlošije konzistencija i izgled preseka sa 3,10 bodova.

U tabeli 3 prikazane su vrednosti ispitivanih fizičkih parametara. Pri tome je prosečna širina kod uzoraka zanatskih proizvođača iznosila 76,00 mm,

Tabela 2. Prosečne vrednosti senzornih svojstava

Table 2. Average values of sensory properties

Senzorna svojstva/ Sensory properties	Zanatski proizvođači/ Traditional producers		Industrijski proizvođači/ Industrial producers	
	Bodovi/Scores	%	Bodovi/Scores	%
Spoljašnji izgled/Exterior	2,32 ± 0,11	77,30	2,10 ± 0,11	70,00
Boja/Colour	1,76 ± 0,06	88,00	1,47 ± 0,12	73,50
Konzistencija/Consistency	2,48 ± 0,12	82,70	1,90 ± 0,10	63,30
Izgled preseka/Cross section	2,99 ± 0,17	74,80	2,74 ± 0,18	68,50
Miris/Odour	2,57 ± 0,08	85,70	2,33 ± 0,16	77,70
Ukus/Aroma	3,84 ± 0,18	76,80	3,36 ± 0,24	67,20

Tabela 3. Prosečne vrednosti fizičkih karakteristika „visočke pečenice“
Table 3. Average values of physical characteristics of „visočka pečenica“

Statistički pokazatelji/ Statistical indicators	Proizvođači/Producers			
	Zanatski/Traditional		Industrijski/Industrial	
	Širina/Width	Debljina/Thickness	Širina/Width	Debljina/Thickness
Srednja vrednost/ Mean value	76,00 ± 2,99	38,00 ± 0,88	86,00 ± 3,78	49,00 ± 2,01
Standardna devijacija/ Standard deviation	16,37	4,81	16,89	8,99
Koeficijent varijacije/ Variation coefficient	21,29	12,38	19,49	18,28
Varijacija $X_{\min}-X_{\max}$ Variation $X_{\min}-X_{\max}$	51,00–112,00	32,00–50,00	61,00–123,00	33,00–62,00

a kod industrijskih 86,00 mm. Debljina je kod prve grupe iznosila 38,00 mm, a kod druge 49,00 mm. Uočljivo je da su kod zanatskih proizvođača ustanovljene niže vrednosti ispitivanih fizičkih parametara. Prethodna konstatacija implicira na činjenicu da se u zanatskim uslovima „kroje“ tanji i uži komadi „visočke pečenice“.

Šuvalija (2002) je vršila fizička ispitivanja na bosanskom pršutu. Pri tome navodi da je širina komada pršuta proizvedenog u zanatskim uslovima iznosila 85,90 mm, a kod industrijskih 79,10 mm. Debljina zanatskog pršuta je iznosila 31,30 mm, a industrijskog 31,80 mm. Ispitivanjima fizičkih svojstava goveđeg pršuta bavili su se Gajić (2000) i Tupajić (1991), pri čemu su ovi autori merili masu i dužinu komada pršuta.

Hemijski sastav uzoraka „visočke pečenice“ (tab. 4) pokazuje relativnu ujednačenost, kako kod zanatskih, tako i kod industrijskih proizvođača.

Sadržaj vlage je, izuzimajući industrijskog proizvođača II, imao dosta visoke vrednosti. Razlike srednjih vrednosti kod uzoraka zanatskog proizvođača I i kod oba industrijska statistički su bile značajne. Sadržaj masti imao je isti trend kao i vlaga. U ovom slučaju, kod industrijskog proizvođača II, nivo masti je imao statistički značajno veću vrednost u odnosu na sve ostale. Kod sadržaja proteina zabeležen je identičan odnos kao za prethodna dva parametra. Sadržaji pepela i NaCl-a u uzorcima pečenice pokazuju značajnu heterogenost. Pri tome su kod uzorka proizvođača Z1 konstatovane najveće, a kod industrijskog proizvođača II najmanje vrednosti. U oba slučaja, razlike srednjih vrednosti među-

Tabela 4. Prosečne vrednosti hemijskih pokazatelja kvaliteta „visočke pečenice“
Table 4. Average values of chemical quality indicators of „visočka pečenica“

Ispitivani parametri/ Studied parameters	Proizvođači/Producers				
	Z1	Z2	Z3	I1	I2
Sadržaj vlage/ Moisture content	41,34 ^b	44,82 ^{ab}	43,67 ^{ab}	48,40 ^a	33,58 ^c
Sadržaj masti/Fat content	21,52 ^b	19,95 ^b	20,72 ^b	18,43 ^b	36,01 ^a
Sadržaj proteina/ Protein content	28,20 ^a	28,56 ^a	27,85 ^a	27,00 ^a	24,63 ^b
Sadržaj pepela/Ash content	10,07 ^a	8,10 ^b	8,20 ^b	7,14 ^b	4,51 ^c
NaCl	9,06 ^a	6,93 ^b	7,11 ^b	6,22 ^b	3,70 ^c
pH (1:10)	5,66 ^{ab}	5,70 ^a	5,74 ^a	5,58 ^b	5,57 ^b

Legenda/Legend:

¹Zanatski proizvođač/Traditional producer;

¹Industrijski proizvođač/Industrial producer

Tabela 5. Uporedne vrednosti hemijskih pokazatelja kvaliteta „visočke pečenice“
Table 5. Comparative values of chemical quality indicators of „visočka pečenica“

Ispitivani parametri/ Studied parameters	Proizvođači/Producers	
	Zanatski/Traditional	Industrijski/Industrial
Vlaga/Moisture	43,28 ± 0,75	40,99 ± 1,84
Mast/Fat	20,73 ± 0,88	27,22 ± 2,21
Proteini /Proteins	28,21 ± 0,32	25,82 ± 0,51
Pepeo/Ash	8,79 ± 0,30	5,82 ± 0,38
NaCl	7,70 ± 0,30	4,96 ± 0,33
pH (1:10)	5,70 ± 0,01	5,57 ± 0,02

sobno su bile statistički značajne, kao i u odnosu na ostale proizvođače. Indikator pH vrednosti je grupisan po vrsti proizvođača. Pri tome se može videti da razlike srednjih vrednosti kako kod zanatskih tako i kod industrijskih proizvođača, nisu signifikantne. Sa druge strane, razlike su značajne ukoliko međusobno uporedimo proizvođače iz zanatske i industrijske proizvodnje.

U tabeli 5 uporedo suprikazane prosečne vrednosti hemijskih parametara za proizvode oba proizvođača. Pri tome je evidentno da, izuzimajući sadržaj masti, svi ostali pokazatelji su kod uzoraka zanatske proizvodnje imali veće vrednosti.

Čaušević i dr. (1986) su u uzorcima govedeg pršuta (leđa) ustanovili, u proseku, vlage 39,78%, masti 27,07%, proteina 27,72%, NaCl-a 4,59% i ukupnog pepela 5,23%. Radovanović i dr. (2003) navode da je u uzorcima govede pršute (but) ustanovljeno 44,36% vlage, 39,49% proteina, 5,79% masti, 9,52% pepela i 7,74% NaCl-a. Prema istraživanjima Stamenkovića i dr. (2003), goveda pršuta spravljena tradicionalnim intenzivnim postupkom dimljenja sadržavala je 48,10% vode, 1,00% masti, 40,35% proteina i 6,53% NaCl-a, a smanjenim postupkom dimljenja imala je vode 49,30%, masti 1,50%, proteina 40,30% i NaCl-a 6,11%. Šuvalija (2002) je, u uzorcima pršuta proizvedenih na zanatski način, ustanovila 45,14% vlage, 9,79% masti, 35,52% proteina i 9,07% pepela. Isti istraživač je kod pršuta iz industrijske proizvodnje ustanovio 49,93% vlage, 11,14% masti, 31,70% proteina i 6,42% pepela.

Analizirajući dobijene vrednosti i upoređujući ih sa rezultatima ostalih istraživača, može se zaklju-

čiti da pršut ima dosta neujednačen hemijski sastav. Ta različitost proizilazi iz činjenice da uzorci potiču od različitih kategorija (mesnih partija trupa). Pored toga, nestandardiziranost tehnološkog procesa uveliko doprinosi neujednačenosti hemijskog sastava.

Zaključak

Na osnovu rezultata sprovedenih istraživanja može se konstatovati sledeće:

Na osnovu rezultata senzorne analize, svi uzorci su imali prihvatljiv kvalitet, s tim da su uzorci iz zanatske proizvodnje bolje ocenjeni. Najbolje ocenjeno senzorno svojstvo kod zanatskih uzoraka je boja, a kod industrijskih miris.

Rezultati fizičkih merenja ukazuju na razlike kod ispitivanih parametara. Utvrđeno je da su uzorci iz industrijske proizvodnje imali u oba slučaja veće vrednosti. To ukazuje na činjenicu da se kod industrijske proizvodnje kroje deblji i širi komadi.

Sadržaj vlage kod zanatskih proizvođača iznosio je 43,28%, masti 20,73%, proteina 28,21%, NaCl-a 7,70% i ukupnog pepela 8,79%. Uzorci iz industrijske proizvodnje u proseku su sadržavali vlage 40,99%, masti 27,22%, proteina 25,82%, NaCl-a 4,96% i ukupnog pepela 5,82%.

Dobijeni rezultati istraživanja mogu poslužiti pri standardizaciji kvaliteta govedeg pršuta kao i u postupku zaštite ovog tradicionalnog proizvoda od mesa nekom od oznaka na nacionalnom ili EU nivou.

Literatura

- Dumić S., 2008.** Ispitivanje važnijih svojstava kvaliteta sjeničke stelje kao osnova za zaštitu oznake porekla. Magistarski rad, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu.
- Čaušević Z., Milanović A., Glogovac Ž., Velagić-Habul E., Smajić A., Lelek M. 1986.** Prilog poznavanju proizvodnje govedeg pršuta. Radovi Poljoprivrednog fakulteta u Sarajevu, God. XXXIV, 38, 153–161.
- Gajić B., 2000.** Kontaminiranost suhomesnatih proizvoda supstancama štetnim po zdravlje ljudi. Magistarski rad, Poljoprivredni fakultet Sarajevo.
- Joksimović J., Radovanović R., Šutić M., Obradović D., Striber M., Čarapić G., Đurić N., 1984.** Prilog poznavanju proizvodnje i činioca kvaliteta užičke pršute, Tehnologija mesa, 25, 2, 34–46.
- Pravilnik o metodama vršenja hemijskih analiza i superanaliza proizvoda od mesa, masti i ulja, 1992.** Sl. list BiH br. 2/92.
- Pravilnik o kvalitetu proizvoda od mesa, 1992.** SL. list BiH br. 2/92.
- Radovanović R., Stamenković T., Saičić S. 2003.** Senzorna svojstva i hemijski pokazatelji govede pršute. Tehnologija mesa 44, 5–6, 212–219.
- Radovanović R., Stamenković T., 2004.** Senzorno određivanje kvaliteta govede pršute. Tehnologija mesa 45, 1–2, 8–13.
- Radovanović R., Tomić N., Tomašević I., Rajković A., 2005.** Prinos muskulature namijenjene proizvodnji „Govede užičke pršute“. Tehnologija mesa, 46, 5–6, 250–264.
- Robović B., Smajić A., Tahmaz J., 2003.** Senzorna analiza bosanskog pršuta. Radovi Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, God. XLVIII, 53, 129–133.
- Sinanović N., Smajić A., Ganić A., 2005.** Senzorna ocjena kvaliteta suhomesnatih proizvoda na tržištu Sarajevskog kantona. Radovi Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta u Sarajevu, God. L, 55/2, 177–187.
- Smajić A., 1987.** Tehnologija proizvodnje suhomesnatih proizvoda sa posebnim osvrtom na proizvodnju govede pršute. Poljoprivredni kalendar, NIRO Zadrugar Sarajevo, 250–252.
- Stamenković T., Šušnjarać N., Jovanović V., Jovanović S., 2003.** Gubitak mase, senzorna svojstva i hemijski pokazatelji govede pršute dobijene tradicionalnim i izmijenjenim postupkom dimljenja. Tehnologija mesa, 44, 1–2, 79–84.
- Šuvalija B., 2002.** Proizvodnja i kvalitet bosanskog pršuta. Magistarski rad, Poljoprivredni fakultet Sarajevo.
- Tomić N., Tomašević I., Radovanović R., Rajković A., 2008.** „Uzice beef prshuta“: influence of different salting processes on sensory properties. Journal of Muscle Foods 19, 237–246.
- Tupajić P., 1991.** Tehnologija proizvodnje pršuta i sudžuka od govedeg mesa. Magistarski rad, Poljoprivredni fakultet Sarajevo.
- Vuković K. I., 1998.** Osnove tehnologije mesa. Veterinarska komora Srbije.

Main properties of quality of „visočka pečenica“

Ganić Amir, Lilić Slobodan, Krvavica Marina, Čandek-Potokar Marjeta, Pejkovski Zlatko

S u m m a r y: „Visočka pečenica“ is dried beef product (*m. longissimus dorsi*) which has traditionally been produced for several decades in region of the town Visoko (Bosnia and Herzegovina). In the last ten years, meat plants started with production of this product. Technology of production of „visočka pečenica“ in meat plants was modified, which, as a consequence, had the modification of the quality of this product.

The aim of this investigation was to define clearly the traditional technology and to compare sensory and chemical quality of „Visočka pečenica“ with products obtained in meat establishments. 30 samples of traditional product and 20 samples of industrial product were used in the study.

Results of sensory evaluation showed better quality of traditional product. The colour of the traditional product and the odour of the industrial product were given the highest scores. Despite that, the appearance of cross section of traditional products and consistency of industrial products were given the lowest scores.

In the chemical analysis of the composition of traditional products the following was established: moisture content of 43.28%, fat content 20.73%, protein content 28.21%, NaCl content 7.70% and total ash content 8.79%. In samples of industrial products, moisture content was 40.99%, fat content 27.22%, protein content 25.82%, NaCl content 4.96% and total ash content 5.82%.

Key words: „visočka pečenica“, traditional production, sensory and chemical quality.

Rad primljen: 3.05.2012.

Rad prihvaćen: 16.06.2012.

Ispitivanje važnijih promena u toku zrenja tradicionalne fermentisane kobasice lemeški kulen

Vuković Ilija¹, Vasilev Dragan¹, Saičić Snežana², Ivanković Stipan³

S a d r ž a j: U radu su prikazani rezultati ispitivanja važnijih promena tokom zrenja tradicionalne fermentisane kobasice lemeški kulen. Mikroflora koja učestvuje u zrenju lemeškog kulena razvija se sporo i tipična je za prirodno zrenje fermentisanih kobasica u zimskom periodu. U mikroflori lemeškog kulena dominiraju laktobacili koji fermentišu šećere iz paprike do mlečne kiseline; za vreme zrenja broj mikrokoka i enterokoka se smanjuje, dok Pseudomonadaceae i Enterobacteriaceae odumiru. Na kraju prve faze zrenja, koja pri niskim temperaturama traje tri meseca, aktivnost vode iznosi 0,90, a pH vrednost 5,3 i kulen postaje bakteriološki stabilan proizvod. Na kraju zrenja aktivnost vode se smanjuje do 0,86, a pH vrednost povećava do 5,5. Lemeški kulen sadrži manje od 30% vlage, sadržaj proteina mesa i masti veći je od 30%, a sadržaj kolagena u proteinima mesa je oko 6,0%. Odnos između sadržaja masti i proteina približno je jednak jedan, a odnos između sadržaja vlage i proteina mesa manji je od jedan (0,85). Količina natrijum-hlorida u proizvodu (4,1%) odgovara dodatnoj količini kuhinjske soli. Iako se ne koriste soli za salamurenje, u kulenu su utvrđeni ostaci nitrata koji su sa paprikom dodati u proizvod. Za vreme zrenja lemeškog kulena kiselinski broj se povećava desetak puta, dok se peroksidni broj i TBARS-vrednost (Thiobarbituric Acid Reactive Substances) ne povećavaju. Za kvalitet lemeškog kulena od posebnog značaja je domaća lemeška paprika, slatka i ljuta, koja se dodaje proizvodu oko 3%; u toj količini paprika deluje antioksidativno i utiče na boju, aromu i teksturu proizvoda.

Cljučne reči: lemeški kulen, mikroflora, sastav, kvalitet.

Uvod

Kulen je fermentisana suva kobasica koja se tradicionalno proizvodi za vreme zimskog perioda na jednom ograničenom području Panonske ravnice, koje obuhvata severnu Srbiju (Srem i Bačka), zapadnu Hrvatsku (Baranja i Slavonija) i južnu Mađarsku (Vuković i dr., 1988; Incze, 2003; Vuković i dr., 2011a i b), odnosno oblasti poznate po proizvodnji svinjskog mesa i začinske paprike. Zavisno od toga gde se proizvodi, kulen ima odgovarajući naziv, na primer, *sremski kulen*, *lemeški kulen*, *slavonski kulen*, *baranjski kulen*, *petrovačka kobasica (kulen)* itd., a najviše je rasprostranjen naziv *domaći kulen*. U nekim regionima kulen se danas proizvodi kao zaštićeni proizvod sa oznakom geografskog porekla, na primer, *sremski kulen*, *petrovačka kobasica* itd. Prema Etimologijskom rečniku hrvatskoga ili srpskoga jezika (Skok, 1971–1974), naziv kulen vodi poreklo od grčke reči *kolon*, koja znači debelo

crevo. U narodnoj tradiciji postoje i druga objašnjenja, na primer, da naziv kulen potiče od reči kula, i treba da označava kobasicu koja se dugo suši visoko okačena u pušnici koja liči na kulu.

Za sve varijante u osnovi jednog istog proizvoda kao sirovina se upotrebljava kvalitetno meso zrelih svinja, koje sadrži manje vode, ima izraženiju crvenu boju i čvršću konzistenciju. Za kulen se uvek uzima meso koje je po prirodi siromašno masnim i vezivnim tkivom, u prvom redu meso buta, plečke i nekih delova vrata, koje se dobro čisti od mekog masnog tkiva, tetiva, žilica i vezivnotkivnih opni. Ponegde se još zadržala tradicija izrade kulena od nehladenog mesa, mada danas većina proizvođača kulen proizvodi od ohladenog mesa. Kulen može da se izrađuje samo od mesa, a negde se koristi i manja količina čvrstog masnog tkiva (do 10%), najčešće podbradnjak svinja. Dodaci za domaći kulen su kuhinjska so, crvena mlevena začinska paprika i ponegde beli luk. U proizvodnji domaćeg kule-

Napomena: U radu su prikazani rezultati iz naučno-istraživačkog projekta broj TR-31032, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije;

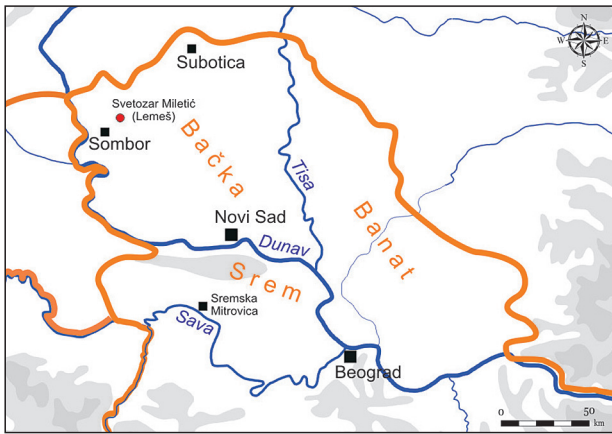
¹Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Bulevar oslobođenja 18, 11000 Beograd, Republika Srbija;

²Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kačanskog 13, 11000 Beograd, Republika Srbija;

³Udruženje „Lemeški kulen“, Dositeja Obradovića 30, 25211 Svetozar Miletić, Republika Srbija.

Autor za kontakt: Vuković Ilija, dr.ilija.vukovic@gmail.com

na ne koriste se soli za salamurenje ni starter kulture mikroorganizama (Vuković i dr., 1988; Vuković i dr., 2011a i b).



Slika 1. Geografski položaj naselja Svetozar Miletić u Vojvodini

Figure 1. Geographic location of the village Svetozar Miletić in Vojvodina

Iako je se u osnovi radi o jednom istom proizvodu, ipak svaka varijanta kulena ima neke svoje specifičnosti. *Lemeški kulen* se proizvodi u naselju Svetozar Miletić kraj Sombora (slika 1). Reč *lemeš* označava ralo drvenog pluga, međutim, u konkretnom slučaju reč *lemeš* vodi poreklo od reči *Nemesmilitcs*, kako se u vreme Austrougarske monarhije nazivalo selo. Za *lemeški kulen* uzima se krto meso od buta, plečke i vrata zrelih svinja, starijih od 12 meseci, koje se posle hlađenja melje do granulacije 6–8 mm. Usitnjeno meso se meša sa kuhinjskom solju, paprikom i eventualno ekstraktom belog luka, sve dok se ne dobije dobro povezana lepljiva masa, koja se oblikuje u velike „lopte“, iz kojih se pri tome istiskuje vazduh. Količina soli koja se dodaje iznosi 2,0–2,2%, a mlevene začinske paprike oko 3%. Beli luk se, uglavnom, ne koristi, međutim, neki proizvođači koriste ekstrakt belog luka, koji sami pripremaju. Začinska paprika koja se gaji vekovima u tom kraju potiče iz sopstvene proizvodnje i naziva se *domaća lemeška paprika*. Za mlevenu *lemešku papriku* koja se dodaje u kulen karakteristično je da sadrži sve delove ploda, osim peteljke. Nadev lemeškog kulena puni se u prirodne omotače, dobijene obradom debelih creva svinja. Nadev kulena se puni u slepo crevo i u pravo ili zadnje crevo svinja (*kular*, *gužnjak*). Kulari imaju nešto puniji i deblji crevni zid nego slepo crevo, pa su proizvodi u ovom crevu, po pravilu, bez suvog ruba i uvek nešto sočniji. Creva za kulen se dobro čiste i peru, zatim potapaju u „kreč-

no mleko“, ispiraju u vodi i tek tada koriste za punjenje. Nadev se čvrsto puni u omotače, vodeći računa da u njemu ne bude zaostalog vazduha. Posle punjenja, oko kulena u slepom crevu plete se mrežica od kanapa, što daje kulenu karakterističan i atraktivan spoljašnji izgled, a omogućava i bezbednije kačenje kulena, naročito kada se radi o proizvodima veće mase. Kulen u zadnjem crevu se vezuje kanapom na oba kraja, sa jednom ili dve omče po sredini kobasice. Nakon kraćeg sušenja, kulen se dimi po hladnom postupku, dimom dobijenim od strugotine tvrdog drveta (bukva, hrast, cer, bagrem). Dim se dobija na poseban način, tako što se pod pušnice prekrije tanjim slojem strugotine drveta, koja se zapali na jednom kraju i lagano sagoreva bez plamena nekoliko sati. Dim treba da ima sivobeličastu boju i da je bez vidljivih primesa čađi. Kulen se dimi povremeno u trajanju do jedne sedmice, dok ne dobije svetlosmeđu boju. Sušenje i zrenje lemeškog kulena odvija se u prirodnim uslovima i traje kod kulena u zadnjem pravom crevu oko tri, a kod kulena u slepom crevu najmanje šest meseci. Po pravilu, zrenje započinje u kasnu jesen ili početkom zime, a završava se krajem proleća i najkasnije početkom leta. Za sušenje i zrenje lemeškog kulena koriste se takozvani spajzevi („komare“) u starim kućama od nabijene ilovače, u kojima vlada gotovo optimalna prirodna mikroklima, kako u toku zime, tako i u proleće i leto.

Značajno je pomenuti da je prvi naučni prilog o tradicionalnim fermentisanim kobasicama kod nas bila doktorska disertacija, urađena i odbranjena 1957. godine na Veterinarskom fakultetu u Beogradu, u kojoj su ispitani važniji procesi zrenja u *sremskoj kobasici* (Rašeta, 1958). Prvi naučni radovi u kojima su izučavane važnije promene tokom zrenja *sremskog kulena* (Vuković i dr., 1988; Vuković i dr., 2004; Vuković i dr. 2011a i b) i *petrovačke kobasice* (Ikonić i dr., 2010) objavljeni su posle tri, odnosno pet decenija. *Lemeški kulen* do sada nije bio predmet naučnog izučavanja i o njemu nema podataka u literaturi. U ovom radu iznose se rezultati ispitivanja važnijih promena tokom zrenja *lemeškog kulena* koji se proizvodi na tradicionalan način kod malih proizvođača u naselju Svetozar Miletić kraj Sombora. Mali proizvođači su oformili udruženje *Lemeški kulen*, sa ciljem da se sačuvaju tradicionalna tehnologija proizvodnje i kvalitet *lemeškog kulena*. Rezultati ovog rada dobijeni su realizacijom naučno-istraživačkog projekta broj TR 31032, čiji je cilj da se unapredi tehnologija proizvodnje tradicionalnih fermentisanih kobasica i dobiju bezbedni proizvodi standardnog i prepoznatljivog kvaliteta.

Materijal i metode ispitivanja

U radu su ispitani uzorci *lemeškog kulena* dobijeni od malih proizvođača iz udruženja *Lemeški kulen*, na početku, u sredini (3 meseca) i na kraju procesa zrenja (posle 6 meseci). Uzorci za ispitivanja su proizvedeni na način koji je opisan u uvodnom delu ovog rada. Primenom standardnih metoda ispitivanja određeni su sledeći parametri: (1) pH vrednost (uređaj WTW 340i, SRPS ISO 2917); (2) a_w -vrednost (a_w -Meter, Lufft, Stuttgart); (3) sadržaj vlage (SRPS ISO 442); (4) sadržaj proteina mesa (SRPS ISO 937); (5) sadržaj ukupne masti (SRPS ISO 14434); (6) sadržaj pepela (SRPS ISO 936); (7) relativan sadržaj kolagena u proteinima mesa – sadržaj kolagena je dobijen množenjem sadržaja hidrokisiprolina sa faktorom 8 (SRPS ISO 3496); (8) sadržaj kuhinjske soli (metoda po Volhardu, SRPS ISO 1841-1); (9) sadržaj nitrita (SRPS ISO 2918) i nitrata (SRPS ISO 3091); (10) kiselinski broj (SRPS ISO 660); (11) peroksidni broj (SRPS ISO 3960); (12) TBARS (Thiobarbituric Acid Reactive Substances) vrednost (kombinovana metoda po *Tarladgis i dr.*, 1964, i *Holland*, 1971); (13) merenje boje (CIE $L^*a^*b^*$, Konica Minolta CR-400, Chromameter); (14) laktobacili (MRS–agar, Merck, pri 32°C/72 časa anaerobno); (15) *Micrococcaceae* (Baird–Parker–agar, pri 37°C/48 časova); (16) *Enterobacteriaceae* (Brilliant–Green–agar, Merck, pri 37°C/48 časova); (17) *Enterococcus* spp. (Kanamycin–Esculin–Azide–agar, Merck, 37°C/24–48 časova); (18) *Salmonella*–vrste (ISO 6579, 2002); (19) *Lysteria monocytogenes* (ISO 11290–2, 1998, Amendment 1, 2004); (20) koagulaza–pozitivne stafilokoke (Baird–Parker–agar, pri 37°C/48 časova; pozitivan nalaz: svetla zona oko kolonija koje stvaraju lecitinazu).

Za statističku obradu podataka korišćen je MS Excel iz paketa MS Office, verzija 2003. Izračunate su srednje vrednosti i standardne devijacije dobijenih rezultata.

Rezultati i diskusija

Na osnovu naših dosadašnjih ispitivanja, domaći kulen, dobijen tradicionalnom tehnologijom proizvodnje, može se definisati kao proizvod od kvalitetnog mesa zrelih svinja, koje se posle usitnjavanja dobro meša sa kuhinjskom soli, mlevenom začinskom paprikom i eventualno belim lukom, čiji se nadev puni u prirodne omotače, slepo crevo i zadnje crevo svinja i koji se dimi i podvrgava prirodnom zrenju, pri čemu stiče karakteristična i prepoznatljiva svojstva kvaliteta (*Vuković i dr.*, 1988; *Vuković i dr.*, 2011 a i b). Rezultati naših ispitivanja, takođe, pokazuju da postoji razlika između kulena koji se proizvodi u industriji i kulena koji izrađuju mali proizvođači (*Vuković i dr.*, 2004). Neosporna je činjenica da u industrijskoj proizvodnji vladaju bolji higijenski uslovi, zatim da se koriste soli za salamurenje, ekstrakti začinske paprike, šećeri i komercijalne starter kulture, a za punjenje veštački omotači, što je od značaja za bezbednost proizvoda. Međutim, industrijski proizvodi po svojim senzorskim i drugim pokazateljima kvaliteta (veštački omotači, manja pH vrednost, manji sadržaj proteina, veći sadržaj masti) znatno odstupaju od domaćeg kulena i ne bi mogli da se smatraju tradicionalnim ili autohtonim proizvodom. Prema našem saznanju, tradicionalni postupak proizvodnje kulena zadržao se u svom izvornom obliku još samo kod malih proizvođača (zanatstvo, domaćinstva).

Lemeški kulen, kao i druge vrste tradicionalnog ili domaćeg kulena, počinje da se proizvodi u kasnu jesen i početkom zime i podvrgava se zrenju u prirodnim uslovima, odnosno pri niskim temperaturama. To je osnovni razlog da se promene tokom zrenja kobasice, od kojih zavise karakteristične osobine gotovog proizvoda, odvijaju sporo i da je za njihovo odigravanje potrebno dovoljno dugo vremena. Kao što pokazuju rezultati naših ispitivanja (tabela 1), aktivnost vode *lemeškog kulena* posle zrenja od 3 meseca, pri temperaturi koja varira od 2 do 8°C, smanjuje se do vrednosti $a_w = 0,90$. Kao što je poznato, pri a_w -vrednosti manjoj od 0,95 ne mogu da se razmnožavaju patogene bakterije, a pri a_w -vrednosti

Tabela 1. Vrednosti pH i a_w lemeškog kulena na početku, tokom i na kraju zrenja

Table 1. pH and a_w values of Lemeški kulen at the beginning, during and at the end of ripening

Vrednost/Value	Početak zrenja/ Beginning of ripening n = 5	Tri meseca/ Three months n = 5	Kraj zrenja/ End of ripening n = 18
a_w	0,965 ± 0,003	0,900 ± 0,003	0,865 ± 0,01
pH	5,67 ± 0,03	5,32 ± 0,24	5,49 ± 0,20

Tabela 2. Broj ispitanih bakterija u toku zrenja lemeškog kulena (log cfu/g)
Table 2. Number of tested bacteria during ripening of Lemeški kulen (log cfu/g)

Vrsta/Species	Početak zrenja/ Beginning of ripening n = 5	Tri meseca/Three months n = 5	Kraj zrenja/ End of ripening n = 18
<i>Lactobacillus</i> spp.	3,81 ± 0,59	7,41 ± 1,01	5,71 ± 0,89
<i>Enterococcus</i> spp.	2,50 ± 0,37	1,03 ± 0,67	1,34 ± 1,30
<i>Micrococcus</i> spp.	3,62 ± 0,32	1,80 ± 1,82	2,34 ± 1,60
<i>Enterobacteriaceae</i>	1,52 ± 0,51	0,26 ± 0,58	< 1
<i>Pseudomonadaceae</i>	4,20 ± 1,00	< 1	< 1
Ukupan broj aerobnih bakterija/ Total aerobic bacteria	5,22 ± 0,28	6,21 ± 0,70	6,04 ± 0,63
<i>Salmonella</i> spp.	n. u.	n. u.	n. u.
<i>L. monocytogenes</i>	n. u.	n. u.	n. u.
Koagulaza-pozitivne stafilokoke/ Coagulase positive Staphylococci	n. u.	n. u.	n. u.

Legenda/Legend: n. u. = nisu utvrđeni/not determined

0,90 u proizvodima od mesa prestaje razmnožavanje gotovo svih bakterija (Leistner, 1985). Na osnovu toga može se zaključiti da po završetku prve faze zrenja, *lemeški kulen* postaje bakteriološki stabilan proizvod i da u narednoj fazi zrenja, koja se odvija u proleće pri višim temperaturama (10–15°C), *lemeški kulen* sazreva bez ikakvog rizika od rasta patogenih bakterija i vrsta koje mogu da izazovu kvar proizvoda.

Mikroflora *lemeškog kulena* (tabela 2) u osnovi je slična mikroflori *sremskog kulena* (Vuković i dr., 1988; Vuković i dr., 2011b) i predstavlja mikrofloru tipičnu za fermentisane suve kobasice koja se razvija za vreme prirodnog zrenja. U mikroflori kulena dominiraju laktobacili, odnosno bakterije koje fermentišu šećere i stvaraju mlečnu kiselinu, čiji se broj posle tri meseca zrenja povećava za 3–4 logaritamske jedinice, a zatim se u drugom delu zrenja postepeno smanjuje. Mikroflora kulena razvija se sporo, što je karakteristično za prirodno zrenje koje se odvija zimi na niskim temperaturama (Corretti, 1971). *Pseudomonadaceae* odumiru posle tri, a *Enterobacteriaceae* posle šest meseci zrenja. Tokom zrenja broj mikrokoka se smanjuje za jednu, a broj enterokoka za dve logaritamske jedinice. Patogene bakterije *Salmonella* vrste, *Lysteria monocytogenes* i koagulaza-pozitivne stafilokoke nisu utvrđene ni u jednom uzorku *lemeškog kulena* na početku, u toku i na kraju zrenja.

Kao posledica aktivnosti mikroflora za vreme zrenja smanjuje se pH vrednost *lemeškog kulena*. Posle zrenja od tri meseca pH vrednost proizvoda, u proseku, iznosi 5,32, i manja je za 0,35 pH-jedinice od početne vrednosti (tabela 1). Smanjenje pH vrednosti posledica je fermentacije šećera koji se kao sastojci paprike unose u proizvod. U tradicionalnoj proizvodnji kulena, uključujući i *lemeški kulen*, šećeri se ne koriste, kao što je to slučaj u industrijskoj proizvodnji. Začinska paprika sadrži 10–15% šećera (Oberdick, 1988), a prema prvim ispitivanjima (Vuković, nepublikovani podaci) *domaća mlevena lemeška paprika* sadrži 9,6–13,2% šećera (fruktoza, glukoza, saharoza). Sa tri posto ove paprike, koliko se dodaje u *lemeški kulen*, u proizvod se unese 0,3–0,4% šećera, koje mikroflora kobasice fermentiše za vreme prve faze zrenja do mlečne kiseline. S obzirom da se fermentacija šećera odigrava u prirodnim uslovima pri niskoj temperaturi, ona je slabijeg intenziteta i traje duže vreme. Zbog toga se pH vrednost sporije smanjuje i smanjenje te vrednosti je slabije izraženo. Ipak, pH vrednost od oko 5,3 je od značaja za otpuštanje vlage (sušenje), održivost i formiranje boje, konzistencije i arome kulena. U drugoj fazi zrenja *lemeškog kulena* pH se postepeno povećava i u gotovom proizvodu dostiže vrednost od oko 5,5. Vrlo slične promene pH vrednosti su opisane kod *sremskog kulena* (Vuković i dr., 1988; Vuković i dr., 2011b).

Tabela 3. Hemijski sastav lemeškog kulena na početku i kraju zrenja**Table 3.** Chemical composition of Lemeški kulen at the beginning and at the end of ripening

Sadržaj/Content (%)	Početak zrenja/ Beginning of ripening n = 5	Kraj zrenja/ End of ripening n = 14
Vlaga/Moisture	63,8 ± 3,2	28,2 ± 3,3
Proteini mesa/Meat proteins	17,9 ± 0,8	33,3 ± 3,4
Sadržaj kolagena u proteinima mesa/ Collagen content in meat proteins	6,6 ± 2,0	6,2 ± 1,2
Ukupne masti/Total fats	14,9 ± 3,8	32,6 ± 6,2
Odnos masti-proteini/Fat-protein ratio	0,83	0,98
Odnos vlaga-proteini/Moisture-protein ratio	3,56	0,85
Pepeo/Ash	3,1 ± 0,4	5,4 ± 1,2

Hemijski sastav *lemeškog kulena* na početku i kraju zrenja prikazan je u tabeli 3. *Lemeški kulen* na kraju procesa zrenja sadrži nešto manje od 30% vlage, oko 33% proteina mesa odnosno masti, a sadržaj kolagena u proteinima mesa iznosi, u proseku, 6,2%. Odnos između sadržaja masti i proteina mesa približno je jednak jedan, a odnos između sadržaja vlage i proteina mesa je manji od jedan (0,85). U poređenju sa Pravilnikom o kvalitetu proizvoda od mesa (Anon., 2012), sadržaj proteina mesa je za oko 10% veći, a sadržaj kolagena u proteinima mesa je oko 2,5 puta manji od vrednosti propisanih za kulen. U poređenju sa *sremskim kulenom* (Vuković i dr., 1988; Vuković i dr., 2011a i b), *lemeški kulen* sadrži nešto manje vlage, a više proteina i masti, što je, verovatno, posledica većeg stepena sušenja ispitanih proizvoda. Međutim, odnosi između sadržaja masti i proteina mesa i sadržaja vlage i proteina mesa, kao i relativan sadržaj kolagena u proteinima mesa gotovo je identičan kod oba tradicionalna proizvoda. Iz ovoga proizilazi da je *lemeški kulen*, isto kao i *sremski kulen*, proizvod vrlo velike nutritivne vrednosti.

Sadržaj kuhinjske soli, nitrata i nitrita na početku i kraju zrenja *lemeškog kulena* prikazan je u tabeli 4. Sadržaj kuhinjske soli u *lemeškom kulenu* odgovara količini koja je dodata u proizvod. U proizvodnji *lemeškog kulena* ne koriste se soli za salamurenje, međutim, naša ispitivanja pokazuju da *lemeški kulen*, isto kao i *sremski kulen*, uvek sadrži određenu količinu nitrata. Po našem mišljenju (Vuković i dr., 2011b), nitrati potiču iz začinske paprike i belog luka, koji se dodaju u kulen. Nitrati nisu prirodni sastojci paprike, ali se za vreme gajenja apsorbuju iz zemljišta i, kao kontaminanti, akumuliraju u plod paprike. Prema podacima iz literature (Anon., 2008), sadržaj nitrata u paprici veoma varira (1–476 mg/kg), u proseku iznosi 108 mg/kg. Prema prvim ispitivanjima *domaće lemeške paprike*, sadržaj nitrata u mlevenoj paprici, zavisno od proizvođača, je različit i kreće se od 38 do 108 mg/kg nitrata (Vuković, nepublikovani podaci), zbog čega je i sadržaj nitrata u *lemeškom kulenu* podložan znatnom variranju. Tokom zrenja kulena bakterije redukuju nitrate, dodate sa paprikom u proizvod, do nitrita. Nitriti, iako pri tome nastaju u maloj količini, imaju

Tabela 4. Sadržaj soli na početku i na kraju zrenja lemeškog kulena**Table 4.** Salt content at the beginning and at the end of ripening of Lemeški kulen

Vrsta soli/Salt type	Početak zrenja/ Beginning of ripening n = 5	Kraj zrenja/ End of ripening n = 14
Kuhinjska so/Salt (%)	2,1 ± 0,2	4,1 ± 0,7
Nitrati/Nitrates (mg/kg)	7,8 ± 5,3	13,5 ± 13,3
Nitriti/Nitrites (mg/kg)	n. u.	n. u.

Legenda/Legend: n. u. = nisu utvrdeni/not determined

Tabela 5. Hidrolitičke i oksidativne promene masti na početku i na kraju zrenja lemeškog kulena
Table 5. Hydrolytic and oxidative changes in the fats at the beginning and at the end of ripening of Lemeški kulen

Parametar/Parameter	Početak zrenja/Beginning of ripening n = 5	Kraj zrenja/End of ripening n = 14
Kiselinski broj/Acid value (mg KOH/g)	2,45 ± 0,76	23,8 ± 5,0
Peroksidni broj/peroxide value (meq/kg)	0,98 ± 0,18	0,71 ± 0,9
TBARS-vrednost/TBARS value (mg MAL/kg)	0,34 ± 0,29	0,08 ± 0,02

značajnu ulogu u formiranju stabilne boje proizvoda i deluju antioksidativno. Nitriti, međutim, nisu utvrđeni u *lemeškom kulenu*, odnosno njihova količina bila je manja od limita detekcije metode.

Pokazatelji hidrolitičkih i oksidativnih promena masti na početku i kraju zrenja *lemeškog kulena* prikazani su u tabeli 5. Količina slobodnih masnih kiselina, izražena kiselinskim brojem, povećava se tokom šestomesečnog zrenja desetak puta, međutim, oksidativne promene ne prate trend hidrolize masti. Za vreme zrenja *lemeškog kulena* peroksidni broj i TBARS-vrednost, kojom se izražava količina produkata oksidacije masnih kiselina, ne povećavaju se i čak u proseku imaju manje vrednosti nego na početku zrenja. Važnu antioksidativnu ulogu u *lemeškom kulenu* igra *domaća lemeška* paprika koja se proizvodu dodaje u količini od 3%. Paprika sadrži askorbinsku kiselinu, tokoferole i karotenoide, jedinjenja poznata po snažnom antioksidativnom delovanju. U paprici se, takođe, nalazi rutin, iz koga nastaje vitamin P, jedinjenje koje čuva askorbinsku kiselinu od brze oksidacije (Oberdick, 1988). U poređenju sa *sremskim kulenom* u koji se dodaje oko 1% mlevene crvene začinske paprike (Vuković *et al.*, 2011b), kiselinski broj *lemeškog kulena* je veći, ali je zato TBARS-vrednost ovog kulena znatno manja.

Lemeški kulen se odlikuje intenzivnom crvenom bojom preseka, koja je veoma postojana na vazduhu. U poređenju sa drugim vrstama doma-

ćeg kulena, boja *lemeškog kulena* je svetlija i u njoj je manje zastupljen tamniji purpurni ton. Boja kulena potiče, primarno, od pigmentata i nitrata iz paprike. U mešavini pigmentata paprike identifikovano je više od 25 jedinjenja, čija količina veoma varira, u zavisnosti od porekla paprike. Pigmenti paprike su karotenoidi (karoteni i ksantofili), čija količina u plodu crvene paprike iznosi 0,3–0,8%. Najvažniji karotenoidi paprike su kapsantin, β-karoten, violksantin, kriptoksantin, kapsorubin, likopen, lutein i drugi. Karotenoidi se rastvaraju u uljima (mastima) i nazivaju se još i lipohromi (Oberdick, 1988). Nitrat paprike, takođe, imaju važnu ulogu u formiranju boje kulena. Iz nitrata za vreme zrenja kulena bakterijskom redukcijom nastaju nitriti koji, iako se nalaze u maloj količini, sa mioglobinom mogu da grade stabilan pigment nitrozil-mioglobin (Vuković, 2012).

Parametri boje slatkog i ljutog *lemeškog kulena* prikazani su u tabeli 6. Vrednosti za svetloću boje (L*) i udeo crvene (a*) i žute boje (b*) u boji preseka proizvoda statistički su značajno veće kod *lemeškog kulena* proizvedenog sa slatkim, nego sa ljutom paprikom. Konzistencija *lemeškog kulena* je čvrsta, kao i kod drugih frementisanih suvih kobasica, ali je tekstura nadeva pri žvakanju relativno meka i sočna. Miris zrelog proizvoda je specifičan i prijatan, a ukus može biti manje ili više pikantan, zavisno od količine ljute lemeške paprike u proizvodu.

Tabela 6. Parametri boje „slatkog“ i ljutog lemeškog kulena na kraju zrenja (n = 6)
Table 6. Color parameters of “sweet” and spicy (hot) Lemeški kulen at the end of ripening (n = 6)

Lemeški kulen	L*	a*	b*
„Sladak“/, „Sweet“	33,74 ± 21,40 ^a	25,80 ± 1,76 ^c	21,17 ± 3,60 ^b
Ljut/Spicy (hot)	31,86 ± 0,74	19,39 ± 1,97	15,52 ± 2,73

a = p < 0,05, b = p < 0,01, c = p < 0,001

Lemeški kulen se, uobičajeno, proizvodi kao „sladak“ i „ljut“, što zavisi od toga koja vrsta paprike dominira u proizvodu. Ljuti ukus kulena potiče od ljutih materija paprike – *kapsaicinoida*. Ljute vrste začinske paprike sadrže mešavinu od 6 izomera ljutih materija. Najvažnije ljute materije su kapsaicin, dihidrokapsaicin, nordihidrokapsaicin i homodihidrokapsaicin, dok se norkapsaicin i homokapsaicin nalaze samo u tragovima. U mešavini ljutih materija paprike prva četiri jedinjenja čine više od 99,8% i nalaze se u odnosu 50:25:5:1. Ukupan sadržaj kapsaicina, koji je vodeća supstanca za senzaciju ljutog ukusa, u crvenim plodovima paprike varira od 0,15 do 0,50%. Fiziološki osećaj ljutine nije jednostavan, već se zasniva na kombinaciji percepcija toplote, bola i dodira, do kojih se dolazi čulima. Prema ASTA (American Spice Trade Association)-standardu, čulni osećaj ljutine paprike izražava se jedinicom po Scoville-u. Na primer, kapsaicin u koncentraciji od 6,38% odgovara jednom milionu jedinica po Scoville-u (Oberdick, 1988).

U *lemeški kulen* se dodaje slatka i ljuta *domaća lemeška paprika* koja se vekovima gaji na tom području. Crveni plodovi zrele paprike se, posle branja, nižu na vence i ostavljaju da se osuše na vazduhu. Sa suve paprike se otkida samo peteljka, a zatim se ceo plod melje zajedno sa kaliksom, žilicama i semenkama. U proizvodnji industrijske slatke i delikates mlevene paprike uobičajeno je da se plod paprike melje bez žilica, semenki i kaliksa, u kojima se nalazi najviše kapsaicinoida, dok se u proizvodnji ljute začinske paprike plod melje sa žilicama i semenkama, ali bez kaliksa. Domaća mlevena lemeška paprika, slatka i ljuta, sadrže sve delove ploda paprike, osim peteljke i zbog toga se po svom sastavu i osobinama razlikuju od industrijske mlevene začin-

ske paprike. S obzirom na tu činjenicu, sa razlogom se može smatrati da svi sastojci domaće lemeške paprike, kada se dodaju u proizvod i time postanu njegov sastavni deo, imaju značajnu ulogu u formiranju specifičnih senzornih svojstava *lemeškog kulena*.

Zaključak

Mikroflora koja učestvuje u zrenju *lemeškog kulena* razvija se sporo i tipična je za prirodno zrenje fermentisanih kobasica u zimskom periodu. U mikroflori lemeškog kulena dominiraju laktobacili koji fermentišu šećere iz paprike do mlečne kiseline. Za vreme zrenja broj mikrokoka i enterokoka se smanjuje, dok bakterije iz familije *Pseudomonadaceae* i *Enterobacteriaceae* odumiru. Na kraju prve faze zrenja, koja pri niskim temperaturama traje tri meseca, aktivnost vode iznosi 0,90, a pH vrednost 5,3 i kulen postaje bakteriološki stabilan proizvod. Na kraju zrenja aktivnost vode se smanjuje do 0,86, a pH vrednost povećava do 5,5. *Lemeški kulen* sadrži manje od 30% vlage, sadržaj proteina mesa i masti veći je od 30%, a sadržaj kolagena u proteinima mesa je 6,2%. Odnos između sadržaja masti i proteina približno je jedan, a odnos između sadržaja vlage i proteina mesa manji je od jedan (0,85). Sadržaj natrijum-hlorida u proizvodu (4,1%) odgovara dodatnoj količini kuhinjske soli. Iako se ne koriste soli za salamurenje, u kulenu su utvrđeni ostaci nitrata koji su sa paprikom dodati u proizvod. Za vreme zrenja *lemeškog kulena* kiselinski broj se povećava desetak puta, dok se peroksidni broj i TBARS-vrednost ne povećavaju. Za kvalitet lemeškog kulena od posebnog značaja je *domaća lemeška paprika*, slatka i ljuta, koja se dodaje proizvodu u količini od 3%. Paprika deluje antioksidativno i utiče na boju, aromu i teksturu proizvoda.

Literatura

- Anon., 2008. Nitrates in vegetables. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain. The EFSA Journal, 689, 1–79.
- Anon., 2012. Pravilnik o kvalitetu usitnjenog mesa, poluproizvoda od mesa i proizvoda od mesa, Službeni glasnik RS, 31/2012.
- Coretti K., 1971. Rohwurstreifung und Fehlerzeugnisse bei der Rohwurstherstellung, Verlag der Rheinhesische Druckwerkstätte, Alzey.
- Holland C. D., 1971. Determination of Malonaldehyde as an Index of Rancidity in Nut Meats. Journal of the AOAC, 54, 5, 1024–1026.
- Ikonić P., Petrović Lj., Tasić T., Džinić N., Jokanović M., Tomović V., 2010. Physicochemical, biochemical and sensory properties for the characterisation of Petrovská Klobása (traditional fermented sausage). Acta Periodica Technologica, 41, 19–31.
- Incze K., 2003. Ungarische Fleischerzeugnisse von hoher Qualität und der EU-Beitritt. Mitteilungsblatt BAFF, 42, 160, 79–85.
- Leistner L., 1985. Allgemeines über Rohwurst und Rohschinken. Mikrobiologie und Qualität von Rohwurst und Rohschinken. Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach. 1–29.
- Oberdick R., 1988. Paprika. Fleischwirtschaft, 68, 9, 1086–1096.

- Rašeta J., 1958.** Ispitivanje procesa zrenja u sremskoj kobasici. Izvod iz doktorske disertacije. Acta Veterinaria, 8, 1, 78–95.
- Skok P., 1971–1974.** Etimologijski rječnik hrvatskoga ili srpskoga jezika. I–IV, JAZU, Zagreb.
- Tarladgis B. G., Pearson A. M., Dugan L. R., 1964.** Chemistry of the 2-thiobarbituric acid test for determination oxidative rancidity in foods. II Formation of the TBA malonaldehyde complex without acid-heat treatment. Journal of the Science of Food and Agriculture 15, 602.
- Vuković I., Bunčić O., Babić L.J., Radetić P., Bunčić S., 1988.** Ispitivanje važnijih fizičkih, hemijskih i bioloških promena u toku zrenja kulena. Tehnologija mesa, 34, 2, 34–39.
- Vuković I., Vasilev D., Saičić S., Bunčić O., 2004.** Mikroflora i fizičko-hemijski pokazatelji kvaliteta kulena. Tehnologija mesa, 45, 3–4, 104–107.
- Vuković I., Saičić S., Vasilev D., 2011a.** Contribution to knowledge of major quality parameters of traditional (domestic) kulen. Tehnologija mesa, 52, 1, 134–139.
- Vuković I., Petrović Lj., Vasilev D., Saičić S., 2011b.** Mikroflora und Qualität von nach traditionellem Verfahren hergestellten Rowürsten aus Nordserbien. Fleischwirtschaft, 91, 11, 118–122.
- Vuković I., 2012.** Osnove tehnologije mesa, 4. izdanje, Veterinarska komora Srbije, Beograd, s. 294.

Investigation of major changes during ripening of traditional fermented sausage Lemeški kulen

Vuković Ilija, Vasilev Dragan, Saičić Snežana, Ivanković Stipan

S u m m a r y: In this paper the results of investigation of major changes during ripening of traditional fermented dry sausage Lemeški kulen are presented. During the ripening of Lemeški kulen microflora is growing very slowly, what is typical for natural ripening of fermented sausages in the winter. In microflora of Lemeški kulen lactobacilli are dominant; they ferment sugar from paprika to lactic acid. During sausage ripening the number of micrococci and enterococci decreased, while Pseudomonadaceae and Enterobacteriaceae died out. At the end of the first ripening phase, which lasted three months at low temperatures, a_w value was 0,90 and pH value 5,3 and product reached bacteriological stability. At the end of the ripening process a_w value decreased to 0,86 and pH value increased up to 5,5. Lemeški kulen contained less than 30% water, more than 30% meat proteins and fats, and the percentage of the collagen content in total meat proteins was 6,0 %. The fat protein content ratio was about 1,0 and the moisture-meat protein content ratio was below 1,0 (0,85). Although nitrate was not used, it was detected in the kulen; where nitrate originated from paprika. During the ripening of Lemeški kulen, acid value increased by about ten times, but peroxide number and TBARS-value (Thiobarbituric Acid Reactive Substances) remained unchanged. Sweet and hot domestic paprika from Lemeš area, added in amount of 3%, is very important for the quality of Lemeški kulen, because paprika has an antioxidative effect and also influences the colour, flavour and texture of sausage.

Key words: Lemeški kulen, microflora, composition, quality.

Rad primljen: 20.11.2012.

Rad prihvaćen: 22.11.2012.

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

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

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

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

Uvod

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

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

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

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

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

Materijal i metode

Tehnologija proizvodnje bosanskog sudžuka

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

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

Fizičko-hemijske analize bosanskog sudžuka

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

Senzorno ocenjivanje bosanskog sudžuka

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

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

Statistička analiza podataka

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

Rezultati i diskusija

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

(tip A). Vrednosti za sadržaj NaCl-a u sudžuku odgovaraju rezultatima dosadašnjih istraživanja (Gasparik-Reichardt i dr., 2005; Operta i dr., 2007; Operta, 2008; Operta i dr., 2008; Kozadžinski i dr., 2008), koji navode sadržaj NaCl-a od 3,31% do 8,33%. Slične rezultate navode Siriken i dr. (2009) za turski sudžuk dok rezultati Papadima i dr. (1999) za grčke tradicionalne kobasice i Comi i dr. (2005) za prirodne fermentisane italijanske kobasice pokazuju da su ti proizvodi značajno manje slani i da sadrže manje pepela od bosanskog sudžuka. Nitrati su zabeležili pad u koncentraciji. Konačna vrednost za NO₂ kod sudžuka tipa A je oko 4,5 mg/kg, dok je tip B imao značajno ($p < 0,05$) viši sadržaj NO₂ (7,3 mg/kg). Kao razlozi za veći sadržaj rezidualnih nitrita u sudžuku tipa B može se navesti podatak autora Pegg i Shahidi (2000) da azot-oksidi reaguje brže sa mioglobinom u stvaranju boje proizvoda od mesa ako je pH vrednost naveda niža. U tom slučaju će biti manje rezidualnih nitrita. U našim istraživanjima tip B sudžuka je imao nešto višu pH vrednost, što je dovelo do toga da se manje nitrita veže za mioglobin, te je sadržaj rezidualnih nitrita bio veći od sadržaja rezidualnih nitrita u sudžuku tipa A. Takođe, kao razlog nešto većeg sadržaja rezidualnih nitrita u varijanti B može se navesti činjenica da je optimalna temperatura za vezivanje azot-oksida i mioglobina od 2°C do 4°C, a da je tip sudžuka od zamrznutog mesa, verovatno imao nešto nižu temperaturu pri reakciji nitrita i mioglobina, što je uzrokovalo zaostajanje većih količina rezidualnih nitrita. Prema Pravilniku o kvalitetu proizvoda od mesa (02/92, 13. i 14/94) proizvodi od salamurenog mesa ne smeju sadržavati više od 20 mg nitrita natrijevih soli na 100 g proizvoda. Sadržaj rezidualnih nitrita u oba tipa bosanskog sudžuka ispunjavao je uslove Pravilnika, a bio je u skladu i sa rezultatima Comi i dr. (2005) za prirodno fermentisane italijanske kobasice.

Glavne senzorne karakteristike bosanskog sudžuka iskazane su na slici 1.

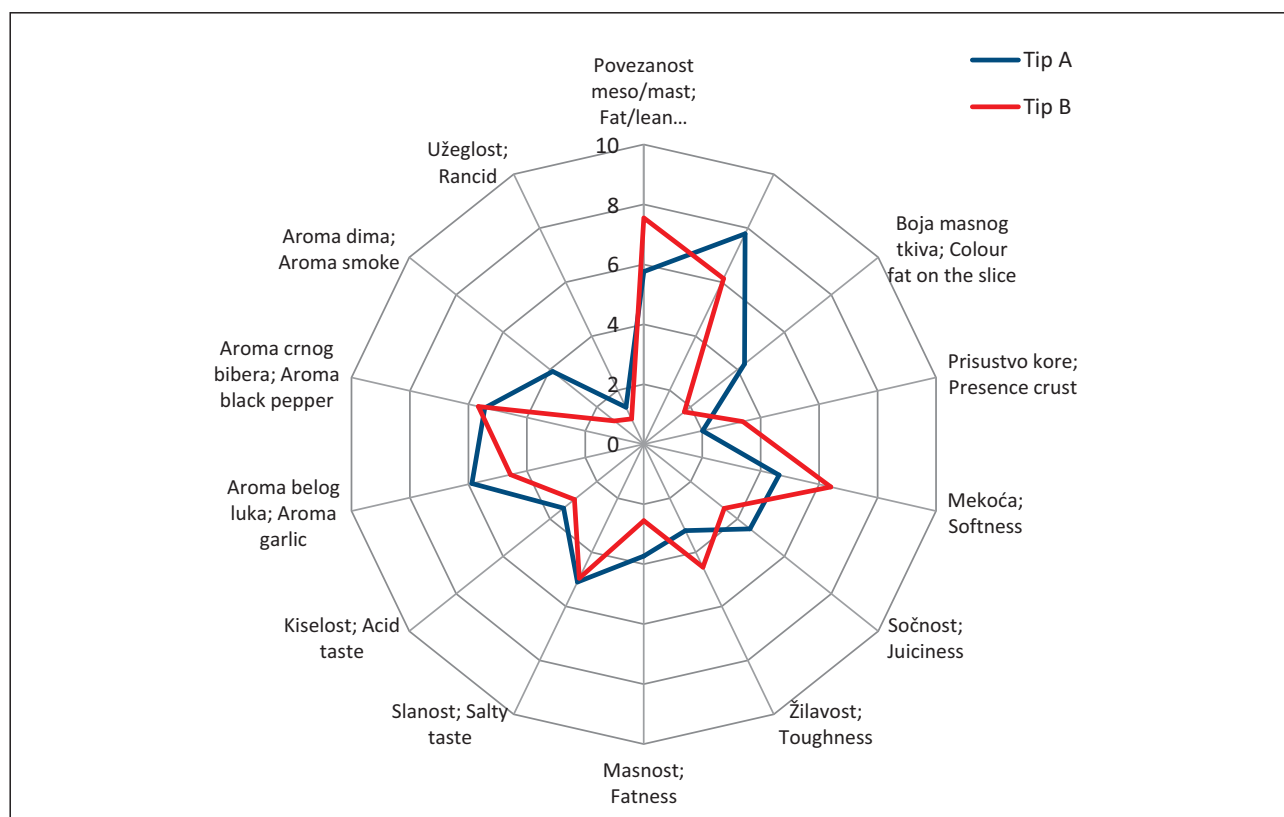
Rezultati senzornog ocenjivanja su pokazali da su dva proizvoda imala vrlo slična senzorna svojstva. T-testom je utvrđeno da postoje statistički značajne razlike u srednjim vrednostima ($p < 0,05$) za deskriptore izgleda preseka. Tip B je u odnosu na tip A imao bolju povezanost mišićnog i masnog tkiva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

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

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

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

UP/TP * – Ukupni proteini/Total proteins



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

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

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

Zaključak

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

Literatura

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

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

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

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

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

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

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

Rad primljen: 10.10.2012.

Rad ispravljen: 16.10.2012.

Rad prihvaćen: 24.10.2012.

Uticaj faktora sredine na intenzitet antimikrobne aktivnosti bakteriocina

Vesković-Moračanin Slavica¹

S a d r Ź a j: Primena bakterija mlečne kiseline (BMK) u proizvodnji fermentisanih prehrambenih proizvoda, zbog pozitivnog uticaja na nutritivne i organoleptičke osobine, kao i na njihovu održivost, odavno je poznata. BMK dovode do brže acidifikacije sirovog materijala kroz produkciju slabih organskih kiselina, prvenstveno mlečne kiseline. Osim toga, značajna je i produkcija sirćetne kiseline, etanola, aromatičnih jedinjenja, egzopolisaharida, nekoliko enzima i bakteriocina. Bakteriocini su peptidni ili proteinski molekuli sa opšte poznatim antimikrobnim dejstvom. Mnoge vrste iz roda BMK proizvode bakteriocine sa prilično širokim spektrom antimikrobnog dejstva, pri čemu nekoliko bakteriocina BMK mogu, potencijalno, naći svoju primenu u industriji hrane, kao konzervansi. Na ovaj način može se smanjiti upotreba sintetičkih konzervanasa i/ili intenzitet toplotnog tretmana tokom proizvodnje hrane. Primena bakteriocina može biti alternativa u nastojanju da se zadovolje potrebe potrošača za bezbednom, svežom i minimalno prerađenom hranom. U nameri da se potpuno realizuje ovaj potencijal, neophodno je da se shvati njihova priroda, mehanizam produkcije, regulacije i delovanja, kao i uticaj spoljašnjih faktora na antimikrobnu aktivnost bakteriocina. Ostvareni pomaci u razvoju molekularne mikrobiološke ekologije doprinose boljem razumevanju ukupnih efekata bakteriocina u ekosistemima hrane, dok aktuelna proučavanja bakterijskih genoma mogu da dovedu do otkrića novih bakterija – producenata bakteriocina.

U ovom radu razmatran je uticaj spoljašnjih faktora sredine, kao što su pH, temperatura, sastav i struktura hrane na efikasnost tj. intenzitet antimikrobne aktivnosti nekih od bakteriocina BMK.

Ključne reči: bakteriocini, bakterije mlečne kiseline, hrana, pH, temperatura, antimikrobna aktivnost.

Uvod

Uprkos razvoju modernih tehnologija, proizvodnja i očuvanje bezbedne i kvalitetne hrane predmet je mnogih rasprava, ne samo u zemljama u razvoju (gde je razvoj i primena ovih tehnologija neophodna), već i u industrijalizovanim delovima sveta. Najveći izazovi za današnju industriju hrane predstavljaju nastojanja da se: a) smanje ekonomski gubici do kojih dolazi usled kvara hrane, b) snizi cena procesa proizvodnje hrane, c) smanji mogućnost prenošenja patogenih mikroorganizama, kao i d) da se zadovolje rastuće potrebe potrošača za hranom spremnom za neposrednu upotrebu koja je svežeg ukusa, visoke hranljive i vitaminske vrednosti i koja je, uz to, minimalno prerađena i tretirana konzervansima (Gálvez i dr., 2007).

Empirijska primena mikroorganizama i/ili njihovih prirodnih metaboličkih produkata datira iz daleke istorije razvoja ljudske vrste, iz perioda ne-

olita, 10000 godina pre nove ere (Ross i dr., 2002; Prajapati i Nair, 2003). Bakterije mlečne kiseline (BMK) proizvode niz antimikrobnih supstanci (npr. slabe organske kiseline, diacetil, aceton, vodonikperoksid, reuterin, reutericiklin, antifungalni peptidi i bakteriocini) (Holzapfel i dr., 1995; El-Ziney i dr., 2000; Magnusson i Schnürer, 2001). Uloga i mehanizam dejstva većine krajnjih proizvoda metabolizma BMK odavno je opisana i ima svoje mesto u prirodnoj zaštiti hrane (Caplice i Fitzgerald, 1999), dok se o ulozi bakteriocina BMK još uvek intenzivno raspravlja.

Bakteriocini su peptidni ili proteinski molekuli sintetisani na ribozomima bakterija producenata koji ispoljavaju antimikrobno dejstvo, prvenstveno, na Gram-pozitivne mikroorganizme (Cotter i dr., 2005) pri čemu ćelije koje ih proizvode ostaju imune na sopstvene bakteriocine (Tagg i dr., 1976). BMK proizvode različite bakteriocine, koji mogu biti svrstani prema klasama, koje je predložio Klaenhammer

Napomena: Rad je rezultat realizacije Projekata integralnih i interdisciplinarnih istraživanja, ev. broj III 46009 i III 46010, koje u periodu 2011–2014. god. finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

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

još 1993. godine (Klaenhammer, 1993). Danas, većina bakteriocina BMK, koji svoju primenu nalaze u procesima konzerviranja hrane, pripada klasama Ia, II i IV (tabela 1).

Stvaranje bakteriocina predstavlja prirodnu prednost ćelije producenta, s obzirom da sintetisani peptidi/proteini mogu uništiti ili inhibirati rast ostalih bakterija koje se sa njom takmiče za iste ekološke niše ili za iste hranjive materije. Navedeno svojstvo je u skladu sa karakteristikama bakteriocina da poseduju antimikrobna svojstva prema mikroorganizmima koji su obično srodni sa bakterijama-proizvođačima, kao i da su mnogo efikasniji protiv onih bakterija koje se „takmiče“ za iste nutritivne ma-

terije. Interesantna je izjava (Cotter i dr., 2005) da se „bakteriocini mogu smatrati rudimentiranom formom prirodnog imuniteta namirnica“. Antibakterijski spektar dejstva često uključuje mikroorganizme kvara i patogene bakterije poreklom iz hrane, kao što su *Listeria monocytogenes* i *Staphylococcus aureus*. Zabeležena je i aktivnost usmerena protiv Gram-negativnih bakterija, kao što su *Escherichia coli* i *Salmonella*, najčešće, u situacijama kada je narušen integritet njihove spoljašnje membrane (osmotski šok, tretman ćelije niskim pH ili visokim pritiskom, prisustvo deterdženta ili sredstava za čišćenje, propuštanje ćelija kroz pulsirajuće električno polje) (Stevens i dr., 1991; Helander i dr., 1997).

Tabela 1. Klasifikacija bakteriocina prema Heng-u i Tagg-u (2006).

Table 1. Classification of bacteriocins by Heng and Tagg (2006).

Klasa/ Class	Opšte karakteristike/ General characteristics	Bakteriocini sintetisani iz BMK/ Bacteriocins from LAB
I – Lantibiotici/Lantibiotics	<i>Modifikovani, termostabilni, mali globularni molekuli (<5kDa)/Modified, thermostable, small globular molecules (<5kDa)</i>	
Ia – linearni/linear	Formiraju pore, katjoni/Pore forming, cations	Nisin, Lacticin 481,
Ib – globularni/globular	Inhibitori enzima, nisu katjoni/Enzyme inhibitors, not cations	Plantaricin C
Ic – dvokompon. sistem/ two-comp. system	Dipeptidi/Dipeptids	Nisu utvrđeni/Not determined Lct3147, Plantaricin W
II – Nemodifikovani peptidi/ Non-modified peptides	<i>Termostabilni, mali globularni molekuli (<15kDa)/Thermostable, small globular molecules (<15kDa)</i>	
Iia – Nalik pediocinu/Pediocin-like	Anti-listerijski efekat/Anti-listeria effect	Pediocin PA1/AcH,
Iib – Raznovrsni/Versatile	Nisu slični pediocinu/Not pediocin-like	Enterocin A, Sakacin A
Ic – dvokompon. sistem/ two-comp. system	Dipeptidi/Dipeptids	Enterocin B, L50, Carnobacteriocin A Lactococcin G, Plantaricin S, Lactacin F
III – Veliki proteini/Large proteins	<i>Termolabilni proteini, velikih molekulskih masa (>30kDa)/Thermolabile proteins, high molecular weight (>30kDa)</i>	
IIIa – Bakteriolitici/Bacteriolytics	Uništavaju ćelijski zid/Destroy cell wall	Enterolysin A, Lcn972 ^a
IIIb – Ne-litični/Non-lytic	Meta-cytosol meta ćelije/Meta-cytosol cells	Colicin ^b E2-E9
IV – Cirkularni peptidi/ Circular peptides	<i>Termostabilni peptidi, velikih molekulskih masa, karakteristična „rep-glava“ veza između peptida/Thermostable peptides, high molecular weight, characteristic „head-tail“ peptide bond</i>	
		AS-48, Gassericin A, Acidocin B

^aLcn972 se vezuje za prekursore ćelijskog zida meta-ćelija (lipide), blokirajući na taj način ćelijsku sintezu, 15 kDa/ Lcn972 binds to cell wall precursors of target cells (lipid), thereby blocking the synthesis of cell, 15 kDa

^bKolicine sintetišu određeni sojevi E.coli./Quantities synthesize certain strains of E. coli.

Bakteriocini i njihova primena u proizvodnji hrane

Iako mnoge Gram-pozitivne i Gram-negativne bakterije sintetišu bakteriocine, bakteriocini koji proizvode BMK imaju najveći interes za prehrambenu industriju. Osim toga, većina BMK su prirodni izolati, što ih čini pogodnim za primenu u industriji hrane. Iako se tokom konzervisanja hrane koriste različite metode, u poslednje vreme zdravstvena svest javnosti dovela je do povećane potražnje za proizvodima koji nisu prošli obimne procese prerade i, uz to, ne sadrže hemijske konzervanse. Dakle, produkcija bakteriocina od strane BMK nije samo prednost za same bakterije već se može iskoristiti u prehrambenoj industriji kao sredstvo za kontrolu nepoželjnih mikroorganizama u namirnicama i to na prirodan način, što je na kraju i osnovni zahtev samih potrošača (Obradović i Vesković-Moračanin, 2007; Vesković-Moračanin, 2010).

Danas, najbolje proučen i ujedno najviše primenjivan bakteriocin je nizin izolovan iz *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*. Pripada klasi antibiotika i sastavljen je od 34 aminokiselinska peptida (Gross i Morrell, 1971). Otkriven je davne 1928. godine, kada je ustanovljeno da određena materija sintetisana iz *Streptococcus lactis* (danas *Lc. lactis* ssp. *lactis*) inhibira rast *Lactobacillus bulgaricus* (Rogers, 1928; Rogers i Whittier, 1928). Ne zadugo, istraživači iz oblasti hrane, shvatili su da nizin predstavlja veliki potencijal u oblasti bezbednosti. Prvi put se na tržištu u Engleskoj pojavio 1953. godine, dok je sa njegovom intenzivnom primenom započeto 1957. godine u proizvodnji sira (Chevalier i dr., 1957). Pokazalo se da nizin poseduje izraženo baktericidno dejstvo u odnosu na Gram-pozitivne bakterije (među kojima su *L. monocytogenes*, *S. aureus*, bakterije roda *Mycobacterium*) ali da, istovremeno, sprečava i stvaranje spora kod nekih vrsta bakterija (*Bacillus* i *Clostridium*) (Hurst, 1981). Mehanizam inhibitornog dejstva nizina na proces stvaranja spora nije potpuno razjašnjen, mada se smatra da je rezultat dejstva na sulfhidridne grupe molekula proteina (Morris i dr., 1984). Ispoljena aktivnost ima više sporostatski karakter nego sporicidni.

Danas se nizin upotrebljava u 48 zemalja sveta jer je 1969. godine registrovan kao dozvoljeni aditiv u hrani (E-234) od strane Joint Food and Agriculture Organization/World Health Organization (FAO/WHO), Expert Committee on Food Additives (WHO, 1969). To je, za sada, jedini bakteriocin koji ima „GRAS“- status („Generally recognized as safe“) i koji se, kao aditiv, može slobodno koristiti tokom proizvodnje hrane. Koristi se u proizvodnji konzervirane hrane i proizvoda od mleka. Naro-

čito je efikasan u proizvodnji sireva i sirnih namaza, kao prirodni antimikrobni faktor, u borbi protiv termorezistentnih sporogenih bakterija. Poseban značaj nizin ima u prevenciji *Clostridium botulinum* koji može dovesti do drastičnih zdravstvenih posledica usled produkcije toksina.

Postoji, takođe, i nekoliko drugih izolovanih bakteriocina koji su prilagođeni za komercijalnu upotrebu i koji su opisani u naučnoj literaturi, kao što su pediocin PA-1/AcH, lakticin 3147, lakticin 481, enterocin AS-48, variocin, itd. Navedene preliminarne studije o aktivnosti bakteriocina *in vitro*, ili u sistemima hrane, vršene su pomoću delimično prečišćenih preparata bakteriocina dobijenih iz tečnih suspenzija bakterijskih kultura. Prilikom izvođenja eksperimenata, veoma često, istraživači povećavaju koncentraciju dodatih bakteriocina, što značajno ograničava objektivno tumačenje dobijenih rezultata, a time i objektivnost samih preliminarnih testova.

Bakteriocini se mogu dodati u hranu kao aditivi, pri čemu je njihova sinteza već obavljena *ex situ*, ili u vidu „koncentrata“ bakteriocin-produkujućih sojeva uzgajanih u odgovarajućim pogodnim supstratima (sinteza bakteriocina se obavlja *in situ*), ili pak dodavanjem proizvoda koji je prethodno fermentisan bakteriocin-produkujućim sojem (*Schilling i dr.*, 1996).

Ex situ proizvedeni bakteriocini mogu se primeniti u obliku imobilisanih preparata, pri čemu je delimično prečišćen bakteriocin vezan za nosač. Nosač deluje kao rezervoar i difuzor koncentrovanih molekula bakteriocina obezbeđujući, na taj način, njihov kontinuiran priliv u hranu. Nosač, takođe, štiti bakteriocin od negativnog dejstva komponenata iz hrane i od potencijalne enzimske inaktivacije. Predloženo je velik broj metoda za imobilizaciju bakteriocina, uključujući adsorpciju na ćelijama koje ih proizvode (Yang i dr., 1992), na česticama silicijum-dioksida, prahu kukuruznog skroba (Coventry i dr., 1996), kapsuliranje u lipozomima (Degnan i Luchansky, 1992) ili ugradnju u gel-omotače i filmove različitih materija, kao što su kalcijumalginat, želatin, celuloza, sojin protein, kukuruzni skrob, kolageni omotači, celofan, najlon ili drugi filmovi polimera plastike (Daeschel i dr., 1992).

U većini slučajeva, imobilisani bakteriocini imaju značajnu funkciju smanjenja postprocesne kontaminacije hrane, naročito kod površinskog umnožavanja nepoželjenih bakterija. Antimikrobno pakovanje poput polietilenskog filma, koji sadrži bakteriocin izolovan iz *Lb. curvatus* (32Y), smanjuje broj živih ćelija *L. monocytogenes* tokom čuvanja upakovanih svinjskih odrezaka, sirovog govedeg mesa i viršli (*Mauriello i dr.*, 2004). Slično ovome, celofansko pakovanje sa inkorporisanim nizinom re-

dukuje ukupan broj živih aerobnih bakterija u telećem mesu tokom skladištenja pri temperaturi od 8°C (Guera i dr., 2005) kao i broj ćelija *Micrococcus luteus* ATCC 10240 u sirovom i pasterezovanom mleku tokom skladištenja (Mauriello i dr., 2005).

Proizvodnja bakteriocina *in situ* ima nekoliko prednosti u odnosu na *ex situ* proizvodnju, posmatrano sa zakonskog, ali i sa komercijalnog aspekta proizvodnje hrane. Snižavanje cena postupaka biokonzervisanja naročito je značajno za zemlje u razvoju gde je, veoma često, bezbednost hrane izuzetno kompromitovana (Holzapfel, 2002). Stoga, danas su mnoga ispitivanja usredsređena na odabir i razvoj bakteriocin-produkujućih kultura za primenu u proizvodnji hrane (Ross i dr., 2002; Blagojev i dr., 2012). Adekvatna primena BMK mora biti bazirana na pažljivom izboru dobro prilagođenih sojeva koji mogu nesmetano da rastu u određenoj vrsti hrane, da je njihova primena u navedenoj hrani dozvoljena tj. da ne narušava i ne menja njenu prirodu, da mogu da rastu u uslovima prerade i tokom perioda čuvanja hrane, kao i da poseduju mogućnost produkcije dovoljne količine bakteriocina u hrani koja će u potpunosti inhibirati patogene mikroorganizme ili mikroorganizme kvara hrane. Osobine soja, kao i količine produkovanog bakteriocina mogu biti poboljšane heterologom ekspresijom bakteriocinskih gena (Rodriguez i dr., 2003), a tačan trenutak produkcije bakteriocina, takođe, može se menjati upotrebom određenih inducibilnih faktora tokom proizvodnje (Zhou i dr., 2006).

U našim uslovima, u industriji mesa, vršena su ispitivanja u cilju potencijalne primene poluprečišćenih bakteriocina izolovanih iz *Leuconostoc mesenteroides* E 131 (Vesković, 2005; Vesković-Moračanin, 2007), *Ln. mesenteroides* IMAU:10231 (Vesković-Moračanin i dr., 2011, 2012). S obzirom da je tehnološka primena bakterija *Leuconostoc* vrsta u industriji mesa ograničena zbog njihovih fizioloških svojstava (stvaraju sluz, tj. egzopolisaharide, acetoin, diacetat, etanol itd.), koja su sa aspekta kvaliteta neprihvatljiva u ovoj industriji, direktna aplikacija njihovih izolovanih i prečišćenih bakteriocina predstavlja rešenje za primenu ovih mikroorganizama. Za razliku od njih, bakteriocin-produkujući sojevi *Lb. sakei* mogu se dodavati u mesni nadev u obliku suspenzija tečnih kultura. Grupa autora (Čaklović i dr., 2005) je, u okviru projekta „Bezbednost tradicionalnih fermentisanih kobasica“ ispitala mogućnost primene različitih sojeva *Lb. sakei* (I151, I154 i I155), kao i bakteriocina izolovanog iz leukonostoka (Drosinos i dr., 2006), u proizvodnji nacionalnih fermentisanih kobasica. U nadev ispitivanih kobasica autori su inokulisali, pored protektivnih kultura i patogenu *L. monocytogenes*. Tokom

processa zrenja, koji je trajao 28 dana, dolazilo je do redukcije broja ovoga patogena. Ispitivanja su ukazala na blagu antilisterijsku prednost *Lb. sakei* I151, u odnosu na druga dva primenjena soja.

Spoljašnji faktori sredine i efikasnost bakteriocina u sistemima hrane

Hrana je kompleksan ekosistem čiji je mikrobiološki profil uslovljen vrstom hrane, vrstom primenjenog termičkog tretmana tokom procesa obrade, načinom obrade, uslovima skladištenja i sl. Zbog toga razlike u mikrobiološkoj populaciji mogu biti jako velike, u zavisnosti da li je u pitanju komercijalno sterilizovana hrana ili, pak, sirova ili fermentisana hrana (Kozadžinski i dr., 2008).

S druge strane, efikasnost bakteriocina dodatih u hranu, pored karakteristika uslovljenih sopstvenom strukturom i prirodom, zavisi i od brojnih spoljašnjih faktora sredine. Najčešće, dejstvo ovih faktora je ograničavajuće i inhibitorno na jačinu ispoljenog antimikrobnog efekta i bazirano je na osobenostima same hrane, na postojanju interakcija bakteriocina sa sastojcima hrane, potencijalne procese precipitacije, inaktivacije ili neujednačenog difundovanja bakteriocina u hrani kao matriksu (tabela 2). Drugim rečima, osobenosti samog sistema hrane, npr. njena struktura, puferski potencijal, sastav (nutrijenti, aditivi, antibiotici), uslovi prerade (smrzavanje, hlađenje, delovanje povišenog pritiska i temperature, homogenizacija i dr.), pH i sl. oštećuju indirektno ćeliju producenta ili dovode do smanjenja sinteze bakteriocina (Gálvez i dr., 2007). Takođe, jačina antimikrobne aktivnosti dodatih bakteriocina direktno je proporcionalna broju i vrsti prisutnih mikroorganizama u hrani, što znači da je veća količina bakteriocina potrebna da inaktiviraju veći broj ćelija mikroorganizama i obrnuto. Takođe, mikrobiološke interakcije mogu imati velik uticaj na mikrobiološki balans i/ili umnožavanje korisnih ili štetnih bakterijskih vrsta.

Nedavni pomaci u razvoju molekularne mikrobiološke ekologije mogu doprineti boljem razumevanju ukupnih efekata bakteriocina u ekosistemima hrane, dok proučavanje bakterijskog genoma može dovesti do pronalaska novih izvora bakteriocina.

Poređenjem podataka dobijenih u laboratorijskim uslovima iz podloga za gajenje, ili onih gde je hrana služila kao matriks za ispitivanje, uočava se pravilnost da su bakteriocini manje efikasni u sistemima sa hranom nego u model-sistemima, u laboratorijskim uslovima (Schillinger i dr., 1996). Neretko, potrebno je dodati i deset puta veću koncentraciju bakteriocina u hranu da bi se postigao inhibitorni

Tabela 2. Efikasnost bakteriocina u hrani: ograničavajući faktori (Gálvez i dr., 2007)**Table 2.** Bacteriocin efficacy in foods: limiting factors (Gálvez et al., 2007)

Faktori koji se direktno odnose na hranu	Food-related factors
<ul style="list-style-type: none"> – Uslovi prerade hrane; – Temperatura skladištenja hrane; – pH hrane; – Inaktivacija bakteriocina od strane enzima hrane; – Interakcija bakteriocina sa aditivima hrane/ sastojcima; – Adsorpcija bakteriocina od strane komponenata hrane; – Niska rastvorljivost i neravnomerna raspodela bakteriocina u hrani; – Ograničena stabilnost bakteriocina tokom održivosti hrane. 	<ul style="list-style-type: none"> – Conditions of food processing; – Storage temperature of food; – pH of the food; – Inactivation of bacteriocins by food enzymes; – Interaction of bacteriocins with food additives / ingredients; – Adsorption of bacteriocins by components of food; – Low water and the uneven distribution of bacteriocins in food; – Limited stability of bacteriocins in food sustainability.
Faktori koji se odnose na prisutne mikroorganizme u hrani	The food microbiota
<ul style="list-style-type: none"> – Diverzitet epifitne mikroflore u hrani; – Kvantitativna zastupljenost mikroorganizama u hrani; – Osetljivost prisutnih mikroorganizama na dejstvo bakteriocina; – Mikrobiološke interakcije u sistemima hrane. 	<ul style="list-style-type: none"> – Diversity of epiphytic microflora in foods; – Quantitative presence of microorganisms in foods; – The sensitivity of microorganisms present to the action of bacteriocins; – Microbial interactions in food systems.
Ciljni mikroorganizmi	The target bacteria
<ul style="list-style-type: none"> – Kvantitativna zastupljenost ciljnih mikroorganizama u hrani; – Bakteriocinska osetljivost (Gram-pripadnost, rod, vrsta, soj); – Fiziološko stanje (faza rasta, latentna faza, faza mirovanja ili gladovanje ćelije, faza umnožavanja, postojanje faktora stresa, nastanak endospora...); – Postojanje zaštite usled fizičko-hemijskih barijera (formiranje mikrokolonija, biofilmova, sluzi); – Nastanak rezistencije/adaptacije. 	<ul style="list-style-type: none"> – Quantitative presence of target microorganisms in foods; – Bacteriocin sensitivity (Gram-ethnicity, gender, species, strain); – Physiological state (growth phase, latent phase, cell sleep or starvation mode, multiplication phase, the presence of stress factors, formation of endospores ...); – The existence of protection due to physical and chemical barriers (formation of microcolonies, biofilms, slime); – The emergence of resistance/adaptation.

efekat ekvivalentan onom koji se dobija tokom eksperimenata u laboratoriji.

U sirovoj hrani, autohtona mikroflora može doprineti razmnožavanju kontaminiranih bakterijskog porekla. Međutim, složena bakterijska mikroflora može, takođe, smanjiti efikasnost bakteriocina usled prisustva rezistentnih sojeva bakterija (npr. Gram-negativne bakterije) i/ili usled veće mogućnosti za stvaranje inaktivirajućih enzima, poput proteaza. Poznato je da ćelije koje nisu u eksponencijalnoj fazi rasta mogu biti rezistentne na dejstvo bakterio-

cina. Takođe, promene u ciljnim mikroorganizmima, npr. usled postojanja ćelijskog stresa, mogu dovesti do smanjenja efikasnosti bakteriocina. Neaktivne bakterijske forme (endospore) otporne su na antimikrobni efekat bakteriocina nezavisno od toga što tretmani tokom prerade hrane doprinose povećanju osetljivosti ćelija na bakteriocinsku aktivnost (Gálvez i dr., 2007).

Bakterijske ćelije najčešće su homogeno raspoređene u matriksima. Međutim, bakterije u čvrstoj hrani imaju tendenciju formiranja mikrokolo-

nija ili tendenciju rasta u vidu površinskog, tankog biofilma. Zaštitni efekat biofilмова protiv antibakterijskih supstanci u industriji hrane dobro je opisan (Kumar i Anand, 1998) i takođe može da umanjuje efikasnost bakteriocina.

Poznato je da se primena nizina u proizvodima od mesa sreće sa nekoliko ograničenja koja su rezultat njegove interakcije sa fosfolipidnim emulgatorima i drugim komponentama hrane (Henning i dr., 1986; Aesen i dr., 2003), slabe rastvorljivosti na pH višim od 6,0 i inaktivacije usled formiranja nizin-glutation veza (Rosi dr., 2003). Smanjenje aktivnosti bakteriocina naročito je izraženo u sredinama sa visokim procentom masti. Međutim, dokazano je da nizin može efikasno da se koristi pri konzervisanju Bolonja-tipa kobasica s obzirom da one imaju manji procenat masti (Davies i dr., 1999).

Sa druge strane, primena nizina u proizvodima od mleka, prvenstveno kod proizvodnje sireva, veoma je česta (Gálvez i dr., 2007; Delves-Broughton, 2005).

Varijacije u osetljivosti sojeva i razvoj rezistentnih, odnosno adaptiranih sojeva ciljnih mikroorganizama predstavlja veliki problem prilikom upotrebe bakteriocina. Primera radi, ne pokazuju svi sojevi *L. monocytogenes* istu osetljivost na antilisterijske bakteriocine (Martínez i dr., 2005). Najviše zabrinjava činjenica da rezistentnost na jedan bakteriocin nosi, u većini slučajeva, rezistentnost i na druge bakteriocine, dok unakrsna rezistentnost pediocinskih bakteriocina ima za posledicu nastanak opšte rezistencije (Gálvez i dr., 2007).

Jedan od značajnijih kriterijuma utvrđivanja mogućnosti primene bakteriocina u hrani predstavlja njihov odnos prema povišenim temperaturama koje se, inače, primenjuju kao deo tehnološkog postupka proizvodnje određenih proizvoda. Rezultati ispitivanja uticaja temperatura pasterizacije i sterilizacije (65°C, 80°C, 90°C i 100°C) na jačinu antilisterijske aktivnosti bakteriocina izolovanog iz *Ln. mesenteroides* E 131 i *Lb. sakei* I 154 (Vesković, 2005), kao i na *Lb. sakei* I 151 (Vesković-Moračanin i dr., 2010), ukazuju na postojanje izražene termorezistencije ispitivanih bakteriocina. Tek na temperaturama iznad 90°C dolazilo je do smanjivanja njihove antimikrobne aktivnosti koja se nije izgubila ni posle procesa autoklaviranja (121°C, 1,2 bar tokom 15 minuta ekspozicije). Na ovaj način utvrđena termorezistentnost ukazuje na prirodu i strukturu ispitivanih bakteriocina (veoma mali globularni proteini sa izraženom termostabilnošću), a time i na njihovu pripadnost klasi I i klasi IIa (Mortvedt i dr., 1991; Hastings, 1991; Cintas i dr., 1998). Do sličnih zaključaka došli su i Hartnett i dr. (2002) demonstrirajući efekat istih ovih temperatura na aktivnost

izolovanih bakteriocina iz drugih sojeva *Ln. mesenteroides* i *Lb. sakei*.

Ispitujući optimalne uslove za aktivnost bakteriocina izolovanih iz bakterija producenata *Ln. mesenteroides* i *Lb. sakei* (Lucke, 1985) došlo se do saznanja da se njihova aktivnost zadržava u širokom pH opsegu (4,0–9,0). Ovaj široki pH opseg veoma je značajan sa aspekta mogućnosti primene u industriji mesa. S obzirom na činjenicu da je finalni pH fermentisane kobasice, koja se proizvodi u Evropskoj uniji, u granicama od 4,8 do 5,0 (Lucke, 1985) primena ispitivanih bakteriocina sa aspekta pH moguća je i bez ograničenja. Takođe, ispitivanja naših autora pokazala su da je aktivnost bakteriocina izolovanih iz *Ln. mesenteroides* E 131 i *Lb. sakei* I 154 veća pri većim vrednostima pH sredine i temperature (Vesković-Moračanin dr., 2008; Vesković-Moračanin, 2010).

Podaci iz literature ukazuju na korelaciju između produkcije bakteriocina i faze eksponencijalnog rasta bakterija producenata (Parente i Riccardi, 1994; De Vuyst i dr., 1996). Bakteriocinska aktivnost utvrđena je na početku eksponencijalne faze rasta ćelija producenata, da bi se idući ka stacionarnoj fazi ona smanjivala usled proteolitičke degradacije, ćelijske adsorpcije i sopstvene agregacije (De Vuyst i dr., 1996; Aesen i dr., 2000). Interesantno je napomenuti da iako je antilisterijska aktivnost izolovanih bakteriocina u direktnoj zavisnosti od temperature sredine i njenog pH (više temperature i viši pH su optimalniji za ispoljavanje aktivnosti), ona se ne poklapa sa optimalnim uslovima za rast i razmnožavanje bakterija producenata (Leroy i De Vuyst, 1999). Tako recimo, iako se maksimalni ćelijski rast *Lb. sakei* CTC 494 beleži pri temperaturi 35°C to nisu istovremeno i optimalni uslovi za aktivnost izolovanog bakteriocina (ona je utvrđena na 20°C), kao ni najoptimalniji uslovi za njegovu potencijalnu primenu.

Zaključci

Dobrobit bakteriocina civilizacija koristi hiljadama godina unazad. Međutim, jedini bakteriocin koji je danas, kao konzervans hrane, našao svoju primenu u prehrambenoj industriji i koji ima zvanično, zakonsko odobrenje u zemljama širom sveta, je nizin. Nakon saznanja da pored nizina postoje i drugi efikasni bakteriocini koji se mogu uspešno primenjivati u proizvodnji različitih vrsta hrane, može se postaviti pitanje zašto je njihova primena u savremenoj prehrambenoj industriji, do danas, izostala. Kao osnovni razlozi nameću se poteškoće vezane za nacionalna zakonodavstva i postojanje pratećih finansijskih proble-

ma u oblasti razvoja, formulacije i plasiranja komercijalnih preparata novih bakteriocina na svetsko tržište hrane. Drugim rečima, navedene teškoće odnose se, pre svega, na implementaciju bakteriocina na tržište, dok su naučni dokazi opravdanosti i benefita njihove primene, uveliko obezbeđeni. Ispoljena efektivnost bakteriocina, kao i ekonomičan i ne previše zahtevan način inkorporiranja u namirnice, predstavlja odličnu alternativu u kombinaciji sa drugim prirodnim konzervansima. Ukoliko se navedeni problemi zanemare, pred nama ostaje širok spektar značajnih razloga za njihovu primenu u prehrambenom sektoru. Sa druge strane, bilo bi naivno verovati da bakteriocini mogu da predstavljaju jedino i konačno rešenje za aktuelne probleme u oblasti bezbednosti hrane.

Rezimirajući dosadašnja iskustva u ovoj oblasti, nameće se zaključak da bi u narednom periodu bilo potrebno privući širu pažnju potrošača i intenzivnije promovisati primenu ovih prirodnih sup-

stancija kao deo preventivnih mera u sprečavanju nastanka oboljenja izazvanih upotrebom kontaminirane hrane. Primena bakteriocina i bakteriocin-produkujućih kultura može biti interesantna i veoma poželjna s obzirom da je poverenje potrošača u hemijske konzervanse uveliko poljuljano, pa čak i dovedeno u pitanje. Sastav hrane tj. njene osobenosti (pH, temperatura, ingredijenti i dodaci u hrani, vrsta i broj prisutne epifitne mikroflore hrane), kao i sam tehnološki proces koji se primenjuje tokom procesa proizvodnje, mogu uticati na stabilnost i aktivnost dodatih bakteriocina. Buduća istraživanja u ovoj oblasti trebalo bi da razjasne i ovu nepoznanicu vezanu za njihovu primenu. Na taj način obezbediće se neophodna saznanja u oblasti optimizacije spoljašnjih uslova, što će doprineti maksimalnom antimikrobnom efektu dodatih bakteriocina u sisteme hrane, ali i stvoriti mogućnost za otkrivanje njihovih novih producenata.

Literatura

- Aesen, I. M., Moretro, T., Axelsson, L., Storo, I., 2000. Influence of complex nutrients, temperature and pH on bacteriocin production by *Lactobacillus sakei* CCUG 42687. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 53, 159–166.
- Aesen I. M., Markussen S., Mørtrø T., Katla T., Axelsson L., Naterstad K., 2003. Interactions of the bacteriocins sakacin P and nisin with food constituents. *International Journal of Food Microbiology*, 87, 35–43.
- Blagojev N., Škrinjar M., Vesković-Moračanin S., Šošo V., 2012. Control of mould growth and mycotoxin production by lactic acid bacteria metabolites. *Romanian Biotechnological Letters Journal*, 17, 3, 7219–7226.
- Caplice E., Fitzgerald G., 1999. Food fermentations: Role of microorganisms in food production and preservation. *International Journal of Food Microbiology*, 50, 131–149.
- Chevalier R., Fournaud J., Lefebvre E., Mocquot G., 1957. A novel technique for detection of inhibitory and stimulatory streptococci. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 2: 117–37.
- Cintas L. M., Casaus P., Havarstein L. S., Hernandez P. E., Nes I. F., 1998. Biochemical and genetic characterization of enterocin P, a novel sec dependent bacteriocin from *Enterococcus faecium* P 13 with a broad antimicrobial spectrum. *Applied and Environmental Microbiology*, 63, 4321–30.
- Cotter P. D., Hill C., Ross R. P., 2005. Bacteriocins: developing innate immunity for food. *Nature Reviews Microbiology*, 3, 777–788.
- Coventry M. J., Gordon J. B., Alexander M., Hickey, M. W., Wan J., 1996. A food-grade process for isolation and partial purification of bacteriocins of lactic acid bacteria that uses diatomite calcium silicate. *Applied and Environmental Microbiology*, 62, 1764–1769.
- Čaklović F., Alagić D., Smajlović M., Kozačinski L., Cvrtić Ž., Vesković Moračanin S., Gasparik-Reichardt J., Zdolec N., 2005. Effect of selected LAB on *L. monocytogenes* during production of traditionally fermented sausages. Research Project: „Safety of traditional fermented sausages: Research on protective cultures and bacteriocins“, Sarajevo, 10 november 2005. Workshop for Dissemination of the Project Results, Proceedings, 72–83.
- Daeschel M. A., McGuire J., Almakhla H., 1992. Antimicrobial activity of nisin adsorbed to hydrophilic and hydrophobic silicon surfaces. *Journal of Food Protection*, 55, 731–735.
- Davies E. A., Milne C. F., Bevis H. E., Potter R. W., Harris J. M., Williams G. C., Thomas L. V., Delves-Broughton J., 1999. Effective use of nisin to control lactic acid bacterial spoilage in vacuum-packed bologna-type sausage. *Journal of Food Protection*, 62, 9, 1004–1010.
- De Vuyst L., Callewaert R., Crabbe K., 1996. Primary metabolite kinetics of bacteriocins biosynthesis by *Lactobacillus amylovorus* and evidence for stimulation of bacteriocins production under unfavourable growth conditions. *Microbiology*, 142, 817–827.
- De Vuyst, L., Callewaert, R., Pot, B., 1996. Characterization of the antagonistic activity of *Lactobacillus amylovorus* DCE 471 and the large-scale isolation of the bacteriocin amylovorin L471. *Systematic and Applied Microbiology*, 19, 9–20.
- Degnan A. J., Luchansky J. B., 1992. Influence of beef tallow and muscle on the antilisterial activity of pediocin AcH and liposome-encapsulated pediocin AcH. *Journal of Food Protection*, 55, 552–554.
- Delves-Broughton J., 2005. Nisin as a food preservative. *Food Australia*, 57, 12, 525–527.

- Drosinos E. H., Mataragas M., Vesković-Moračanin S., Gasparik-Reichardt J., Hadziosmanović M., Alagić D., 2006.** Quantifying nonthermal inactivation of *Listeria monocytogenes* in European fermented sausages using bacteriocinogenic lactic acid bacteria or their bacteriocins: A case study for risk assessment. *Journal of Food Protection*, 69, 2648–2663.
- El-Ziney M. G., Debevere J., Jakobsen M., 2000.** Reuterin. In: Naidu, A.S. (Ed.), *Natural Food Antimicrobial Systems*. CRC Press, London, 567–587.
- Gálvez A., Abriouel H., López R. L., Omarn B., 2007.** Bacteriocin-based strategies for food biopreservation. *International Journal of Food Microbiology*, 120, 51–70.
- Gross E., Morell J. L., 1971.** The structure of nisin. *Journal of the American Chemical Society*, 93, 4634–4645.
- Guerra N. P., Macias C. L., Agrasar A. T., Castro L. P., 2005.** Development of a bioactive packaging cellophane using Nisaplin as biopreservative agent. *Letters in Applied Microbiology*, 40, 106–1610.
- Hartnett D. J., Vaughan A., van Sinderen D., 2002.** Antimicrobial-Producing Lactic Acid Bacteria Isolated from Raw Barley and Sorghum. *Journal of the Institute of Brewing*, 108, 2, 169–177.
- Hastings J. W., Sailer M., Johnson K. Roy K. L., Veders J. C., Stiles M. E., 1991.** Characterization of leuococin A-UAL 187 and cloning of the bacteriocin gene from *Leuconostoc gelidum*. *Journal of Bacteriology*, 173, 23, 7491–7500.
- Helander I. M., von Wright A., Mattila-Sandholm T. M., 1997.** Potential fo lactic acid bacteria and novel antimicrobials against Gram-negative bacteria. *Trends in Food Science & Technology*, 8, 5, 146–50.
- Heng N. C. K., Tagg J. R., 2006.** What is in a name? Class distinction for bacteriocins. *Nature Reviews Microbiology*, 4. doi:10.1038/nrmicro1273-cl., Correspondence (February 2006).
- Henning S., Metz R., Hammes W. P., 1986.** New aspects for the application of nisin to food products based on its mode of action. *International Journal of Food Microbiology*, 3, 135–141.
- Holzappel W. H., Geisen R., Schillinger U., 1995.** Biological preservation of foods with reference to protective cultures, bacteriocins and food-grade enzymes. *International Journal of Food Microbiology*, 24, 343–362.
- Holzappel W. H., 2002.** Appropriate starter culture technologies for small-scale fermentation in developing countries. *International Journal of Food Microbiology*, 75, 197–212.
- Hurst A., 1981.** Nisin. *Advances in Applied Microbiology*, 27, 85–123.
- Klaenhammer T. R., 1993.** Genetics of bacteriocins produced by lactic acid bacteria. *FEMS Microbiology Reviews*, 12, 39–86.
- Kozačinski L., Drosinos E. H., Caklovica F, Cocolin L., Gasparik-Reichardt J., Vesković S., 2008.** Investigation of microbial association of traditionally fermented sausages. *Food Technology and Biotechnology*, 46, 93–106.
- Kumar C. G., Anand S. K., 1998.** Significance of microbial biofilms in food industry: a review. *International Journal of Food Microbiology*, 42, 9–27.
- Leroy F., De Vuyst L. 1999.** Temperature and pH conditions that prevail durign the fermentation of sausages are optimal for the production of the antilisterial bacteriocin sakacin K. *Applied and Environmental Microbiology*, 65, 974–981.
- Lucke F. K., 1985.** Fermented sausages. In: B. J. Wood (Ed). *Microbiology of Fermented Foods*. Vol 2, Elsevier Applied Science Publisher, London, 41–83.
- Magnusson J., Schnürer J., 2001.** *Lactobacillus coryniformis* subsp. *coryniformis* strain Si3 produces a broad-spectrum proteinaceous antifungal compound. *Applied and Environmental Microbiology*, 67, 1–5.
- Martínez B., Bravo D., Rodríguez A., 2005.** Consequences of the development of nisin-resistant *Listeria monocytogenes* in fermented dairy products. *Journal of Food Protection*, 68, 2383–2388.
- Mauriello G., Ercolini D., La Storia A., Casaburi A., Villani F., 2004.** Development of polyethylene films for food packaging activated with an antilisterial bacteriocin from *Lactobacillus curvatus* 32Y. *Journal of Applied Microbiology*, 97, 314–322.
- Mauriello G., De Luca E., La Storia A., Villani F., Ercolini D., 2005.** Antimicrobial activity of a nisin-activated plastic film for food packaging. *Letters in Applied Microbiology*, 41, 464–469.
- Morris S. L., Walsh R. C., Hansen J. N., 1984.** Identification and characterization of some bacterial membrane sulfhydryl groups which are targets of bacteriostatic and antibiotic action. *Journal of Biological Chemistry*, 201, 581–584.
- Mortvedt C. I., Nissen-Meyer J., Sletten K., Nes I. F., 1991.** Purification and amino acid sequence of lactocin S, a bacteriocin produced by *Lactobacillus sake* L45. *Applied and Environmental Microbiology*, 57, 1829–34.
- Obradović D., Vesković-Moračanin S., 2007.** Funkcionalne fermentisane kobasice – sadašnje stanje i perspektive. *Tehnologija mesa*, 48, 93–97.
- Parente E., Riccardi A., 1994.** Influence of pH on the production of enterocin 1146 during batch fermentation. *Letters in Applied Microbiology*, 19, 12–15.
- Prajapati J. B., Nair B. M., 2003.** The history of fermented foods. In: Farnworth, E.R. (Ed.), *Fermented Functional Foods*. CRC Press, Boca Raton, New York, London, Washington DC, 1–25.
- Rodríguez J. M., Martínez M. I., Horn N., Dodd H. M., 2003.** Heterologous production of bacteriocins by lactic acid bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, 80, 101–116.
- Rogers L. A., 1928.** The inhibiting effect of *Streptococcus lactis* on *Lactobacillus bulgaricus*. *Journal of Bacteriology*, 16, 321–325.
- Rogers L. A., Whittier E. D., 1928.** Limiting factors in lactic fermentation. *Journal of Bacteriology*, 16, 211–229.
- Ross A. I. V., Griffiths M. W., Mittal G. S., Deeth H. C., 2003.** Combining nonthermal technologies to control foodborne microorganisms. *International Journal of Food Microbiology*, 89, 125–138.
- Ross R. P., Morgan S., Hill C., 2002.** Preservation and fermentation: past, present and future. *International Journal of Food Microbiology*, 79, 3–16.
- Schillinger U., Geisen R., Holzappel W. H., 1996.** Potential of antagonistic microorganisms and bacteriocins for the biological preservation of foods. *Trends in Food Science & Technology*, 7, 158–164.
- Stevens K. A., Sheldon B. W., Klapes N. A., Klaenhammer T. R., 1991.** Nisin treatment for the inactivation of *Salmonella* species and other Gram-negative bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, 67, 3613–3615.

- Tagg J., Dajani A., Wannamaker L., 1976. Bacteriocins of gram positive bacteria. *Microbiological Reviews*, 40, 722–756.
- Vesković S., 2005. Uticaj bakteriocina *Leuconostoc mesenteroides* E 131 i *Lactobacillus sakei* I 154 na *Listeria monocytogenes* u toku proizvodnje Sremske kobasice. Magistrska teza, Poljoprivredni fakultet, Zemun-Beograd, Univerzitet u Beogradu.
- Vesković Moračanin S., 2007. Uticaj *Lactobacillus sakei* I 151, bakteriocina *Leuconostoc mesenteroides* E 131 i MAP na održivost Sremske kobasice. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Zemun-Beograd, Univerzitet u Beogradu.
- Vesković-Moračanin S., Turubatović L., Škrinjar M., Obradović D., 2008. Ispitivanje antilisterijskog efekta bakteriocina *Lactobacillus sakei* I 154 u različitim usloviima. *Tehnologija mesa*, 49, 5–6, 175–177.
- Vesković S., 2009. Bakteriocini BMK – Mogućnosti primene u proizvodnji fermentisanih kobasica. ISBN 978-86-7244-783-5. Izdavač: Andrejević, Beograd, Srbija.
- Vesković Moračanin S., 2010. Bakteriocini BMK kao prirodni protektori hrane - mogućnosti primene u industriji mesa. *Tehnologija mesa*, 51, 1, 83–94.
- Vesković Moračanin S., Obradović D., Velebit B., Borović B., Škrinjar M., Turubatović L., 2010. Antimicrobial properties of indigenous *Lactobacillus sakei* strain. *Acta Veterinaria*, 60, 59–66.
- Vesković Moračanin S., Stefanović S., Turubatović L., 2011. Application of bioprotectors in meat industry. *Journal of food hygienic engineering and design*, 1, 130–134.
- Vesković Moračanin S., Turubatović L., Škrinjar M., Obradović D., 2012. Antilisterial activity of bacteriocin isolated from *Leuconostoc mesenteroides* subspecies *mesenteroides* IMAU:10231 in production of Sremska sausages (traditional Serbian sausage): Lactic acid bacteria isolation, bacteriocin identification, and meat application experiments". *Food Technology and Biotechnology*, 54, *in press*.
- WHO (World Health Organization), 1969. Specifications for identity and purity of some antibiotics. *Food Additives*, 69.34, 53–67.
- Yang R. G., Johnson M. G., Ray B., 1992. Novel method to extract large amounts of bacteriocins from lactic acid bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, 58, 3355–3359.
- Zhou X. X. L., Wei Fen Li W. F., Ma G. X., Pan Y. J., 2006. The nisin-controlled gene expression system: construction, application and improvements. *Biotechnology Advances*, 24, 285–295.

The influence of environmental factors on the intensity of the antimicrobial activity of bacteriocins

Vesković-Moračanin Slavica

S u m m a r y: The use of lactic acid bacteria (LAB) in the production of fermented food products, due to the positive impact on the nutritional and organoleptic properties, as well as their sustainability, has long been known. LAB lead to faster acidification of raw materials through the production of weak organic acids, primarily lactic acid. In addition, the production of acetic acid, ethanol, aromatic compounds, exopolysaccharides (EPS), several enzymes and bacteriocins is significant. Bacteriocins are peptide or protein molecules synthesized on ribosomes with antimicrobial activity. Many species of the LAB genus produce bacteriocins of rather broad spectrum of antimicrobial activity, with several LAB bacteriocins which can potentially find their use in the food industry as preservatives. In this way, we can reduce the use of synthetic preservatives and/or intensity of heat treatment during food production. Application of bacteriocins may be an alternative in an effort to meet consumer needs for safe, fresh and minimally processed foods. In order to fully realize this potential, it is necessary to understand their nature, mechanism of production, regulation and operation, as well as the effect of environmental factors on the antimicrobial activity of bacteriocins. Achieved progress in the development of molecular microbial ecology contributes to a better understanding of the overall effects of bacteriocins in food ecosystems, while the current study of bacterial genomes may lead to the discovery of new bacteria-producers of bacteriocins.

This paper discusses the influence of external environmental factors such as pH, temperature, composition and food structure on efficiency, e.g. on the intensity of the antimicrobial activity of some bacteriocins of LAB.

Key words: bacteriocins, lactic acid bacteria, food, pH, temperature, antimicrobial activity.

Rad primljen: 2.10.2012.

Rad ispravljen: 23.10.2012.

Rad prihvaćen: 29.10.2012.

Ispitivanje antimikrobne aktivnosti cinamaldehida i karvakrola na mikroorganizme prenosive hranom

Velebit Branko¹, Matekalo-Sverak Vesna¹, Petrović Zoran¹, Lakićević Brankica¹, Janković Vesna¹, Lilić Slobodan¹, Vranić Danijela¹

S a d r Ź a j: Cilj ovog rada bio je da se ispita antimikrobna aktivnost cinamaldehida i karvakrola pri različitim koncentracijama na grupu od 12 odabranih patogenih mikroorganizama i mikroorganizama uzročnika kvara hrane. Cinamaldehyd i karvakrol razređeni su u nizu lipofilnih i hidrofilnih rastvora do koncentracija od 0,5%, 1%, 2% i 3%. Suspenzije ispitivanih mikroorganizama razređene su do turbidometrijske konstante 1 McFarland jedinice i površinski, u količini od 0,1 mL, zasejane na triptozni soja agar. Nakon apsorpcije inokuluma, na sredinu ploče postavljeni su nanofibrilarni celulozni diskovi na koje je pipetirano po 32 µL odgovarajuće koncentracije cinamaldehida, odnosno karvakrola. Nakon inkubiranja, pri odgovarajućim temperaturama, izmereni su poluprečni zona inhibicije rasta svakog od ispitivanih mikroorganizama. Rezultati ispitivanja pokazali su da cinamaldehyd poseduje znatno jaču antibakterijsku aktivnost prema fekalnim kontaminantima iz familije Enterobacteriaceae (*Escherichia coli*, *Escherichia coli* O157:H7, *Proteus mirabilis*, *Salmonella Typhimurium*) kao i prema *Enterococcus faecalis* u odnosu na karvakrol. U pogledu klasičnih uzročnika kvara hrane, kod *Clostridium perfringens* cinamaldehyd je takođe ispoljio jaču antibakterijsku aktivnost u odnosu na karvakrol, i to pri nižim koncentracijama (1%), međutim kada su u pitanju *Brochothrix thermosphacta* i *Lactobacillus sakei*, nije bilo statistički značajne razlike u jačini inhibicije cinamaldehydom i karvakrolom. Prednost cinamaldehyda ogleda se i u jačoj inhibiciji rasta *Listeria monocytogenes*, dok karvakrol znatno jače inhibira rast *Staphylococcus aureus* u odnosu na cinamaldehyd. Nijedna od ispitivanih supstanci nije inhibirala rast kvasca *Saccharomyces cerevisiae*. Ovi rezultati pružaju početnu osnovu za eksperimentalno primenu prirodnih antimikrobnih aditiva u aktivnim pakovanjima hrane.

Ključne reči: antimikrobno pakovanje, cinamaldehyd, karvakrol.

Uvod

Kontaminacija hrane patogenim mikroorganizmima i mikroorganizmima – uzročnicima kvara hrane predstavlja jedno od strateških pitanja za javno zdravlje, kako za subjekte u poslovanju hranom, tako i za potrošače. Najosetljivijim kategorijama hrane smatraju se meso (crvena mesa i pileće meso) i proizvodi od mesa, riba, jaja, pojedini proizvodi od mleka (sirevi), itd. Patogeni mikroorganizmi i uzročnici kvara, najčešće detektovani u hrani, uključuju *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* (i enterohemoragične serotipove kao O157), *Salmonella* vrste, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Campylobacter* vrste, *Clostridium perfringens*, *Aspergillus niger*, *Saccharomyces cerevisiae*, kao i bakterije mlečne kiseline. Rast i preživljavanje ovih mikroorganizama u hrani zavisi od unutrašnjih faktora hrane, kao što su pH vred-

nost, aktivnost vode i koncentracija kiseonika – u slučajevima kada je hrana upakovana u zaštitnu atmosferu gasova, kao i od spoljnih faktora povezanih sa uslovima čuvanja hrane: temperature čuvanja, relativne vlažnosti vazduha i vremena čuvanja (Radetić i dr., 2007). Kao mere prevencije rasta patogene flore i uzročnika kvara, u preradi hrane, koriste se različiti procesi, a najčešće termički tretman, salamurenje, dimljenje i sušenje.

Poslednjih nekoliko godina, zahvaljujući promenama u životnom standardu, razvoju novih tehnologija i dostupnosti informacijama, evoluirali su svest i navike potrošača, pa se danas iskazuje veći interes za hranu koja je bezbedna, sveža, ali pri tom i minimalno obrađena. Nove navike primorale su proizvođače da razvijaju nove metode za produženje održivosti hrane. Krajem 90-ih godina 20. veka proizvođači su se intenzivno okrenuli konceptu aktivnog pakovanja hrane (Velebit i Petrović, 2012). Ova tehnika prvobitno

Napomena: Rad je proistekao iz projekta III 46009, koji u periodu 2010–2014. godine finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

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

je bila usmerena na sprečavanje naknadne kontaminacije proizvoda i redukcije mikroorganizama uzročnika kvara dodavanjem sintetičkih antimikrobnih aditiva (benzojeva kiselina, EDTA, triklozan, imazalil, i dr.). Međutim, veoma brzo na površinu su isplivali negativni aspekti ovog koncepta: potrošači su pokazali sumnjičavost i/ili odbojnost prema proizvodima tretiranim sintetičkim aditivima usled straha od sporednih efekata ovih supstanci na zdravlje ljudi; tretiranje proizvoda ovim aditivima nije bilo ekonomski opravdano budući da se hrana kontaminira sa spoljne strane i konačno, neki od korišćenih antimikrobnih aditiva menjali su organoleptička svojstva hrane.

Uvidevši negativne aspekte korišćenja sintetičkih antimikrobnih agenasa, proizvođači su se okrenuli prirodnim antimikrobnim jedinjenjima. Kao najjeftinija i najefikasnija jedinjenja sa antimikrobnim delovanjem pokazala su se esencijalna ulja biljaka i/ili njihove aktivne komponente. Prirodni izvor ovih supstanci su bosiljak, majčina dušica, cimet, origano, ruzmarin i karanfilić. Esencijalna ulja dobijena iz ovih biljaka su isparljiva i poseduju jak miris, a po hemijskoj strukturi mešavine su terpenoida, aldehida, ketona, estera, kiselina i alkohola. Kao sekundarni metaboliti biljaka u ovim uljima nalaze se prirodna antimikrobna jedinjenja, kao što su eugenol, karvakrol, cinamaldehyd, metil-klavikol, linaool itd. Mehanizam antimikrobnog delovanja zasnovan je na prisustvu hidrofilnih grupa, najčešće –OH grupe vezane za fenolni prsten i/ili lipofilnosti. Zahvaljujući hemijskoj strukturi, esencijalna ulja uništavaju mikroorganizme oštećenjem citoplazmatske membrane, koagulacijom intraplazmatskog sadržaja, inhibicijom sinteze proteina, kao i kočenjem i inhibicijom jonskog transporta što za posledicu ima difuziju intraplazmatskog sadržaja u intercelularni prostor, odnosno spoljnu sredinu.

Cinamaldehyd je aktivna komponenta koja se nalazi u esencijalnom ulju ekstrahovanom iz cimeta (*Cinnamomum verum*). Prvi put izolovali su ga Dumas i Peliglot iz esencijalnog ulja cimeta 1834. godine, a veštački ga je sintetisao Chiozza 1854. godine (Anonymous, 1898). Po hemijskoj strukturi je 3-fenilprop-2-enal, dakle poseduje fenolnu grupu zakačenu za nezasićeni aldehyd, pa je strukturno sličan akroleinu. U industriji hrane koristi se kao poboljšivač ukusa (9 mg/kg – 5 g/kg) za konditorske proizvode i pića. Duži niz godina cinamaldehyd se koristi kao aktivna supstanca u preparatima za suzbijanje ili redukciju halitoze (pojava neprijatnog zadaha iz usne duplje), budući da inhibitorno deluje na anaerobne streptokoke koje naseljavaju dorzalnu stranu jezika. Gutierrez i dr. (2009) opisali su antimikrobni uticaj 1–4% rastvora cinamaldehyda na odabrane patogene mikroorganizme i ustanovili da potpuno in-

hibiše rast *Penicillium commune*, *Candida albicans*, *Debaromyces hansenii*, *Zygosaccharomyces rouxii*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium roqueforti*, kao i *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* i *Enterococcus faecalis*. Lopez i dr. (2007) su dokazali da impregniranjem polipropilenskih i polietilenskih zaštitnih filmova rastvorima cinamaldehyda različite koncentracije dolazi do potpune eliminacije *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enterica* i *Candida albicans* u upakovanoj hrani. Rodriguez-Lafuente i dr. (2010) pokazali su da pakovanje kriški hleba parafinskim filmovima impregniranim sa 3–6% cinamaldehydom dovodi do potpune inhibicije rasta gljivice *Alternaria alternata*.

Karvakrol je aktivna komponenta koji se nalazi u esencijalnom ulju ekstrahovanom iz origana (*Origanum vulgare*) i majčine dušice (*Thymus vulgaris*). Po hemijskoj strukturi je 5-izopropil-2-metilfenol. Antimikrobno dejstvo karvakrola relativno je dobro opisano u naučnoj literaturi. Tako su Lin i dr. (2004) ustanovili da ovo jedinjenje dobro inhibira rast *Listeria monocytogenes*, dok su Friedman i dr. (2004) izvestili da je inhibitorni efekat karvakrola na rast *Salmonella enterica* jači nego efekat na rast *Escherichia coli*. Becerril i dr. (2007) implementirali su karvakrol u zaštitni film i ispitivali uticaj na rast koagulaza pozitivnih stafilokoka i *Escherichia coli*. Pri tome su dokazali da karvakrol za 90 minuta uništava *Escherichia coli*, odnosno za 104 minuta *Staphylococcus aureus*. Bagamboula i dr. (2004) dokazali su da ispiranje salate kontaminirane vrstom *Shigella sonnei* sa 1% rastvorom karvakrola dovodi do smanjenja populacije bakterija ispod limita detekcije. Rodriguez-Lafuente i dr. (2010) ispitivali su uticaj karvakrola na rast *Alternaria alternata* i dokazali da ovo jedinjenje u potpunosti inhibira rast ove vrste gljivice. Osim efikasne inhibicije rasta patogenih mikroorganizama, karvakrol inhibiše i rast mikroorganizama – uzročnika kvara, što su pokazali Tepe i dr. 2004. godine (inhibicija rasta *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa* itd.).

Metode za dobijanje preliminarnih informacija o jačini antimikrobnog dejstva aktivnih komponenti uključuju agar difuziju, dilucionu metodu (rastvaranje u bujonu ili agaru) kao i korišćenje mikroatmosfera (*Davidson i Zivanovic*, 2003). Agar difuzija koristi se dugi niz godina kao metoda najmanje zahtevna za izvođenje, ali loša strana ove metode je što je samo kvalitativna. Naime, većina aktivnih supstanci rastvorljiva je isključivo u hidrofobnim rastvaračima, što za posledicu ima slabo difundovanje u agar pri niskim radnim koncentracijama i formiranje nejasne zone inhibicije.

Cilj ovog rada bio je da se ispita antimikrobno dejstvo cinamaldehida i karvakrola na grupu mikroorganizama odabranih tako da predstavljaju karakterističnu patogenu floru, odnosno uzročnike kvara.

Materijal i metode

U ovom radu korišćeni su aktivne komponente cinamaldehyd (>93%, Sigma Aldrich, Nemačka) i karvakrol (> 99,8%, Sigma Aldrich, Nemačka). Sva-ka supstanca rastvorena je u 0,3% dimetilsulfoksidu (Sigma Aldrich, Nemačka), a zatim su u 9% etanolu napravljena sledeća razređenja cinamaldehyda, odnosno karvakrola: 0,5%, 1%, 2% i 3% (w/w). Slepu probu predstavljao je 9% etanol bez dodataka aktivnih komponenti. Pripremljeni rastvori čuvani su u sudovima od tamnog stakla pri temperaturi od 1°C do početka ogleada.

Kao eksperimentalni model korišćeno je 12 sojeva sledećih mikroorganizama: *Brochothrix thermosphacta* (ATCC 11509), *Clostridium perfringens* (ATCC 13124) *Escherichia coli* (ATCC 11303), *Escherichia coli* O157:H7 (ATCC 35150), *Enterococcus faecalis* (ATCC 19433), *Listeria monocytogenes* 4b (ATCC 19115), *Lactobacillus sakei* (ATCC 15521), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), *Proteus mirabilis* (ATCC 25933), *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538), *Saccharomyces cerevisiae* (ATCC 9763) i *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Typhimurium (ATCC 14028). „Stock“ kulture svakog mikroorganizma čuvane su u krioampulama (Microbank, USA) pri temperaturi od -30°C. Za potrebe ogleada, kulture su oživljene i to tako da je po 100 µL sadržaja krioampule ili 2 inokulatorne perlice („beads“), aseptično pipetirano u 10 mL triptoznog soja bujona sa 0,6% ekstrakta kvasca (TSBYE, Oxoid, UK). Kulture su inkubirane pri odgovarajućim temperaturama tokom 18–24 časa, odnosno 48 časova (*Lactobacillus sakei*). Kao rastvor za razređenja suspenzije mikroorganizama korišćena je puferovana peptonska voda (BPW, Merck, Nemačka). Suspenzije mikroorganizama turbidometrijski su normalizovane na 1 McFarland jedinicu, tako da je prosečan broj mikroorganizama po jedinici zapremine inokuluma iznosio oko 3×10^8 CFU/mL. Po 0,1 mL pripremljenog inokuluma svakog mikroorganizma površinski je (korišćenjem etalera) zasejano na triptozni soja agar (TSA, Oxoid, UK) u Petrijevim pločama prečnika 90 mm.

Nakon apsorpcije inokuluma u agar, pri sobnoj temperaturi u trajanju od 15 minuta, u sredinu svakog agara aseptično je apliciran po jedan nanofibrilarni celulozni disk (Celluforce, USA) prečnika 9 mm u koji je pipetirano po 32 µL odgovarajućeg razređenja cinamaldehyda, odnosno karvakrola. TSA

ploče, potom, su inkubirane tokom 24/48 časova pri odgovarajućim temperaturama. Eksperiment je ponovljen tri puta.

Nakon inkubiranja, izmeren je poluprečnik zone inhibicije rasta mikroorganizama za svaku supstancu određenog razređenja korišćenjem digitalnog Vernijerovog merila (Mitutoyo, Tokio, Japan).

Za obradu rezultata korišćen je statistički programski paket Minitab 16.2 (Minitab Inc, USA).

Rezultati i diskusija

U tabeli 1 prikazani su rezultati merenja zona inhibicije rasta mikroorganizama nastalih delovanjem različitih koncentracija cinamaldehyda. Slepa proba nije inhibirala rast nijednog ispitivanog mikroorganizma. Najjači inhibitorni efekat cinamaldehyd je ispoljio prema *C. perfringens* (5,29–20,60 mm), *E. faecalis* (8,28–19,40 mm) i *L. sakei* (4,80–11,10 mm), čak i pri koncentracijama od 0,5%. *S. cerevisiae* pokazao je apsolutnu rezistentnost na cinamaldehyd pri svim ispitivanim koncentracijama. Fekalni kontaminanti iz familije *Enterobacteriaceae* (*E. coli*, *E. coli* O157:H7, *P. mirabilis* i *S. Typhimurium*) takođe su dobro inhibirani, s tim da razlika u širini inhibitorne zone *E. coli* (0,00–5,40 mm) nije statistički značajna ($P = 0,910$) u poređenju sa *S. Typhimurium* (0,86–6,93 mm), što nije u skladu sa rezultatima koje su dobili Lopez i dr. (2007). Indikativno je da je soj enterohemoragične *E. coli* (O157:H7) u poređenju sa sojem apatogene *E. coli* imao statistički značajno veću zonu inhibicije ($p = 0,037$) za ceo opseg ispitivanih koncentracija. Rast aerobnih pseudomonada (*P. aeruginosa*) kao i *B. thermosphacta* nije bio inhibiran pri koncentraciji cinamaldehyda od 0,5%, ali je *B. thermosphacta* bio statistički značajnije inhibiran ($p = 0,0048$) u odnosu na *P. aeruginosa* pri koncentracijama između 1–3% (2,20–6,98 mm naspram 0,32–1,48 mm). U pogledu antimikrobnog dejstva cinamaldehyda na *L. monocytogenes* i *S. aureus*, obe vrste mikroorganizama bile su inhibirane, ali utvrđena je statistički značajnija inhibicija ($p = 0,0248$) na stafilokoke nego na *L. monocytogenes*. Dobijeni rezultati su u skladu sa nalazom *Wendakoona i Sakaguchija*, 2001. i delimično sa nalazom *Rodriguez-Lafuente i dr.*, 2010.

U tabeli 2. prikazani su rezultati merenja zona inhibicije rasta mikroorganizama nastalih delovanjem različitih koncentracija karvakrola. Najjači inhibitorni efekat karvakrol je ispoljio prema *S. aureus* (7,24–15,10 mm) i *L. sakei* (5,23–9,32 mm). *S. cerevisiae* i *P. aeruginosa* pokazali su apsolutnu rezistentnost na karvakrol pri svim ispitivanim koncentracijama. *E. faecalis* i *L. monocytogenes* bili su rezistentni

Tabela 1. Antimikrobna aktivnost cinamaldehida na rast ispitivanih mikroorganizama
Table 1. Antimicrobial activity of cinnamaldehyde on growth of test microorganisms

Ispitivani mikroorganizam/ Test microorganism	Poluprečnik zone inhibicije ± SD, (mm)/ Radius of inhibitionzone ± SD, (mm)			
	0,5%	1%	2%	3%
<i>B. thermosphacta</i>	ND	2,20 ± 0,030	3,47 ± 0,189	6,98 ± 0,042
<i>C. perfringens</i>	5,29 ± 0,117	5,59 ± 0,213	17,07 ± 0,454	20,60 ± 0,488
<i>E. coli</i>	ND	3,31 ± 0,086	4,94 ± 0,140	5,40 ± 0,084
<i>E. coli O157:H7</i>	1,11 ± 0,095	4,77 ± 0,076	7,32 ± 0,261	8,55 ± 0,190
<i>E. faecalis</i>	8,28 ± 0,335	10,80 ± 0,355	14,01 ± 0,384	19,40 ± 0,647
<i>L. monocytogenes</i>	ND	1,51 ± 0,122	4,00 ± 0,926	4,94 ± 1,280
<i>L. sakei</i>	4,80 ± 0,181	6,47 ± 0,332	10,10 ± 0,196	11,10 ± 0,340
<i>P. aeruginosa</i>	ND	0,32 ± 0,015	1,01 ± 0,023	1,48 ± 0,021
<i>P. mirabilis</i>	ND	0,93 ± 0,092	4,24 ± 0,246	6,13 ± 0,264
<i>S. aureus</i>	1,66 ± 0,198	4,05 ± 0,172	6,32 ± 0,200	6,95 ± 0,067
<i>S. cerevisiae</i>	ND	ND	ND	ND
<i>S. Typhimurium</i>	0,86 ± 0,097	1,54 ± 0,111	4,78 ± 0,219	6,93 ± 0,214

Legenda/Legend: ND – nije detektovano/not detected

Tabela 2. Antimikrobna aktivnost karvakrola na rast ispitivanih mikroorganizama
Table 2. Antimicrobial activity of carvacrol on growth of test microorganisms

Ispitivani mikroorganizam/ Test microorganism	Poluprečnik zone inhibicije ± SD, (mm)/ Radius of inhibitionzone ± SD, (mm)			
	0,5%	1%	2%	3%
<i>B. thermosphacta</i>	ND	3,19 ± 0,253	6,42 ± 0,423	7,56 ± 0,409
<i>C. perfringens</i>	ND	1,93 ± 0,208	2,59 ± 0,272	5,33 ± 0,603
<i>E. coli</i>	ND	1,47 ± 0,337	3,58 ± 0,301	4,36 ± 0,335
<i>E. coli O157:H7</i>	ND	ND	2,23 ± 0,225	4,41 ± 0,190
<i>E. faecalis</i>	ND	ND	ND	2,09 ± 0,348
<i>L. monocytogenes</i>	ND	ND	ND	1,00 ± 0,211
<i>L. sakei</i>	5,23 ± 0,135	5,75 ± 0,186	7,20 ± 0,295	9,32 ± 0,530
<i>P. aeruginosa</i>	ND	ND	ND	ND
<i>P. mirabilis</i>	ND	ND	1,21 ± 0,465	2,80 ± 0,543
<i>S. aureus</i>	7,24 ± 0,333	8,23 ± 0,253	10,10 ± 0,401	15,10 ± 0,775
<i>S. cerevisiae</i>	ND	ND	ND	ND
<i>S. Typhimurium</i>	ND	ND	1,56 ± 0,397	3,38 ± 0,411

Legenda/Legend: ND – nije detektovano/not detected

na delovanje karvakrola u opsegu koncentracija od 0,5–2%, dok je zona inhibicije pri koncentraciji od 3% bila minimalna (2,09 mm, odnosno 1 mm). *P. mirabilis* i *S. Typhimurium* bili su inhibirani delovanjem 2%, odnosno 3% karvakrola, pri čemu razlika u poluprečniku zona inhibicije nije imala statističku značajnost ($p = 0,412$), a po apsolutnim vrednostima bile su slične zonama inhibicije *E. faecalis* i *L. monocytogenes* (1,21–2,80 mm odnosno 1,56–3,38 mm). *E. coli* i *E. coli* O157:H7 ispoljile su rezistentnost prema 0,5% karvakrolu, odnosno 1% karvakrolu (*E. coli* O157:H7), dok razlike u širini zona pri 2% odnosno 3% karvakrolu nisu pokazale statističku značajnost ($p = 0,254$). Tipični mikroorganizmi kvara *B. thermosphacta* i *C. perfringens* pokazali su osetljivost na karvakrol tek pri koncentraciji od 1%. *B. thermosphacta*, u celom ispitivanom opsegu koncentracija, imao je veće zone inhibicije u odnosu na *C. perfringens* (statistički veoma značajne, $p = 0,0112$). Dobijeni rezultati slični su sa nalazom Lamberta i dr., 2001.

U ovom radu, uporednim ispitivanjem cinamaldehida i karvakrola pri različitim koncentracijama (rezultati faktorske analize nisu prikazani), ustanovljeno je da je cinamaldehyd imao znatno jaču antibakterijsku aktivnost prema patogenim mikroorganizmima i uzročnicima kvara u hrani nego karvakrol. Moguće objašnjenje ove pojave je hemijska struktura cinamaldehida. Naime, karbonilna grupa cinamaldehida vezuje se za proteine u citoplazmi i u veoma kratkom roku ireverzibilno inhibira ćelijske enzime. Karvakrol, pak, parcijalno dezintegriše citoplazmatsku membranu stvarajući pore u njima, što uzrokuje konstantan transport jona iz citoplazme u spoljnu sredinu, kome se bakterije opiru do momenta dostizanja maksimuma jonskih pumpi. Dakle, oštećenja ćelija nastala delovanjem karvakrola su reverzibilna do određene granice, pa je i vijabilnost ćelija, a time i njihova rezistentnost, duža. Posebno povoljna okolnost je da je antibakterijski efekat cinamaldehida dostignut pri nižim koncentracijama (0,5–1%) što, sa aspekta primene u industriji mesa (sastojak aktivnog pakovanja, itd.) predstavlja manji rizik za difuziju u lipofilnu fazu mesa, a time i manji rizik za promenu senzorskih svojstava proizvoda.

Iako cinamaldehyd i karvakrol imaju GRAS status (*generally recognized as safe*), prilikom aplikovanja ovih komponenti (zaštitni filmovi, poboljšivači ukusa, sastojci parfema, dijetetski proizvodi, itd.) neophodno je voditi računa o njihovoj toksičnosti. Cinamaldehyd se komercijalno dobija iz cejlonskog cimeta (*Cinnamomum zeilanicum*) ili iz kineskog cimeta (*Cinnamomum cassia*). Kineski cimet daleko je jeftiniji od cejlonskog, a razlikuju se i u senzorskim svojstvima (kineski je kiseliji, cejlonski ima floralnu notu). Sa aspekta toksičnosti, kine-

ski cimet u sebi sadrži visoke doze kumarina (0,5%), dok cejlonski sadrži kumarin tek u tragovima. Ukoliko se cimet povremeno unosi kao začim, smatra se da je bezbedan po zdravlje ljudi. Međutim, ukoliko se unosi kao medicinski proizvod (prah cimeta u obliku mikrokapsula za terapiju *diabetes melitusa* tip II), dokazano je da prekomernom i dugotrajnom upotrebom uzrokuje hepatocelularna oštećenja, kao i narušavanje funkcije jetre sa mogućnošću nastanka hepatokarcinoma (Mereto i dr., 1994; JECFA, 2001). Pored ovih promena, opisano je i da cinamaldehyd kao sastojak parfema pri koncentracijama od 8% uzrokuje alergijske promene na koži u vidu eritema i/ili urtikarija (Johansen i dr., 1996; Temesvari i dr., 2002). Smatra se da je prihvatljiva dnevna doza za unos cimeta 0,063 g/kg telesne mase/danu.

Karvakrol se najčešće dobija iz esencijalnih ulja origana (*Origanum vulgare*), majorana (*Origanum majorana*) i timijana (*Thymus vulgaris*) koja sadrže od 50–80% karvakrola. Podaci o toksičnosti karvakrola nisu konzistentni, zna se da je LD₅₀ za pacove 810 mg/kg odnosno pretpostavlja se da je LD₅₀ za ljude između 50 i 500 mg/kg. Zbog svoje fenolne strukture, karvakrol je izrazito korozivan za kožu i sluzokožu, produženi kontakt sa kožom uzrokuje denaturaciju proteina, gangrenu, a potom i nekrozu. Nakon ingestije jedne kafene kašike karvakrola, u roku od 3–5 dana nastupaju hepatotoksične promene sa razvojem ikterusa (žutice). Izlaganje parama karvakrola dovodi do fotofobije, ali i korozivnih oštećenja sluznice respiratornog trakta.

Zaključak

Cinamaldehyd poseduje niz prednosti kao antibakterijska supstanca:

- ima izraženo znatno jače antibakterijsko dejstvo na patogene mikroorganizme i uzročnike kvara nego karvakrol;
- inhibitorni efekat cinamaldehida na rast mikroorganizama pojavljuje se pri nižim koncentracijama u odnosu na karvakrol;
- znatno manje je korozivan u odnosu na karvakrol.

Prednost korišćenja karvakrola ogleda se u znatno nižoj toksičnosti u odnosu na cinamaldehyd. Obe ispitivane antimikrobne aktivne komponente mogu se smatrati efikasnim sredstvima za konzervisanje hrane i poželjnim prirodnim antimikrobnim agensima. Trebalo bi detaljno da se ispita eventualna mogućnost sinergističkog delovanja obe komponente, ali neophodno je razviti realističke modele pakovanja hrane kako bi se proširila dosadašnja saznanja.

Literatura

- Anonymous, 1898.** "Oleum Cinnamomi (U.S.P.) – Oil of Cinnamon." King's American Dispensatory. http://www.ibiblio.org/herbmed/eclectic/kings/cinnamomum_oleu.html.
- Bagamboula C. F., Uyttendaele M., Debevere J., 2004.** Inhibitory effect of thyme and basil essential oils, carvacrol, thymol, estragol, linalool and *p*-cymene towards *Shigella sonnei* and *S. flexneri*. Food Microbiology 21(1): 33–42.
- Becerril R., Gomez-Lus R., Goni P., Lopez P., Nerin C., 2007.** Combination of analytical and microbiological techniques to study the antimicrobial activity of a new active food packaging containing cinnamon or oregano against *E. coli* and *S. aureus*. Analytical and Bioanalytical Chemistry 388, 5, 1003–11.
- Davidson P. M., Zivanovic S., 2003.** The use of natural antimicrobials. In: Zeuthen P, Bogh Sorensen L, editors. Food preservation techniques. Boca Raton, Fla.: Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC., 5–30.
- Friedman M., Henika P. R., Levin C. E., Mandrell R.E., 2004.** Antibacterial activities of plant essential oils and their components against *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enterica* in apple juice. Journal of Agricultural and Food Chemistry 52, 19, 6042–8.
- Gutierrez J., Barry-Ryan C., Bourke P., 2009.** Antimicrobial activity of plant essential oils using food model media: efficacy, synergistic potential and interactions with food components. Food Microbiology 26, 2, 142–50.
- JECFA 2001.** Safety evaluation of certain food additives and contaminants. WHO Food Additives Series No. 46, Genf.
- Johansen J. D., Andersen K. E., Rastogi S. C., Menne T., 1996.** Threshold responses in cinnamic-aldehyde-sensitive subjects: results and methodological aspects. Contact Dermatitis. Mar, 34, 3, 165–71.
- Lambert R. J. W., Skandamis P. N., Coote P., Nychas G. J. E., 2001.** A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. Journal of Applied Microbiology 91, 453–462.
- Lin Y. T., Labbe R. G., Shetty K., 2004.** Inhibition of *Listeria monocytogenes* in fish and meat systems by use of oregano and cranberry phytochemical synergies. Applied and Environmental Microbiology 70, 9, 5672–8.
- Lopez P., Sanchez C., Batlle R., Nerin C., 2007.** Development of flexible antimicrobial film using essential oils as active agents. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55, 21, 8814–24.
- Mereto E., Brambilla-Campart G., Ghia M., Martelli A., Brambilla G., 1994.** Cinnamaldehyde-induced micronuclei in rodent liver. Mutatio Research, 322, 1, 1–8.
- Radetić P., Milijašević M., Jovanović J., Velebit B., 2007.** Pakovanje svežeg mesa u modifikovanoj atmosferi – trend koji traje! Međunarodno 54. savetovanje industrije mesa, Vrnjačka Banja, 2007. godine, Tehnologija mesa, 48, 1–2, 99–108.
- Rodriguez-Lafuente A., Nerin C., Batlle R., 2010.** Active paraffin-based paper packaging for extending the shelf life of cherry tomatoes. Journal of Agricultural and Food Chemistry 58, 11, 6780–6.
- Temesvári E., Németh I., Baló-Banga M. J., Husz S., Kohánka V., Somos Z., Judák R., Remenyik E. V., Szegedi A., Nebenführer L., Mészáros C., Horváth A., 2002.** Multicentre study of fragrance allergy in Hungary. Immediate and late type reactions. Contact Dermatitis, 46, 6, 325–30.
- Tepe B., Daferera D., Sokmen M., Polissiou M., Sokmen A., 2004.** *In vitro* antimicrobial and antioxidant activities of the essential oils and various extracts of *Thymus eigi*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52, 5, 1132–7.
- Velebit B., Petrović Z. 2012.** Antimikrobna pakovanja u industriji hrane. Tehnologija mesa, 51, 1, 71–79.
- Wendakoon C. N., Sakaguchi M., 1995.** Inhibition of amino acid decarboxylase activity of *Enterobacter aerogenes* by active components in spices. Journal of Food Protection, 58, 3, 280–283.

Study of antimicrobial activity of cinnamaldehyde and carvacrol against foodborne microorganisms

Velebit Branko, Matekalo-Sverak Vesna, Petrović Zoran, Lakićević Brankica, Janković Vesna, Lilić Slobodan, Vranić Danijela

S u m m a r y: Aim of the paper was to study antimicrobial activity of cinnamaldehyde and carvacrol at different concentrations on the panel of 12 selected and characteristic food pathogens and spoilage microorganisms. Cinnamaldehyde and carvacrol were diluted in a set of lipophilic and hydrophilic diluents down to concentrations of 0.5%, 1%, 2% and 3%, respectively. Suspensions of the test microorganisms were diluted down to 1 McFarland turbidometric unit and 0.1 mL of prepared inoculum was surface inoculated on tryptic soy agar. After absorption of inoculum, a nanofibrillic cellulose disc has been applied at the center of the each Petri dish and 32 μ L of respective dilution of cinnamaldehyde and carvacrol was pipetted. After subsequent incubation, radius of inhibition zone for each tested microorganism had been measured. Results of the study indicated that the strongest inhibitory effect of cinnamaldehyde occurred in *C. perfringens* (5.29–20.60 mm), *E. faecalis* (8.28–19.40 mm) and *L. sakei* (4.80–11.10 mm) even at the lowest concentration (0.5%). *S. cerevisiae* proved to be absolutely resistant at all concentrations tested. Faecal Enterobacteriaceae contaminants (*E. coli*, *E. coli* O157:H7, *P. mirabilis* and *S. Typhimurium*) have also been quite inhibited, while the difference of *E. coli* inhibition zones (0,00–5.40 mm) compared to those of *S. Typhimurium* (0.86–6.93 mm) were not statistically significant ($p = 0,910$).

Strain of enterohaemorrhagic *E. coli* (O157:H7) exhibited statistically significant wider zone of inhibition when being compared with nonpathogenic *E. coli* ($p = 0.037$) at all concentrations tested. When it comes to spoilage-related microbiota, *B. thermosphacta* and *P. aeruginosa*, there were no growth inhibition at 0.5% of cinnamaldehyde. However, at concentration range from 1% to 3%, *B. thermosphacta* has been more strongly inhibited ($p = 0.0048$) than *P. aeruginosa* (2.20–6.98 mm versus 0.32–1.48 mm, respectively). Regarding antimicrobial activity of cinnamaldehyde to *L. monocytogenes* and *S. aureus*, both microorganisms were inhibited, where as *S. aureus* was statistically significantly inhibited than *L. monocytogenes* ($p = 0.0248$). The most potent inhibition on growth carvacrol exhibited on *S. aureus* (7.24–15.10 mm) and *L. sakei* (5.23–9.32 mm). *S. cerevisiae* and *P. aeruginosa* were absolutely resistant to it. *E. faecalis* and *L. monocytogenes* were resistant at concentration range from 0.5%–2%, while the inhibition zone at 3% was minimal (2.09 mm and 1 mm, respectively). *P. mirabilis* and *S. Typhimurium* were inhibited at 2% and 3%, respectively and there was no statistically significant difference in radius of inhibition zones ($p = 0.412$), while absolute values of inhibition radius were as similar as those of *E. faecalis* and *L. monocytogenes* (1.21–2.80 mm and 1.56–3.38 mm, respectively). *E. coli* and *E. coli* O157:H7 were resistant at 0.5% and 1% carvacrol, respectively, whereas there was no statistically significant difference in radius of inhibition zones which occurred at 2% and 3% ($p = 0.254$). Food-spoilage microbiota, *B. thermosphacta* and *C. perfringens* were sensitive to carvacrol starting at 1%. *B. thermosphacta* had through all concentrations tested, wider and statistically significant inhibition zones compared to *C. perfringens* ($p = 0.0112$). These results establish starting point for experimental application of the natural antimicrobial additives in active food packaging.

Key words: antimicrobial packaging, cinnamaldehyde, carvacrol.

Rad primljen: 23.10.2012.

Rad ispravljen: 31.10.2012.

Rad prihvaćen: 1.11.2012.

Utvrđivanje prisustva mesno-koštanog brašna poreklom od goveda u hrani za životinje primenom tri različita komercijalna imunohemijska testa

Nešić Ksenija¹, Pavlović Nikola¹, Jojić-Maličević Ljiljana¹

S a d r Ź a j: Zabrana upotrebe mesno-koštanog brašna (MKB) u hrani za životinje dovela je do značajnog smanjenja broja slučajeva spongiformne encefalopatije goveda (BSE). Trenutno je propisima Evropske unije optička mikroskopija priznata kao jedina referentna metoda za detekciju obrađenih animalnih proteina u hrani za životinje. Evropskom legislativom se, takođe, predviđa da bi uz klasičnu mikroskopiju mogli da budu primenjeni i drugi laboratorijski testovi, ukoliko bi pružali mogućnost za utvrđivanje porekla animalnih sastojaka. Iz tog razloga, razvijene su različite alternativne ili komplementarne tehnike, a među njima najperspektivnije su PCR (Polymerase Chain Reaction), NIR (Near infrared) mikroskopija, kao i imunohemijske metode. U radu je dat komparativni prikaz rezultata dobijenih ispitivanjem 27 uzoraka hrane za životinje na prisustvo mesno-koštanog brašna poreklom od goveda, primenom tri različita komercijalna imunohemijska testa. Iako je princip testova zasnovan na detekciji termostabilnog mišićnog proteina goveda Troponina-I, utvrđene su različite karakteristike upotrebljenih dijagnostičkih kitova: od limita detekcije na nivou 0,5% govedeg proteina u hrani za životinje i tačnosti, senzitivnosti i specifičnosti od 100%, pa sve do potpune nesenzitivnosti. Cilj rada bio je da se ukaže na moguće propuste neadekvatnog izbora testa za kontrolu hrane za životinje, kao i značaj postupaka validacije i verifikacije laboratorijskih metoda. Takođe je utvrđeno da apsolutan transfer metoda, namenjenih za ispitivanje namirnica animalnog porekla, na hranu za životinje, kao srodan matriks, nije uvek moguć.

Ključne reči: BSE, govedji protein, hrana za životinje, imunohemijske metode

Uvod

Sve do izbijanja epidemije spongiformne encefalopatije goveda (BSE), poznatije kao „bolest ludih krava“, dijagnostikovane u Velikoj Britaniji 1986. godine, u razvijenim zemljama sa intenzivnom stočarskom proizvodnjom u ishrani svih farmških životinja upotrebljavana su hraniva animalnog porekla. Međutim, kada je utvrđeno da se ova bolest prenosi putem hrane, preko infektivnog proteina preživara prerađenog u mesno-koštanom brašnu (MKB), jedna od najvažnijih mera za iskorenjivanje bolesti bilo je uspostavljanje zakonske regulative kojom se sprečava ulazak ovih hraniva u lanac ishrane (WHO, 2002; European Commission, 2005; 2010). U Evropi je 1994. godine prvi put zvanično zabranjeno korišćenje svih vrsta mesnog i mesno-koštanog brašna u obrocima za preživare, a 2001. godine ova zabrana proširena je i na druge farmske životinje (EFSA, 2011), dok se

u Srbiji ovaj propis primenjuje od aprila 2011. godine (Pravilnik o utvrđivanju mera ranog otkrivanja i dijagnostike zarazne bolesti transmisivnih spongiformnih encefalopatija, načinu njihovog sprovođenja, kao i merama za sprečavanje širenja, suzbijanje i iskorenjivanje ove zarazne bolesti, Sl. glasnik RS 96/2010).

Kao jedna od mera kontrole BSE rizika, hrana za životinje redovno se ispituje na prisustvo sastojaka animalnog porekla. Međutim, neophodno je da se postojeće laboratorijske metode stalno unapređuju u cilju povećanja osetljivosti, ali i potrebe za identifikacijom vrste životinja od kojih komponente hrane potiču, s obzirom na mogućnost da se MKB vrati u upotrebu uz zabranu korišćenja proteina poreklom od iste vrste, tzv. „intra-species recycling“ (Regulation (EC) No 1774/2002). U ove svrhe ispitivane su različite metode, ali najviše pažnje analitičara zakupile su metode mikroskopije, PCR i imunohemijski testovi (Fumiere i dr., 2009).

Napomena: Rezultati rada proistekli su iz projekta III 46009, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja u periodu 2011–2014. godine.

¹Naučni institut za veterinarstvo Srbije, Autoput 3, 11070 Beograd, Republika Srbija.

Princip imunoloških metoda zasniva se na reakciji između antitela u testu i antigena u uzorku, koji su, u ovom slučaju specifični somatski proteini životinja obrađeni kao mesno-koštano brašno. Komercijalno su dostupni ELISA (*enzyme-linked immunosorbent assay*) kitovi različitih proizvođača, kao i tehnika „dipstick“ lateralnog toka. Za razliku od ELISA metode koja zahteva laboratorijske uslove i čitač mikroploča, „dipstick“ može da bude terenska tehnika za koju nisu potrebni ni specifična oprema, niti visoko obučeno osoblje. Sve ove metode koriste antitela za termostabilne antigene, uglavnom mišićne troponine, koji prolaze procese obrade u uslovima sterilizacije pod pritiskom pare od 3 bara, pri temperaturi od 133°C, tokom 20 minuta (Van Raamsdonk i dr., 2007).

Mada su na tržištu dostupni različiti kitovi za ispitivanje namirnica radi utvrđivanja porekla animalnog materijala, svežeg ili tretiranog na nižim temperaturama, intenzivna ispitivanja su pokazala da je odgovor dobijen ELISA metodom veoma slab kada je potrebno detektovati proteine obrađene u propisanim uslovima sterilizacije u hrani za životinje (Hofmann i dr., 1995). Takođe, istraživači poput Pallorini i dr. (2001) i Von Holst-a i dr. (2001) potvrdili su ove rezultate ispitujući uticaj varijacije i uslova sterilizacije, kao što su temperatura ili trajanje tretmana, na odgovor primenjene imunološke metode.

Iz tog razloga, među mnogim prednostima imunoloških metoda, kao što su jednostavna primena, finansijska dostupnost i veliki broj uzoraka koji je za kratko vreme moguće ispitati, prisutni su i nezamislivi nedostaci. Naime, pozitivni rezultati zahtevaju konfirmaciju nekom drugom metodom, a česta je i pojava lažno negativnih rezultata usled nemogućnosti detekcije visoko obrađenih proteina u mesno-koštanom brašnu i visokog limita detekcije, što je i zaključeno u poslednjem objavljenom naučnom mišljenju EFSA (2011). U ovom radu prikazani su rezultati uporednog ispitivanja 3 različita imunohemijska kita, dostupna na našem tržištu, za utvrđivanje prisustva termostabilnih proteina iz mesno-koštanog brašna poreklom od goveda, sa ciljem da se ukaže na moguće propuste neadekvatnog izbora testa za kontrolu hrane za životinje, kao i značaj postupaka validacije i verifikacije laboratorijskih metoda.

Materijal i metode

Utvrđivanje prisustva mesno-koštanog brašna poreklom od goveda u hrani za životinje za potrebe komparacije komercijalnih imunohemijskih testova, izvršeno je na ukupno 25 uzoraka uz jednu pozitiv-

nu kontrolu i dva „blank“ uzorka. U laboratorijskim uslovima 5 uzoraka bilo je obogaćeno goveđim mesno-koštanom brašnom, dok je ostalih 20 ispitanih uzoraka bilo deklarirano da sadrže proteine poreklom od goveda. Za veštačku kontaminaciju uzorka upotrebljene su dve vrste mesno-koštanog brašna, koje je proizvedeno pod različitim termičkim uslovima, i to: MKB A, pri temperaturi od 133°C i MKB B, pri temperaturi od 137°C. Dodavanjem odgovarajuće količine ovih sastojaka hrani za životinje i potpunom homogenizacijom u blenderu, bez mogućnosti unakrsne kontaminacije, dobijeni su uzorci poznatih koncentracija, od 0,5 do 2% proteina poreklom od goveda:

- uzorak sa 1% MKB A (133°C)
- uzorak sa 1% MKB B (137°C)
- uzorak sa 2% MKB A (133°C)
- uzorak sa 2% MKB B (137°C)
- uzorak sa 0,5% MKB A (133°C)

Uzorci su ispitani primenom tri kvalitativna imunohemijska komercijalna testa, prema uputstvu proizvođača, i to dva ELISA kita (Melisa-tek, ELISA Technologies, USA [TEST 1] i Biokits, Gen-Probe Life Sciences Ltd, UK [TEST 2]) i jedan imunohromatografski test lateralnog toka (Reveal for Ruminant in Feed, Neogen Corporation, USA [TEST 3]). Svi navedeni testovi zasnivaju se na principu detekcije termostabilnog mišićnog proteina goveda Troponina-I.

U radu je primenjena statistička obrada podataka za kvalitativne metode i za svaki od primenjenih testova određeni su tačnost, senzitivnost, specifičnost i limit detekcije (Isenberg, 2004).

Rezultati i diskusija

U tabeli 1 prikazani su rezultati ispitivanja uzoraka kojima su dodate obogaćene različite količine mesno-koštanog brašna poreklom od goveda, koje je proizvedeno na različitim temperaturama sterilizacije (133°C i 137°C).

Prisustvo „target“ proteina utvrđeno je u „obogaćenim“ uzorcima svih koncentracija (od 100% do 0,5%), kao i izostanak pozitivne reakcije za „blank“ uzorak, i to primenom Melisa-tek [TEST 1] i Reveal testa [TEST 3]. Na ovaj način postignut je limit detekcije na nivou 0,5% prisustva termički visoko tretiranog goveđeg materijala u hrani za životinje, što je i ispod LD koji je proizvođač deklarirao. U ova dva ispitivanja su tačnost, senzitivnost i specifičnost bile na najvišem nivou i iznosile su 100% ispravno

Tabela 1. Rezultati ispitivanja uzoraka poznatih nivoa kontaminacije
Table 1. Results of the investigation of samples of known levels of contamination

Uzorci/Samples	Oznaka testa/Test designation		
	[TEST 1]	[TEST 2]	[TEST 3]
1% MKB A/MBM A	+	–	+
1% MKB B/MBM B	+	–	+
2% MKB A/MBM A	+	–	+
2% MKB B/MBM B	+	–	+
0.5% MKB A/MBM A	+	–	+
100% MKB A/MBM A	+	–	+
BLANK 1	–	–	–

Legenda/Legend: Utvrđen goveđi protein u uzorku/ Identified bovine protein in the sample(+); nije utvrđen goveđi protein u uzorku/
 Bovine protein not identified in the sample (–)

detektovanih uzoraka i ispravno kategorizovanih na pozitivne i negativne.

Međutim, primenom drugog ELISA kita – Biokits [TEST 2] potpuno je izostala reakcija za sve nivo koncentracije mesno-koštanog brašna, pa čak i za kontrolu koja je dobijena ekstrakcijom čistog (100%) uzorka ovog hraniva. Na taj način za sve pozitivne uzorke dobijeni su lažno negativni rezultati, pa je ova procedura pokazala apsolutnu nesenzitivnost.

Analizom 20 uzoraka hrane za životinje (tabela 2) deklariranih da u svom sastavu sadrže materijal poreklom od goveda (nepoznatih nivoa kontaminacije) dobijeni su sledeći rezultati: Reveal testom [TEST 3] postignuti su tačnost, senzitivnost i specifičnost na nivou 100%. Melisa-tek ELISA kitom [TEST 1] u jednom uzorku od 20 ispitivanih nije detektovano prisustvo goveđeg proteina, što je protumačeno kao lažno negativan rezultat, a samim tim tačnost i senzitivnost ovog dijagnostičkog kita, procenjujući na ukupan broj uzoraka, iznosio je preko 96%. ELISA Biokits testom [TEST 2] za sve uzorke hrane za životinje koji su u svom sastavu sadržavali mesno-koštano brašno poreklom od goveda dobijeni su lažno negativni rezultati, pa je definitivno utvrđena nesenzitivnost kita za ove namene.

S obzirom na najavljene izmene propisa Evropske unije, u skladu sa zahtevima tehnološke i nutricionističke prakse, da se uskoro ponovo uključi mesno-koštano brašno u obroke farmskih životinja, u svetu postoje brojni pokušaji da se sa analitičkog aspekta omogućí odgovarajuća kontrola bezbednosti hrane za životinje. Među različitim metodama koje bi mogle da se primenjuju u ove svrhe, jedan broj autora ispitivao je i mogućnosti primene imunohemijskih testova.

Tako su Boix *i dr.* (2004) i Myers *i dr.* (2005) Neogenovim Reveal-om postigli senzitivnost na nivou 0,5%, što je u skladu sa rezultatom navedenim u tabeli 1. Međutim, u njihovim analizama neki „blanko“ uzorci su pogrešno klasifikovani kao pozitivni, a kao moguće tumačenje navodi se prisustvo životinjskih masti. Međutim, u literaturi se ističe da „dipstick“ tehnika može dobro da se koristi kao „screening“, a da se za pozitivne uzorke primenjuje konfirmativna metoda. Tokom validacije drugog „dipstick“ testa koji se zasniva na detekciji vezivnog tkiva poreklom od različitih vrsta sisara (Feed-check SDI) broj lažno negativnih rezultata je bio visok (30–50%), a ispoljila se i unakrsna reaktivnost sa ribljim brašnom, mada je limit detekcije bio na zadovoljavajućem nivou od 0,1% MKB (Myers *i dr.*, 2005; Fumiere *i dr.*, 2009).

Chen *i dr.*, su 2004. godine koristeći par monoklonskih antitela (Mabs) za skeletni troponin I (TnI) napravili ELISA sistem za utvrđivanje prisustva muskulature goveda i ovaca u hranivima. Kvantitativna ispitivanja vršena su na uzorcima kontaminiranim sa po 5; 0,5 i 0,05% nedozvoljenih materijala tretiranih pri temperaturi od 132°C, pod pritiskom od 2 bara, tokom 2 sata, i to uz istovremeno prisustvo živinskog i svinjskog MKB. Utvrđen je limit detekcije 5,0 ng/ml, za goveđi TnI i 4,0 ng/ml za ovčiji TnI. Kim *i dr.* su 2004. i 2005. godine za detekciju zabranjenog mesno-koštanog brašna u hrani za životinje proizveli monoklonska antitela za termostabilni h-kaldesmon iz goveđe crevne glatke muskulature. Na ovaj način su uspeli da dokažu prisustvo MKB u količini od 0,05% u hrani za životinje, koristeći snažni afinitet ovih antitela prema crevnom glatkomišićnom materijalu sterilisanom pri temperaturi od 130°C. Rao *i Hsieh* (2008) su dizajnirali monoklonska antitela za kvantitativno određivanje

Tabela 2. Rezultati ispitivanja uzoraka deklariranih da sadrže MKB poreklom od goveda
Table 2. Results of samples declared to contain MBM originating from cattle

Uzorci/Samples	Oznaka testa/Test designation		
	[TEST 1]	[TEST 2]	[TEST 3]
1	+	-	+
2	+	-	+
3	+	-	+
4	+	-	+
5	+	-	+
6	+	-	+
7	-	-	+
8	+	-	+
9	+	-	+
10	+	-	+
11	+	-	+
12	+	-	+
13	+	-	+
14	+	-	+
15	+	-	+
16	+	-	+
17	+	-	+
18	+	-	+
19	+	-	+
20	+	-	+
BLANK 2	-	-	-

Legenda/Legend: Utvrđen goveđi protein u uzorku/Identified bovine protein in the sample (+); nije utvrđen goveđi protein u uzorku/
 Bovine protein not identified in the sample (-)

prisustva krvi preživara (goveda i ovaca) u termički obrađenom mesu i hrani za životinje, idući do nivoa osetljivosti od 0,5% krvnog brašna u sojinoj sačmi. Međutim, mali broj komercijalnih kompanija razvijao je ELISA kitove za detekciju visoko obrađenih životinjskih proteina. Osim testova prikazanih u ovom radu, u literaturi se pominje i „Antibody-shop“ kit iz Danske za otkrivanje goveđih proteina u MKB, hranivima i ribljem brašnu, ali je ovaj kit dao veliki broj lažno negativnih rezultata (Fumiere i dr., 2009), pa nisu potvrđeni rezultati predvalidacionih ispitivanja koje su sproveli Boix i dr. (2004).

Iz literature je poznato da imunološke metode karakteriše nedovoljna pouzdanost za utvrđivanje prisustva sastojaka animalnog porekla u hra-

ni za životinje (Fumiere i dr., 2009; Cawthraw i dr., 2009; EFSA, 2011), što je potvrđeno i u ispitivanjima prikazanim u tabelama 1 i 2, naročito za ELISA kit Biokits. Mada se u uputstvu ovog kita navodi da je namenjen i za ispitivanje hrane za životinje, ipak je istaknuto da test nije validovan u ove svrhe i da je prvenstveno namenjen za detekciju vrste mesa i proizvoda od mesa tretiranih pri temperaturi kuvanja (100°C). Takođe brojni empirijski podaci ukazuju na uspešnost primene imunohemijskih metoda za utvrđivanje vrste proteina u namirnicama animalnog porekla u kojima su, u poređenju sa tehnologijom proizvodnje mesno-koštanog brašna za upotrebu u hrani za životinje, procesi termičke obrade daleko blaži (Nešić, 2011)

Zaključak

Na osnovu dobijenih rezultata može da se zaključi da imunohemijske metode mogu da posluže kao „screening“ metode za dokazivanje prisustva proteina poreklom od goveda u hrani za životinje, ali uz veoma pažljiv izbor između dostupnih komercijalnih kitova. Naime, uprkos navodima proizvođača, tek adekvatnom internom kontrolom kvaliteta u laboratoriji i postupcima verifikacije ili validacije

metode moguće je obezbediti potreban nivo poverenja u rezultate ispitivanja. Svaki pogrešan izbor tehnike i postupka ispitivanja može da ima pogubne posledice po bezbednost hrane za životinje, a samim tim i bezbednost hrane za ljude. Takođe je potrebno da se istakne da apsolutan transfer metoda, namenjenih za ispitivanje namirnica animalnog porekla, na hranu za životinje, kao srodan matriks, nije uvek moguć, te da je neophodno paralelno razvijati tehnike za ove, često različite, vrste kontrole.

Literatura

- Boix A., von Holst C., Baeten V., Berben G., Vancutsem J., 2004.** Determination of processed animal proteins (PAPs) including meat and bone meal (MBM) in feed. Part I: Intercomparison study for the determination of PAPs in feed using microscopy. Part II: Prevalidation study for the detection of PAPs in feed by immunoassays. Geel, Belgium: JRC-IRMM.
- Cawthraw S., Saunders G. C., Martin T. C., Sawyer J., Windl O., Reaney S. D., 2009.** Real-Time PCR Detection and identification of prohibited mammalian and avian material in animal feeds. *Journal of Food Protection*, Vol. 72, No 5, 58–65.
- Chen F. C., Hsieh Y. H. P., Bridgman R. C., 2004.** Monoclonal antibody based sandwich enzyme linked immunosorbent assay for sensitive detection of prohibited ruminant proteins in feedstuffs. *Journal of Food Protection*, Vol. 67, No. 3, 544–549.
- EFSA 2011.** Panel on Biological Hazards (BIOHAZ), Scientific Opinion on the revision of the quantitative risk assessment (QRA) of the BSE risk posed by processed animal proteins (PAPs). *EFSA Journal* 9, 1947.
- European Commission, 2005.** The TSE Roadmap, http://ec.europa.eu/food/food/biosafety/bse/roadmap_en.pdf
- European Commission, 2010.** The TSE Road map 2 http://eur-lex.europa.eu/Result.do?arg0=The+TSE+Road+map+2&arg1=&arg2=&titre=titretexte&chlang=en&RechType=RECH_mot&Submit=Search
- Fumiere O., Veys P., Boix A., von Holst C., Baeten V. and Berben G., 2009.** Methods of detection, species identification and quantification of processed animal proteins in feedingstuffs. *Biotechnology Agronomy Society and Environment*, Vol 13, 59–70.
- Hofmann K., Fischer K., Müller E., Kemper V., 1995.** Versuche zum Nachweis der Erhitzungseffektivität bei Fleischkonserven und Tiermehlen. *Fleischwirtschaft*, 75 (10), 1227–1231.
- Isenberg H. D., 2004.** *Clinical Microbiology Procedures Handbook*. 2nd ed. ASM Press, USA.
- Kim S. H., Huang T. S., Seymour T. A., Wei C. I., Kempf S. C., Bridgman C. R., Clemens R. A., An H., 2004.** Production of monoclonal antibody for the detection of meat and bone meal in animal feed. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 52, 7580–7585.
- Kim S. H., Huang T. S., Seymour T. A., Wei C. I., Kempf S. C., Bridgman C. R., Momcilovic D., Clemens R. A., An H., 2005.** Development of immunoassay for detection of meat and bone meal in animal feed. *Journal of Food Protection*, 68, 9, 1860–1865.
- Myers M. J., Yancy H. F., Farrell D. E., Washington J. D., Frobish R. A., 2005.** Evaluation of two commercial lateral-flow test kits for detection of animal proteins in animal feed. *Journal of Food Protection*, 68, 12, 2656–2664.
- Nešić K., 2011.** Utvrđivanje prisustva sastojaka animalnog porekla u hrani za goveda. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, 1–167.
- Pallorini L., Björklund E., von Holst C., Unglaub W., 2001.** Determination of rendering plant sterilization conditions using a commercially available ELISA test kit developed for detection of cooked beef. *Journal of AOAC International*, 84, 6, 1844–1890.
- Pravilnik o utvrđivanju mera ranog otkrivanja i dijagnostike zarazne bolesti transmisivnih spongioformnih encefalopatija, načinu njihovog sprovođenja, kao i merama za sprečavanje širenja, suzbijanje i iskorenjivanje ove zarazne bolesti, 2010.** Službeni glasnik RS, br. 96/2010.
- Rao Q., Hsieh Y.-H. P., 2008.** Competitive enzyme linked immunosorbent assay for quantitative detection of bovine blood in heat-processed meat and feed. *Journal of Food Protection*, Vol. 71, No. 5, 1000–1006.
- Regulation (EC) No 1774/2002 of the European Parliament and of the Council of 3 October 2002 laying down health rules concerning animal by-products not intended for human consumption, 2002.** Official Journal of European Communities, L 273, 1–95.
- Van Raamsdonk L. W. D., Von Holst C., Baeten V., Berben G., Boix A., de Jong J., 2007.** New developments in the detection and identification of processed animal proteins in feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 133, 63–83.
- Von Holst C., Unglaub W., Anklam E., 2001.** Post process product control of rendering plant sterilization conditions by ELISA. *Journal of AOAC International*, 84, 6, 1793–1799.
- WHO 2002.** Understanding the BSE threat. www.who.int/food-safety/publications/foodborne_disease/bse/en

Identification of the presence of meat-bone meal derived from cattle in animal feed using three different commercial immunochemical tests

Nešić Ksenija, Pavlović Nikola, Jojić-Maličević Ljiljana

S u m m a r y: Ban on use of meat-bone meal (MBM) in animal feed led to a significant reduction in the number of cases of bovine spongiformne encephalopathy (BSE). Currently, by Regulations of the European Union, the optical microscopy is recognized as the only reference method for the detection of processed animal proteins in animal feed. European legislation also anticipates that with conventional microscopy other laboratory tests can be applied, should they provide the ability to determine the origin of animal ingredients. For this reason, a variety of alternative or complementary techniques have been developed, including the most promising PCR (Polymerase Chain Reaction), NIR (Near Infrared) microscopy, and immunochemical methods. In this paper a comparative analysis of the results obtained by testing 27 samples of feed for the presence of meat-bone meal derived from cattle, using three different commercial tests is presented. Even though the principle of immunochemical tests is based on detection of thermostable bovine muscle protein, Troponin-I, various characteristics of diagnostic kits used were determined: the limit of detection at the level of 0.5% of bovine protein in animal feed and the accuracy, sensitivity and 100% specificity, up to complete unsensitivity. Objective of the study was to show the possible failures of inadequate test choice for the control of animal feed and the importance of validation and verification of laboratory methods. Also, it was established that an absolute transfer of methods intended for the analysis of food products of animal origin to animal feed, as related matrix, is not always possible.

Keywords: BSE, bovine protein, animal feed, immunochemical methods.

Rad primljen: 4.09.2012.

Rad ispravljen: 9.10.2012.

Rad prihvaćen: 10.10.2012.

Ispravka u časopisu Tehnologija mesa vol. 53, broj 1/2012.

U časopisu Tehnologija mesa vol. 53, br.1 u 2012. godini objavljen je rad „Uzgoj brojlerskih pilića u industrijskom živinarstvu“ autora Maslić-Strižak Danke, Spalević Ljiljane, Rašeta Mladena, Branković Lazić Ivane, koji je zbog greške u štampi kategorisan kao originalni naučni rad. Rad prema recenziji priprada kategoriji preglednih radova. Molimo naučnu javnost da ima u vidu ovu ispravku.

Redakcija časopisa

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 autocityta);
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 fusnoti, navode se, prema brojčanoj oznaci, naziv i adresa institucije u kojoj su autori zaposleni (italik, veličina slova 10). U novom redu navodi se prezime i ime autora za kontakt i njegova e-mail adresa.

Sadržaj, koji daje kratak prikaz rada, treba da ima 150 do 250 reči, sa ključnim rečima na srpskom jeziku ili na jeziku na kome je rad napisan, i nalazi se ispod naslova rada i prezimena autora.

Rezime (eng. summary) je kratak, informativan prikaz, sadržaja članka na srpskom i/ili engleskom jeziku, u zavisnosti od jezika na kome je rad napisan, koji omogućava uvid u cilj istraživanja, metode, rezultate i zaključak. Rezime treba da ima do 500 reči (italik, veličina slova 12) i nalazi se na kraju rada, iza literature.

Ključne reči su termini koji najbolje opisuju sadržaj članka. Ključnih reči ne može da bude više od 10. Ključne reči se daju na svim jezicima na kojima postoje rezimea, neposredno ispod teksta rezime (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 tabela se pišu iznad, a nazivi grafikona i slika ispod (mala slova). Nazive tabela i tekst u tabelama, grafikonima i slikama treba pisati dvojezično, pri čemu je drugi jezik engleski. Tabele, grafikone i slike treba dati u prilogu rada;
 - Pri preuzimanju tabela, grafikona i slika iz literature autor je obavezan da navede izvor (na primer autor, godina objavljivanja, časopis i drugo).
 - Autor treba da se pridržava Međunarodnog sistema jedinica (SI) i važećih zakona o mernim jedinicama i merilima.
4. Zaključak: daje pregled najbitnijih činjenica do kojih se došlo u toku istraživanja.
 5. Napomena (zahvalnica): sadrži naziv i broj projekta, odnosno naziv programa u okviru koga je članak nastao, kao i naziv institucije koja je finansirala projekat ili program. Navodi se na dnu prve strane članka.
 6. Literatura: treba da se složi po abecednom i hronološkom redu objavljivanja, i to: prezime autora, prvo slovo imena, godina objavljenog rada (mala slova veličine 12, bold), a u nastavku, naziv rada u celosti, naziv časopisa ili drugog izvora, volumen i broj časopisa, početna i završna strana rada.

Primer:

Dinović 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

CIP – Каталогизacija y publikaciji
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 (Kačanskog 13) : Institut
za higijenu i tehnologiju mesa, 1960- (Beograd :
Naučna KMD). - 30 cm

Dva puta godišnje.

ISSN 0494-9846 = Tehnologija mesa

COBISS.SR-ID 2948098

