

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

# tehnologija mesa

## meat technology

---

God.	Br.	Beograd,
<b>53</b>	<b>1</b>	<b>2012</b>
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, RS  
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,  
Republika Srbija

**Prof. dr Luca Cocolin**

Poljoprivredni fakultet, Katedra za eksploataciju i zaštitu agrikulturalnih 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. Lisicín**

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 Galia Zamaratskia**

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

**Dr Aurelija Spirić**

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

**Dr Slobodan Lilić**

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

**Prof. dr Mitre Stojanovski**

Fakultet za biotehničke nauke, Bitolj, RM  
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**

Institut za tehnologiju, Savezni istraživački zavod za ishranu i životne  
namirnice, Kulmbah, Nemačka  
Institute of Technology, 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

**Dr Dragojlo Obradović**

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

**Prof. dr Božidar Žlender**

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

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

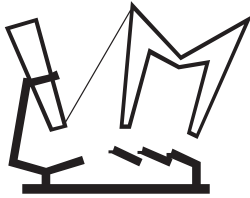
*Manuscripts submitted for publishing are subject to reviewing. The Editorial staff of the journal „Tehnologija mesa“ reserves the right of editing manuscripts in order to conform with the adopted style of the journal or to return them to authors for revision. The Institute is not responsible for the 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](http://www.inmesbgd.com), a u celini u CABI i EBSCO Publishing bazi podataka.

*Journal „Tehnologija Mesa“ is abstracted in FSTA (Food Science and Technology Abstracts), SCIndex (Serbian Citation Index) and [www.inmesbgd.com](http://www.inmesbgd.com). Full text is available in CABI and EBSCO Publishing Database.*

---



# tehnologija mesa

## naučni časopis

Tehnologija mesa God. 53 Br. 1 Str. 1–83 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](mailto:institut@inmesbgd.com)  
[www.inmesbgd.com](http://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“.

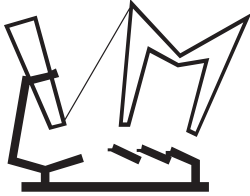
Cena godišnje pretplate za časopis za  
inostranstvo iznosi: 100 eura. Naručuje  
se kod: Institut za higijenu i tehnologiju  
mesa, P.O. Box 33-49, Kačanskog 13,  
11000 Beograd, Republika Srbija.

Kompjuterska obrada i štampa  
„Naučna KMD“, Beograd  
[www.naucnakmd.com](http://www.naucnakmd.com)  
Tiraž 150 primeraka

### SADRŽAJ

- **Uzgoj brojlerskih pilića u industrijskom živinarstvu**  
*Maslić-Strižak Danka, Spalević Ljiljana, Rašeta Mladen,  
Branković Lazić Ivana* ..... 1
- **Uticaj suncokretovog ulja i svinjske masti na sastav i prisustvo teških metala u masti pilića**  
*Džaferović Aida, Čorbo Selma, Omanović Halil* ..... 8
- **Faktori koji utiču na randman šaranskih riba**  
*Ljubojević Dragana, Ćirković Miroslav, Novakov Nikolina, Babić Jelena,  
Lujčić Jelena, Marković Todor* ..... 14
- **Biohemijske karakteristike roda *Aeromonas* izolovanih iz kalifornijske pastrmke (*Oncorhynchus mykiss*)**  
*Đorđević Vesna, Baltić Milan, Karabasil Nedeljko, Ćirković Miroslav,  
Janković Vesna, Mitrović Radmila, Đurić Jelena* ..... 20
- **Mlad i konzumna kalifornijska pastrmka (*Oncorhynchus mykiss*): hemijski sastav, sadržaj holesterola i masnokiselinski sastav fileta**  
*Vranić Danijela, Baltić Ž. Milan, Trbović Dejana, Đinović-Stojanović Jasna,  
Marković Radmila, Petronijević Radivoj, Spirić Aurelija* ..... 26
- **Uticaj pakovanja u modifikovanoj atmosferi na održivost čevapčića**  
*Babić Jelena, Matekalo-Sverak Vesna, Borović Branka, Velebit Branko,  
Karan Dragica, Milijašević Milan, Trbović Dejana* ..... 36
- **Senzorske osobine levačke kobasice proizvedene na tradicionalan način**  
*Karan Dragica, Vesković-Moračanin Slavica, Babić Jelena, Parunović Nenad,  
Okanović Đorđe, Džinić Natalija, Jakanović Marija* ..... 43
- **Utvrđivanje prisustva stafilokoknih enterotoksina u namirnicama animalnog porekla ELISA testom**  
*Lakićević Brankica, Janković Vesna, Spirić Danka, Matekalo-Sverak Vesna,  
Mitrović Radmila, Borović Branka, Baltić Tatjana* ..... 50
- **Procena unosa žive kroz konzumaciju ribe u Srbiji**  
*Janković Saša, Antonijević Biljana, Ćurčić Marijana, Radićević Tatjana,  
Stefanović Srđan, Nikolić Dragica, Ćupić Vitomir* ..... 56
- **Percepcija slanog ukusa i preferenca prema natrijum-hloridu**  
*Lilić Slobodan, Matekalo-Sverak Vesna, Vranić Danijela* ..... 62
- **Antimikrobna pakovanja u industriji hrane**  
*Velebit Branko, Petrović Zoran* ..... 71
- Uputstvo autorima** ..... 80

U FINANSIRANJU ČASOPISA UČESTVUJE:  
Ministarstvo za prosvetu i nauku



# meat technology scientific journal

Meat Technology Vol. 53 No. 1 P. 1–83 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](mailto:institut@inmesbgd.com)  
[www.inmesbgd.com](http://www.inmesbgd.com)

DIRECTOR  
Vesna Matekalo-Sverak, PhD

EDITOR IN CHIEF  
Aurelija Spirić, PhD

EDITORS OF SCIENTIFIC FIELDS

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

Branko Velebit PhD – microbiology

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

Aurelija Spirić PhD – analytical  
methodology

PROOFREADER FOR  
SERBIAN LANGUAGE  
Branka Marković

PROOFREADER FOR  
ENGLISH LANGUAGE  
Olga Devečerski

TECHNICAL EDITION  
Danijela Šarčević PhD  
Slaviša Šobot

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

Subscription

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

## CONTENTS

- **Breeding broiler chickens in the industrial poultry production**  
*Maslić-Strižak Danka, Spalević Ljiljana, Rašeta Mladen,  
Branković Lazić Ivana* ..... 1
- **Effects of sunflower oil and lard on composition and presence of heavy  
metals in chicken fats**  
*Džaferović Aida, Čorbo Selma, Omanović Halil* ..... 8
- **Factors affecting the yield of carp fish species**  
*Ljubojević Dragana, Ćirković Miroslav, Novakov Nikolina, Babić Jelena,  
Lujčić Jelena, Marković Todor* ..... 14
- **Biochemical characteristics of Aeromonas genus isolated in rainbow trout  
(Oncorhynchus mykiss)**  
*Đorđević Vesna, Baltić Milan, Karabasil Neđeljko, Ćirković Miroslav,  
Janković Vesna, Mitrović Radmila, Đurić Jelena*..... 20
- **Fingerlings and marketable size rainbow trout (Oncorhynchus mykiss):  
proximate composition, cholesterol content and fatty acid profile in filets**  
*Vranić Danijela, Baltić Ž. Milan, Trbović Dejana, Dinović-Stojanović Jasna,  
Marković Radmila, Petronijević Radivoj, Spirić Aurelija* ..... 26
- **The influence of modified atmosphere packaging on shelf life of „ćevapčići“**  
*Babić Jelena, Matekalo-Sverak Vesna, Borović Branka, Velebit Branko,  
Karan Dragica, Milijašević Milan, Trbović Dejana* ..... 36
- **Sensory properties of traditionally fermented Levačka sausage**  
*Karan Dragica, Vesković-Moračanin Slavica, Babić Jelena, Parunović Nenad,  
Okanović Đorđe, Džinić Natalija, Jokanović Marija* ..... 43
- **Detection of staphylococcal enterotoxins in foodstuffs of animal origin by  
ELISA method**  
*Lakićević Brankica, Janković Vesna, Spirić Danka, Matekalo-Sverak Vesna,  
Mitrović Radmila, Borović Branka, Baltić Tatjana* ..... 50
- **Assessment of mercury intake associated with fish consumption in Serbia**  
*Janković Saša, Antonijević Biljana, Ćurčić Marijana, Radićević Tatjana,  
Stefanović Srđan, Nikolić Dragica, Ćupić Vitomir* ..... 56
- **Perception of salty taste and preference to sodium chloride**  
*Lilić Slobodan, Matekalo-Sverak Vesna, Vranić Danijela* ..... 62
- **Antimicrobial packaging in food industry**  
*Velebit Branko, Petrović Zoran* ..... 71
- Guidelines for the authors** ..... 82

# Uzgoj brojlerskih pilića u industrijskom živinarstvu

Maslić-Strižak Danka<sup>1</sup>, Spalević Ljiljana<sup>1</sup>, Rašeta Mladen<sup>2</sup>, Branković Lazić Ivana<sup>2</sup>

*Sadržaj:* U živinarstvu uspeh je u detaljima. Za dobrobit mladih tovnih pilića bitno je da se obezbedi temperatura, kvalitet vazduha i jednostavan pristup vodi i hrani za celo jato. Optimalni uslovi za jato se razlikuju u zavisnosti od hibrida i starosti. Sadržaj proteina u mesu brojlera je 21,5–22,5%, a sadržaj masti 6–8%. Sadržaj mišićnog tkiva u trupu varira između 40 i 70%. Širokoprsni brzorastući tovnici pilići imaju 94–98% mišićnog tkiva u grudnoj muskulaturi. Osim toga, pileće meso je bogato mikroelementima i vitaminima i, kao takvo, vrlo poželjno za ljudsku ishranu, kako u trupovima tako i u proizvodima.

Poslednjih godina sve se veći broj trupova, ili delova trupa, na liniji klanja proglašava uslovno upotrebljivim, ili neupotrebljivim, zbog tehnopatija uzrokovanih unutrašnjim i spoljašnjim uticajima tokom proizvodnje. U radu su opisani potrebni uslovi za smeštaj i uzgoj brojlera i neka stanja koja uzrokuju promene na pilićima zbog kojih se na liniji klanja odbacuju celi trupovi ili delovi trupa. Gubici koji nastaju usled neupotrebljivosti trupa su, u nekim jatima, i do 20%.

**Ključne reči:** brojleri, biosigurnost, ascites, celulitis, miopatije.

## Uvod

Intenzivna brojlerska proizvodnja, kao sastavni deo industrijskog živinarstva, svoj razvoj kod nas je započela šezdesetih godina prošlog veka. Zadovoljenje tržišta relativno jeftinim pilećim mesom omogućeno je kontinuiranim genetskim napretkom proizvodnih osobina linijskih hibrida i celokupnim menadžmentom proizvodnje. Linijski hibridi živine, koji se danas uzgajaju, genetski su projektovani na veliku produktivnost. Izbor hibrida zasniva se na proizvodnim parametrima, a pri tome se zanemaruje zdravlje živine. Zatvoreni živinarnici postali su jedini životni prostor u kojem živina ostaje, od piletina do kraja eksploatacije (Maslić-Strižak i Spalević, 2011a). Uzgoj u zatvorenim živinarnicima, pod kontrolisanim uslovima temperature, vlage, svetla i ventilacije i uz primenu biosigurnosnih mera i imunoprofilakse rezultirao je smanjenjem rizika od pojave parazitarne i infektivne bolesti. Lokacije za gradnju objekta moraju biti izdvojene od drugih proizvodnih pogona i izvan naselja radi očuvanja zdravlja životinja i ljudi. Zaštitna ograda oko objekta i dezinfekciona barijera sprečavaju unos patogena preko

ljudi i kamiona (Vučemilo, 2007; Vidić i dr., 2008; [www.supermix.com/tehnoloskivodic.pdf](http://www.supermix.com/tehnoloskivodic.pdf)). Godišnje se u jednom objektu proizvede 5–6 turnusa pilića. U tovu brojlera je osnovno pravilo da se radi „sve unutra sve van“ i da se nakon svakog završenog tova objekti izdubravaju, peru, remontuju i dezinfikuju i, uz odmor od 14 do 21 dan, objekat se osposobljava za prijem novih jednodnevnih pilića (Akres i dr., 1975; Lane i Bates, 1982; Ilić i dr., 2009). Nakon useljenja pilića u dezinfikovani objekat, svakodnevno, sa porastom pilića, raste i broj mikroorganizama u objektu tako da je na kraju tova moguće naći i 1,14 miliona mikroorganizama u 1 mm<sup>3</sup> vazduha. Ventilacijom objekta vazduh se izduvava u okolinu i već na udaljenosti od 3 m od objekta broj bakterija je za 96% manji, a broj gljivica za 20% manji nego u objektu. Na udaljenosti od 40 do 50 metara od farme broj mikroorganizama se izjednačava sa brojem mikroorganizama u naselju (Gagić i dr., 1986; Maslić-Strižak i Spalević, 2010a; Maslić-Strižak i Spalević, 2010b). Brojleri se tove na podu, a oprema za napajanje, hranjenje i održavanje mikroklimatskih uslova je automatska. Pilići, u prvim danima, nemaju razvijen sistem termoregulacije, te je neophod-

**Napomena:** Rad je rezultat rada na projektu Ev. br. 031083 „Smanjivanje sadržaja natrijuma u proizvodima od mesa – tehnološke mogućnosti, karakteristike kvaliteta i zdravstveni aspekti“, koji finansira Ministarstvo prosvete i nauke, u periodu 2011–2014. godine.

<sup>1</sup>Naučni institut za veterinarstvo Srbije, Vojvode Toze 14, 11000 Beograd, Republika Srbija;

<sup>2</sup>Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kačanskog 13, 11000 Beograd, Republika Srbija.

no da u prostoru u kojem se pilići kreću temperatura bude 33°C (temperatura okoline se smanjuje sa rastom pilića). Ventilatori moraju da obezbede 3–6 m<sup>3</sup> vazduha na sat po kg žive mase, uz brzinu strujanja od 0,15–0,20 m/sekundi. Vлага u objektu treba da bude 60–65%. Zbog kvaliteta pilećeg mesa, koje sadrži 21–22,5% proteina (Ristic i dr., 2007; Ristic i dr., 2008) sa najboljim odnosom aminokiselina, posebno triptofana i treonina, koji, prema saznanjima, najviše nedostaju u ljudskoj ishrani, pred selekcionare se postavljaju sve veći zahtevi radi postizanja veće proizvodnje, a sa ciljem skraćenja tovnog perioda, povećanja završnih telesnih masa i promene u konformaciji trupa sa povećanjem udela grudi. Jedan od zadataka selekcije je i da se odgoji pile koje ima što manje perja u momentu završetka tova. Gotovim krmnim smešama za ishranu dodaju se brojni aditivi za prevenciju i lečenje bolesti (Petrović i dr., 2007; Škrbić i dr., 2010). U postizanju ciljeva postavljenih pred selekcionare proizvedeni su brzorastući širokoprсни brojlerski pilići koji slabo operjavaju, a kod kojih je vremenom došlo do promene anatomskih, fizioloških, metaboličkih i hematoloških parametara (Hassanzadeh, 2005; Hassanzadeh, 2008). Pilići imaju visok bazalni metabolizam i zahtevaju strogo izbalansirane obroke sastavljene od energetski bogatih hraniva. Kod ovih pilića srce i pluća su jedva u stanju da obezbede dovoljno kiseonika da bi se zadovoljile potrebe tela (Decuyper i dr., 1994; Julian, 1990). Uprkos svim tim promenama, uz kontrolisane uslove menadžmenta i biosigurnosne mere, selekcionari su uspeli da proizvedu piliće čija je dužina tova skraćena na 34,5 do 40 dana. Za to vreme postiže se telesna masa od 2 do 2,8 kg, uz konverziju hrane i do 1,47 (Mitrović i dr., 2010).

Kontinuiranim genetskim promenama i poboljšanjima ishrane, u cilju veće proizvodnje mesa, došlo je do pojave niza poremećaja zdravlja koje označavamo kao tehnopatije, a koje su uzrokovane unutrašnjim i spoljašnjim faktorima i javljaju se u svim fazama proizvodnje, od inkubacije do proizvodnje rasplodnih jaja. Tehnopatije su uzrokovane, kako hipotireoidizmom kod brzorastućih brojlera, disbalansom u potrebama i obezbeđenju kiseonika, tako i različitim rasporedom svetla, nepravilnim hranjenjem ili lošom ventilacijom (Kor i dr., 2011; Vranić i dr., 2011). Interakcija unutrašnjih i spoljašnjih faktora zbog kojih nastaju tehnopatije rezultira smanjenom proizvodnjom jaja i pilića, lošijim prirastom, povećanom potrošnjom hrane kao i povećanim brojem uginuća. Neki poremećaji koji nastaju kao rezultat tehnopatija su vidljivi tek u klanicama kod rasecanja trupova, kao kod degenerativne miopatije (bolest zelenog mišića), a nekad izazivaju povećani broj uginuća, kao kod ascitesa (sindroma iznenadne smr-

ti). Tehnopatije uslovljavaju slabiji kvalitet mesa, ili meso koje je neupotrebljivo i tako nanose velike štete žinvinarskoj proizvodnji.

### Ascites (sindrom iznenadne smrti)

Ascites je metabolički poremećaj i nastaje kao rezultat uticaja različitih, spoljašnjih i unutrašnjih faktora (Julian, 2005; Dahal, 2011; Luger, 2001; Malan i dr., 2003). Za početak ascitesa može biti vezan i nizak nivo kiseonika u inkubatoru tokom razvoja embriona (Maxwell i dr., 1987). Brzi rast brojlera postiže se hranjenjem živine energetski bogatim hranivima, kako bi se zadovoljili njihovi prehrambeni zahtevi. Brzorastući brojleri imaju visok bazalni metabolizam, kako bi koristili visoku energiju u ishrani, tako da se potreba za kiseonikom multiplicira. Povećan prirast kod brzorastućih brojlera zahteva veći metabolički napor i povećanje minutnog volumena, što uzrokuje plućnu hipertenziju i ascites (Schelle, 1993; Julian, 1993). Neadekvatna opskrbljenost kiseonikom, slaba ventilacija i fiziologija (potrošnja kiseonika koja zavisi od hibrida) dovode do disbalansa u potrebama i obezbeđenju kiseonika. Osetljivost prema ascitesu često može nastati u ranim fazama embriogeneze i inkubacije, a dijagnostikuje se tokom 2–5 nedelja starosti, iako je nekad moguće uočiti znake ascitesa i kod jedan dan starih pilića (Muirhead, 1987). Bolest se manifestuje kod odraslih pilića kao dispnea i cijanoza. Morbiditet je, obično, od 5% do 25%, mortalitet od 2% do 10%, a zabeležen je mortalitet i do 25% uzrokovan ascitesom (Balog, 2003). Smanjen unos hranljivih materija može da smanji učestalost ascitesa u jatu (Shlosberg i dr., 1991).

Za ascites nema specifičnog leka i lečenja. Preventivne mere koje se sprovode u borbi sa ovim problemom zasnivaju se na obezbeđenju dovoljne količine kiseonika u svim fazama života brojlera. Posebno je potrebno da tokom inkubacije mešavina gasova u inkubatoru bude zadovoljavajuća, jer od koncentracije kiseonika u vazdušnoj komori zavisi pravilan razvoj embriona. Dužina i/ili težina prenatalne hipoksije može uticati na postnatalne karakteristike koje su povezane sa ascitesom (Davis i dr., 1995). Davanje vitamina E može pomoći u smanjenju nivoa oksidativnog stresa u krvi pluća brojlera i time pomoći očuvanju endotela, jer pilići kod kojih se razvija ascites imaju nizak nivo tokoferola u jetri i plućima, što ukazuje na to da poremećen antioksidativni status učestvuje u pojavi plućne hipertenzije. Uz vitamin E potrebno je dati i vitamin C. Davanje vitamina C ovim pilićima se preporučuje i zbog smanjenja uticaja raznih drugih stresova, ali i kao antioksidant. Takođe, vitamin C ima i metaboličku aktivnost

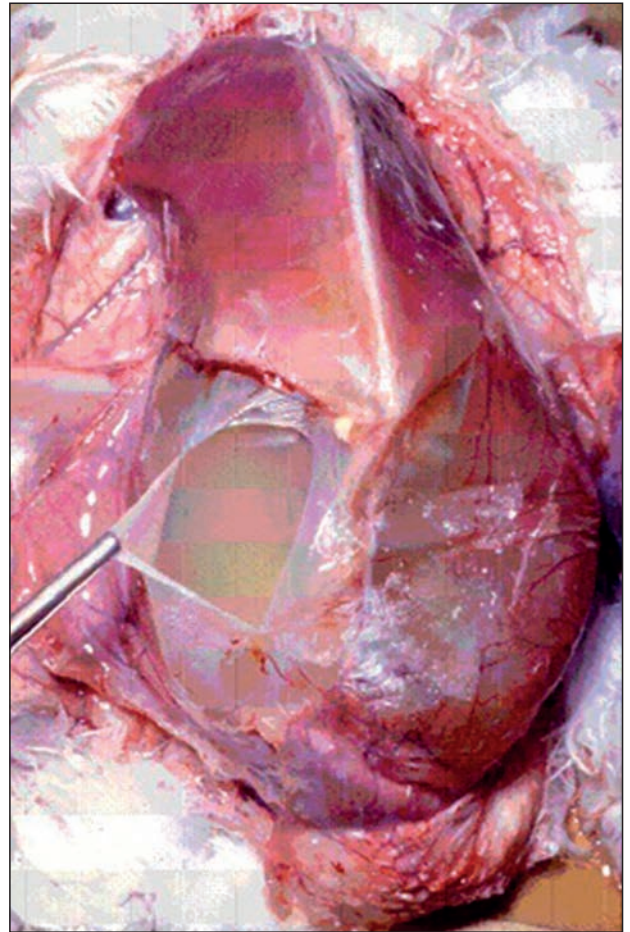
jer smanjuje otpor protoka krvi kroz uske kapilare pluća (Decuyper *i dr.*, 2005).

Dužina svetlosnog dana kod brzorastućih brojlera može imati uticaj na pojavu ascitesa (sindroma iznenadne smrti). Prema nekim istraživanjima, primenom skraćenog svetlosnog dana u ranom uzrastu (3 do 4 dana) smanjuje se incidenca pojave ascitesa za 30 do 60%. Na taj način se smanjuje brzina rasta brojlera u prvim danima života, a produžavanjem svetla od 23 sata do 35. dana postižu se zadovoljavajući rezultati tova (Decuyper *i dr.*, 2000). Budući da se ovaj sindrom pojavljuje kod brzorastućih pilića koji su selekcionisani da jedu do iznemoglosti, ograničenje obroka u prvim danima života smanjuje procenat uginuća za 75%. Za ovakve piliće bolje je da je hrana brašnasta i da se potrebe u energiji zadovolje iz masnih izvora nego iz glukoze.

U svojim istraživanjima Scheele *i dr.*, (2005) ukazuju da ne postoji uvek uzajamni odnos između brzine rasta i osetljivosti pilića na sindrom iznenadne smrti, koji se još naziva ascites, ali ističu veliki uticaj spoljašnjih faktora. Jedan od spoljašnjih faktora koji može imati uticaj na pojavu sindroma iznenadne smrti je i gustina naseljenosti. Gustina naseljenosti u pojavi bolesti je značajna ne samo zbog nemogućnosti obezbeđenja dovoljne količine kiseonika, nego i zbog stvaranja uslova za lakše međusobno povređivanje živine. Visoka gustina naseljenosti tovnih pilića po metru kvadratnom poda, osim što je problem za dobrobit životinja, utiče i slabiji kvalitet vazduha i prostirke u živinarnicima, što može rezultirati i povećanim brojem uginuća (Maslić-Strižak *i Spalević*, 2011b; Martrenchar *i dr.*, 1997; Proudfoot *i Hulan*, 1985).

Za sprečavanje pojave ascitesa, u hrani za brojlere ne sme da se nađe više od 2000 mg/kg natrijuma. Kod pravljenja receptura za hranu mora se računati i natrijum iz komponenti, a ne samo iz dodatog NaCl. Ako je natrijum prisutan u vodi za piće, za svakih 500 mg/l vode, smanjuje se za 1000–1500 mg/kg u hrani. Za brojlerske piliće voda treba da sadrži manje od 1000 mg/kg natrijuma. Piliće na visinama preko 1800 m, zbog smanjene koncentracije kiseonika, ne bi trebalo toвити.

Uginuća koja nastaju zbog ascitesa javljaju se u završnim fazama tova, tako da većina obolelih pilića dospe u klanicu. Kod pilića sa ascitesom uočavaju se rastegnuti trbuh, respiratorni distress i cijanoza. Prilikom klanja, nalaze se tamno prebojeni grudni mišići, a trbuh je izrazito proširen. U trbušnoj šupljini je moguće naći i do 300 ml bistre žute tečnosti sa ugrušcima fibrina (slika 1). Desna strana srca je uvećana, dilatirana i hipertrofična, a u srčanoj ovojnici je prisutna tečnost. Jetra je siva, povećana i zaobljenih rubova, a pluća su edematozna. Takvi pilići su, uglavnom, zaostali u rastu. Trupovi tih pilića se na klanicama odbacuju kao neupotrebljivi.



**Slika 1.** Ascites – trbušna šupljina ispunjena žutom tekućinom

**Picture 1.** Ascites – abdominal cavity filled with yellow fluid

(<http://ars.sciencedirect.com/content/image/1-s2.0-S0034528811000993-gr11.jpg>)

## Celulitis

Celulitis je upala vezivnog tkiva koja se najčešće može utvrditi tek na liniji klanja, iako se javlja već u uzrastu od 15. do 20. dana. Promene su vidljive u potkožju ili između mišića u vidu nakupina fibrina. Razlog pojave upale potkožja su povrede, ogrebotine ili poderotine kože izazvane loše obrađenom opremom, ili međusobnim povredama pilića usled prenaseljenosti, ili nekog drugog razloga za uznemirenost pilića (slika 2). Te povrede postaju ulazna vrata za bakterije, najčešće pojedinih sojeva *E. coli* (Sorensen *i dr.*, 2000; Jeffrey *i dr.*, 2002).

Jata zahvaćena ovakvim upalama imaju slabiji prirast i neujednačena su. Na liniji klanja se uočavaju promene u boji kože, a rasecanjem trupova uočavaju se bledežute do krem kazeozne nakupine ispod kože, ili između mišića (slika 3), (Calnek *i dr.*, 1997; Derakhshanfar *i Ghanbarpour*, 2002).



**Slika 2.** Povrede kože nastale usled prenaseljenosti objekta za živinu

**Picture 2.** Skin injuries caused by high stocking density of poultry house

(Kolekcija fotografija Naučnog instituta za veterinarstvo Srbije, Beograd/Photo collection of the Scientific Institute of Veterinary Medicine Serbia, Belgrade).

Problem se jako teško uočava za života pilića, tako da se lečenje sprovodi samo u slučajevima kad se dovoljno rano utvrdi mogućnost pojave ovog problema. Tovni pilići, obično, slabo i sporo operjavaju i zbog toga su izloženi povredama kože. Tada se može sprovesti antibiotska terapija, ali samo pod uslovom da se otkloni razlog povređivanja (smanjenje gustine naseljenosti, poboljšanje uslova dr-

žanja ili sl.). Praćenje nivoa oštećenja kože mogla bi biti korisna preventivna mera, što ne znači da je svaka ogrebotina razlog za pojavu celulitisa. Zbog prisustva celulitisa trupovi pilića se moraju preradivati (Singer i dr., 1999).

### **Kontaktni dermatitis (Contact Dermatitis, Hock Burn, Pododermatitis)**

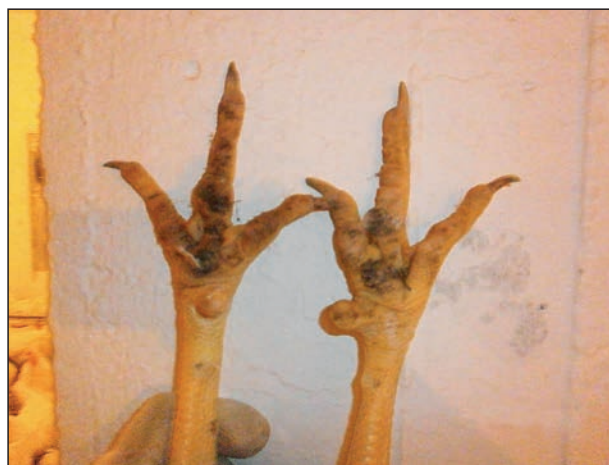
Tovni pilići, uglavnom, se uzgajaju na podu u dubokoj prostirci. Podovi objekata su tvrdi, obično betonski, a kao prostirka služe, uglavnom, sporedni proizvodi poljoprivredne proizvodnje. Greške u odabiru prostirke mogu biti uzrok različitih poremećaja, kako na nogama, tako i na ostalim delovima tela. Jedan od tih poremećaja je kontaktni dermatitis (Contact Dermatitis, Hock Burn, Pododermatitis) koji se susreće kod svih kategorija živine, ali najčešće kod roditelja teških linija i brojlerskih pilića, posebno u uslovima povećane gustine naseljenosti (Blokhuis i van der Haar, 1990). Usled dugotrajnog stajanja na nekvalitetnoj, vlažnoj i tvrdj prostirci, nastaju promene na stopalima (mekanim delovima) koje se šire na zadnje površine skočnog zgloba (slika 4). Intenzitet promena je različit, od promena na površini kože do dubokih ulceracija, što je u direktnom odnosu sa higijenskim uslovima u objektu. Te promene omogućavaju ulazak bakterija, koje izazivaju sekundarne infekcije. Na klancama se zbog toga odbacuju noge i drugi promenjeni delovi trupa.



**Slika 3.** Celulitis – kazeozne nakupine između mišića

**Picture 3.** Cellulitis – caseous deposits between muscles

(Kolekcija fotografija Naučnog instituta za veterinarstvo Srbije, Beograd/Photo collection of the Scientific Institute of Veterinary Medicine Serbia, Belgrade).



**Slika 4.** Pododermatitis – promene na stopalima nastale usled neadekvatne prostirke

**Picture 4.** Pododermatitis – changes on the feet caused by inadequate litter

(Kolekcija fotografija Naučnog instituta za veterinarstvo Srbije, Beograd/Photo collection of the Scientific Institute of Veterinary Medicine Serbia, Belgrade)



## Prsna kvrga (breast blister)

Pododermatitis može biti početak većih problema jer živina mnogo vremena provodi ležeći, što dovodi do povrede neoperjalih delova grudnog koša iz kojih se razvija prsna kvrga (breast blister) ili grudni plik (*Proudfoot i dr., 1979; Proudfoot i Hulan, 1985*). Promenjena mesta omogućavaju infekciju bakterijama iz roda *Staphylococcus* kao i drugim bakterijama, koja se javlja kao sekundarni problem. Morbiditet može dostići i do 50%, ali obično ovakva stanja ne uzrokuju uginuća. Pregledom jata pre klanja na grudima se vide mesta sa promenjenom bojom, izražene modrice, a neretko i otoci. Nakon klanja nalazi se burzitis duž grudne kosti, a moguće je naći i formirano ožiljno tkivo. Trupovi se moraju konfekcionirati i promenjeni delovi (obično su to delovi grudnog mišića i sternum) odbacuju se kao neupotrebljivi.

## Bolest zelenog mišića (Green muscia disease Deep Pectoral Myopathy)

Kod brzorastući širokoprsnih brojlerskih pilića, grudni mišići predstavljaju jednu četvrtinu mase trupa, jednu četvrtinu žive mase i čak jednu polovinu količine jestivog proteina. Kod ovih pilića je od 1968. godine registrovana degenerativna miopatija (Deep Pectoral Myopathy – DPM) i bolest zelenog mišića (Green muscia disease). Promene se nalaze i u generacijama roditelja i njihovih potomaka. U klanicama, bolest se beleži u različitom procentu kod pojedinih jata, i to od 3 do 17%. Iako se promene na suprakorakoidnom mišiću uočavaju tek u klanici, kod rasecanja grudi, one mogu nastati u bilo kom periodu života (slika 5). Razlog nastajanja promena je anatomske položaj dubokog grudnog mišića (*m. pectoralis minor supracoracoideus*) koji je okružen neelastičnom fascijom i grudnom kosti. Pošto je uloga ovog mišića u podizanju krila, mišić koji je dobro razvijen nije u stanju da odgovori svojim fiziološkim zahtevima. Tokom pomeranja, mišić za oko 20%, povećava svoju masu usled povećanog protoka krvi kroz njega. Zbog toga dolazi do ukleštenja mišića između kosti i čvrste fascije, krvne žile unutar mišića su pritisnute i nakon izvesnog vremena nastupa nekroza. U početku procesa nekrotično mišićno tkivo je otečeno, crvenkasto-smeđe boje, a kasnije postaje zeleno do svetlozeleno. Kod živine kod koje je došlo do ovakvih promena nije poremećeno opšte zdravstveno stanje i to se označava kao estetska smetnja koja je uočljiva na klanici kod rasecanja trupova. Zbog odbacivanja znatne količine belog mesa ova promena uzrokuje velike ekonom-

ske štete (*Lien i dr., 2011; Anonymus, 2008*). Pojava DPM se povećava sa povećanjem telesnih masa tovnih pilića. Bolest je česta u jatima izloženim stresovima zbog buke, ili uznemiravanja tokom manipulacije radnika u objektu, jer tada ptice naglo pokreću krila. Brzorastuća širokoprsna živina, koja se tovi na ispuštima, često ima promene na dubokom mišiću. Da bi se smanjila pojava promena nastalih na dubokom grudnom mišiću potreban je veliki selekcijski rad kao i pažljivo ophođenje sa živinom. Davanje selena, vitamina E, metionina ili drugih elemenata i jedinjenja nije dalo rezultate u smanjivanju ovog problema.



**Slika 5.** Duboka pektoralna miopatija – bolest zelenog mišića

**Picture 5.** Deep Pectoral Myopathy (DPM), Green muscle disease

(Kolekcija fotografija Naučnog instituta za veterinarstvo Srbije, Beograd/Photo collection of the Scientific Institute of Veterinary Medicine Serbia, Belgrade).

## Zaključak

Glavni cilj industrijskog živinarstva je da se u najkraćem periodu tova i sa malom konverzijom hrane dobije što veća proizvodnja mesa pernate živine. Proizvodnja brzorastućih širokoprsnih tovnih pilića je rezultat dugogodišnjeg napornog rada selekcionara, koji su uspeali da u grudnom mišiću dobiju 94–98% mišićnog tkiva, a u nogama 92–97%. Sadržaj mišićnog tkiva u trupu je kod ovih pilića 40–70%. U mesu tovnih pilića ima od 6–8% masti i 21,5–22,5% proteina. Brojleri držani na podu imaju manje masti od onih uzgajanih u kavezima. Dužina tova brojlera skraćena je na 34,5–40 dana, a konverzija hrane od 1,47–1,7 kg po kilogramu prirasta. U procesima genetskog napretka došlo je do prome-

na anatomskih, fizioloških, metaboličkih i hemato-  
loških parametara, što zahteva poštovanje svih spo-  
ljašnjih faktora (ventilacija, toplota, svetlo, gustina  
naseljenosti) i kvaliteta hrane radi obezbeđenja pro-

izvodnje kvalitetnog mesa brojlerskih pilića. Neis-  
punjavanje bilo kojeg zahteva u tovu brojlera rezul-  
tira odbacivanjem trupova ili delova trupa i gubitak  
mesa i do 20% u nekim jatima.

## Literatura

- Akres J. B., 1975.** Drying of poultry manure – an economic and technical feasibility study. In Proceedings of the Third International Symposium on Livestock Wastes, Michigan, U.S.A. 473–477.
- Anonymous, 2008.** Green Muscle Disease Reducing the incidence in broiler flocks Ross TECH 08/48.
- Balog J. M., 2003.** Ascites syndrome (Pulmonary Hypertension Syndrome) in broiler chickens: Are we seeing the light at the end of the tunnel? Poultry and Avian Biology Reviews, 14, 99–126.
- Blokhuis H. J., van der Haar J. W., 1990.** The effect of the stocking density on the behaviour of broilers. Arch. Geflü Gelk., 54, 74–77.
- Calnek B. W., Barnes J. H., Beard C. W., McDougald L. R., Saif Y. M., 1997.** Diseases of poultry. 10th ed., Mosby-Wolfe, 136–137.
- Dahal G. K., 2011.** Ascites (Water Belly) in Broiler Chickens during Winter Season (Guyboro). <http://en.engormix.com/MA-poultry-industry/health/forums/ascites-water-belly-broiler-t5202/165-p0.htm>
- Davis J. F., de la Torre J. C., Teng M., Castro A. E., Doman J. T., Noble T. L., Yuen S., 1995.** Spiking mortality syndrome in chickens. Veterinary Record, 136–204.
- Decuypere E., Vega C., Bartha T., Buyuse J., Zoons J., Albers G. G. A., 1994.** Increased sensitivity to triiodothyronine (T3) of broiler lines with a high susceptibility for ascites. British Poultry Science 35, 287–298.
- Decuypere E., Buyuse J., Buys N., 2000.** Ascites in broiler chickens: exogenous and endogenous structural and functional causal factors. World's Poultry Science Journal, 56, 367–376.
- Decuypere E., Hassanzadeh M., Buyuse J., Buys N., 2005.** Further insights into the susceptibility of ascites. Veterinary Journal, 169, 319–320.
- Derakhshanfar A., Ghanbarpour R., 2002.** A study on avian cellulitis in broiler chickens, Veterinarski arhiv 72, 5, 277–284.
- Gagić A., Hadžiabdić E., Franković S., Sando D., Maslić-Strižak D., Hujjić A., 1986.** Intenzitet kontaminacije ambijenta tokom karantina. Peradarstvo, 21, 7–8, 13–15.
- Hassanzadeh M., Gilanpour H., Charkhakar S., Buyuse J., Decuypere E., 2005.** Anatomical parameters of cardiopulmonary system in three different lines of chickens: further evidence for involvement in ascites syndrome. Avian Pathology, 34, 1–6.
- Hassanzadeh M., Buyuse J., Decuypere E., 2008.** Further evidence for the involvement of anatomical parameters of cardiopulmonary system in the development of ascites syndrome in broiler chickens. Acta Veterinaria Hungarica, 56, 71–80.
- <http://www.superpremix.com/tehnoloskivodic.pdf>, Latinović R., Tehnološki vodič za tov brojlera.
- Ilić Ž., Jakić-Dimić D., Maslić-Strižak D., Pavlović I., Miljković B., Žugić G., Gavrović M., 2009.** Efficacy of some disinfectants and E.coli microorganisms isolated in poultry breeding houses/farms. Biotechnology in Animal Husbandry, 25, 5–6, 1117–1122.
- Jeffrey J. S., Nolan L. K., Tonooka K. H., Wolfe S., Giddings C.W., Horne S.M., Foley S.L., Lynne A. M., Ebert J. O., Elijah L. M., Bjorklund G., Pfaff-McDonough S.J., Singer R. S., Doetkott C., 2002.** Virulence Factors of Escherichia coli from Cellulitis or Colisepticemia Lesions in Chickens. Avian Diseases, 46, 48–52.
- Julian R. J., 1990.** Pulmonary hypertension: a cause of right heart failure, ascites in meat-type chickens. Feedstuffs, Jan 20, 1990.
- Julian R. J., 1993.** Ascites in Poultry. Avian Pathology, 22, 419–454.
- Julian R. J., 2005.** Production and growth related disorders and other metabolic diseases of poultry – a review. Veterinary Journal, 169, 350–369.
- Kor K., Yazdani A. R., Hashemi-Tabaer M., 2011.** Technical Efficiency in chicken farms – An analysis of technical efficiency through Data Envelopment Analysis method (DEA) (a case study of chicken farms in Bandar-Turkmen region). <http://en.engormix.com/MA-poultry-industry/genetic/articles/technical-efficiency-in-chicken-farms-t2086/103-p0.htm>.
- Lane T. H., Bates T. E., 1982.** Sampling and chemical analysis of manure. In: The Manure Management Handbook Ont. Soil and Crop Imp Ass, Ont Min. of Agriculture and Food, Ont. Agricultural College, Canada, str. B to B2-2.
- Lien R. J., Bilgili S.F., Hess J.B., Joiner K. S., 2011.** Deep pectoral myopathy which is increasing in broilers reader for deboning, results from multiple genetic, physiological and management factors. Watt poultry USA, May 2011, 15–19.
- Luger D., Shinder D., Rzepakovsky V., Rusal M., Yahav S., 2001.** Association between weight gain, blood parameters, thyroid hormones and development of ascites syndrome in broiler chickens. Poultry Science, 80, 965–971.
- Malan D. D., Scheele C. W., Buyuse J., Kwakernaak C., Siebrits F. K., Van der Klis J. D., Decuypere E., 2003.** Metabolic rate and its relationship with ascites in chicken genotypes. British Poultry Science, 44, 309–315.
- Martrenchar A., Morisse J. P., Huonnic D., Cotte J. P., 1997.** Influence of stocking density on some behavioural, physiological and productivity traits of broilers. Veterinary Research, 28, 473–480.
- Maslić-Strižak D., Spalević Lj., 2010a.** Dezinfekcija, biosigurnosna mera u industrijskom žvinarstvu; Zbornik radova XXI Savetovanja dezinfekcija, dezinsekcija i deratizacija u zaštiti zdravlja životinja i ljudi (sa međunarodnim učešćem) Vrnjačka Banja, 27–30. maj 2010, 36–40.
- Maslić-Strižak D., Spalević Lj., Ilić Ž., Miljković B., 2010b.** Bioaerosol u objektima konzumnih jaja, Žvinarstvo, 6–7, 4–7.
- Maslić-Strižak D., Spalević Lj., 2011.** Žvinarstvo i zaštita životne sredine u skladu sa načelima održivog razvoja. Ecologica, 18, 63, 585–588.

- Maslić-Strižak D., Spalević Lj., 2011a.** Tehnopatije u savremenoj živinarskoj proizvodnji *Živinarstvo*, XLVI, 7–8, 2–17.
- Maxwell M. H., Tullett, S. G., Burton F. G., 1987.** Haematology and morphological changes in young broiler chicks with experimentally induced hypoxia. *Research in Veterinary Science*, 43, 331–388.
- Mitrović S., Pupavac V., Đermanović Đ., Ostojić Z., 2010.** Uticaj trajanja tova na proizvodne performanse brojler-skih pilića hibrida Cobb 500. *Radovi sa XXIV savetovanja agronoma, veterinara i tehnologa*, 16, 3–4.
- Muirhead S., 1987.** Research defines events leading to the accumulation of fluid in broilers. *Feed stuffs*, Jan. 19, 1987.
- Petrović J., Baltić Ž. M., Kljajić R., Kapetanov M., 2007.** Rezistencija zoonotskih patogena koji potiču iz mesa živine prema antimikrobnim lekovima. *Tehnologija mesa*, 49, 3–4, 147–152.
- Powel F.L., 2000.** Respiration, in: *Sturkie's Avian Physiology*, Edited by G. Causey Whittow, New York, Academic Press, 233–264.
- Proudfoot F. G., Hulan H. W., Ramey D. R., 1979.** The effect of four stocking densities on broiler carcass grade, the incidence of breast blisters, and other performance traits. *Poultry Science*, 58, 791–793.
- Proudfoot F. G., Hulan H. W., 1985.** Effects of stocking density on the incidence of scabby hip syndrome among broiler chickens. *Poultry Science*, 64, 2001–2003.
- Rašeta M., Matekalo-Sverak V., Lilić S., Velebit B., Borović B., Gerić T., Šego Z., 2010.** Hygiene trade conditions of unpacked poultry meat and giblets in retail in Serbia. XII International Symposium NODA, Feed Technology, Serbia, Novi Sad, October 19–21, 79–85.
- Ristic M., Freudenreich P., Damme K., 2007.** Ökologische und konventionelle Geflügelproduktion – Ein Vergleich des Schlachtkörperwertes und dre Fleischqualität. *Tehnologija mesa*, 49, 1–2, 53–58.
- Ristic M., Freudenreich P., Damme K., 2008.** Die chemische Zusammensetzung des geflügel-fleisches – ein vergleich zwischen broilern, suppenhühnern, puten, enten und gänsen. *Tehnologija mesa*, 49, 3–4, 82–87.
- Schelle C. W., 1993.** Effects of nutritional factors on the occurrence of ascites and heart failure syndrome. *Strane* 149–162 u: *Proceedings of the 9th European Symposium on Poultry Nutrition*, September 5–9, 1993. Jelling Gore, Poland.
- Scheele C. W., Van der Klis J. D., Kwakernaak C., Dekker R. A., Van Middelkoop J. H., Buyse J., Decuypere E., 2005.** Ascites and venous carbon dioxide tension in juvenile chickens of highly selected genotypes and native strain. *World's Poultry Science Association*, 61, 113–129.
- Shlosberg A., Berman E., Bendheim U., Plavnik I., 1991.** Controlled early feed restriction as a potential means of reducing the incidence of ascites in broilers. *Avian Diseases*, 35, 681–684.
- Singer R. S., Jeffrey J. S., Carpenter T. E., Cooke C. L., Chin R. P., Atwill E. R., Hirsh D. C. 1999.** Spatial heterogeneity of *Escherichia coli* DNA fingerprints isolated from cellulitis lesions in chickens. *Avian Diseases*, 43, 756–62.
- Sorensen P., Su G., Kestin S. C., 2000.** Effects of Age and Stocking Density on Leg Weaknees in Broiler Chickens. *Poultry Science*, 79, 864–870.
- Škrbić Z., Pavlovski Z., Lukić M., Tomašević D., 2010.** Tehnologija proizvodnje pilećeg mesa u sistemu gajenja sa ispuštima, *Biotechnology in Animal Husbandry*, 26, 67–80.
- Vidić B., Boboš S., Savić Jevšenić S., Prica N., 2008.** Značaj primene biosigurnosnih mera i mera kontrole zoonoza na farmama sa aspekta bezbedne hrane. *Savremena poljoprivreda*, 57, 3–4 89–96.
- Vranić V., Rašeta M., Jovanović J., Grbić Z., Grubić M., 2011.** Sledljivost u proizvodnji živinskog mesa u kompaniji Agroživ, *Živinarstvo časopis*, 1–2, 2–8.
- Vučemilo M., 2007.** Iz literature i prakse, volumen IX, siječanj–veljača br. 1, *Zavod za animalnu higijenu, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.*  
www.cobb-vantress.com

## Breeding broiler chickens in the industrial poultry production

Maslić-Strižak Danka, Spalević Ljiljana, Rašeta Mladen, Branković Lazić Ivana

*Summary: Success in poultry relies on small details. For the benefit of young chickens, providing temperature, air quality and simple approach to food and water for the entire flock are essential. Optimal conditions for the flock differ, depending on hybrid and age. The amount of proteins in broiler meat is 21,5 – 22,5%, and the amount of fat 6 – 8%.*

*Content of muscle tissue in the body varies between 40 and 70%. Broad breasted, fast – growing chickens have 94–98% of muscle tissue in the breast muscle. Besides that, chicken meat is rich in micro elements and vitamins and because of that is highly desirable in human nutrition, both in carcasses and meat products.*

*In the past years, more and more carcasses or carcass parts have been declared conditionally usable, or not usable at all, because of the technopathies that came from both internal and external influences during production.*

*This work describes necessary conditions needed for housing and breeding of broilers and some of the conditions that cause changes in chickens for which their carcasses later become entirely, or partially, discarded. Losses that the flock can suffer due to these reasons can be up to 20%.*

**Key words:** broilers, bio security, ascites, cellulitis, myopathies.

Rad primljen: 4.04.2012.

Rad prihvaćen: 17.04.2012.

# Uticaj suncokretovog ulja i svinjske masti na sastav i prisustvo teških metala u masti pilića

Džaferović Aida<sup>1</sup>, Čorbo Selma<sup>2</sup>, Omanović Halil<sup>1</sup>

**S a d r ž a j:** U eksperimentalnom ogledu korišćeni su pilići hibrida Cobb 500 starosne dobi od 42 dana. Pilići su hranjeni hranom u koju je dodato suncokretovo ulje i svinjska mast. Ispitivanja su rađena na topljenoj masti uzetoj sa različitih delova trupa pilića. Ukupan broj pilića bio je 60, podeljenih u dve grupe, po 30 komada u svakoj. Procenat masnoća u smesama za ishranu brojlera, po tretmanima, iznosio je 3%.

Na osnovu dobijenih rezultata stekao se uvid u hemijski sastav i kvalitet ispitivane pileće masti. U uzorcima topljene masti veći sadržaj vode imali su uzorci topljene masti pilića čija je hrana omašćena svinjskom mašču i utvrđene razlike su statistički značajne ( $p < 0,05$ ). Sadržaj sirovih masti u topljenoj masti nije pokazao veliku razliku među tretmanima i utvrđeno je da nema statističke značajnosti ( $p > 0,05$ ). Metodama za ispitivanje topljene masti pilića ustanovljeno je da postoji statistički veoma visoko značajna razlika ( $p < 0,001$ ) jednog broja u zavisnosti od primenjenih načina omašćivanja hrane. Veću vrednost jednog broja imala je mast pilića koji su hranjeni hranom omašćenom suncokretovim uljem i iznosila je 86,01 g  $J_2/100$  g, dok je vrednost jednog broja masti pilića čija je hrana omašćena svinjskom masti iznosila 74,10 g  $J_2/100$  g. Određivanjem saponifikacionog broja utvrđeno je da postoji statistički visoko značajna razlika ( $p < 0,01$ ), jer je saponifikacioni broj bio veći kod masti pilića čija je hrana omašćena svinjskom masti i iznosio je 193,34 mg KOH/g u odnosu na drugi tretman ishrane, čija je vrednost iznosila 190,03 mg KOH/g.

U uzorcima topljene masti kod oba načina ishrane ustanovljen je povećan nivo kadmijuma (Cd) u odnosu na Pravilnik o najvećim dopuštenim količinama određenih kontaminanata u hrani, i njihova je vrednost iznosila 0,07 mg/kg. Vrednosti za Pb i Cu u topljenoj masti pilića oba tretmana ishrane nisu bile povećane prema navedenom Pravilniku. Prisustvo toksičnih metala u topljenoj masti je posledica vrste hrane kojom su pilići hranjeni i vrste omašćivača u kojima su bili prisutni toksični metali.

**Ključne riječi:** suncokretovo ulje, svinjska mast, jedni broj, saponifikacioni broj, teški metali.

## Uvod

Namirnice životinjskog porekla su od izuzetne važnosti u ishrani sve brojnije populacije ljudi. Posebnu važnost u ishrani ljudi imaju polinezasićene masne kiseline (omega-3 i omega-6), te njihovo prisustvo u hrani, a posebno je odnos omega-3 i omega-6 polinezasićenih masnih kiselina značajan za zdravlje ljudi (Čorbo, 2008). Stoga je stalni zadatak da se pronađe odgovarajuća vrsta masnoća i optimalan način omašćivanja hrane za tov pilića, kako bi se postigao što povoljniji sadržaj polinezasićenih i mononezasićenih masnih kiselina kao i optimalan odnos polinezasićenih i zasićenih masnih kiselina. Odgovarajućim odnosom omega-3 i omega-6 masnih kiselina, bi se, preko hrane, direktno uticalo na kvalitet masti pilića (Sanz i dr., 1999). U brojlerskoj proizvodnji postoje velike mogućnosti promena faktora uzgoja, od kojih zavisi uspešnost ove proizvodnje. Posebno važan segment u tim faktori-

ma zauzima ishrana. Ispitivanjem uticaja hrane, koja sadrži sojino ulje i loj, na tov pilića Wongsuthavas i dr. (2007) su ustanovili da navedena hrana ima uticaj na količinu vode i masti u topljenoj masti pilića. Obogaćenje hrane za tov, npr. bakrom, može izazvati stimulaciju ili smanjeni učinak nekih enzima (9-desaturaze i 6-desaturaze) i time uticati na strukturu triacilglicerola u potkožnom masnom tkivu životinja. Zbog mogućih nepoželjnih pojava, ovakve modifikacije u dizajniranju hrane za tov treba sprovoditi sa posebnom pažnjom (Gurr, 2009).

Crespo i Esteve-Garcija (2002a; 2002b; 2002c; 2001) su u različitim eksperimentima dobili značajne rezultate kada je u pitanju uticaj različitih masnih kiselina iz hrane za tov na deponovanje abdominalnih masti kod brojlera, na parametre trupa, sastav masnih kiselina u belom i crvenom mesu i sadržaj holesterola, te su odvojeno ispitivali uticaj pola na ove parametre. Navedeni autori su ispitali četiri grupe brojlera hranjene hranom omašćenom

<sup>1</sup>Univerzitet u Bihacu, Biotehnički fakultet, Kulina Bana 2, 77 000 Bihac, Bosna i Hercegovina;

<sup>2</sup>Univerzitet u Sarajevu, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Zmaja od Bosne 8, 71 000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina.

sa četiri različite masnoće (goveđi loj, maslinovo ulje, suncokretovo ulje i laneno ulje) koje su dodate u količinama od 6% i 10%. Pilićima muškog pola davana je hrana u periodu od 21 do 42 dana, a pilićima ženskog pola u periodu od 21 do 49 dana. Pokazalo se da brojleri hranjeni suncokretovim i lanenim uljem imaju bolju vrednost za iskorišćenje hrane, bez obzira u kojoj su količini dodata ulja. Istraživanjem uticaja sastava masnih kiselina na masno tkivo životinja, preživara i nepreživara, *Azain* (2004) je pokazao da se izborom masti za omašćivanje hrane može direktno uticati na masnokiselinski sastav masnog tkiva.

U svojim istraživanjima *Lillard i Toledo* (1975) su ispitivali vrednost jednog i saponifikacionog broja pileće masti i pokazali da je sastav masnih kiselina masti dodanih u hrani za tov pilića usko povezan sa ispitivanim parametrima u pilećoj masti.

Neki toksični metali, koji su prisutni i u veoma malim količinama u namirnicama, mogu predstavljati ozbiljne kontaminante, a bilo koji toksični metal, ako je prisutan u visokoj koncentraciji predstavlja toksičnu supstancu za sva živa bića, a naročito za ljude, kao krajnje karike u lancu ishrane. Metali, svojom toksičnošću deluju na biološka tkiva, koja se manifestuje poremećajem vitalnih funkcija u organizmu živog bića (*Grujić i dr.*, 2000).

Primarni cilj naših istraživanja bio je da se, na osnovu saznanja iz literature i eksperimentalnih ispitivanja, izvrši procena uticaja vrste i kvaliteta masti korišćenih za omašćivanje hrane za tov pilića na kvalitet i hemijske parametre lipida u topljenoj masti pilića starosne dobi od 42 dana.

U sklopu ovih istraživanja pratio se uticaj korišćenog biljnog ulja (suncokretovo ulje) i životinjske masti (svinjska mast), koji imaju presudan uticaj, prvenstveno, na hemijski sastav topljene masti. Utvrđen je i sadržaj teških metala kao kontaminanta hrane.

## Materijal i metode rada

### Materijal

Materijal za izradu ovog rada obuhvatio je dve grupe pilića hibrida Cobb 500, koji su hranjeni hranom identičnog nutritivnog sastava. Hrana za tov pilića, omašćena je suncokretovim uljem i svinjskom masti. Pilići, od kojih su uzeti uzorci masti, podeljeni su u dve grupe: prva, koja je hranjena omašćenom hranom u čiji je sastav dodavano suncokretovo ulje (oznaka uzorka – MSU) i druga, u čiji je sastav dodata svinjska mast (oznaka uzorka – MSM).

Pilići su držani u tovu 42 dana, koji je podeljen u dva perioda. U prvom periodu, od 1. do 16. dana, pilići su dobijali početnu (starter) smesu, a u drugom periodu, od 17. do 42. dana, završnu (finišer) smesu. Procenat masnoće u smesama za ishranu brojlera, po tretmanima, je iznosio 3%. Analize su rađene na 60 uzoraka pilića hibrida Cobb 500, odnosno po 30 uzoraka za svaki tretman ishrane, osim za toksične metale.

Toksični metali su ispitani u uzorcima topljene masti uzetih od po 6 pilića čija je hrana omašćivana suncokretovim uljem i svinjskom masti. Uzorci za analizu uzeti su metodom slučajnog izbora.

Eksperimentalni deo rada je obavljen u objektu za intenzivan uzgoj pilića „Koka-Sana”, Velika Kladuša. Nakon navršenih 42 dana starosti, pilići su gladovali 12 sati, a potom su zaklani. Nakon obrade trupova, odvojeno masno tkivo je topljeno, na uobičajen način (zagrevanjem u posudi), u odgovarajućim laboratorijskim uslovima.

Uzorci su analizirani u laboratoriji Biotehničkog fakulteta, Univerziteta u Bihaću.

### Analitičke metode

U cilju utvrđivanja kvaliteta topljene masti pilića korišćene su hemijske metode za ispitivanje masti. Određivanje sadržaja vode u ispitanim uzorcima rađeno je referentnom *EN ISO 662:2000* metodom, a određivanje sadržaja masti *HRN ISO 1443:1999* metodom.

Jodni broj određen je *EN ISO 3961:1999* metodom, a saponifikacioni broj rađen je *EN ISO 3657:2003* metodom.

Toksični metali (Cd, Cu, Pb) određeni su metodom atomske apsorpcione spektrofotometrije „*Analytical Methods*“ *FP-3 Analysis of Meat and Meat Products* (2000), „Perkin Elmer“ AAnalyst -800. Priprema uzoraka je vršena u mikrotalasnoj peći za digestiju (Milestone, Start D). U 1,5 g uzorka dodato je 7 ml koncentrovane  $\text{HNO}_3$  i 1 ml  $\text{H}_2\text{O}_2$ , a zatim je izvršeno spaljivanje po zadatom temperaturnom programu. Zagrevanje smese i spaljivanje je vršeno u trajanju od 10 minuta, a nakon toga su uzorci hlađeni i razblaživani. U tako pripremljenom uzorku, plamenom tehnikom, očitane su apsorbanca na AAS-u.

Rezultati ispitivanja (srednja vrednost, mere varijacije i analiza varijansi) statistički su obrađeni primenom PC programskog paketa *Microsoft Excel 2003*.

**Tabela 1.** Prosečne vrednosti hemijskog sastava topljene masti pilića po tretmanima  
**Table 1.** Average values of the chemical composition of rendered chicken fat according the treatments

Hemijski parametri topljene masti pilića (n = 30) / Chemical parameters in rendered chicken fat			Statistički značajne razlike (T- test) / Statistically significant differences (T-test)
<b>Voda / Water (%)</b>	<b>MSU</b>	<b>MSM</b>	
$\bar{X}$	0,24	0,37	p = 2,48*
SD	0,16	0,24	
SX	0,03	0,04	
<b>Mast / Fat (%)</b>	<b>MSU</b>	<b>MSM</b>	
$\bar{X}$	98,74	98,33	p = 1,652 NS
SD	0,71	1,15	
SX	0,13	0,21	

**Legenda/Legend:**

n – broj uzoraka/number of samples

\*Postoji statistički značajna razlika/statistically significant difference (p &lt; 0,05)

NS – Ne postoji statistički značajna razlika/No statistically significant difference (p &gt; 0.05)

**Rezultati ispitivanja i diskusija**

Prosečne vrednosti hemijskih parametara (sadržaj vode i masti) u ispitanim uzorcima, u zavisnosti od načina omašćivanja, prikazani su u tabeli 1. Rezultati su iskazani u procentima, u odnosu na masu uzorka.

Prema rezultatima prikazanim u tabeli 1, veći sadržaj vode (0,37%) bio je dokazan u uzorku masti pilića hranjenih hranom omašćenom svinjskom mašču, u odnosu na mast pilića u čiju je hranu dodato suncokretovo ulje (0,24%). Utvrđene razlike su statistički značajne (p < 0,05).

*Pesti i dr.* (2000) navode vrednosti sadržaja vode od 0,20 do 0,67% u masti pilića kojima je u hranu dodata svinjska masnoća, što je u saglasnosti sa našim rezultatima. Ispitivanjem uticaja hrane koja sadrži sojino ulje i loj na tov pilića *Wongsuthavas i dr.* (2007), su dobili vrednosti sadržaja vode u masti pilića čijoj je hrani dodano sojino ulje u količini od

4,5%, a za piliće čijoj je hrani dodat loj 4,9 % , što je znatno više u odnosu na naše rezultate.

Sadržaj masnoće u topljenoj masti nije pokazao veliku razliku između dve različite grupe. Kod uzoraka masti pilića hranjenih suncokretovim uljem, vrednost za sadržaj masti je iznosila 98,74%, a kod pilića u čiju je hranu dodata svinjska mast ta vrednost je iznosila 98,33%. Utvrđeno je da nema statističke značajnosti (p > 0,05) između vrednosti aritmetičkih sredina za sadržaj masti u topljenom masnom tkivu.

*Muradbašić* (2009), je ustanovio da je sadržaj masnoće u topljenoj masti pilića muškog pola od 83,36%, a u masti pilića ženskog pola 90,03%. U našim eksperimentima su dobijene veće vrednosti za sadržaj masti (MSU – 98,74% i MSM – 98,33%).

Dobijeni rezultati za sadržaj toksičnih metala u topljenoj masti pilića prikazani su u tabeli 2.

Sadržaj olova (Pb) koji je dokazan u uzorku masti pilića koji su hranom koja je omašćena svinjskom mašču iznosio je 0,04 mg/kg, a u uzorku masti

**Tabela 2.** Prosečne vrednosti sadržaja toksičnih metala u topljenoj masti pilića  
**Table 2.** The average values of heavy metals in rendered chicken fat

Uzorci/Samples (n=6)	Pb (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Cd (mg/kg)
MSU	0,08	0,02	0,07
MSM	0,04	0,03	0,07

n – broj uzoraka na kojima su rađene analize/number of samples analyzed

pilića čija je hrana omašćena suncokretovim uljem iznosio je 0,08 mg/kg. Količina bakra (Cu) u topljenoj masti pilića u čiju je hranu dodata svinjska mast iznosila je 0,03 mg/kg, a kod uzoraka masti pilića u čiju je hranu dodato suncokretovo ulje, iznosila je 0,02 mg/kg. U topljenoj masti pilića ustanovljena je ista vrednost kadmijuma (Cd) u uzorcima oba tretmana ishrane, i to 0,07 mg/kg, što je povećani nivo u odnosu na pravilnikom propisanu MDK. Metali prisutni u veoma maloj koncentraciji u namirnicama, zbog kumulativnog delovanja, mogu predstavljati veoma ozbiljne kontaminante, a bilo koji toksični metal, ako je prisutan u visokoj koncentraciji, predstavlja toksičnu supstancu za sva živa bića, a naročito za ljude kao krajnje karike u lancu ishrane. Metali ispoljavaju toksičnost delovanjem na biološka tkiva, a manifestuje se poremećajem vitalnih funkcija u organizmu živog bića (Čorbo, 2000).

Prema Pravilniku o najvećim dopuštenim količinama određenih kontaminanata u hrani (*Sl. glasnik BiH*, 37/09), dozvoljena vrednost olova za masti je 0,10 mg/kg, kadmijuma 0,050 mg/kg, a bakra 0,40 mg/kg.

Rezultati sadržaja jodnog i saponifikacionog broja u uzorcima topljene masti obe grupe pilića (MSU i MSM) su prikazani u tabeli 3.

Na osnovu rezultata prikazanih u tabeli 3 može da se vidi da je vrednost jodnog broja veća kod uzoraka masti pilića hranjenih suncokretovim uljem u odnosu na uzorke masti pilića u čiju je hranu dodata svinjska mast. Jodni broj kod uzoraka masnog tkiva pilića hranjenih suncokretovim uljem iznosio je 86,01 g J<sub>2</sub>/100 g, a kod uzoraka masti pilića hranjenih omašćenom hranom u čiji je sastav dodavana svinjska mast, bila je niža i iznosila je 74,10 g J<sub>2</sub>/100 g. Postoji statistički veoma visoko značajna razlika ( $p < 0,001$ ) između vrednosti jodnog broja kod masti pilića oba tretmana ishrane.

U svojim istraživanjima *Pesti i dr.* (2002) su ispitivali mast pilića čijoj je ishrani dodata mast peradi, bela mast, mešavina biljne i animalne masti, žuta mast i palmino ulje. U navodima ovih autora date su vrednosti jodnog broja pileće masti kojima je dodata animalna masnoća u opsegu od 78 do 130 g J<sub>2</sub>/100 g. Najmanju vrednost jodnog broja imala je mast pilića čijoj je ishrani dodata bela mast i iznosila je 78,20 g J<sub>2</sub>/100 g, a najveću vrednost imala je pileća mast čijoj je ishrani dodata žuta mast i iznosila je 130,60 g J<sub>2</sub>/100 g. Međutim, vrednost jodnog broja pileće masti koja je dobijena od pilića čijoj je hrani dodato palmino ulje iznosila je 50,60 g J<sub>2</sub>/100 g. Ovi rezultati su u skladu sa našim rezultatima, i to za mast pilića hra-

**Tabela 3.** Prosečne vrednosti jodnog i saponifikacionog broja topljene masti oba tretmana pilića  
**Table 3.** Average value of iodine number and saponification number of rendered chicken fat in both treatments

Ispitivani parametri topljene masti pilića (n = 30) / The investigated parameters in rendered chicken fat (n = 30)			Statistički značajne razlike (T- test) / Statistically significant differences (T-test)
Jodni broj / Iodine number (gJ <sub>2</sub> /100g)	MSU	MSM	
$\bar{X}$	86,01	74,10	p = 7,87**
SD	7,07	4,32	
SX	1,29	0,78	
Saponifikacioni broj / Saponification number (mg KOH/g)	MSU	MSM	
$\bar{X}$	190,03	193,34	p = 3,127*
SD	4,44	3,72	
CV	0,81	0,68	

**Legenda/Legend:**

n – broj uzoraka na kojima su radene analize/number of samples analyzed

\* Postoji statistički značajna razlika/Statistically significant difference ( $p < 0,05$ )

\*\* Veoma visoko statistički značajna razlika/Highly significant statistical difference ( $p < 0,001$ )

njenih svinjskom masti. Vrednost jednog broja pileće masti iz trtične žlezde, prema istraživanjima *Lillard i Toledo* (1975) iznosila je 66,04 g J<sub>2</sub>/100 g, što je znatno niže od naših vrednosti. Prema Pravilniku (*Sl. list RH*, 55/99), jedni broj za ćureću mast treba da bude od 60 do 85 g J<sub>2</sub>/100 g.

Vrednosti saponifikacionog broja kod uzorka masti pilića hranjenih suncokretovim uljem bila je niža (190,03 mg KOH/g) u odnosu na uzorke masti pilića čija je hrana omašćena svinjskom masti i iznosila je 193,34 mg KOH/g. Utvrđeno je da postoji statistički visoko značajna razlika ( $p < 0,01$ ) između vrednosti saponifikacionog broja u topljenoj masti pilića iz različitih tretmana ishrane.

Prema rezultatima *Muradbašića* (2009), vrednost saponifikacionog broja pileće masti bila je 190,0 mg KOH/g, kod muških i 191,0 mg KOH/g, kod ženskih hibrida. Vrednost saponifikacionog broja za pileću mast iz trtične žlezde, prema istraživanjima *Lillard i Toledo* (1975) iznosila je 197,4 mg KOH/g.

## Zaključak

Na osnovu podataka iz literature i sprovedenih ispitivanja na uzorcima topljene masti pilića čija je hrana omašćena suncokretovim uljem i svinjskom masti mogu da se izvuku sledeći zaključci:

- Primena različitih načina omašćivanja hrane imala je uticaj na sadržaj vode u topljenoj masti pilića. Na osnovu statističke analize utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika ( $p < 0,05$ ).

- Primenjeni tretmani hrane za piliće nisu imali značajnog uticaja na sadržaj masti u masti dobijenoj topljenjem masnog tkiva pilića, što je pokazala statistička analiza ( $p > 0,05$ ).
- U uzorcima topljene masti, kod oba tretmana ishrane, prisustvo Pb i Cu nije identifikovano u nedozvoljenim količinama, dok je Cd imalo veću vrednost od Pravilnikom dozvoljene. Pretpostavka je da su u hrani ili u masnoćama koje su korišćene za omašćivanje hrane bili prisutni tragovi kadmijuma.
- Poređenjem vrednosti jednog broja kod topljene masti pilića čija je hrana omašćena svinjskom mašću i pilića čija je hrana omašćena suncokretovim uljem, može se zaključiti da postoji statistički visoko značajna razlika u primenjenim tretmanima ishrane ( $p < 0,001$ ). Veća vrednost jednog broja imala je mast pilića koji su hranjeni hranom omašćenom suncokretovim uljem.
- Kod saponifikacionog broja utvrđeno je da postoji statistički visoko značajna razlika ( $p < 0,01$ ), jer je saponifikacioni broj bio znatno veći kod topljene masti pilića, u čiju hranu je dodavana svinjska mast.
- Da je upotreba suncokretovog ulja i svinjske masti imala uticaj na kvalitet masti hranjenih pilića. Suncokretovo ulje dodato hrani za piliće, dalo je mast sa manjim sadržajem masti.
- Hrana omašćena suncokretovim uljem pokazala je lošiju stabilnost, odnosno održivost, u odnosu na hranu omašćenu svinjskom masti.

## Literatura

- Analytical Methods**, Atomic Absorption Spectrometry FP-3 Analysis of Meat and Meat Product, Perkin Elmer Instruments LLC, Part No. 0303-0152, USA, Publication, August 2000.
- Alao S. J., Balnave D., 1984.** Growth and carcass composition of broiler fed sunflower and olive. *British Poultry Science*, 25, 2, 209–219.
- Azain M. J., 2004.** Role of fatty acids in adipocyte growth and development, *Journal of Animal Science*, 82, 916–924.
- Crespo N., Esteve-Garcia E., 2001.** Dietary Fatty Acid Profile Modifies Abdominal Fat Deposition in broiler Chickens, *Poultry Science*, 80, 71–78.
- Crespo N., Esteve-Garcia E., 2002a.** Dietary Linseed Oil Produces Lower Abdominal Fat Deposition but Higher De Novo Fatty Acid Synthesis in Broiler Chickens. *Poultry Science*, 81, 1555–1562.
- Crespo N., Esteve-Garcia E., 2002b.** Dietary Polyunsaturated Fatty Acids Decrease fat Deposition in separable fat depots but not in remainder carcass. *Poultry science*, 81, 4, 512–518.
- Crespo N., Esteve-Garcia E., 2002c.** Nutrient and fatty Acid Deposition in Broilers Fed Different dietary fatty acid profiles. *Poultry science*, 81, 1533–1542.
- Čorbo S., 2000.** Kvalitet masnog tkiva ovaca brdsko-planinskog područja centralne Bosne. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet, Sarajevo.
- Čorbo S., 2008.** Tehnologija masti i ulja, Univerzitetski udžbenik, Sarajevo.
- EN ISO 3961:1999.** Animal and vegetable fats and oils – Determination of iodine value.
- EN ISO 662:2000.** Animal and vegetable fats and oils – Determination of moisture and volatile matter content.



- EN ISO 3657:2003. Animal and vegetable fats and oils – Determination of saponification value. Feeding Ingredients. Department of Poltry Science, University of Georgia, Athens.
- Grujić R., 2000. Nauka o ishrani čovjeka, Univerzitet u Banjoj Luci, Tehnološki fakultet, Banja Luka.
- Gur M. I., 2009. Lipids in nutrition and health: A Reappraisal, The Oily Press, Copyright P. J. Barnes & Associates, England, 97–218.
- HRN ISO 1443: 1999. Meat and meat products – Determination of total fat content.
- Lillard D. A., Toledo R. T., 1975. Isolation and characterization of the lipids from the chicken oil. British Poultry Science, 25, 209–219.
- Muradbašić E., 2009. Kvalitet i održivost životinjskih masti u različitim uslovima čuvanja. Magistarski rad, Sarajevo.
- Pesti, G. M., Bakalli, R. I., Sterling, K. G., 2001. Comparison of Eight Grades of Fat as Broiler preen gland. Annual Meeting of the Institute of Food Technologists, Chicago.
- Pravilnik o najvećim dopuštenim količinama određenih kontaminanata u hrani, 2009. Službeni list BiH, br.37/09.
- Pravilnik o temeljnim zahtjevima za jestiva ulja i masti, margarine i njima sličnim proizvodima, majoneze, umake, preljeve, salate i ostale proizvode na bazi jestivih ulja i masti, 1999. Narodne novine RHR, br.55/99.
- Sanz M., Flores A., Perez D.E., Ayala P., Lopez-Bote C. J., 1999. Higher lipid accumulation in broilers fed on saturated fats than in those fed unsaturated fats. British Poultry Science, 40, 95–101.
- Wongsuthavas S., Yuangklang C., Wittayakun S., Vasupen K., Mitchaothai J., Srenanual P., Anton., C., 2007. Dietary Soybean Oil, but Not Krabok Oil, Diminishes Abdominal Fat Deposition in Broiler Chickens. International Journal of Poultry Science 6, 11, 792–795.

## Effects of sunflower oil and lard on composition and presence of heavy metals in chicken fats

Džaferović Aida, Čorbo Selma, Omanović Halil

*S u m m a r y:* In the experimental trial, chicken of hybrid Cobb 500 aging 1 to 42 days were used. Chicken were fed feed greased by sunflower oil and rendered lard. Investigations were performed on rendered chicken fat sampled from different parts of carcasses. Total number of chickens was 60, divided into two groups of 30. From each group, individual samples were taken for analysis. Percentage of fat in the feed used in broiler nutrition was 3% by treatment.

Based on the obtained results, an insight into composition and quality of the tested chicken fats was gained. Higher water content was established in rendered chicken fat obtained from chickens fed diets containing rendered lard than in chickens fed diets containing sunflower oil. Highly significant difference ( $p < 0.001$ ) was established. Statistically highly significant difference ( $p < 0.001$ ) was established in iodine number too, depending on the applied greased feed. Higher value for iodine number was established in chicken fat obtained from chicken fed diets containing sunflower oil (86.01 g J<sub>2</sub>/100g) than in fat obtained from chickens fed diet containing lard (74.10 g J<sub>2</sub>/100g). Statistically highly significant difference ( $p < 0.001$ ) was established concerning saponification number, since the saponification number was higher in fat of chickens fed diets containing lard (193.34 mg KOH/g) compared to nutrition treatment with feed containing sunflower oil (190.03 mg KOH/g).

In samples of rendered fat of chickens from both nutrition treatments, the content of Cd higher than MRL (maximum residue limit) was established (0.07 mg/kg). The values for Pb and Cu in rendered chicken fat in both nutrition treatments were not higher than the established MRLS. The persence of toxic elements in rendered chicken fat might be due to the contamination of chicken feed as well as of the fats used in the diets.

**Key words:** sunflower oil, lard, iodine number, saponification number, heavy metals.

Rad primljen: 8.03.2012.

Rad ispravljen: 13.04.2012.

Rad prihvaćen: 17.04.2012.

## Faktori koji utiču na randman šaranskih riba

Ljubojević Dragana<sup>1</sup>, Ćirković Miroslav<sup>1</sup>, Novakov Nikolina<sup>1</sup>, Babić Jelena<sup>2</sup>, Lujić Jelena<sup>3</sup>, Marković Todor<sup>1</sup>

*S a d r ž a j:* Osnovni cilj istraživanja je bio dobijanje podataka o randmanu svih kategorija konzumnih ciprinidnih riba gajenih u našim ribnjacima. Uzorci dvogodišnjeg i trogodišnjeg šarana, dvogodišnjeg tolstolobika i dvogodišnjeg amura uzeti su u zimskom periodu sa ribnjaka na kojem se proizvodnja odvijala u poluintenzivnom sistemu proizvodnje. Trogodišnji šaran je uzorkovan sa dva ribnjaka, pri čemu je na jednom u ishrani bila zastupljena kombinacija ječma, kukuruza i pšenice, u odnosu 40:30:30, dok je na drugom vršeno hranjenje sa kompletnim krmnim smešama. Takođe je uzet uzorak i dvogodišnjeg šarana sa ribnjaka na kome je ishrana vršena kompletnim krmnim smešama. Randman je bio najpovoljniji kod šarana (67%), zatim kod tolstolobika (62%), a najnepovoljniji kod amura (60%) ( $p < 0,01$ ). Dvogodišnji šaran je imao najpovoljniji randman (66%), sledi jednogodišnji (64%), a najnepovoljniji randman je bio utvrđen kod trogodišnjeg šarana (58%) ( $p < 0,01$ ). Randman je bio povoljniji kod dvogodišnjeg šarana hranjenog peletiranom hranom (68%) u odnosu na šarana iste starosti hranjenog kukuruzom i pšenicom (66%) ( $p < 0,01$ ). Vrednosti randmana izmerene kod trogodišnjeg šarana, gajenog u poluintenzivnim uslovima, prihranjivanog ječmom, kukuruzom i pšenicom bile su, u proseku, 56%, a kod trogodišnjeg šarana, hranjenog peletiranom kompletnom krmnom smešom 59%. Vrsta ribe, starosna kategorija, sistem gajenja i način ishrane pokazali su značajan uticaj na randman. Dvogodišnji šaran hranjen kompletnom hranom odlikovao se najpovoljnijim randmanom i većom masom fileta, što je rezultat manje mase unutrašnjih organa i pripadajućeg masnog tkiva. Dobijeni rezultati mogu biti od pomoći u pravljenju strategije za određivanje najpovoljnije strategije za odabir sirovina za potrebe prerađivačke industrije.

**Ključne reči:** šaranske ribe, randman, ishrana, sistem gajenja, starost, prerada ribe.

### Uvod

Istraživanja koja se sprovode poslednjih godina, vezana za vrednovanje kvaliteta mesa riba, u prvi plan stavljaju hemijski sastav, zastupljenost proteina, masti i masnih kiselina u mesu riba (Steffens i Wirth, 2007; Spirić i dr., 2009; Ćirković i dr., 2011). Veliki broj podataka odnosi se i na sadržaj makro, mikroelemenata i vitamina (Őzyrt i dr., 2009; Toppe i dr., 2007), kao i na bezbednost ribljeg mesa (Đinović i dr., 2010; Trbović i dr., 2011). Randman riba je parametar koji je neophodan pri svim tehnološkim operacijama vezanim za preradu ribe. Od nje ga direktno zavisi ekonomičnost proizvodnje i neopravdano je veoma malo zastupljen kao parametar u istraživanjima. Prerađivačka industrija riba u Srbiji je prilično nerazvijena, jer duži niz godina nije bilo dovoljno sirovina i sva proizvedena riba je prodavana u svežem obliku (Ćirković i dr., 2002; Ćirković i dr., 2007). Takođe, postojeći podaci o ran-

dmanu riba u literaturi nisu sistematizovani, jer se retko kada definiše starosna kategorija, način gajenja i ishrane konzumnih riba.

Obrada ribe omogućuje prodaju ribe, ne samo u tradicionalnim ribarnicama, nego i u svim ostalim prodavnicama hrane. Zahtevi savremenog tržišta su sve više usmereni ka obrađenoj ribi, posebno filetima (Hough, 1993; Vallod, 1995). Uklanjanjem kože i odstranjivanjem unutrašnjih organa i intermuskularnih kostiju, fileti šarana, a i ostalih fileta ciprinida koje se gaje u polikulturi sa šaranom, postaju visoko vredni obroci, koji se lako i brzo spremaju (Lin i dr., 1989). Tako je, nakon odgovarajuće obrade, potražnja za komercijalno manje vrednim ciprinidama, pre svega tolstolobikom, značajno povećana u SAD (Thomas i Engle, 1993).

Iako je opšte poznato da randman predstavlja masu očišćene ribe u odnosu na masu žive ribe, postoji više različitih detaljnih opisa ovog pojma. Otпад pri čišćenju ribe može da sadrži sve zajedno, ili

**Napomena:** Prezentovani rezultati proistekli su iz rada na realizaciji Projekta ev. br. TR31011 koji, u okviru Programa istraživanja u oblasti tehnološkog razvoja, finansira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije.

<sup>1</sup>Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Republika Srbija;

<sup>2</sup>Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kačanskog 13, 11000 Beograd, Republika Srbija;

<sup>3</sup>Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Trg Dositeja Obradovića 3, 21000 Novi Sad, Republika Srbija.

**Autor za kontakt:** Ljubojević Dragana, [ljubojevica.dragana@gmail.com](mailto:ljubojevica.dragana@gmail.com)

samo neke od sledećih delova: glava, krljušti, koža, creva, gonade i peraja (Lovell, 1981; Dunham i dr., 1983). Pretpostavljeno je (Gross, 1997) da razlike u randmanu između različitih vrsta riba, kao i između različitih hibrida šarana mogu biti pripisane razlikama u oblicima njihovih tela (dužina glave, širina, dužina i obim tela). Slične rezultate su objavili Dunham i dr. (1983) za soma, pri čemu su širina glave i dužina i širina tela imali značajan uticaj na randman ( $p < 0,05$ ). Prema ispitivanjima Ellbiary i dr., 1976; Ellbiary i Joyce, 1978; Reagan, 1979. izdužene ribe imaju bolji randman od zaobljenih. Selekcija šarana je nasuprot ovome tradicionalno favorizovala visok odnos širine i dužine (Ankorion i dr., 1992). Šaran je značajno promenio svoje morfološke odlike tokom procesa domestikacije. Tako se oblik tela, pokrivenost krljuštima, veličina usta i dužina creva ribnjačkog šarana značajno razlikuje od istih osobina kod divljeg šarana (Balon, 1995). Manje krljušti, kao i kraća creva doprinose da se smanji količina otpada, pa, samim tim, i poboljša randman. Pošto pol, takođe, utiče na razlike u randmanima, upotreba genetskog inženjeringa (ginogeneza) mogla bi biti od koristi u gajenju šarana (Nagy i Csanyi, 1984; Sumanadinata i dr., 1990; Nagy i dr., 1991). Randman se iskazuje kao odnos primarno obrađenog trupa u odnosu na masu trupa žive ribe. Odnos jestivog i nejestivog dela trupa ribe može značajno da varira u zavisnosti od vrste, a zatim mase i veličine ribe, sezone ulova (Baltić i Teodorović, 1997). Randman riba značajno je povoljniji od randmana kod ostalih životinja (Čirković i dr., 2002).

Osnovni cilj naših istraživanja je da se dobiju podaci o randmanu svih kategorija konzumnih ciprinidnih riba gajenih u našim ribnjacima. Ovakva istraživanja je neophodno sprovesti radi praviljenja strategije za organizovanu preradu u vidu salamurenja, dimljenja, kao i proizvodnje ribljih konzervi.

## Materijal i metode

Uzorkovanje ribe izvršeno je na tri ribnjaka sa različitim sistemima proizvodnje, pa samim tim i različitim načinom ishrane riba. Uzorci jednogodišnjeg, dvogodišnjeg i trogodišnjeg šarana, dvogodišnjeg tolstolobika i dvogodišnjeg amura uzeti su, u zimskom periodu, sa ribnjaka na kojem se proizvodnja odvijala u poluintenzivnom sistemu, gde je riba prihranjivana žitaricama, i to smešom kukuruza (80%) i pšenice (20%). Trogodišnji šaran je uzorkovan sa dva ribnjaka, pri čemu je na jednom u ishrani bila zastupljena kombinacija ječma, kukuruza i pšenice, u odnosu 40:30:30, dok je na drugom vršeno hranjenje sa kompletnim krmnim smešama. Takođe je uzet uzorak i dvogodišnjeg šarana sa ribnjaka na kome je ishrana vršena kompletnim krmnim smešama. Od svake vrste i kategorije ribe uzeto je 8 uzoraka.

Morfometrijske karakteristike ciprinida određivane su u laboratoriji Poljoprivrednog fakulteta iz Novog Sada. Morfometrijske osobine su analizirane klasičnim metodama sa ciljem da se utvrdi uticaj vrste ribe, starosti i načina ishrane na randman. Odmah nakon izlova, ribe su izmerene, žrtvovane i držane 24 časa na ledu. Posle disekcije, koja je uključivala odstranjivanje iznutrica, dekapitaciju, uklanjanje peraja, odvajanje fileta i odstranjivanje kože; iznutrice, glava, peraja, trup, fileti i koža su izmereni. Podaci su iskorišćeni da se odredi relativni procentualni udeo ovih delova u odnosu na ukupnu telesnu masu ribe.

## Rezultati i diskusija

### Uticaj vrste ribe na randman

U tabeli 1 su prikazani rezultati morfometrijskih ispitivanja dvogodišnjeg šarana, amura i tolstolobika koji su gajeni u polikulturi u uslovima po-

**Tabela 1.** Randman dvogodišnjeg šarana, tolstolobika i amura gajenih u polikulturi

**Table 1.** Dressing percentage of two-year old carp, grass carp and silver carp reared in polyculture

Vrsta / Species	Glava (%) / Head (%)	Unutrašnji organi (%) / Viscera (%)	Ukupni otpad (%) / Total waste (%)	Randman (%) / Dressing percentage (%)
Šaran / Common carp	17,08 ± 0,24 <sup>b</sup>	14,02 ± 0,27 <sup>c</sup>	32,98 ± 0,29 <sup>c</sup>	67,02 ± 0,29 <sup>a</sup>
Amur / Grass carp	16,03 ± 0,23 <sup>c</sup>	22,06 ± 0,27 <sup>a</sup>	39,96 ± 0,23 <sup>a</sup>	60,04 ± 0,23 <sup>c</sup>
Tolstolobik / Silver carp	20,06 ± 0,24 <sup>a</sup>	16,04 ± 0,27 <sup>b</sup>	37,96 ± 0,18 <sup>b</sup>	62,04 ± 0,18 <sup>b</sup>

**Legenda/Legend:** Vrednosti u tabeli su srednje vrednosti ± SD (n = 8); vrednosti u istoj koloni sa različitim slovnim oznakama razlikuju se signifikantno na nivou  $p < 0,01$ /Values are means ± SD (n = 8); Values in the same column with different letter notation are statistically significantly different at  $p < 0.01$

luintenzivne proizvodnje. Rezultati su izraženi kao relativni procentualni udeo glave, utrobe, ukupnog otpada, kao iskoristivog dela riba u odnosu na ukupnu telesnu masu.

Randman je bio najpovoljniji kod šarana (67%), zatim kod tolstolobika (62%), a najnepovoljniji kod amura (60%). Udeo otpada je bio najveći kod amura (40%), a najmanji kod šarana (33%). Procenat utrobe kod amura je iznosio čak 22%, dok je kod šarana bio 14%, ili za 36,36% manji u odnosu na isti kod amura. Na manji randman kod tolstolobika najviše uticaja je imao procenat koji je otpadao na glavu (20%). Procenat iskoristljivosti trupa između ispitivanih vrsta se statistički značajno razlikovao ( $p < 0,01$ ). Pretpostavljeno je (Gross, 1997) da razlike u randmanu između različitih vrsta riba mogu biti pripisane razlikama u oblicima njihovih tela (dužina glave, širina, dužina i obim tela). Na osnovu prikazanih rezultata može da se zaključiti da vrsta ribe utiče na randman.

#### Uticaj starosti ribe na randman

U tabeli 2 su prikazani rezultati morfometrijske analize jednogodišnjeg, dvogodišnjeg i trogodišnjeg šarana, koji su uzorkovani sa istog ribnjaka, gde se proizvodnja odvijala u poluintenzivnim uslovima, dodavanjem kukuruza i pšenice u odnosu 80:20.

Na osnovu prikazanih rezultata u tabeli 2 može se konstatovati da je dvogodišnji šaran imao najpovoljniji randman (66%), sledi jednogodišnji (64%), a najnepovoljniji randman je bio utvrđen kod trogodišnjeg šarana (58%). Ovo je u saglasnosti sa činjenicom da mlađe kategorije ribe imaju veći udeo mase glave u ukupnoj masi (Geri i dr., 1995), što je potvrđeno i u prikazanim rezultatima. Takođe, meso mlađih riba sadrži manje masti (Lovell, 1988;

Tidwell i Robinette, 1990, Ćirković i dr., 2011). Fauconneau i dr. (1991) ustanovili su pozitivnu korelaciju između randmana i sadržaja masti u telu i muskulaturi ciprinida. Sa druge strane, kod trogodišnjeg šarana veliki udeo u ukupnom otpadu imaju gonade, a i količina unutrašnjeg masnog tkiva je daleko veća nego kod mlađih kategorija, tako da je posledica toga značajno manji randman kod ove uzrasne kategorije ( $p < 0,01$ ).

#### Uticaj ishrane i sistema gajenja ribe na randman

Randman dvogodišnjih šarana, od kojih je prvi uzorkovan na ribnjaku gde je ishrana vršena dodavanjem peletirane kompletne hrane, a drugi potiče sa ribnjaka gde je dodavan kukuruz i pšenica u odnosu 80:20 prikazan je u tabeli 3. Utvrđene vrednosti pokazuju da je randman bio povoljniji kod dvogodišnjeg šarana hranjenog peletiranom hranom (68%) u odnosu na šarana iste starosti hranjenog kukuruzom i pšenicom (66%) ( $p < 0,01$ ). U tabeli 4 prikazani su rezultati procentualnog udela pojedinih delova tela, kao i iskoristljivog dela trogodišnjih šarana, koji su uzgajani na različitim ribnjacima. Šaran, koji je gajen u poluintenzivnim uslovima proizvodnje i koji je prihranjivan kukuruzom i pšenicom, u odnosu 80:20, imao je 55,5% iskoristivog dela. Vrednosti randmana izmerene kod trogodišnjeg šarana, gajenog u poluintenzivnim uslovima, prihranjivanog ječmom, kukuruzom i pšenicom (60:20:20) bile su u proseku, 56%, a kod trogodišnjeg šarana, hranjenog peletiranom kompletnom krmnom smešom 59%.

Šaran hranjen peletiranom kompletnom smešom odlikovao se povoljnijim randmanom i većom masom fileta ( $p < 0,01$ ) u odnosu na šarana istog uzrasta u čijoj su ishrani dominirale žitarice. Poznato je da primena kompletnih smeša utiče na vredno-

**Tabela 2.** Randman različitih starosnih kategorija šarana  
**Table 2.** Dressing percentage of common carp of different age

Starost / Age	Glava (%) / Head (%)	Unutrašnji organi (%) / Viscera (%)	Ukupni otpad (%) / Total waste (%)	Randman (%) / Dressing percentage (%)
Jednogodišnji / One-year old	22,025 ± 0,18 <sup>a</sup>	12,37 ± 0,19 <sup>c</sup>	36,19 ± 0,2 <sup>a</sup>	63,81 ± 0,2 <sup>b</sup>
Dvogodišnji / Two-year old	17,04 ± 0,21 <sup>b</sup>	14,89 ± 0,2 <sup>b</sup>	33,99 ± 0,24 <sup>b</sup>	66,01 ± 0,24 <sup>a</sup>
Trogodišnji / Three-year old	15,1 ± 0,22 <sup>c</sup>	25,16 ± 0,22 <sup>a</sup> * sa gonadama	40,28 ± 0,15 <sup>a</sup>	57,72 ± 0,15 <sup>b</sup>

**Legenda/Legend:** Vrednosti u tabeli su srednje vrednosti ± SD (n = 8); Vrednosti u istoj koloni sa različitim slovnim oznakama razlikuju se signifikantno na nivou  $p < 0,01$ /Values are means ± SD (n = 8); Values in the same column with different letter notation are statistically significantly different at  $p < 0.01$

**Tabela 3.** Randman dvogodišnjih šarana hranjenih različitom hranom  
**Table 3.** Dressing percentage of two-year old carp fed grains and complete feed mixture

Ishrana / Feeding	Glava (%) / Head (%)	Unutrašnji organi (%) / Viscera (%)	Ukupni otpad (%) / Total waste (%)	Randman (%) / Dressing percentage (%)
Kukuruz i pšenica / Corn and wheat	17,04 ± 0,25	15,12 ± 0,29 <sup>a</sup>	34,1 ± 0,13 <sup>a</sup>	65,9 ± 0,13 <sup>b</sup>
Peletirana kompletna smeša / Pelleted completed feed mixture	16,99 ± 0,3	13,04 ± 0,21 <sup>b</sup>	31,95 ± 0,2 <sup>b</sup>	68,05 ± 0,2 <sup>a</sup>

**Legenda/Legend:** Vrednosti u tabeli su srednje vrednosti ± SD (n = 8); vrednosti u istoj koloni sa različitim slovnim oznakama razlikuju se signifikantno na nivou p < 0,01/Values are means ± SD (n = 8); Values in the same column with different letter notation are statistically significantly different at p < 0.01

sti mnogih zootehničkih koeficijenata, uključujući, između ostalih, randman, hemijski sastav i masnokiselinski sastav (Shearer, 1994; Jobling, 2001). Takođe, poznato je da prilikom ishrane riba sa žitaricama dolazi do povećanja udela masti u mišićnom tkivu, što ima za posledicu povećanje iskoristljivosti trupa, ali sa druge strane dolazi i do većeg nakupljanja masti oko svih unutrašnjih organa, te je, samim tim, i količina ukupnog otpada veća, pa je krajnji rezultat manji randman u odnosu na šarana koji je hranjen peletiranom kompletnom krmnom smešom. Jan-kowska i dr. (2006) su zapazili da se linjak hranjen kompletnom smešom i gajen u intenzivnom sistemu sa recirkulacijom vode odlikovao manjim randmanom i manjom masom fileta u odnosu na linjaka koji se hranio samo prirodnom hranom u ekstenzivnim uslovima proizvodnje, što je bio rezultat veće mase

unutrašnjih organa i pripadajućeg masnog tkiva. Visokoenergetska dodatna ishrana ima značajan uticaj i na hemijski sastav ribe, kao i na procenat jestivih delova. Riba deponuje višak energije iz hrane prvenstveno kao masne naslage u različitim delovima tela, u zavisnosti od vrste (Jobling, 2001).

Prikazani rezultati nisu u saglasnosti sa ranijim navodima Fauconneau i dr. (1991), koji su ustanovili pozitivnu korelaciju između randmana i sadržaja masti u telu i muskulaturi ciprinida. Tako je kod šarana sa naših ribnjaka procenat masti u mišićnom tkivu najviši kod riba u čijoj ishrani preovlađuju žitarice (Čirković i dr., 2011), ali je i veći procenat masti oko svih unutrašnjih organa, što povećava udeo otpada, te je randman najpovoljniji kod trogodišnjeg šarana koji je hranjen peletiranom kompletnom krmnom smešom.

**Tabela 4.** Randman trogodišnjih šarana hranjenih različitom hranom  
**Table 4.** Dressing percentage of three-year old carp fed grains and complete feed mixture

Ishrana / Feeding	Glava (%) / Head (%)	Unutrašnji organi (%) / Viscera (%)	Ukupni otpad (%) / Total waste (%)	Randman (%) / Dressing percentage (%)
Kukuruz i pšenica / Corn and wheat	15,11 ± 0,12	27,5 ± 0,21 <sup>a</sup>	44,46 ± 0,25 <sup>a</sup>	55,54 ± 0,25 <sup>c</sup>
Ječam, kukuruz i pšenica / Barley, corn and wheat	15 ± 0,18	26,92 ± 0,46 <sup>b</sup>	43,78 ± 0,15 <sup>b</sup>	56,22 ± 0,15 <sup>b</sup>
Peletirana kompletna smeša / Pelleted complete feed mixture	14,95 ± 0,18	23,99 ± 0,23 <sup>c</sup>	40,89 ± 0,22 <sup>c</sup>	59,11 ± 0,22 <sup>a</sup>

**Legenda/Legend:** Vrednosti u tabeli su srednje vrednosti ± SD (n = 8); vrednosti u istoj koloni sa različitim slovnim oznakama razlikuju se signifikantno na nivou p < 0,01/Values are means ± SD (n = 8); Values in the same column with different letter notation are statistically significantly different at p < 0.01

## Zaključak

Vrsta ribe, starosna kategorija, sistem gajenja i način ishrane pokazali su značajan uticaj na randman. Pošto je šaran uzorkovan u zimskom periodu, razlika u randmanu koja bi bila izazvana razlikama u sazrevanju mužjaka i ženki je bila isključena. Šaran hranjen kompletnom hranom odlikovao se najpovoljnijim randmanom i većom ma-

som fileta, što je rezultat manje mase unutrašnjih organa i pripadajućeg masnog tkiva. Utvrđena je negativna korelacija između sadržaja masti i randmana. Ovi rezultati mogu biti od pomoći u pravljenu strategije odabira najpovoljnije sirovine za potrebe prerađivačke industrije. Podaci o randmanu su veoma bitni kada govorimo o bilo kojoj vrsti prerade riba i ekonomskoj analizi isplativosti proizvodnje i prerade.

## Literatura

- Ankorion Y., Moav R., Wohlfarth G. W., 1992. Bidirectional mass selection for body shape in common carp. *Genetics Selection Evolution*, 24, 43–52.
- Balon E. K., 1995. Origin and domestication of the wild carp, *Cyprinus carpio*: from Roman gourmets to the swimming flowers. *Aquaculture*, 129, 3–48.
- Baltić M., Teodorović V., 1997. Higijena mesa riba, rakova i školjki. Veterinarski fakultet, Beograd.
- Ćirković M., Jovanović B., Maletin S., 2002. Ribarstvo. Univerzitet u Novom Sadu. Poljoprivredni fakultet.
- Ćirković M., Pejanović R., Jurakić Ž., Đorđević V., 2007. Tranzicija ribarstva u Srbiji. III Međunarodna konferencija „Ribarstvo“. 01–03. februar. Beograd.
- Ćirković M., Trbović D., Ljubojević D., Đorđević V., 2011. Meat quality of fish farmed in polyculture in carp ponds in Republic of Serbia. *Meat technology*, 52, 106–121.
- Dunham R. A., Benchakan M., Smitherman R. O., Chappell J. A., 1983. Correlations among morphometric traits of fingerling catfishes and the relationship to dressing percentage at harvest. *Journal of the World Mariculture Society*, 14, 668–675.
- Dinović J., Trbović D., Vranić D., Janković S., Spirić D., Radičević T., Spirić A., 2010. Stanje ekosistema, kvaliteta i bezbednost mesa šarana (*Cyprinus carpio*) iz akvakulture u toku uzgoja. *Tehnologija mesa*, 51, 124–132.
- Ellbiary H. M., Washbourn K. W., Andrews J. W., Hill T. K., 1976. Sources of variations in body size traits, dress out weight and lipid content in channel catfish, *Ictalurus punctatus*. *Transactions of the American Fisheries Society*, 105–267.
- Ellbiary H. M., Joyce J. A., 1978. Heritability of body size traits, dressing weight and lipid content in channel catfish. *Journal of Animal Science*, 47, 82–88.
- Fauconneau B., Corraze G., Lebail P. Y., Vernier J. M., 1991. Lipid storage in fish: cellular, metabolic and hormonal control. *Inra Productions Animales*, 3, 369–381.
- Geri G., Poli B. M., Gualtieri M., Lupi P., Parisi G., 1995. Body traits and chemical composition of muscle in the common carp (*Cyprinus carpio* L.) as influenced by age and rearing environment. *Aquaculture*, 129, 329–333.
- Gross R., 1997. Dressing Percentage in Marked. size Common carp: Effect of strain, Year, class, Sex, Body size and Shape. *Aquaculture Sponsored Symposium on the Carp*, Budapest, September 6.9 (poster).
- Hough C. A. M., 1993. Markets for freshwater fish in Europe. *FAO/GLOBEFISH Res. Programme*, 26, 30.
- Jankowska B., Zakes Z., Zmijewski T., Szczepkowski M., Wunderlich K., 2006. The impact of diet on the slaughter yield, proximate composition, and fatty acids profile of filets of tench (*Tinca tinca* (L.)). *Archives of Polish Fisheries*, 14, 195–211.
- Jobling M., 2001. Nutrient partitioning and the influence of feed composition on body composition. In: *Food intake in fish*. (Eds.) Houlihan D., Boujard T., Jobling M., Blackwell Science Ltd. Oxford, 354–375.
- Lin D., Mao Y., Liao X., 1989. Improvement of meat quality of grass carp, *Ctenopharyngodon idellus* (Cuv. and Val.). In: De Silva S. S., (Editor), *Fish Nutrition Research in Asia*. Special Publication of Asian Fisheries Society, 4, 148–152.
- Lovell R., 1981. *Laboratory manual for fish feed analysis and fish nutrition studies*. Auburn University Bookstore, Auburn.
- Lovell T., 1988. *Nutrition and feeding of fish*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Nagy A., Csanyi V., 1984. A new breeding system using gynogenesis and sex reversal for fast inbreeding in carp. *Theoretical and Applied Genetics*, 67, 485–490.
- Nagy A., Csanyi V., Bakos J., Bervencsenyi M., 1991. Utilization of gynogenesis and sex reversal in commercial carp breeding: Growth of the first gynogenetic hybrids. *Aquacultura Hungarica*, 4, 7–16.
- Özyrt G., Polat A., Loker G. B., 2009. Vitamin and mineral content of pike perch (*Sander lucioperca*), Common carp (*Cyprinus carpio*), and European catfish (*Silurus glanis*). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 33, 4, 351–356.
- Reagan R. E., 1979. Heritabilities and genetic correlations of desirable commercial traits in channel catfish. *Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station Research Report*.
- Shearer K. D., 1994. Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. *Aquaculture*, 119, 63–88.
- Spirić A., Trbović D., Vranić D., Dinović J., Petronijević R., Milijašević M., Janković S., Radičević T., 2009. Uticaj masnih kiselina u hrani na sastav masnih kiselina i količinu holesterola kod kalifornijske pastrmke (*Oncorhynchus mykiss*). *Tehnologija mesa*, 50, 3–4, 179–188.
- Steffens W., Wirth M., 2007. Influence of nutrition on the lipid quality of pond fish: common carp (*Cyprinus carpio*) and tench (*Tinca tinca*). *Aquaculture International*, 15, 313–319.

- Sumantadinata K., Taniguchi N., Sugiarto G., 1990.** Increased variance of quantitative characters in the two types of gynogenetic diploids of Indonesian common carp. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 56, 1979–1986.
- Thomas M., Engle C., 1993.** Canned Bighead: Will Consumers Accept It? University of Arkansas, Pine Bluff, AR, pp 6–7.
- Tidwell J. H., Robinette H. R., 1990.** Changes in proximate and fatty acid composition of fillets from channel catfish during a two year growing periods. *Transaction of the American Fisheries Society*, 119, 31–40.
- Toppe J., Albrektsena S., Hopea B., Anders A., 2007.** Chemical composition, mineral content and amino acid and lipid profiles in bones from various fish species. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 146, 3, 395–401.
- Trbović D., Janković S., Ćirković M., Nikolić D., Matekalo-Sverak V., Đorđević V., Spirić A., 2011.** Bezbednost i kvalitet mesa nekih slatkovodnih riba u Srbiji. *Tehnologija mesa*, 52, 2, 276–282.
- Vallod D., 1995.** Carp processing and market analysis: a case study in France. *Aquaculture*, 129, 475–478.

## Factors affecting the yield of carp fish species

*Ljubojević Dragana, Ćirković Miroslav, Novakov Nikolina, Babić Jelena, Lujić Jelena, Marković Todor*

*S u m m a r y:* The aim of this study was to determine the carcass yield of all categories of cyprinid fish reared in our farms. Samples of two and three year old carp, two year old silver carp and grass carp were taken in the winter time from the farm, where the production was organized in the semiintensive system. The threeyear old carp was sampled from two farms. In one case, feeding was performed using barley, maize and wheat, in proportion 40:30:30, while in the second case, the feeding was done with a complete diet mixture. Also, the samples of twoyear old carp were taken from ponds where the feeding was done with complete feed mixtures. Dressing percentage was the most favourable in common carp (67%), followed by silver carp (62%), and it was the lowest in grass carp (60%) ( $p < 0.01$ ). The best yield (66%) was obtained in two-year carp, followed by one year old carp (64%), and the lowest yield was determined in three-year old carp (58%) ( $p < 0.01$ ). Carcass yield was better in two-year old carp fed pelleted feed (68%) compared to the carp of the same age fed grains (66%) ( $p < 0.01$ ). The values of dressing percentage measured in three-year old carp, grown in the semi-intensive system was 56%, and in three-year old carp fed pelleted completed feed mixture 59%. Fish species, age, the system of farming and the diet showed a significant effect on carcass yield. The highest dressing percentage and weight of fillets was observed in two-years old carp fed a completed feed and it was a result of lower weight of internal organs and associated fat. The obtained results may be helpful in creating the best strategy for the selection of raw fish for fish processing.

**Key words:** carp fish, dressing percentage, feeding, culture system, age, fish processing.

Rad primljen: 28.02.2012.

Rad prihvaćen: 26.03.2012.

# Biohemijske karakteristike roda *Aeromonas* izolovanih iz kalifornijske pastrmke (*Oncorhynchus mykiss*)

Dorđević Vesna<sup>1</sup>, Baltić Milan<sup>2</sup>, Karabasil Neđeljko<sup>2</sup>, Ćirković Miroslav<sup>3</sup>, Janković Vesna<sup>1</sup>, Mitrović Radmila<sup>1</sup>, Đurić Jelena<sup>2</sup>

*S a d r ž a j:* *Aeromonas* spp. redovno su prisutni u vodi, i u izvesnim slučajevima, uzrokuju oboljenje riba i vodozemaca. Čovek se inficira ingestijom ovih bakterija putem kontaminirane hrane ili vode. Cilj ovog rada bio je da se ispita prisustvo *Aeromonas* vrsta u uzorcima pastrmke i ispituju biohemijske karakteristike izolovanih sojeva. Mikrobiološkom analizom 120 uzoraka pastrmke, izolovano je 12 sojeva bakterija iz roda *Aeromonas*, od kojih je sedam (58,3%) pripadalo sojevima *A. hydrophila* grupa 1, a pet (41,6%) je pripadalo sojevima *A. hydrophila* grupa 2.

Biohemijskom karakterizacijom izolovanih sojeva utvrđeno je da su oksidaza pozitivni, katalaza pozitivni, arginin pozitivni, ornitin pozitivni, H<sub>2</sub>S negativni, ureaza negativni, triptofan dezaminaza negativni, želatin negativni, fermentuju manitol, inositol, rhamnosu i saharozu, pokretni su, hemolitični i hidrolizuju škrob. Od ostalih biohemijskih karakteristika utvrđeno je da 11 (91,7%) od 12 ispitanih sojeva *A. hydrophila* poseduje β-galaktosidazu, zatim citrat i indol su pozitivni, sorbitol negativni, arabinoza pozitivni, proizvode NO<sub>2</sub> i vrši njegovu redukciju do N<sub>2</sub>, zatim da je 10 (83,3%) od 12 ispitanih sojeva Voges-Proskauer pozitivno i negativno na melibiozu, dok je osam (66,7%) od 12 sojeva dalo lizin-dekarboksilaza pozitivnu reakciju i bilo je amigdalin pozitivno. Kod 58,3% sojeva (sedam od 12 sojeva) utvrđeno je da fermentuju glukozu.

**Ključne reči:** *Aeromonas* spp., kalifornijska pastrmka (*Oncorhynchus mykiss*), biohemijska karakterizacija.

## Uvod

Predstavnici roda *Aeromonas* su fakultativno anaerobne, oksidaza pozitivne i gram-negativne bakterije, čiji je glavni rezervoar u prirodi – voda (Anon., 2006). Samim tim, *Aeromonas* vrste često se izoluju iz uzoraka riba, rakova i školjki, ali se mogu naći i u namirnicama kao što su sveže meso, upakovani proizvodi spremni za konzum, siru i mleku (Karabasil i dr., 1999; Palumbo, 1996; Panin, 1993; Tsai i Chen, 1996). Kao posledica alimentarnih trovanja ovim bakterijama kod zdravih osoba dolazi do gastroenteritisa, ali se najčešće radi o pojedinačnim slučajevima oboljenja bez većih epidemija. Simptomi oboljenja su mučnina, povraćanje, stomachni grčevi i diareja (Ashdown i Koehler, 1993; Janda i Abbot, 1998).

Glavni faktori virulencije *Aeromonas* spp. su: sekrecija egzotoksina, endotoksina (lipopolisaharid,

LPS), prisutnost S-layera i fimbrije ili adhezini (Merino i dr., 1996). Prema rezultatima Karabasila i dr. (2002), ispitivani filtrati sojeva *A. hydrophila* (9) i *A. sobria* (3), dali su citotoksični efekat na kulturi tkiva Vero ćelija, s tim što se intenzitet promena razlikovao u zavisnosti od filtrata. Promene na Vero ćelijama u smislu citotoksičnog efekta bile su uzrokovane termolabilnom komponentom toksina.

Prema podacima iz literature, kod pacijenata sa dijarejom, *Aeromonas* vrste su izolovane po stopi od 0,6 do 10% i to pretežno kod male dece (Janda i Abot, 2010; Essers i dr., 2000). Prema epidemiološkim podacima iz Španije *Aeromonas* spp. nalaze se na četvrtom mestu među mikrobiološkim uzročnicima svih gastrointestinalnih oboljenja prijavljenih svake godine tokom perioda 1997–2006 (Anon., 2007). Sve ovo ukazuje na značaj *Aeromonas* spp. kao izazivača gastrointestinalnih poremećaja i trovanja kod ljudi, naročito kod dece i imunokompro-

**Napomena:** Prezentovani rezultati proistekli su iz rada na realizaciji Projekta Ev. br. TR31011 koji, u okviru Programa istraživanja u oblasti tehnološkog razvoja, finansira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije.

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

<sup>2</sup>Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Bulevar oslobođenja 18, 11000 Beograd, Republika Srbija;

<sup>3</sup>Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Departman za veterinarsku medicinu, Trg Dositaja Obradovića 8, 21 000 Novi Sad, Republika Srbija.



mitovanih osoba. U naučnim krugovima ne postoji zajednički stav o činiocima koji dovode do trovanja. Veza između unošenja *Aeromonas*-a putem vode za piće i hrane i dijareje još uvek nije identifikovana (Anon., 2006).

*Herrera i dr.* (2006) ukazuju da postoje geografske razlike u distribuciji *Aeromonas* vrsta i sojeva koji pripadaju *A. hydrophila* (*A. hidrophila*, *A. bestiarum*, *A. salmonicida*) i *A. caviae* (*A. caviae*, *A. mediji*, *A. eucrenophila*) koji se nalaze u morskim i slatkovodnim ribama kao i u slatkovodnom okruženju.

Zbog svoje hranjive vrednosti i dostupnosti, pastrmka iz akvakulture u Srbiji veoma je cenjena riba i predstavlja vredan i opšte prihvaćen izvor proteina životinjskog porekla u ishrani ljudi (*Trbović i dr.*, 2011; *Vranić i dr.*, 2011). Neki podaci iz literature ukazuju da ishrana mesom ribe (20 g/dan) smanjuje rizik od nastanka kardiovaskularnih bolesti sa fatalnim ishodom za 7% (*He i dr.*, 2004). Prema podacima Američke asocijacije za srce (American Heart Association) utvrđeno je da kardiovaskularni bolesnici ribu treba da jedu više od dva puta nedeljno. Dnevno treba da unose 1 g EPA (eicosapentaenoic acid, pentane-eikozonska kiselina C20:5 n-3) i DHA (docasahexaenoic acid, heksaendokozonska kiselina, C22:6 n-3), (*Lichtenstein i dr.*, 2006) jer dugolančane n-3 PNMK utiču na smanjenje pomenutog rizika (*Dewailly i dr.*, 2007) kao i rizika od autoimunih oboljenja zatim malignih oboljenja i dijabetesa (*Nettleton i Katz*, 2005).

S obzirom na veliku zastupljenost *Aeromonas spp.* u prirodi, na njegovu psihotrofnu prirodu i sve veći značaj kao potencijalnog alimentarnog patogena, kao cilj naših istraživanja postavljeno je da se ispita rasprostranjenost *Aeromonas spp.* kod pastrmke kao i biohemijske osobine izolovanih sojeva *Aeromonas*.

## Materijal i metode rada

Za izolaciju *Aeromonas* vrsta uzorkovano je 120 uzoraka kalifornijske pastrmke iz prometa (ribarnice). Uzorci su upakovani u sterilne Stomaher kese i u poleđenom stanju transportovane do laboratorije. Uzorci su, u roku od dva do četiri časa od momenta uzorkovanja, obrađeni u Laboratoriji za biotehnoška istraživanja i kontrolu bezbednosti i kvaliteta hrane Instituta za higijenu i tehnologiju mesa u Beogradu. Izolacija vrsta *Aeromonas* rađena je iz uzoraka mišićnog tkiva i kože kalifornijske pastrmke.

Izolacija je rađena prema „Mikrobiološkim metodama za industriju mesa“ (Microbiological

Methods for the Meat Industry, 1991), Istraživačkog instituta industrije mesa sa Novog Zelanda. Prema preporuci prethodno navedene edicije, izolati su dobijeni na sledeći način: uzorak je prebačen u 9 puta veću količinu Alkalne peptonske vode (APW, Alkaline peptone water) i inkubisan 24 h pri 28°C. Kultura izrasla u APW, površinski je zasejana na selektivno-diferencijalnu podlogu Skrobni agar sa dodatkom ampicilina (SAA, Starch ampicillin agar) koji je inkubisan 24 h pri 28°C. Posle inkubacije podloga SAA je prelivena sa Lugolovim rastvorom i kolonije žute boje (amilaza pozitivne) sa zonom prosvetljenja, dalje su presejane na *Aeromonas hydrophila* medium (AHM), inkubisan 24 h pri 28°C, a zatim su urađeni oksidaza test (+), katalaza test (+), bojenje po Gramu (–) i vibriostatski test agar (0/129, vibriostatik, kao i biohemijski testovi API 20E i API 20NE.

## Rezultati i diskusija

Iz ispitanih 120 uzoraka kalifornijske pastrmke izolovano je 12 sojeva *Aeromonas spp.* označenih brojevima (10, 13, 17, 44, 46, 52, 58, 61, 70, 74, 99, 120).

Zbirka pokretnih *Aeromonas* vrsta, formirana je od izolata 12 sojeva, od čega su sedam sojeva (58,3%) *A. hydrophila* grupa 1, dok je pet sojeva (41,6%) *A. hydrophila* grupa 2. Sojevi 10, 44, 46, 61, 74, 99 i 120 su identifikovani kao *A. hydrophila* grupa 1, dok su sojevi 13, 17, 52, 58 i 120 identifikovani kao *A. hydrophila* grupa 2. Biohemijske karakteristike izolovanih sojeva prikazane su u tabeli 1, za *A. hydrophila* grupa 1 i za *A. hydrophila* grupa 2.

Jedan od većih problema u povezivanju *Aeromonas*-a sa gastrointestinalnim oboljenjima jeste i tačna identifikacija aeromonada na nivou vrsta. Trenutno, ima 29 klasifikovanih vrsta, uključujući i 12 podvrsta i dva biovara na nivou vrsta, kao što su *Aeromonas diversa* i *Aeromonas rivuli* (*Euzeby*, 2010; *Figueras i dr.*, 2010; *Miñana-Galbis i dr.*, 2010). Zbog nedostatka jasne fenotipske šeme, biohemijska karakterizacija opisanih vrsta je realitvno komplikovana. Trenutno se koristi fenotipska identifikacijska šema *Abotta i dr.* (2003). koji su predložili korišćenje Moeller-dekarboksilaza i dihidrolaza reakcija za identifikaciju i grupisanje vrsta *Aeromonas*. Na taj način je dobijeno pet grupa sa skupom biohemijskih testova koje definišu osobine svake vrste *Aeromonas*-a unutar grupe.

Biohemijskom karakterizacijom izolovanih sojeva utvrđeno je da su oksidaza pozitivni, katalaza pozitivni, arginin pozitivni, ornitin pozitivni, H<sub>2</sub>S

negativni, ureaza negativni, triptofan dezaminaza negativni, želatin negativni, fermentuju manitol, inositol, rhamnosu i saharozu, pokretni su, hemolitični i hidrolizuju skrob. Od ostalih biohemijskih karakteristika utvrđeno je da 11 (91,7%) od 12 ispitanih sojeva *A. hydrophila* poseduju  $\beta$ -galaktosidazu, zatim da su citrat i indol pozitivni, sorbitol negativ-

ni, arabinoza pozitivni, produkuje  $\text{NO}_2$  i vrši njegovu redukciju do  $\text{N}_2$ , zatim da je 10 (83,3%) od 12 ispitanih sojeva Voges-Proskauer pozitivno i negativno na melibiozu, dok je osam (66,7%) od 12 sojeva dalo lizin-dekarboksilaza pozitivnu reakciju i bilo je amigdalini pozitivno. Kod 58,3% sojeva (sedam od 12 sojeva) utvrđeno je da fermentuju glukozu.

**Tabela 1.** Biohemijske karakteristike *Aeromonas hydrophila* grupa 1. i *Aeromonas hydrophila* grupa 2.

**Table 1.** Biochemical characteristics of *Aeromonas hydrophila* group 1. and *Aeromonas hydrophila* group 2.

Biohemijski niz/ Biochemical series		<i>Aeromonas hydrophila</i> grupa 1 / group 1							<i>Aeromonas hydrophila</i> grupa 2 / group 2				
		Izolovani soj broj / Isolated strain number:											
		10	44	46	61	74	99	120	13	17	52	58	70
1.	Citrat/Citrate*	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
2.	Stvaranje $\text{H}_2\text{S}$ / Forming of $\text{H}_2\text{S}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.	Ureasa/Urease	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.	Indol/Indole	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
5.	VP*	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6.	Rastapanje želatina/ Dissolving of gelatine	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7.	Pokretljivost/ Mobility	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8.	Rast na McConkey agru/Growth on McConkey agar	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9.	Hemoliza na krvnom agru*/ Hemolysis on blood agar*	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
10.	m- <i>Aeromonas</i> <i>hydrophila</i> medium	žut/ yellow	žut/ yellow	žut/ yellow	žut/ yellow	žut/ yellow	žut/ yellow	žut/ yellow	žut/ yellow	žut/ yellow	žut/ yellow	žut/ yellow	žut/ yellow
11.	Prisustvo $\beta$ galaktosidaze/ Presence of $\beta$ galactosidase **	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
12.	Prisustvo arginin hidrolaze/ Presence of arginine hydrolase	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
13.	Prisustvo lizin dekarboksilaze/ Presence of lysine decarboxylase *	-	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+

Biohemijski niz/ Biochemical series		<i>Aeromonas hydrophila</i> grupa 1/group 1						<i>Aeromonas hydrophila</i> grupa 2/group 2					
		Izolovani soj broj / Isolated strain number:											
		10	44	46	61	74	99	120	13	17	52	58	70
14.	Prisustvo ornitin decarboxylase/ Presence of ornitin decarboxylase	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15.	Prisustvo triptofan desaminase/ Presence of tryptophan desaminase	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16.	Prisustvo citohrom oksidase/ Presence of cytochrome oxidase	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
17.	TSI	žut/ yellow	žut/ yellow	žut/ yellow	žut/ yellow	žut/ yellow	žut/ yellow	žut/ yellow	žut/ yellow	žut/ yellow	žut/ yellow	žut/ yellow	žut/ yellow
18.	Produkcija NO <sub>2</sub> **/ Production of NO <sub>2</sub>	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
19.	Redukcija u gas N <sub>2</sub> **/ Reduction to gas N <sub>2</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
20.	Katalaza/ Catalase	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
21.	OF/F	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
22.	OF/O	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
23.	Fermentacija glukoze* **/ Glucose fermentation	-	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-
24.	Fermentacija manitola/ Mannitole fermentation	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
25.	Fermentacija inositola/ Inositol fermentation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26.	Fermentacija sorbitola*/ Sorbitole fermentation	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27.	Fermentacija rhamnose/ Rhamnose fermentation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28.	Fermentacija saharose/ Saccharose fermentation	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Biohemijski niz/ Biochemical series		<i>Aeromonas hydrophila</i> grupa 1/group 1						<i>Aeromonas hydrophila</i> grupa 2/group 2					
		Izolovani soj broj / Isolated strain number:											
		10	44	46	61	74	99	120	13	17	52	58	70
29.	Fermentacija melibiose**/ Melibiosis fermentation	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
30.	Fermentacija amigdalina**/ Amygdalin fermentation	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+
31.	Fermentacija arabinose*/ Arabinose fermentation	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+

**Legenda/Legend:** \*nespecifične reakcije za grupu 1; \*\* nespecifične reakcije za grupu 2/ Note: \* non-specific reaction for group 1; \*\* non-specific reaction for group 2

## Zaključak

Dobijeni rezultati, kada se radi o biohemijskim karakteristikama sojeva *Aeromonas* izolovanih iz tkiva pastrmke, pokazuju da je potrebno dopuniti fenotipske šeme za identifikaciju so-

jeva *Aeromonas* poreklom iz ribe na nivou vrsta. Zbog nedostataka jasne fenotipske šeme i siromašnih biohemijskih karakterizacija opisanih sojeva poreklom iz ribe potrebna su dalja taksonomska istraživanja zasnovana na molekularnim metodama.

## Literatura

- Abbott S. L., Cheung W. K. W., Janda J. M., 2003. The genus *Aeromonas*: biochemical characteristics, atypical reactions, and phenotypic identification schemes. *Journal of Clinical Microbiology*, 41, 2348–2357.
- Anon., 1975. AOAC, In: Howitz, W. (Ed.), *Official Methods of Analyses*, 12<sup>th</sup> Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington.
- Anon., 2006. *Aeromonas*: Human Health Criteria Document. United States Environment Protection Agency. Office of Science and Technology Washington, DC20460.
- Anon., 2007. *Epidemiological Surveillance System 2007*. Epidemiological comment on reported diseases and Microbiological Information System, Spain. Year 2006, Instituto de Salud Carlos III., 15 Boletín Epidemiológico Semanal, MSC 2007, 109–114.
- Ashdown L. R., Koehler, J. M., 1993. The spectrum of *Aeromonas* associated diarrhea in tropical Queensland, Australia. *The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health* 24, 347–353.
- Cook R. L., 1991. *Microbiological Methods for the Meat Industry*. Meat Industry Research Institute, New Zealand.
- Dewailly E., Ayotte P., Lucas M., Blanchet C., 2007. Risk and benefits from consuming salmon and trout: A Canadian perspective, *Food and Chemical Toxicology*, 45, 1343–1348.
- Essers B., Burnens, A. P., Lanfranchini, F. M., Somaruga, S. G. E., von Vigier, R.O., Schaad, U. B., Aebi C., Bianchetti M. G., 2000. Acute community-acquired diarrhea requiring hospital admission in Swiss children. *Clinical Infectious Diseases* 31, 192–196.
- Euzéby J. P., 2010. List of Prokaryotic Names With Standing in Nomenclature. <http://www.bacterio.cict.fr/>.
- Figueras M. J., Alperi A., Beaz-Hidalgo R., Stackebrandt E., Brambilla, E., Monera A., Martínez-Murcia A. J., 2010. *Aeromonas rivuli* sp. nov. isolated from the upstream region of a karst water rivulet in Germany. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* Available on line <http://ijs.sgmjournals.org/cgi/content/abstract/ijs.0.016139-0v1>.
- He K., Song Y., Daviglus M. L., Liu K., Van Horn L., Dyer A. R., Grenland P., 2004. Accumulated evidence on fish consumption and coronary heart disease mortality: A meta-analysis of cohort studies. *Circulation*, 109, 2705–2711.

- Herrera F. C., Santos J. A., Otero A., Garcia-Lopez M. L., 2006.** Occurrence of Foodborne pathogenic bacteria in retail prepacked portions of marine fish in Spain. The Society for Applied Microbiology, Journal of Applied Microbiology 100, 527–536.
- Janda J. M., Abbott S. L., 1998.** Evolving concepts regarding the genus *Aeromonas*: an expanding panorama of species, disease presentations and unanswered questions. Clinical Infectious Diseases 27, 332–344.
- Janda J. M., Abbott S. L., 2010.** The genus *Aeromonas*: taxonomy, pathogenicity, and infection. Clinical Microbiology Reviews 23, 35–73.
- Karabasil N., Ašanin R., Baltić Ž. M., Teodorović V., Dimitrijević M., 2002.** Isolation of motile *Aeromonas* spp. from fish and their cytotoxic effect on Vero cell cultures. Acta Veterinaria, 52, 1, 3–10.
- Karabasil N., Baltić Ž. M., Teodorović V., Aleksić J., 1999.** Prevalenca i identifikacija pokretnih *Aeromonas* vrsta u plodovima voda. Tehnologija mesa, 40, 6, 294–106.
- Lichtenstein A. H., Appel L. J., Brands M., Carnethon M., Daniels S., Franch H. A., Franklin B., Kris-Etherton P., Harris W. S., Howard B., Karanja N., Lefevre M., Rudel L., Sacks F., Von Horn L., Winston M., Winston M., Wylie-Rosett J., 2006.** Diet and lifestyle recommendations revision 2006: A scientific statement from the American Heart Association Nutrition Committee. Circulation, 114, 82–96.
- Merino S., Rubires X., Aguillar A., Guillot J. F., Tomas J. M., 1996.** The role of the O-antigen lipopolysaccharide on the colonization in vivo of the germfree chicken gut by *Aeromonas hydrophila* serogroup O:34. Microbial Pathogenesis, 20, 6, 325–333.
- Miñana-Galbis D., Farfán M., Lorén, J. G., Fusté M. C., 2010.** Proposal to assign *Aeromonas diversa* sp. nov. as a novel species designation for *Aeromonas* group 501. Systematic and Applied Microbiology 33, 15–19.
- Nettleton J. A., Katz R., 2005.** N-3 long-chain polyunsaturated fatty acids in type 2 diabetes: a review. Journal of the American Dietetic Association, 105, 428–440.
- Palumbo S. A., 1996.** The *Aeromonas hydrophila* group in food. 1996. In: B. Austin, M. Altwegg, P. Gosling & S. W. Joseph (Eds.) The Genus *Aeromonas*. John Wiley & Sons, New York, NY: 39–76.
- Panin J., 1993.** Izučavanje prisustva i higijenskog značaja *Aeromonas hydrophila* u nekim ogranima, mesu i proizvodima od mesa. Doktorska disertacija, Fakultet veterinarske medicine Beograd.
- Trbović D., Janković S., Ćirković M., Nikolić D., Matekalo-Sverak V., Đorđević V., Spirić A. 2011.** Bezbednost i kvalitet mesa nekih slatkovodnih riba u Srbiji. Tehnologija mesa, 2, 52, 276–282.
- Tsai G. J., Chen T. W., 1996.** Incidence and toxigenicity of *Aeromonas hydrophila* in seafood. International Journal of Food Microbiology, 31, 121–131.
- Vranić D., Đinović-Stojanović J., Spirić A., 2011.** Kalifornijska pastrmka (*Oncorhynchus mykiss*) iz akva kulture-kvalitet mesa i značaj u ishrani. Tehnologija mesa 1, 52, 122–133.

## Biochemical characteristics of *Aeromonas* genus isolated in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

*Dorđević Vesna, Baltić Milan, Karabasil Neđeljko, Ćirković Miroslav, Janković Vesna, Mitrović Radmila, Đurić Jelena*

*S u m m a r y:* *Aeromonas* spp. are regularly present in water, and in some cases, they cause diseases in fish and amphibians. Humans are infected by ingestion of the bacteria through contaminated food or water. Objective of this paper was to examine the presence of *Aeromonas* species in trout samples and to investigate the biochemical characteristics of isolated strains. In microbiological analysis of 120 trout samples, 12 bacteria strains of *Aeromonas* genus were isolated, of which seven (58.3%) belonged to strains of *A. hydrophila* group 1, and five (41.6%) to strains of *A. hydrophila* group 2.

By biochemical characterization of isolated strains it was established that they were oxidase positive, catalase positive, arginine positive, ornithin positive,  $H_2S$  negative, urease negative, tryptophan desaminase negative, gelatine negative, fermenting mannitol, inositol, rhamnose and saccharose, the are mobile, hemolytic and hydrolyze starch. In regard to other biochemical characteristics, it was established that 11 (91.7%) of 12 studied strains of *A. hydrophila* had  $\beta$ -galactosidase, they were citrate and indole positive, sorbitole negative, arabinose positive, produce  $NO_2$  and reduce it to  $N_2$ . Also 10 (83.3%) of 12 studied strains were Voges-Proskauer positive and melibiosis negative, whereas eight (66.7%) of 12 studied strains had lysine-decarboxylase positive reaction and were amygdalin positive. In 58.3 % of strains (seven of 12 strains) were established to ferment glucose.

**Key words:** *Aeromonas* spp., rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), biochemical characterization.

Rad primljen: 2. 11.2012.

Rad prihvaćen: 20.03.2012.

# Mlađ i konzumna kalifornijska pastrmka (*Oncorhynchus mykiss*): hemijski sastav, sadržaj holesterola i masnokiselinski sastav fileta

Vranić Danijela<sup>1</sup>, Baltić Ž. Milan<sup>2</sup>, Trbović Dejana<sup>1</sup>, Đinović-Stojanović Jasna<sup>1</sup>, Marković Radmila<sup>2</sup>, Petronijević Radivoj<sup>1</sup>, Spirić Aurelija<sup>1</sup>

**Sadržaj:** Kalifornijska pastrmka (*Oncorhynchus mykiss*) je jedna od najpoznatijih vrsta ribe u prirodi. Promene u hemijskom sastavu mesa ribe su povezane sa starošću i veličinom ribe. Sadržaj holesterola u tkivima životinja je u vezi sa načinom i kvalitetom ishrane, uprkos regulatornom mehanizmu sinteze i apsorpcije holesterola.

Cilj ovih ispitivanja je bio određivanje i poređenje hemijskog sastava, sadržaja holesterola i masnokiselinskog profila mlađi i konzumne kalifornijske pastrmke iz akvakulture. Uzorci mlađi (prosečne mase 99 g i dužine 18,6 cm) i konzumne kalifornijske pastrmke (prosečne mase 229 g i dužine 23,3 cm) su sakupljeni u avgustu 2010. godine u ribnjaku „Ribnik“, Mrkonjić Grad, Republika Srpska – Bosna i Hercegovina. Mlađ i konzumna pastrmka su hranjene kompletnom hranom za pastrmku, sličnog sastava (riblji proizvodi, ulja i masnoće, proizvodi od žita i semena uljarica).

Rezultati ispitivanja su pokazali da nema statistički značajne razlike ( $p > 0,05$ ) u sadržaju ukupnih lipida (3,81%, mlađ i 4,17%, konzumna pastrmka) i pepela (1,27%, mlađ i 1,29%, konzumna pastrmka). U filetima konzumne pastrmke je utvrđen veći sadržaj proteina (18,69%) i manji sadržaj vode (75,40%) u poređenju sa njihovim sadržajem u filetima mlađi (17,72% proteina i 77,11% vode). Sadržaj holesterola je bio 82,59 mg/100 g (mlađ) i 70,12 mg/100 g (konzumna pastrmka).

U filetima mlađi i konzumne pastrmke utvrđena je statistički značajna razlika ( $p < 0,05$ ) u sadržaju ukupnih zasićenih masnih kiselina (31,81% i 29,14%, respektivno), polinezasićenih masnih kiselina – PNMK (33,93% i 36,78%, respektivno) i n-3 masnih kiselina (17,17% i 19,20%, respektivno). Sadržaj mononezasićenih masnih kiselina je bio sličan i iznosio je u mlađi 33,30% i u konzumnoj pastrmci 33,05%. Nije postojala statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ) u sadržaju ukupnih n-6 masnih kiselina u mlađi (16,76%) i konzumnoj ribi (17,58%). Veće količine n-3 PNMK u filetima mlađi (17,17%) i konzumne pastrmke (19,20%) i manje količine n-6 PNMK (16,76% u mlađi i 17,58% u konzumnoj pastrmci) daju povoljan odnos n-3 i n-6 (1,02 u mlađi i 1,09 u konzumnoj pastrmci).

Sadržaj eikozapentaenske (EPA, C20:5 n-3) i dokozaheksaenske kiseline (DHA, C22:6 n-3) bio je 2,78% i 8,21% u mlađi i 3,36% i 9,29% u konzumnoj ribi, respektivno. Sadržaj EPA+DHA u ukupnim masnim kiselinama je bio 10,99% u mlađi i 12,65% u konzumnoj kalifornijskoj pastrmci. Konzumiranjem 200 g ove ribe unos poželjnih masnih kiselina, EPA i DHA, iznosi 0,84 g za mlađ, odnosno 1,06 g za konzumnju kalifornijsku pastrmku, što je u skladu sa preporukom Američkog udruženja za srce za osobe sa kardiovaskularnim oboljenjima (dnevni unos: ukupno 1 g EPA i DHA).

Rast pastrmke je bio praćen povećanjem sadržaja proteina, smanjenjem sadržaja vode i povećanjem PNMK, naročito n-3 esencijalnih masnih kiselina. Zbog značajnog sadržaja proteina i nezasićenih masnih kiselina i male količine masti, kalifornijska pastrmka se može svrstati u jednu od nutritivno najvrednijih namirnica u ishrani ljudi.

**ključne reči:** Kalifornijska pastrmka, hemijski sastav, holesterol, masne kiseline, n-3 PNMK.

## Uvod

Nutritivni i zdravstveni značaj mesa ribe jedan je od razloga za neprestani rast potražnje ribe, posebno ribe iz akvakulture (Burger i Gochfeld, 2009).

Kalifornijska pastrmka (*Oncorhynchus mykiss*) je jedna od najvažnijih salmonidnih vrsta ribe

i spada u ribe hladnih voda. Jedna je od najpoznatijih vrsta ribe u prirodi (Tikeogly, 2000), ali je u mnogim zemljama poznata i prihvaćena kao uzgajana vrsta, zbog brzog rasta i odličnog nutritivnog kvaliteta. U mesu ove ribe prosečan sadržaj proteina je 18,8–19,3%, masti 1,2–8,8%, vode 73,0–78,0% i mineralnih materija 1,2%. Zbog lakše svarljivosti i

**Napomena:** Rezultati su proistekli iz rada na realizaciji projekta Ev. br. TR 31011, koji, u okviru Programa istraživanja u oblasti tehnološkog razvoja, finansira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije.

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

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

manje opterećenosti različitim aditivima koji se u savremenoj proizvodnji koriste u preradi mesa krupne stoke i živine, meso ribe se naročito preporučuje u ishrani dece, starih i obolelih osoba (*Ćirković i dr.*, 2002; *Vladau i dr.*, 2008). Meso pastrmke je izuzetno cenjeno i zbog svoje mekoće, sočnosti i ukusa.

Kalifornijska pastrmka je vrlo tolerantna na uslove životne sredine i intenzivno se gaji za konzum (*Simonović*, 2001). Uzgaja se dok ne dostigne telesnu masu od najmanje 200 g, što se, najčešće postiže u drugoj godini života, a u povoljnim uslovima uzgoja već i u prvoj. Na veličinu prirasta ribe utiču mnogi faktori (kvantitet i kvalitet vode, sadržaj kiseonika u vodi, broj izmena vode u toku 24 časa, pH vrednost i temperatura vode, gustina nasada i dr.), ali je ishrana najvažnija.

Promene u hemijskom sastavu mesa ribe su povezane sa starošću i veličinom ribe (*Fauconneau i dr.*, 1995). Sadržaj masti raste sa povećanjem veličine ribe (*Kiessling i dr.*, 1991a), kao i sa brzinom rasta, na koji utiče ishrana, a inverzno je povezan sa sadržajem vode (*Kaushik*, 1995; *Vranić i dr.*, 2010a). Sadržaj proteina je stabilan tokom perioda rasta (*Shimeno i dr.*, 1990), osim u slučaju nedovoljne i neizbalansirane ishrane (*Zeitler i dr.*, 1984). Utvrđeno je da sadržaj proteina raste ukoliko je rast stimulisan primenom steroida (*Lone i Matty*, 1984; *Basavaraja i dr.*, 1989). Ostali faktori (temperatura, pokretljivost, dodavanje steroida) indirektno stimulišu ishranu i takođe povećavaju sadržaj masti (*Lone i Matty*, 1984; *Viola i dr.*, 1992). U stabilnim uslovima gajenja, porast ribe je u direktnoj vezi sa iskoristljivošću hrane i uzrastom (*Kiessling i dr.*, 1991b; *Menoyo i dr.*, 2007).

Sadržaj holesterola u životinjskim tkivima u vezi je sa načinom i kvalitetom ishrane (*Konjufca i dr.*, 1997), uprkos regulatornom mehanizmu sinteze i apsorpcije holesterola (*Harris i dr.*, 1993). Sadržaj holesterola u tkivu životinja je pod uticajem sastava hrane, posebno odnosa polinezasićenih n-3 i n-6 masnih kiselina (*Komprda i dr.*, 2003).

Dosadašnja ispitivanja su pokazala da većina riba, sadrži sličan sadržaj holesterola (49–92 mg/100g), kao i svinjsko i goveđe meso (45–84 mg/100g), (*Piironen i dr.*, 2002). U pomenutoj studiji, se navodi da sadržaj holesterola nije u korelaciji sa sadržajem masti, i da, slično kao i kod mesa krupne stoke, konzumiranje ribe sa smanjenim sadržajem masti nikako ne znači i smanjen unos holesterola. Rezultati koje su dobili *Cahu i dr.*, (2004) ukazuju da riba iz akvakulture, iako ima veći sadržaj masti, ima isti sadržaj holesterola (izražen kao g/100 g uzorka) kao i ista vrsta ribe iz slobodnog izlova. Međutim, *Moreira i dr.*, 2001, ukazuju da

se sadržaj holesterola u slatkovodnoj ribi iz slobodnog izlova i akvakulture razlikuje i da zavisi od vrste ribe. *Mathew i dr.* (1999) i *Luzia i dr.* (2003) konstatuju da je za ljudsko zdravlje pogodnija ishrana rečnom ribom, nego morskom i da je sadržaj holesterola u rečnoj ribi niži u odnosu na morsku ribu. Brojna klinička i epidemiološka ispitivanja ukazuju na vezu između holesterola unetog hranom, holesterola u plazmi i ateroskleroze (*Orban i dr.*, 2006). Od značaja je, međutim, da na nivo holesterola u krvi, pored povećanog alimentarnog unosa samog holesterola i prevelikog energetskog unosa, utiče i povećan unos nekih zasićenih masnih kiselina (ZMK) dugog lanca i povećan unos transizomera nezasićenih masnih kiselina (*Hornstra*, 1999; *Lepšanović*, 2003; *Kris-Etherton i dr.*, 2001).

Sa aspekta zdravlja, meso ribe predstavlja najznačajniji izvor n-3 polinezasićenih masnih kiselina (PNMK), a povoljan uticaj ovih masnih kiselina na zdravlje čoveka dokazan je u mnogim studijama (*Von Shacky*, 2001; *Mozaffarian i dr.*, 2004; *Sahena i dr.*, 2009; *Barcelo-Coblijn i Murphy*, 2009), kojima se potvrđuje povezanost potrošnje ribe sa njenim uticajem na sprečavanje nastanka koronarnih oboljenja, posebno infarkta miokarda, arterioskleroze, hipertenzije i drugih oboljenja kardiovaskularnog sistema (*Kris-Etherton i dr.*, 2002; *Myneris-Perxachs i dr.*, 2010).

Konstatovano je da, od 30 vrsta riba iz akvakulture i slobodnog izlova, najveće količine n-3 PNMK sadrže gajeni losos i gajena pastrmka (više od 4 g/100 g). Najveće varijacije u sadržaju n-3 masnih kiselina ustanovljene su kod pastrmke, kao posledica različitih načina uzgoja i ishrane ribe, u različitim akvakulturnim uslovima.

Istraživanja *Cahu i dr.*, 2004 ukazuju da i slatkovodna riba može da bude izvor n-3 PNMK (EPA, eikozapentaenska i DHA, dokozaheksaenska kiselina) zbog činjenice da ova vrsta ribe poseduje veću sposobnost desaturacije nekih masnih kiselina i njihove transformacije u dugolančane PNMK (EPA i DHA), (*Lichtenstein i dr.*, 2006) u odnosu na morsku ribu. Riba iz slobodnog izlova, u odnosu na gajenu ribu iste vrste, sadrži manje masti i veće količine n-3 PNMK, EPA i DHA, kada se one izraze kao procentualni udeo ukupno prisutnih masnih kiselina. Međutim, s obzirom da riba iz akvakulture sadrži veći procenat ukupne masti, kada se vrednosti za PNMK izraze na 100 g ribe, unos n-3 PNMK u organizam čoveka je veći kada se konzumira gajena riba u odnosu na istu vrstu ribe iz slobodnog izlova, odnosno riba koja sadrži veće količine masti u odnosu na posniju ribu (*Cahu i dr.*, 2004; *Lichtenstein i dr.*, 2006).

Sastav masnih kiselina kod ribe varira unutar i između vrsta (Haliloğlu i Aras, 2002; Celik i Göçke, 2003), a mnogobrojni činioci, kao što su temperatura, kvalitet vode, vrsta i dostupnost hrane, sezona, uzrast, pol, reproduktivni status, geografska lokacija i individualne razlike smatraju se značajnim činiocima koji dodatno doprinose ovim varijacijama (Grigorakis i dr., 2002; Skali i Robin, 2004; Skali i dr., 2006; Valente i dr., 2007; Robin i Skali, 2007). Masnokiselinski sastav hrane bitno utiče na sastav masnih kiselina u mesu ribe (Caballero i dr., 2002; Tocher i dr., 2004; Steffens i Wirth, 2007; Valente i dr., 2007). Hrana bogatija n-3 masnim kiselinama, pri istim uslovima uzgoja, značajno utiče na povećanje odnosa n-3/n-6 PNMK u tkivima ribe (Bell i dr., 2001; Grisdale-Helland i dr., 2002; Person-Le Ruyet i dr., 2004; Skalli i dr., 2006).

Riba gajena u akvakulturi može pokazivati varijacije u hemijskom sastavu, ali se te promene mogu predvideti. Kontrolisani uslovi gajenja, sastav hrane, sadržaj proteina i masti u hrani, uslovi okoline, veličina ribe i genetski potencijal utiču na sastav i kvalitet gajene ribe.

Kvalitet lipida riba je definisan odnosima n-3/n-6 i PNMK/ZMK (Ahlgren i dr., 1996). Pored unosa optimalnih količina esencijalnih masnih kiselina, bitan je i odnos u kom se one unose (optimalan odnos n-3/n-6 je 1:4 do 1:5) (Baltić i dr., 2003). Odnos esencijalnih masnih kiselina n-3/n-6 kod rečne ribe se kreće od 0,5 do 3,8, dok je kod morske ribe, koju karakteriše veći sadržaj n-3 polinezasićenih masnih kiselina, taj odnos veći i kreće se između 4,7 i 14,4 (Handerson i Tocher, 1987). U pogledu prehrambene vrednosti masti, vrlo je važan odnos između polinezasićenih i zasićenih masnih kiselina, tj. P/S indeks, koji bi morao biti veći od 0,5 (Žlender i Gašperlin, 2005). P/S indeks manji od 0,45 smatra se nepovoljnim (Santos-Silva i dr., 2002) jer može dovesti do pojave hiperholesterolemije. Takođe, veoma značajan je i odnos nezasićenih i zasićenih masnih kiselina, za koji je poželjno da je veći od 3 (AFSSA, 2003).

Da bi se procenio nutritivni kvalitet mlađi i konzumne kalifornijske pastrmke iz akvakulture, kao cilj ovog rada postavljeno je da se ispita i upoređi hemijski sastav, sadržaj holesterola i masnokiselinski profil fileta ovih riba, gajenih u ribnjaku sa intenzivnom proizvodnjom.

## Materijal i metode

### Uzimanje uzoraka

Uzorci mlađi i konzumne kalifornijske pastrmke uzorkovani su na ribnjaku sa intenzivnom proizvodnjom „Ribnik“, koji se nalazi u blizini Mrkonjić Grada, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina, u avgustu 2010. godine. Temperatura vode u ribnjaku iznosila je 8°C. Za potrebe ispitivanja uzorkovano je 6 jedinki mlađi i 6 jedinki konzumne kalifornijske pastrmke. Prosečna masa mlađi je bila 99 grama, a prosečna dužina 18,6 cm, dok je konzumna kalifornijska pastrmka imala prosečnu masu 229 grama i prosečnu dužinu 23,3 cm. Mlađ i konzumna pastrmka su hranjene kompletnom hranom za pastrmku, sličnog sastava (riblji proizvodi, ulja i masnoće, proizvodi od žita i semena uljarica), prilagođene uzrastu.

Uzorci su, do laboratorijskih određivanja, čuvani na -18°C. Riba je, pre ispitivanja, ostavljena sat vremena na sobnoj temperaturi, da bi se delimično odmrzla i lakše skinula koža, odvojila glava i rep i uklonila utroba. Odvojeni fileti ribe su homogenizovani u homogenizatoru Braun CombiMax 600.

### Analiza hemijskog sastava fileta ribe

Sadržaj proteina (N × 6,25) određen je metodom po Kjeldahlu, korišćenjem aparata za digestiju (Digestion System 20, Foss Tecator, Sweden) i poluautomatske destilacione jedinice (Kjeltec Auto 1030 Analyzer, Tecator, Sweden), u skladu sa uputstvom proizvođača. Sadržaj vlage određen je sušenjem na 103 ± 2°C, do konstantne mase (SRPS ISO 1442:1998). Ukupna mast određena je ekstrakcijom masti petroletrom po Soxhletu, nakon kisele hidrolize uzorka (SRPS ISO 1443:1992). Sadržaj pepela je određen merenjem mase ostatka nakon žarenja na 550 ± 25°C (SRPS ISO 936:1999).

### Analiza sastava masnih kiselina

Masne kiseline u filetima ribe određene su, kao metilestri, kapilarnom gasnom hromatografijom, na aparatu GC Shimadzu 2010 (Kyoto, Japan), sa plameno-jonizujućim detektorom, nakon ASE (accelerated solvent extraction) ekstrakcije ukupnih lipida smešom n-heksana i 2-propanola (3:2 v/v) i njihove transesterifikacije pomoću trimetilsulfonijum hidroksida. Uslovi određivanja su detaljnije opisani u našem prethodnom saopštenju (Spirić i dr., 2009).



## Određivanje sadržaja holesterola

Sadržaj holesterola u filetima ribe određen je, nakon direktne saponifikacije (bez prethodne ekstrakcije lipida), prema metodi *Maraschiello i dr.* (1996) tehnikom visoko efikasne tečne hromatografije, na aparatu HPLC Waters-2695 Separation modul, sa PDA detektorom (Waters 2996 Photodiodearray detector). Uslovi određivanja su detaljno ranije opisani (*Spirić i dr.*, 2009).

### Statistička analiza

Eksperimentalni podaci, prikazani kao srednja vrednost  $\pm$  standardna devijacija, su statistički obrađeni analizom varijanse (ANOVA test) na nivou značajnosti  $p = 0,05$ . Za određivanje grupe rezultata čije se srednje vrednosti statistički značajno razlikuju korišćen je parametar najmanje značajne razlike (least significant difference). Za statističku obradu rezultata korišćen je softver Microsoft Office Excel 2003 i njegov standardni dodatak Data Analysis ToolPak.

## Rezultati i diskusija

Rezultati ispitivanja hemijskog sastava i sadržaja holesterola u filetima mlađi i konzumne kalifornijske pastrmke su prikazani u tabeli 1. Na osnovu dobijenih rezultata, uočava se da ne postoje značajne razlike ( $p > 0,05$ ) u sadržaju ukupnih lipida u ispitivanim filetima ribe ( $3,81 \pm 0,42\%$ , mlađ i  $4,17 \pm$

$0,51\%$ , konzumna pastrmka), kao i u sadržaju pepela ( $1,27 \pm 0,06\%$ , mlađ i  $1,29 \pm 0,02\%$ , konzumna pastrmka). U filetima konzumne pastrmke je utvrđen veći sadržaj proteina ( $18,69 \pm 0,46\%$ ) i manji sadržaj vode ( $75,40 \pm 1,14\%$ ) u poređenju sa njihovim sadržajem u filetima mlađi ( $17,72 \pm 0,40\%$  proteina i  $77,11 \pm 0,38\%$  vode). Može se uočiti da je sadržaj lipida u ispitivanim filetima mlađi i konzumne pastrmke indirektno proporcionalan sadržaju vode. Hemijski sastav mišićnog tkiva ribe tokom perioda rasta delimično je povezan sa veličinom ribe i brzinom rasta, a delimično sa ishranom. Sadržaj masti se povećava sa povećanjem veličine ribe, kao i sa brzinom rasta, na koji utiče ishrana, a inverzno je povezan sa sadržajem vode (*Kaushik*, 1995; *Kiessling i dr.*, 1991a). Količina masti u mesu ribe nije konstantna i menja se tokom rasta ribe, a obrnuto je proporcionalna sadržaju vode u ribi (*Brkić*, 1996). Riba različitog uzrasta ima različit sadržaj masti, a uzrok tome je intenzivniji rast mlađe ribe (*Krvarić i Mužinić*, 1950). U stabilnim uslovima uzgoja, rast ribe je u direktnoj vezi sa stepenom iskoristljivosti hrane i starošću ribe (*Kiessling i dr.*, 1991b).

Utvrđeni sadržaj proteina u filetima konzumne kalifornijske pastrmke ( $18,69\%$ ) je bio niži u poređenju sa podacima koje iznose *Bud i dr.*, 2008 ( $18,88\%$ ) i *Celik i dr.*, 2008a ( $19,6\%$ ), dok je sadržaj masti ( $4,17\%$ ) bio veći u poređenju sa publikovanim podacima *Bud i dr.*, 2008 ( $2,94\%$  masti), a sličan podatku koji iznosi *Celik i dr.*, 2008b ( $4,43\%$  masti). Sadržaj vode ( $75,40\%$ ) je bio manji u odnosu na sa-

**Tabela 1.** Hemijski sastav i sadržaj holesterola u filetima mlađi i konzumne kalifornijske pastrmke (srednja vrednost  $\pm$  standardna devijacija),  $n = 6$

**Table 1.** Chemical composition and cholesterol content in filets of fingerlings and marketable size rainbow trout (mean value  $\pm$  standard deviation),  $n = 6$

Parametri/Parameters	Mlađ/Fingerlings	Konzumna pastrmka / Marketable size rainbow trout
Sadržaj proteina, %/ Protein content, %	$17,72 \pm 0,40^a$	$18,69 \pm 0,46^b$
Sadržaj vlage, %/ Moisture content, %	$77,11 \pm 0,38^a$	$75,40 \pm 1,14^b$
Sadržaj ukupne masti, %/ Total fat content, %	$3,81 \pm 0,42^a$	$4,17 \pm 0,51^a$
Sadržaj pepela, %/ Ash content, %	$1,27 \pm 0,06^a$	$1,29 \pm 0,02^a$
Sadržaj holesterola, mg / 100g/ Cholesterol content, mg / 100g	$82,59 \pm 4,61^a$	$70,12 \pm 14,25^b$

a,b – srednje vrednosti u istom redu sa istim superskriptom se statistički značajno ne razlikuju ( $p > 0,05$ )/

a,b – means in the same row followed by the same letters do not differ significantly ( $p > 0.05$ )

držaj vode u ispitivanjima Bud i dr., 2008 (77,03%) i veći u odnosu na vrednost za sadržaj vode u studiji Celik i dr., 2008a (71,65%), dok je procenat pepela (1,29 %) bio sličan rezultatima Bud i dr., 2008 (1,15) i Celik i dr., 2008b (1,36%). Prema navodima Savić i dr., 2004 i Bud i dr., 2008, sadržaj ukupne masti u filetima konzumne pastrmke može da se kreće od 2,7 do čak 9%, u zavisnosti od starosti, fiziološkog stanja, vremena ulova, individualnih razlika.

Hemijski sastav pastrmke zavisi od uzrasta i mnogih ekoloških faktora (Plavša i dr., 2000; Rasmussen i dr., 2000). U ispitivanjima Plavše i dr. (2000), utvrđeni sadržaj vode je 72,85–74,20%, proteina 18,16–18,51%, masti 7,02–8,27% i pepela 1,27–1,28%, dok je u studiji Savić i dr. (2004) utvrđeno 71,95% vode, 17,13% proteina, 9,07% masti i 1,45% pepela u filetima pastrmke.

Sadržaj holesterola u filetima mlađi i konzumne kalifornijske pastrmke iznosi  $82,59 \pm 4,61$  mg/100 g i  $70,12 \pm 14,25$  mg/100 g, respektivno. Vrednosti koje su dobijene u našem istraživanju su veće u odnosu na vrednosti koje navode Kopicova i Vavrejinova, 2007 (pastrmka *Salmo trutta* 41 mg/100 g); Celik i dr., 2008 (jezerska pastrmka u Turskoj 35,04 mg/100 g); Piironen i dr., 2002 (pastrmka *Salmo gairdneri* 60–65 mg/100 g); Vranić i dr., 2010a (mlađ

46,02 mg/100 g i konzumna pastrmka iz akvakulture, 48,55 mg/100 g); Vranić i dr., 2010b (konzumna pastrmka iz akvakulture, 44,12 do 46,47 mg/100 g ), a značajno niže u odnosu na sadržaj holesterola koji je prikazan u pomenutoj studiji Kopicove i Vavrejinove, 2007 (pastrmka *Salvelinus fontinalis* 117 mg/100 g).

U tabeli 2 je prikazan ukupan sadržaj zasićenih, mononezasićenih, polinezasićenih, n-3 i n-6 masnih kiselina (% od ukupnih masnih kiselina), kao i  $\Sigma$ n-3/ $\Sigma$ n-6, U/S i P/S odnosi masnih kiselina.

Prema našim rezultatima, prosečan sadržaj ukupnih zasićenih masnih kiselina u filetima mlađi ( $31,81 \pm 0,96\%$ ) je bio veći u odnosu na prosečan sadržaj ovih kiselina u filetima konzumne pastrmke ( $29,14 \pm 1,08\%$ ). Od pojedinačnih zasićenih masnih kiselina, u ispitivanim filetima ribe, najviše je zastupljena palmitinska kiselina (22,16%, mlađ i 20,51%, konzumna pastrmka).

Sadržaj ukupnih mononezasićenih masnih kiselina iznosi 33,30% (mlađ) i 33,05% (konzumna pastrmka), što je niže u odnosu na studiju De Francesco i dr., 2004 (38,55%).

Prosečan sadržaj PNMK (36,78%) i n-3 masnih kiselina (19,20%) je veći u filetima konzumne pastrmke u poređenju sa njihovim sadržajem u filetima mlađi (33,93%, ukupne PNMK i 17,17%, uku-

**Tabela 2.** Sadržaj masnih kiselina (% od ukupnih masnih kiselina) u filetima mlađi i konzumne kalifornijske pastrmke (srednja vrednost  $\pm$  standardna devijacija), n = 6

**Table 2.** Fatty acids content composition (% of total fatty acids) in fillets of fingerlings and marketable size rainbow trout (mean value  $\pm$  standard deviation), n = 6

Masne kiseline/ Fatty acids	Mlađ/ Fingerlings	Konzumna pastrmka/ Marketable rainbow trout
$\Sigma$ ZMK/SFA	$31,81 \pm 0,96^a$	$29,14 \pm 1,08^b$
$\Sigma$ MNMK/MUFA	$33,30 \pm 1,31^a$	$33,05 \pm 0,93^a$
$\Sigma$ PNMK/PUFA	$33,93 \pm 1,43^a$	$36,78 \pm 1,85^b$
$\Sigma$ n-3	$17,17 \pm 1,69^a$	$19,20 \pm 0,74^b$
$\Sigma$ n-6	$16,76 \pm 0,51^a$	$17,58 \pm 1,14^a$
$\Sigma$ n-3/ $\Sigma$ n-6	$1,02 \pm 0,12^a$	$1,09 \pm 0,04^a$
U/S	$2,11 \pm 0,09^a$	$2,40 \pm 0,12^b$
P/S	$1,04 \pm 0,08^a$	$1,26 \pm 0,10^b$

**Legenda/Legend:**

ZMK/SFA – zasićene masne kiseline/saturated fatty acids

MNMK/MUFA – mononezasićene masne kiseline/monounsaturated fatty acids

PNMK/PUFA – polinezasićene masne kiseline/polyunsaturated fatty acids

U/S = (MNMK + PNMK)/ZMK/MUFA+PUFA/SFA

P/S = PNMK/ZMK

a,b – srednje vrednosti u istom redu sa istim superskriptom se statistički značajno ne razlikuju ( $p > 0,05$ )/

a,b – means in the same row followed by the same letters do not differ significantly ( $p > 0.05$ )

pne n-3 masne kiseline). Najviše zastupljena n-3 masna kiselina u ispitivanim filetima oba uzrasta ribe je 22:6 n-3, DHA (8,21%, mlađ i 9,29%, konzumna pastrmka), (rezultati nisu dati u radu). *Caballero i dr.*, 2002, navode različite količine ove masne kiseline u filetima pastrmke (5,1–19,9%) kao i sadržaj ukupnih n-3 masnih kiselina (13,3–20,3%), u zavisnosti od izvora lipida u hrani (ribljeg, repičinog, sojinog i palminog ulja). Sadržaj 20:5 n-3 (EPA) je bio 2,78% u filetima mlađi i 3,36% u filetima konzumne pastrmke a prema *Caballero i dr.*, 2002 je 2,2–2,4.

Na osnovu dobijenih rezultata, uočava se da ne postoje značajne razlike ( $p > 0,05$ ) u sadržaju ukupnih n-6 masnih kiselina u mlađi ( $16,76 \pm 0,51\%$ ) i konzumnoj ribi ( $17,58 \pm 1,14\%$ ).

Veće količine n-3 PNMK u filetima mlađi (17,17%) i konzumne pastrmke (19,20%) i manje količine n-6 PNMK (16,76% u mlađi i 17,58% u konzumnoj pastrmci) daju povoljan odnos  $\Sigma n-3/\Sigma n-6$  (1,02 u mlađi i 1,09 u konzumnoj pastrmci). U studiji *Halilogly i Aras*, 2002, u filetima kalifornijske pastrmke je utvrđen odnos  $\Sigma n-3/\Sigma n-6$  od 1,53.

Ishrana sa izbalansiranim odnosom  $\Sigma n-3/\Sigma n-6$  važna je za uzgoj zdrave ribe i za proizvodnju kvalitetne hrane za ljudsku ishranu (*Steffens*, 1997).

Na osnovu naših ispitivanja, dobijene vrednosti za P/S indeks u filetima mlađi i konzumne kalifornijske pastrmke su 1,04 i 1,26, respektivno. U filetima mlađi je utvrđena vrednost za U/S odnos 2,11, dok je u filetima konzumne pastrmke ovaj odnos bio povoljniji i iznosio je 2,40.

U mnogim studijama je utvrđeno da je vrsta i količina masnih kiselina u mišićnom tkivu ribe u direktnoj vezi sa njenom ishranom (*Guler i dr.*, 2008), mada i ostali faktori, kao što su veličina i starost ribe, reproduktivni status, geografska lokacija mogu da utiču na masnokiselinski profil ribe. Istraživanja *Cordier i dr.*, 2002 i *Tocher i dr.*, 2004 su pokazala da unutar iste vrste ribe masnokiselinski sastav jedinki može da varira u zavisnosti od pola, stanja ekosistema, uslova sredine, sezone i drugih činilaca. Istraživanja *Spirić i dr.*, (2009), su takođe potvrdila da je kalifornijska pastrmka iz akvakulture, hranjena hranom sličnog sastava i uzorkovana u dva različita vremenska perioda, imala različit masnokiselinski profil, odnosno različit sadržaj PUFA, n-6 i n-3 masnih kiselina, što se, pre svega, može objasniti promenama u stanju ekosistema (temperatura, pH, količina kiseonika).

Američko udruženje za srce (*American Heart Association*) preporučuje konzumiranje ribe najmanje dva puta nedeljno. Za osobe sa kardiovaskularnim problemima preporučuje se konzumiranje 1 g EPA + DHA dnevno, a za pacijente sa povećanim sa-

držajem triglicerida u krvi 2-4 g EPA + DHA dnevno (*Domingo*, 2007; *Zatsick i Mayket*, 2007).

Naša istraživanja su pokazala da je sadržaj EPA, C20:5 n-3 i DHA, C22:6 n-3 bio 2,78% i 8,21% u mlađi i 3,36% i 9,29% u konzumnoj ribi, respektivno. Odnosno udeo EPA + DHA u ukupnim masnim kiselinama bio 10,99%, u mlađi i 12,65%, u konzumnoj kalifornijskoj pastrmci. Kada se ove vrednosti preračunaju na porciju, konzumiranjem 200 g ove ribe unos poželjnih masnih kiselina, EPA i DHA, iznosi 0,84 g za mlađ, odnosno 1,06 g za konzumnu kalifornijsku pastrmku.

## Zaključak

Ne postoje značajne razlike u prosečnom sadržaju ukupne masti u filetima ribe ( $3,81 \pm 0,42\%$ , mlađ i  $4,17 \pm 0,51\%$ , konzumna pastrmka) i sadržaju pepela ( $1,27 \pm 0,06\%$ , mlađ i  $1,29 \pm 0,02\%$ , konzumna pastrmka).

U filetima konzumne pastrmke je utvrđen veći sadržaj proteina ( $18,69 \pm 0,46\%$ ) i manji sadržaj vode ( $75,40 \pm 1,14\%$ ) u poređenju sa njihovim sadržajem u filetima mlađi ( $17,72 \pm 0,40\%$  proteina i  $77,11 \pm 0,38\%$  vode).

Sadržaj holesterola u filetima mlađi i konzumne kalifornijske pastrmke iznosi  $82,59 \pm 4,61$  mg/100 g i  $70,12 \pm 14,25$  mg/100 g, respektivno.

Prosečan sadržaj ukupno zasićenih masnih kiselina u filetima mlađi ( $31,81 \pm 0,96\%$ ) je bio veći u odnosu na prosečan sadržaj ovih kiselina u filetima konzumne pastrmke ( $29,14 \pm 1,08\%$ ).

Sadržaj mononezasićenih masnih kiselina iznosi 33,30% (mlađ) i 33,05% (konzumna pastrmka).

Prosečan sadržaj PNMK (36,78%) i n-3 (19,20%) masnih kiselina je veći u filetima konzumne pastrmke u poređenju sa njihovim sadržajem u filetima mlađi (33,93% PNMK i 17,17% n-3 masne kiseline).

Odnos  $\Sigma n-3/\Sigma n-6$  u filetima mlađi i konzumne pastrmke je blizak i iznosi 1,02 i 1,09, respektivno, dok su U/S i P/S odnosi 2,11 i 2,40 u filetima mlađi i 1,04 i 1,26 u filetima konzumne pastrmke.

Rast pastrmke, osim porasta mase, bio je prćen i povećanjem sadržaja proteina, smanjenjem sadržaja vode i promenom masnokiselinskog profila (povećanje sadržaja PNMK, naročito n-3 esencijalnih masnih kiselina).

Zbog značajnog sadržaja proteina i nezasićenih masnih kiselina i male količine masti, kalifornijska pastrmka se može svrstati u jednu od nutritivno najvrednijih namirnica u ishrani ljudi.

## Literatura

- AFSSA, 2003. Acides gras de la famille omega 3 et systeme cardiovasculaire: interet nutritionnel et allegations, AFAAA.
- Ahlgren G., Blomqvist P., Boberg M., Gustafsson I. B., 1996. Fatty acid content of the dorsal muscle-an indicator of fat quality in freshwater fish. *Journal of Fish Biology*, 45, 131–157.
- Baltić Ž. M., Nedić D., Dragičević D., 2003. Meso i zdravlje ljudi. *Veterinarski žurnal Republike Srpske*, 3, 3–4, 131–138.
- Barcelo-Coblijn G., Murphy E. J., 2009. Alpha-linolenic acid and its conversion to longer chain n–3 fatty acids; Benefits for human health and a role in maintaining tissue n–3 fatty acids levels. *Progress in Lipid Research*, 48, 355–374.
- Basavaraja N., Nandeesh M. C., Varghese T. J., 1989. Effects of diethylstilbestrol on the growth body composition and organoleptic quality of the common carp. *Indian Journal of Animal Science*, 59, 757–762.
- Bell J. G., McEvoy J., Tocher D. R., McGhee F., Campbell P. J., Sargent J. R., 2001. Replacement of fish oil with rapeseed oil in diets of Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects tissue lipid compositions and hepatocyte fatty acid metabolism. *Journal of Nutrition*, 131, 1535–1543.
- Brkić B., 1966. O hemijskom sastavu i hranjivoj vrednosti ribljeg mesa. *Morsko ribarstvo*, 8, 11–12, 109–112.
- Bud I., Ladesi D., Reka S. T., Negrea O., 2008. Study concerning chemical composition of fish meat depending on the considered species. *Zoorehnie si Biotehnologii*, 42, 2, 201–206.
- Burger J., Gochfeld M., 2009. Perceptions of the risks and benefits of fish consumption: Individual choices to reduce risk and increase health benefits. *Environmental Research*, 109, 343–349.
- Caballero M. J., Obach A., Rosenlund G., Montero D., Gisvold M., Izquierdo M.S., 2002. Impact of different dietary lipid sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture* 214, 253–271.
- Cahu C., Salen P., de Lorgeril M., 2004. Farmed and wild fish in the prevention of cardiovascular diseases: Assessing possible differences in lipid nutritional values. *Nutrition Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 14, 34–41.
- Celik M., Gökçe M., 2003. Determination of fatty acid compositions of five different tilapia species from the Çukurova (Adana/Turkey) region. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 27, 75–79.
- Celik M., Gocke M. A., Basusta N., Kucukgulmez A., Tasbozan O., Tabakogly S. S., 2008a. Nutritional quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) caught from the Atatürk Dam lake in Turkey. *Journal of Muscle Foods*, 19, 1, 50–61.
- Celik M., Gocke M., Basusta N., Kucukgulmez A., Tasbozan O., Tabakogly S., 2008b. Nutritional quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) caught from the Atatürk Dam lake in Turkey. *Journal of Muscle Foods*, 19, 1, 50–61.
- Cordier M., Brichon G., Weber J. M., Zwingelstein G., 2002. Changes in the fatty acid composition of phospholipids in tissues of farmed sea bass (*Dicentrarchus labrax*) during an annual cycle. Roles of environmental temperature and salinity. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B*, 133, 281–288.
- Ćirković M., Jovanović B., Maletin S., 2002. Ribarstvo–biologija–tehnologija–ekologija–ekonomija. Poljoprivredni fakultet, Univezitet u Novom Sadu.
- De Francesco M., Parisi G., Medale F., Lupi P., Kaushik S.J., Poli B.M., 2004. Effect of long-term feeding with a plant protein mixture based of large rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 236, 1/4, 413–429.
- Domingo J. L., 2007. Omega-3 fatty acids and the benefits of fish consumption: Is all that glitters gold? *Environment International*, 33, 993–998.
- Fauconneau B., Alami-Durante H., Laroche M., Marcel J., Vallot D., 1995. Growth and meat quality relations in carp. *Aquaculture*, 129, 265–297.
- Grigorakis K., Alexis M. N., Taylor K. D. A., Hole M., 2002. Comparison of wild and cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*); composition, appearance and seasonal variations. *International Journal of Food Science and Technology*, 37, 477–484.
- Grisdale-Helland B., Ruyter B., Rosenlund G., Obach A., Helland S. J., Sandberg M. G., Standal H., Rosjo C., 2002. Influence of high contents of dietary soybean oil on growth, feed utilization, tissue fatty acid composition, heart histology and standard oxygen consumption of Atlantic salmon (*Salmo salar*) raised at two temperatures. *Aquaculture*, 207, 311–329.
- Guler G.O., Kiztanir B., Aktumsek A., Cital O.B., Ozparlak H., 2008. Determination of the seasonal changes on total fatty acid composition and w3/w6 ratios of carp (*Cyprinus carpio L.*) muscle lipids in Beysehir Lake (Turkey). *Food Chemistry*, 108, 689–694.
- Haliloğlu H. I., Aras N. M., 2002. Comparison of muscle fatty acids of three trout species (*Salvelinus alpinus*, *Salmo trutta fario*, *Oncorhynchus mykiss*) raised under the same conditions. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 26, 1097–1102.
- Handerson R. J., Tocher, D. R., 1987. The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. *Prog. Lipid Res.*, 26, 281–347.
- Harris K. B., Cross H. R., Pond W. G., Mersmann H. J., 1993. Effect of dietary fat and cholesterol level on tissue cholesterol concentrations of growing pigs selected for high and low cholesterol serum. *Journal of Animal Science* 71, 807–810.
- Hornstra G., 1999. Lipids in functional foods in relation to cardiovascular disease. *Fett/Lipid*, 101, 456–466.
- Kaushik S. J., 1995. Nutrient requirements, supply and utilization in the contest of carp culture. *Aquaculture*, 129, 225–241.
- Kiessling A., Kiessling K.-H., Storebakken T., Asgard T., 1991a. Changes in the structure and function of the epaxial muscle of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in relation to ration and age, III-chemical composition. *Aquaculture*, 93, 373–387.
- Kiessling A., Kiessling K. H., Storebakken T., Asgard T., 1991b. Changes in the structure and function of the epaxial muscle of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in relation to ration and age, I-growth dynamics. *Aquaculture*, 93, 335–356.
- Komprda T., Zelenka J., Bakay P., Kladraba D., Blažkova E., Fajmonova E., 2003. Cholesterol and fatty acid content in meat of turkeys fed diets with sunflower, linseed or fish oil. *Arch. Geflugelk*, 67, 65–67.

- Konjufca V.H., Pesti G.M., Bakalli R.L., 1997. Modulation of cholesterol levels in broiler meat by dietary garlic and copper. *Poultry Science*, 76, 1264–1271.
- Kopicova Z., Vavreinova S., 2007. Occurrence of squalene and cholesterol in various species of Czech freshwater fish. *Czech Journal of Food Sciences*, 25, 4, 195–201.
- Kris-Eherton P. M., Harris W. S., Appel L. J., 2002. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids and cardiovascular disease. *Circulation*, 106, 2747–2757.
- Kris-Eherton P., Daniels S. R., Eckel R. H., Engler M., Howard B. V., Krauss R. M., Lichtenstein A. H., Sacks F., Jears St., Stampfer M., 2001. Summary of the scientific conference on dietary fatty acids and cardiovascular health. *Circulation*, 103, 1034–1039.
- Krvarić M., Mužinić R., 1950. Investigation into the content in the sardine tissues. *Acta Adriatica*, 8, 291–314.
- Lepšanović Lj., 2003. Masti iz ishrane i oboljenja srca i krvnih sudova. *Uljarstvo*, 34, 3–21.
- Lichtenstein A. H., Appel L. J., Brands M., Carnethon M., Daniels S., Franch H. A., Franklin B., Kris-Eherton P., Harris W. S., Howard B., Karanja N., Lefevre M., Rudel L., Sacks F., Van Horn L., Winston M., Wylie-Rosett J., 2006. Diet and lifestyle recommendations revision 2006: A scientific statement from the American Heart Association Nutrition Committee. *Circulation*, 114, 82–96.
- Lone K. L., Matty A. J., 1984. Oral administration of an anabolic-androgenic steroid dimethazine increases the growth and food conversion efficiency and brings changes in molecular growth responses of carp (*Cyprinus carpio*) tissues. *Nutrition Reports International*, 29, 621–638.
- Luzia L. A., Sampaio G. R., Castellucci C. M. N., Torres E. A. F. S., 2003. The influence of season on the lipid profiles of five commercially important species of Brazilian fish. *Food Chemistry*, 83, 93–97.
- Maraschiello C., Diaz I., Regueiro J. A. G., 1996. Determination of cholesterol in fat and muscle of pig by HPLC and capillary gas chromatography with solvent venting injection. *Journal of High Resolution Chromatography*, 19, 165–168.
- Mathew S., Amnu K., Nair P. G. V., Devadasan K., 1999. Cholesterol content of Indian fish and shellfish. *Food Chemistry*, 66, 455–461.
- Menoyo D., Lopez-Bote C. J., Diaz A., Obach A., Bautista J. M., 2007. Impact of n-3 fatty acid chain length and n-3/n-6 in Atlantic salmon (*Salmo solar*) diets. *Aquaculture*, 276, 248–259.
- Moreira A. B., Visentainer J. V., de Souza N. E., Matsushita M., 2001. Fatty acids profile and cholesterol contents of three Brazilian *Brycon* freshwater fishes. *Journal of Food Composition and Analysis*, 14, 565–574.
- Mozaffarian D., Psaty B. M., Rimm E. B., Lemaitre R. N., Burke G. L., Lyles M. F., Lefkowitz D., Siscovick D. S., 2004. Fish intake and risk of incident atrial fibrillation. *Circulation*, 110, 368–373.
- Myneris-Perxachs J., Bondia-Pons I., Serra-Majem L., Castellote A.I., 2010. Long-chain n-3 fatty acids and classical cardiovascular disease risk factors among the Catalan population. *Food Chemistry*, 119, 54–61.
- Orban E., Masci M., Nevigato T., Di Lena G., Casini I., Caproni R., Gambelli L., De Angelis P., Rampacci M., 2006. Nutritional quality and safety of whitefish (*Coregonus lavaretus*) from Italian lakes. *Journal of Food Composition Analysis*, 19, 737–746.
- Person-Le Ruyet J., Skalli A., Dulau B., Le Bayon N., Le Delliou H., Robin J. H., 2004. Does dietary n-3 highly unsaturated fatty acids level influence the European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) capacity to adapt to a high temperature? *Aquaculture*, 242, 571–588.
- Piironen V., Toivo J., Lampi A. M., 2002. New data for cholesterol contents in meat, fish, milk, eggs and their products consumed in Finland. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15, 6, 705–713.
- Plavša N., Baltić M., Sinovec Z., Jovanović B., Kulišić B., Petrović J., 2000. Uticaj ishrane obrocima različitog sastava na kvalitet mesa kalifornijske pastrmke (*Oncorhynchus mykiss Walbaum*). Savremeno ribarstvo Jugoslavije – monografija, radovi saopšteni na IV Jugoslovenskom simpozijumu „Ribarstvo Jugoslavije“ – Vršac, Beograd.
- Rasmussen R. S., Ostefeld T. H., Ronsholdt B. R., Mc Leon E., 2000. Manipulation of end-product quality of rainbow trout with finishing diets. *Aquaculture Nutrition*, 6, 1, 17.
- Robin J. H., Skalli A., 2007. Incorporation of dietary fatty acid in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) – A methodological approach evidencing losses of highly unsaturated fatty acids. *Aquaculture*, 263, 227–237.
- Sahena F., Zaidul I. S. M., Jinap S., Saari N., Jahurul H. A., Abbas K. A., Norulaini N. A., 2009. PUFAs in fish: extraction, fractionation, importance in health. *Comprehensive Reviews in food science and food safety*, 8, 59–74.
- Santos-Silva J., Bessa R. J. B., Santos-Silva F., 2002. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. II. Fatty acid composition of meat. *Livest Production Science*, 77, 187–194.
- Savić N., Mikavica D., Grujić R., Bojanić V., Vučić G., Mandić S., Đurica R., 2004. Hemijski sastav mesa dužičaste pastrmke (*Oncorhynchus mykiss Wal.*) iz ribnjaka Gornji Ribnik. *Tehnologija mesa*, 45, 1–2, 45–49.
- Shimeno S., Kheyvvali D., Takeda M., 1990. Metabolic adaptation to prolonged starvation in carp. *Nippon Svisan Gakkaishi*, 56, 35–41.
- Simonović, P., 2001. Ribe Srbije. NNK International, Zavod za zaštitu prirode Srbije, Biološki fakultet.
- Skalli A., Robin J. H., Le Bayon N., Le Delliou H., Person-Le Ruyet J., 2006. Impact of essential fatty acid deficiency and temperature on tissues' fatty acid composition of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, 255, 223–232.
- Skalli A., Robin J. H., 2004. Requirement of n-3 long chain polyunsaturated fatty acids for European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles: growth and fatty acid composition. *Aquaculture*, 240 (1-4), 399–415.
- Spirić A., Trbović D., Vranić D., Đinović J., Petronijević R., Milijašević M., Janković S., Radičević T., 2009. Uticaj masnih kiselina u hrani na sastav masnih kiselina i količinu holesterola kod kalifornijske pastrmke (*Oncorhynchus mykiss*). *Tehnologija mesa*, 50, 3–4, 179–188.
- SRPS ISO 1443/1992. Meso i proizvodi od mesa – Određivanje sadržaja ukupne masti.
- SRPS ISO 936/1999. Meso i proizvodi od mesa – Određivanje ukupnog pepela.
- SRPS ISO 1442/1998. Meso i proizvodi od mesa – Određivanje sadržaja vlage (referentna metoda).
- Steffens W., 1997. Effects of variation in essential fatty acids in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans. *Aquaculture*, 151, 97–119.

- Steffens W., Wirth M., 2007. Influence of nutrition on the lipid quality of pond fish: common carp (*Cyprinus carpio*) and tench (*Tinca tinca*). *Aquaculture International* 15, 313–319.
- Tikeogly N., 2000. *İc Su Balıklari Yetistiriciligi*, Cukurova Universitesi Su Urunleri Fakultesi Ders Kitabi, 2, Adana, Turkey.
- Tocher D. R., Fonseca-Madrigal J., Dick J. R., Ng W. K., Bell J. G., Compbell P. J., 2004. Effects of water temperature and diets containing palm oil on fatty acid desaturation and oxidation in hepatocytes and intestinal enterocytes of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B* 137, 49–63.
- Valente L. M. P., Bandarra N. M., Figueiredo-Silva A. C., Rema P., Vaz-Pires P., Martins S., Prates J. A. M., Nunes M. L., 2007. Conjugated linoleic acid in diets for large-size rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): effects on growth, chemical composition and sensory attributes. *British Journal of Nutrition*, 97, 289–297.
- Viola S., Lahav E., Arieli Y., 1992. Response of Israeli carp, *Cyprinus carpio* L, to lysine supplementation of a practical ration at varying conditions of fish size, temperature, density and ration size. *Aquaculture, Fish, Manage*, 23, 49–58.
- Vladau V. V., Bud I., Stefan R., 2008. Nutritive value of fish meat comparative to some animals meat. *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies*, 65, 301–305.
- Von Snacky C., 2001. Clinical trials, not n-6 to n-3 ratios, will resolve whether fatty acids prevent coronary heart disease. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 103, 423–427.
- Vranić D., Trbović D., Đinović J., Teodorović V., Spirić A., Milijašević M., Petronijević R., 2010a. Mlad i konzumna kalifornijska pastrmka (*Oncorhynchus Mykiss*): hemijski i masnokiselinski sastav. 14. Međunarodni simpozijum tehnologije hrane za životinje – 12. Međunarodni simpozijum „NODA“, Novi Sad, 19–21 oktobar, 2010, Zbornik radova, 51–57.
- Vranić D., Trbović D., Đinović J., Mažić Z., Spirić D., Milićević D., Spirić A., 2010b. Nutritivna vrednost kalifornijske pastrmke (*Oncorhynchus mykiss*) i šarana (*Cyprinus carpio*) iz akvakulture, *Tehnologija mesa*, 51, 2, 159–168.
- Zatsick, N. M., Mayket P., 2007. Fish oil – Getting to the heart of it. *The Journal for Nurse Practitioners*, 104–109.
- Zeitler M. H., Kirchgessner M., Schwarz F. J., 1984. Effects of different protein and energy supply on carcass composition of carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture*, 36, 37–48.
- Žlender B., Gašperlin L., 2005. Značaj i uloga lipida mesa u bezbednoj i balansiranoj ishrani. *Tehnologija mesa*, 46, 1–2, 11–21.

## Fingerlings and marketable size rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): proximate composition, cholesterol content and fatty acid profile in filets

Vranić Danijela, Baltić Ž. Milan, Trbović Dejana, Đinović-Stojanović Jasna, Marković Radmila, Petronijević Radivoj, Spirić Aurelija

*S u m m a r y:* Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) is well known fish species in the nature. Changes in proximate composition of fish meat are associated with age and size of fish. Cholesterol content in animal tissues is associated with feeding method and quality of food, in spite of regulatory mechanism of cholesterol synthesis and absorption.

Objective of this study was determination and comparison of proximate composition, cholesterol content and fatty acid profile of fingerlings and marketable size rainbow trout from aquaculture. Samples of fingerlings (average mass of 99 g and length of 18.6 cm) and marketable size rainbow trout (average mass of 229 g and length of 23.3 cm) were collected in August 2010, in the fishpond „Ribnik“, Mrkonjić city, Republic Srpska- Bosnia and Herzegovina. Fingerlings and marketable size rainbow trout were fed complete mixture of similar composition for both fish categories (fish products, oils and fats, cereal products and oil seeds).

Obtained results showed that there was no statistically significant difference ( $p > 0.05$ ) in the content of total lipids (3.81%, fingerlings and 4.17%, marketable size trout) and ash (1.27%, fingerlings and 1.29%, marketable size trout). Higher protein content was determined in marketable size trout filets (18.69%), as well as lower water content (75.40%) compared to their content in fingerlings (17.72% proteins and 77.11% water). Cholesterol content was 82.59 mg/100g (fingerlings) and 70.12 mg/100g (marketable size trout).

Statistically significant differences ( $p < 0.05$ ) in content of total saturated fatty acids was established between fingerlings and marketable size trout (31.81% and 29.14%, respectively), also in polyunsaturated fatty acids-PUFA (33.93% and 36.78%, respectively) and n-3 fatty acids (17.17% and 19.20%, respectively). Content of monounsaturated fatty acids was similar and ranged from 33.30%, in fingerlings, to 33.05% in marketable size trout. There was no statistically significant difference ( $p > 0.05$ ) in content of total n-6 fatty acids in fingerlings (16.76%) and marketable size fish (17.58%). Higher quantities of n-3 PUFA in fingerlings (17.17%) and commercial trout (19.20%) and lower quantities of n-6 PUFA (16.76% in fingerlings and 17.58% in marketable size trout) resulted in favourable n-3/n-6 ratio (1.02 in fingerlings and 1.09 in commercial trout).

Content of eicosapentaenoic acid (EPA, C20:5 n-3) and docosahexaenoic acid (DHA, C22:6 n-3) was 2.78% and 8.21% in fingerlings and 3.36% and 9.29% in marketable size fish, respectively. Content of EPA+DHA in total fatty acids was 10.99% in fingerlings and 12.65% in marketable size rainbow trout. By consumption 200 g of this fish intake of desirable fatty acids, EPA and DHA, is 0.84 g in fingerlings, and 1.06 g in marketable size rainbow trout, which is in accordance with recommendation of the American Heart Association for persons with cardiovascular disease (daily intake: in total 1g EPA and DHA).

Trout growth was accompanied by increase of the protein content, decrease of the water content and increase in content of PUFA especially n-3 essential fatty acids. Due to significant content of proteins and unsaturated fatty acids and lower amounts of fat, rainbow trout can be considered as one of the most valuable food stuffs in human nutrition.

**Key words:** Rainbow trout, chemical composition, cholesterol content, fatty acids, n-3 PUFA.

Rad primljen: 5.03.2012.

Rad prihvaćen: 19.03.2012.

# Uticaj pakovanja u modifikovanoj atmosferi na održivost čevapčića

Babić Jelena<sup>1</sup>, Matekalo-Sverak Vesna<sup>1</sup>, Borović Branka<sup>1</sup>, Velebit Branko<sup>1</sup>, Karan Dragica<sup>1</sup>, Milijašević Milan<sup>1</sup>, Trbović Dejana<sup>1</sup>

*S a d r Ź a j:* Održivost čevapčića može da bude produžena pakovanjem u modifikovanoj atmosferi (MAP). Mešavina gasova sa većim sadržajem kiseonika (O<sub>2</sub>) povoljno utiče na očuvanje svetlocrvene boje kao najvažnije senzorske karakteristike svežeg mesa u maloprodaji. Čevapčići upakovani u modifikovanoj atmosferi retko su zastupljeni na tržištu Srbije.

Cilj rada bio je da se prati tok mikrobioloških, senzorskih i hemijskih promena u čevapčićima upakovanim u modifikovanoj atmosferi koja se sastojala od 70% O<sub>2</sub> i 30% CO<sub>2</sub>. Ispitivani uzorci su skladišteni 10 dana u strogo kontrolisanim uslovima pri temperaturi od +3°C. Mikrobiološka ispitivanja obuhvatala su određivanje prisustva patogenih mikroorganizama (*Salmonella* vrste, koagulaza pozitivne stafilokoke, *E. coli* i *Listeria monocytogenes*), kao i mikroorganizama indikatora higijene i mikroorganizama kvara (ukupan broj aerobnih mezofilnih i psihrofilnih bakterija, ukupan broj bakterija iz familije *Enterobacteriaceae*, ukupan broj bakterija mlečne kiseline i *Bronchothrix thermosphacta*). Uzorci su mikrobiološki ispitivani svakog dana. Pomoću kvantitativno-deskriptivnog testa na skali intenziteta od 1 do 5 analizirana su senzorska svojstva čevapčića (boja i miris u sirovom stanju i miris, konzistencija i ukus posle probe pečenja) 1, 4, 6, 8. i 10. dana. Svakodnevno je ispitivana pH vrednost, a 4. i 8. dana eksperimenta ispitivani su kiselelinski i peroksidni broj.

Na osnovu dobijenih rezultata, naročito na osnovu preporučenog ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija, koji ne bi trebalo da bude veći od 7 log cfu/g i na osnovu senzorskih karakteristika, čevapčići upakovani u modifikovanu atmosferu sa 70% kiseonika i 30% ugljen-dioksida su bili održivi sedam dana.

**Ključne reči:** čevapčići, održivost, modifikovana atmosfera (MAP).

## Uvod

Zbog specifičnog hemijskog sastava i velikog sadržaja vode, meso se ubraja u jednu od najkvarljivijih namirnica. Kvar se može definisati kao bilo koja promena koja hranu sa senzornog stanovišta čini neprihvatljivom za konzumenta (*Gram i dr.*, 2002). Pojava neprijatnog mirisa i ukusa može nastati kao rezultat rasta mikroorganizama, pri čemu je intenzitet senzorskih promena povezan sa razgradnjom hranljivih materija mesa i nastankom nepoželjnih isparljivih metabolita.

Broj mikroorganizama od 7 log cfu/g je odgovoran za pojavu neprijatnog mirisa sa „mlečnom“ notom, dok truležan miris nastaje razgradnjom slobodnih aminokiselina, kada rast mikroorganizama dostigne vrednosti od 9 log cfu/g (*Jay i dr.*, 2003). U aerobnim uslovima *Pseudomonas* spp. predstavlja dominantne vrste mikroorganizama koje dovo-

de do kvara mesa, čak i na temperaturama hlađenja (*Ellis i Goodacre*, 2000). Sposobnost *Bronchothrix thermosphacta* da raste u aerobnim i anaerobnim uslovima, ga svrstava u grupu mikroorganizama odgovornih za pojavu neprijatnog mirisa (*Pin i dr.*, 2002). Bakterije roda *Serratia*, *Enterobacter*, *Proteus* i dr. koje pripadaju familiji *Enterobacteriaceae*, kao i bakterije mlečne kiseline doprinose nastanku kvara ohlađenog mesa (*Borch i dr.*, 1996; *Labadie*, 1999). Iako mikroorganizmi imaju značajnu ulogu u nastanku kvara mesa, konačna procena nastalih promena se zasniva na senzorskoj analizi (*Ellis i Goodacre*, 2000).

U proceni održivosti mesa i proizvoda od mesa neophodno je primeniti kombinaciju mikrobioloških, hemijskih i senzorskih analiza.

Pakovanje u modifikovanoj atmosferi (MAP) se koristi kao efikasan način produženja održivosti i očuvanja kvaliteta svežeg i usitnjenog mesa (*Ra-*

**Napomena:** Prezentovani rezultati su deo istraživačkog projekta (Ev. br. 46009), koji finansira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije.

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



detić i dr., 2007; Koutsoumanis i dr., 2008; Milijašević i dr., 2008; Yilmaz i Demirci, 2010; Limbo i dr., 2010; Ozlem i dr., 2011). MAP je vrsta pakovanja iz kojeg se potpuno uklanja vazduh, posle čega se nastali vakuum popunjava jednim gasom ili smešom gasova. Gasovi koji se najviše koriste u tehnologiji pakovanja u modifikovanoj atmosferi su ugljen-dioksid (CO<sub>2</sub>), kiseonik (O<sub>2</sub>) i azot (N<sub>2</sub>) (Martinez i dr., 2006). Oni se koriste u različitim kombinacijama, u kojima svaki od njih ima svoju ulogu. Zbog svog svojstva da vrlo bitno podužava održivost proizvoda, MAP je u toku poslednje dve decenije postao značajna i sve popularnija tehnologija u oblasti pakovanja mesa u maloprodaji (Radetić i dr., 2007).

Boja, oksidativne promene lipida i rast mikroorganizama su najznačajniji kriterijumi za ocenu kvaliteta prilikom skladištenja svežeg mesa. Pakovanje u modifikovanoj atmosferi treba da omogući da ne dođe do promene boje i oksidacije lipida mesa, a istovremeno trebalo bi da uspori rast mikroorganizama odgovornih za kvar. Zato se sveže meso najčešće pakuje u modifikovanu atmosferu sa 70–80% O<sub>2</sub> i 20–30% CO<sub>2</sub> (Zhou i dr., 2010).

Upotreba visokih koncentracija kiseonika unutar pakovanja utiče na očuvanje svetlocrvene boje, koja je najvažnija senzorska karakteristika svežeg mesa u maloprodaji, ali istovremeno može da dovede i do povećanja oksidativnih reakcija i pojave užglosti masti u mesu, što izaziva neprijatan miris i ukus. Zakrys i dr. (2008) su pratili efekat pakovanja u modifikovanoj atmosferi na senzorska svojstva goveđeg mesa i došli do zaključka da meso upakovano u modifikovanu atmosferu sa 50% O<sub>2</sub>, 30% N<sub>2</sub> i 20% CO<sub>2</sub> ima poželjnije senzorne osobine u odnosu na druge smeše gasova.

Ugljen-dioksid je glavni antimikrobni faktor u MAP, posebno prema gram-negativnim bakterijama, kao što su *Pseudomonas* spp. Efikasnost ovog gasa zavisi od njegove originalne i finalne koncentracije u pakovanju, temperature skladištenja i inicijalne flore (Radetić i dr., 2007). Veće koncentracije CO<sub>2</sub> u gasnim smešama favorizuju rast laktobacila, a smanjuju rast *Bronchothrix thermosphacta* (Klettner, 2004).

U maloprodajnim objektima kao deo asortimana proizvoda od mesa zastupljeni su ćevapčići koji pripadaju grupi usitnjenog oblikovanog mesa. Rok održivosti ovih proizvoda, koji nisu termički obrađeni, regulisan je Pravilnikom o kvalitetu i drugim zahtevima za proizvode od mesa (*Sl. list SCG* br. 33/2004) i iznosi najviše 48 sati kada se upakovani proizvodi čuvaju na temperaturi do +4°C.

Ćevapčići upakovani u modifikovanoj atmosferi retko su zastupljeni na tržištu Srbije. Cilj ovog rada je bio da se ustanovi održivost ćevapčića upakovanih u smešu gasova koja se sastojala od 70 po-

sto kiseonika i 30 posto ugljen-dioksida. U ogledu su praćene mikrobiološke, senzorske i hemijske karakteristike ćevapčića.

## Materijal i metode

Ćevapčići su proizvedeni od junećeg i svinjskog mesa, koji su usitnjeni do granulacije od oko 4 mm, uz dodatak vode, kuhinjske soli, začina, emulgjuće soli (natrijum-polifosfat) i antioksidansa (askorbinska kiselina). Nakon oblikovanja, ćevapčići su upakovani u modifikovanu atmosferu, deset komada u jednom pakovanju. Za pakovanje je upotrebljena mašina Traysealer T-350 Multivaca, a kao materijal za pakovanje su korišćene posudice Cryovac LidSys (Sealed, Air, USA) i gornja folija F-Type, Lid HB-S (proizvodnje Spektar – Gornji Milanovac) sa sledećim karakteristikama: stepen propustljivosti za kiseonik (< 15 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/dan, 20°C, 65% RH), za vlagu (< 50 g/m<sup>2</sup>, 38 °C, 90% RH). Pakovanja su napunjena gotovom smešom gasova proizvođača MESSER TEHNOGAS oznake O70 (70% O<sub>2</sub> i 30% CO<sub>2</sub>). Količina smeše gasova u pakovanju iznosila je 100–200 ml na 100 g proizvoda. Istog dana, upakovani ćevapčići su transportovani u hladnom lancu do laboratorije Instituta za higijenu i tehnologiju mesa, gde su skladišteni pri temperaturi od +3°C u trajanju od deset dana.

## Mikrobiološka ispitivanja

Uzorci ćevapčića su mikrobiološki ispitivani svakodnevno sledećim metodama:

- Ukupan broj aerobnih mezofilnih i psihrofilnih bakterija određivan je metodom SRPS EN ISO 4833:2008 (PCA, Merck)
- Broj bakterija familije *Enterobacteriaceae* određivan je metodom SRPS ISO 21528-2:2009 (VRBG, Merck)
- Prisustvo *Salmonella* spp. određivan je metodom SRPS ISO 6579:2008 (BPW, MKTTN, RVS, XDL, Merck)
- Broj *E. coli* određivan je metodom SRPS ISO 16649-2:2008 (TBX, Oxoid)
- Broj bakterija mlečne kiseline određivan je prema metodi ISO 15214:1998 (MRS, Merck)
- Broj koagulaza pozitivnih stafilokoka određivan je metodom SRPS EN ISO 6888-2:2009 (ETGP, Merck)
- Broj *Bronchothrix thermosphacta* određivan je metodom ISO 13722:1999 (STAA agar, Oxoid)
- Broj *Listeria monocytogenes* određivan je metodom SRPS EN ISO 11290:2010 (Fraser broth base, Palcam agar, Oxoid)

**Tabela 1.** Kvantitativno-deskriptivna skala za ocenu ispitivanih senzorskih osobina čevapčića  
**Table 1.** Quantitative-descriptive scale used for evaluation of sensory properties of „čevapčići“

Brojčana ocena / Numerical score	Opisna ocena / Descriptive score
5	izuzetno dobra/exceptionally good
4	veoma dobra/very good
3	prihvatljiva/acceptable
2	na granici prihvatljivosti/barely acceptable
1	neprihvatljiva/unacceptable

### Ocena senzorskih svojstava

Pomoću kvantitativnog deskriptivnog testa (SRPS ISO 6658, 2002), sa skalom od 1 do 5, ocenjena su senzorska svojstva (boja i miris pre probe pečenja i miris, konzistencija i ukus posle probe pečenja) 1, 4, 6, 8. i 10. dana eksperimenta.

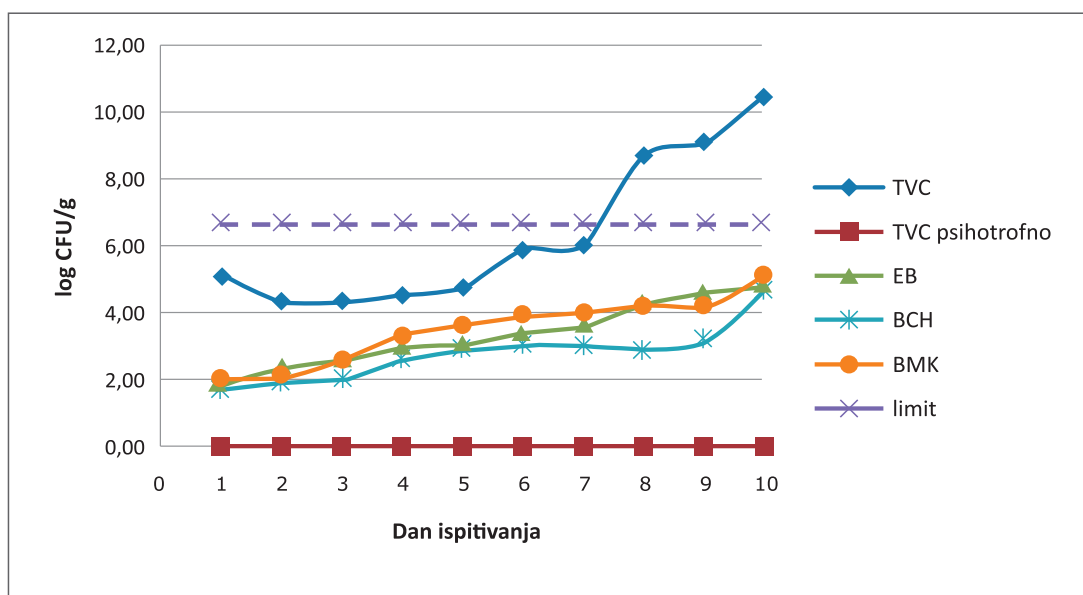
Grupa od pet ocenjivača činila je panel za ocenu senzorskih svojstava ispitivanih čevapčića. Ocenjivačima su prethodno testirana čula pomoću testa za utvrđivanje osećaja ukusa (SRPS ISO 3972, 2002) i testa za obuku ocenjivača u otkrivanju i prepoznavanju mirisa (SRPS ISO 5496, 2002).

### Hemijska ispitivanja

Vrednost pH određivana je standardnom metodom SRPS ISO 2917/2004 (pH metar-Cyber Scan 510). Ispitivanja pH vrednosti uzoraka čevapčića su rađena svakodnevno.

Kiselinski i peroksidni broj su ispitivani četvrtog i osmog dana eksperimenta i za njihovo određivanje su korišćene metode:

- SRPS ISO 660, 2000 – Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla – Određivanje kiselinskog broja i kiselosti
- SRPS ISO 3960, 2001 – Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla – Određivanje peroksidnog broja.



**Grafikon 1.** Promena broja mikroorganizama u čevapčićima  
**Graph 1.** Changes of the microorganism count in „čevapčići“

### Legenda/Legend:

TVC – Ukupan broj aerobnih mezofilnih mikroorganizama / Total count of aerobic mesophilic microorganism

TVC – psihotrofno – Ukupan broj aerobnih psihotrofnih mikroorganizama / psychrophilic – Total count of aerobic psychrophilic microorganism

EB – Bakterije iz familije *Enterobacteriaceae* / Bacteria of the *Enterobacteriaceae* family

BCH – *Bronchothrix thermosphacta*

BMK – Bakterije mlečne kiseline / Lactic acid bacteria

## Statistička analiza

Rezultati ispitivanja (srednja vrednost, mere varijacije, analiza varijanse) su statistički obrađeni pomoću programa Microsoft Excel 2007.

## Rezultati i diskusija

Promene broja ispitivanih mikroorganizama uzoraka čevapčića prikazane su u grafikonu 1.

U uzorcima čevapčića, tokom ispitivanog perioda, nije utvrđen rast patogenih mikroorganizama, odnosno koagulaza pozitivnih stafilokoka, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, niti *Salmonella* spp.

Tokom skladištenja upakovanih čevapčića pri temperaturi od +3°C, u trajanju od deset dana, ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija pokazivao je linearan trend rasta od +0,66 log cfu/g/dan, pri čemu je osmog dana ispitivanja rast prešao u eksponencijalnu fazu i premašio preporučeni limit prihvatljivosti od 7 log cfu/g (ICMSF, 1986). Kod bakterija iz familije *Enterobacteriaceae*, bakterija mlečne kiseline, kao i *Bronchothrix thermosphacta* utvrđen je postepen rast do desetog dana skladištenja. Ukupan broj aerobnih psihrofilnih bakterija tokom ispitivanog perioda nije prelazio vrednost od 1 log cfu/g.

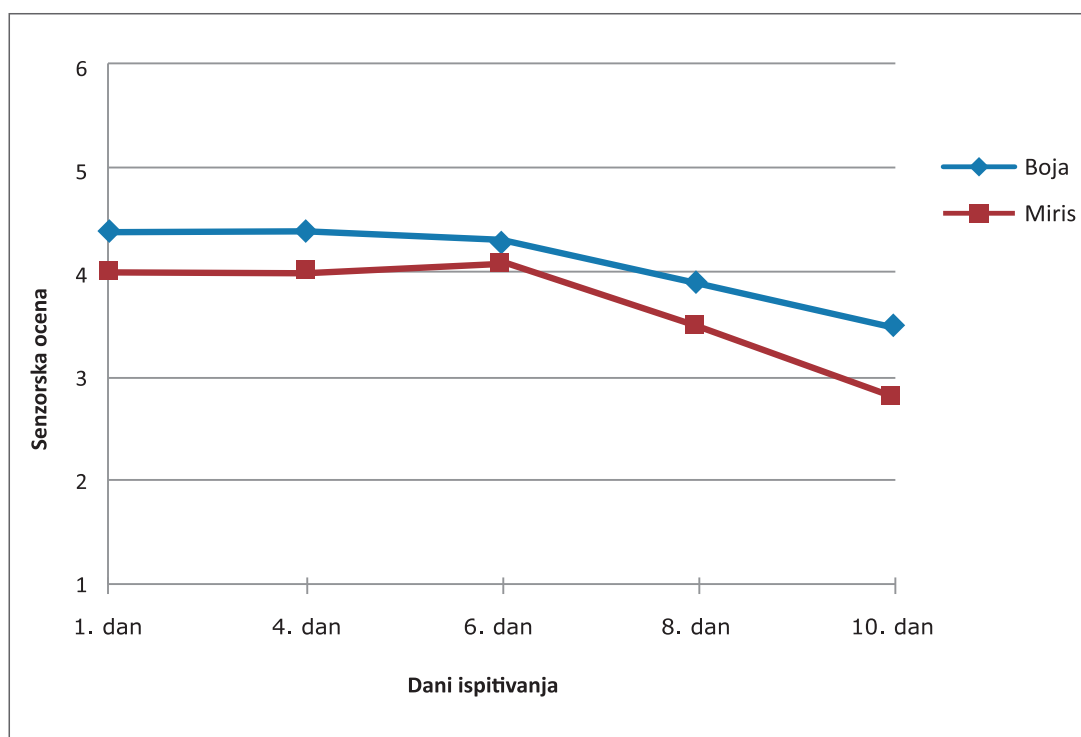
Ozlem i dr. (2011) su ustanovili da modifikovana atmosfera sa 70% O<sub>2</sub> i 30% CO<sub>2</sub> kod usitnjenog goveđeg mesa favorizuje rast laktobacila i bakterija iz familije *Enterobacteriaceae*, a da deluje inhibirno na rast *Pseudomonas* spp. i *Bronchothrix thermosphacta*. Ercolini i dr. (2006) su pratili rast *Pseudomonas* spp. i *Bronchothrix thermosphacta*, laktobacila i *Enterobacteriaceae* kod sveže govedine i ustanovili slabiji rast navedenih mikroorganizama kod uzoraka upakovanih u modifikovanu atmosferu sa 60% O<sub>2</sub> i 40% CO<sub>2</sub> u odnosu na uzorke skladištene na vazduhu.

Rezultati senzorske ocene čevapčića prikazani su u grafikonu 2.

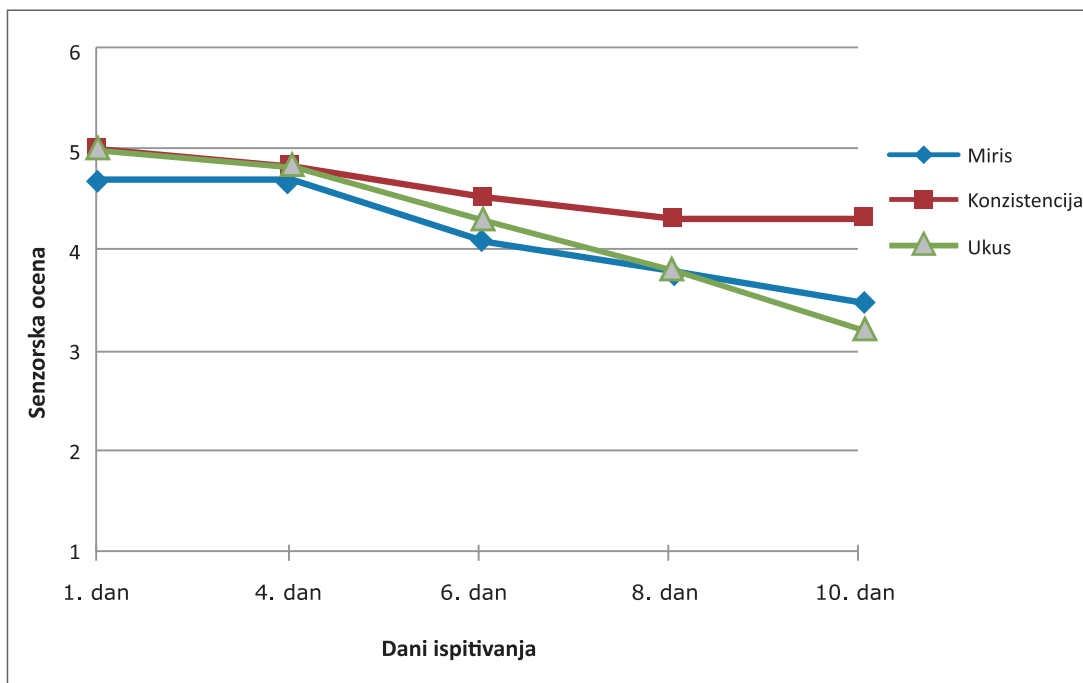
Boja i miris čevapčića ocenjeni su kao „veoma prihvatljivi“ ( $4,40 \pm 0,22$ ;  $4,00 \pm 0,35$ ) na početku ispitivanja. Miris čevapčića poslednjeg dana ispitivanja iako ocenjen kao „prihvatljiv“, dobio je nižu prosečnu ocenu ( $2,80 \pm 0,22$ ) u odnosu na prethodne dane ispitivanja, dok je boja ocenjena višom ocenom ( $3,50 \pm 0,41$ ).

Rezultati senzorske ocene mirisa, konzistencije i ukusa čevapčića posle probe pečenja prikazani su u grafikonu 3.

Prvog i četvrtog dana ispitivanja, prosečne ocene za miris posle probe pečenja bile su  $4,70 \pm 0,27$  i  $4,70 \pm 0,22$  tj. miris je ocenjen kao „izuzetno prihvatljiv“. Tokom ispitivanja prosečna vrednost ocene za miris posle probe pečenja je opadala tako da je



**Grafikon 2.** Senzorska ocena boje i mirisa čevapčića  
**Graph 2.** Sensory scoring of the colour and odour of „čevapčići“

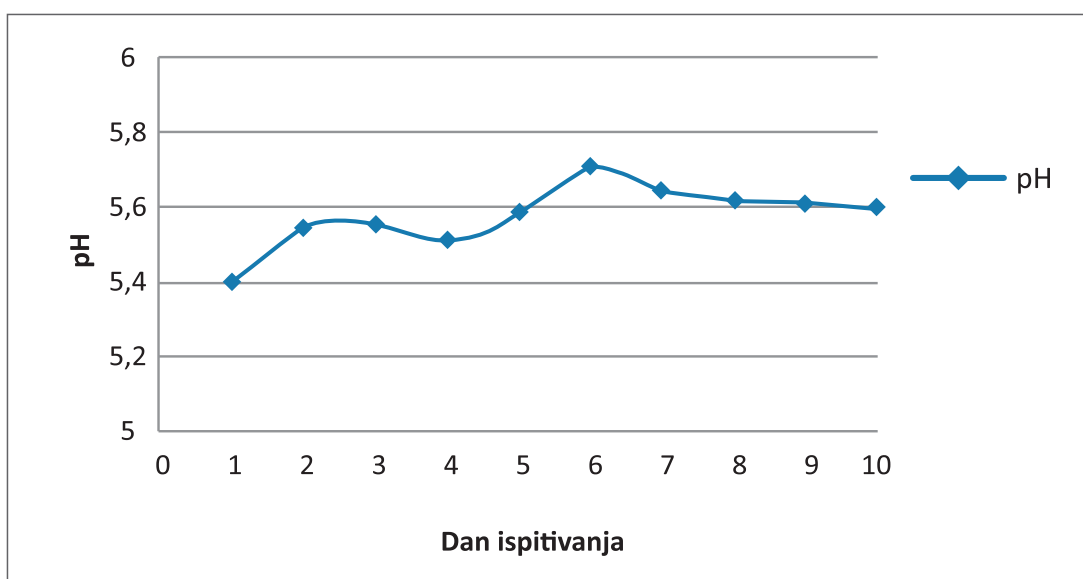


**Grafikon 3.** Senzorska ocena mirisa, konzistencije i ukusa čevapčića posle probe pečenja  
**Graph 3.** Sensory scoring of the odour, consistency and taste of „čevapčići“ subsequent to roasting

poslednjeg dana ispitivanja iznosila  $3,40 \pm 0,27$ , tj. miris je ocenjen kao „prihvatljiv“. Posle probe pečenja prvog, četvrtog i šestog dana ispitivanja, konzistencija čevapčića je ocenjena visokim ocenama ( $5,00 \pm 0,00$ ;  $4,80 \pm 0,27$ ;  $4,50 \pm 0,35$ ), dok je osmog i desetog dana ispitivanja ocenjena nešto nižom ocenom ( $4,30 \pm 0,44$ ;  $4,30 \pm 0,41$ ). Ukus čevapčića prvog i četvrtog dana ispitivanja, ocenjen je kao „izuzetno prihvatljiv“ ( $5,00 \pm 0,00$ ;  $4,80 \pm 0,27$ ), a šestog

i osmog dana dobijene ocene su bile niže ( $4,30 \pm 0,27$ ;  $3,80 \pm 0,27$ ) tj. „veoma prihvatljive“. Poslednjeg dana ispitivanja, iako ocenjen nižom ocenom ( $3,20 \pm 0,25$ ), ukus je i dalje bio „prihvatljiv“.

S obzirom da je primenjenom kvantitativno-deskriptivnom skalom kao granica prihvatljivosti definisana ocena 2,00, dobijene vrednosti ocena pokazuju da su čevapčići zadržali poželjna senzorska svojstva zaključno sa desetim danom ispitivanja.



**Grafikon 4.** Promena pH vrednosti čevapčića  
**Graph 4.** Changes of pH values of „čevapčići“

**Tabela 2.** Kiselinski i peroksidni broj  
**Table 2.** Acid value and peroxide number

DAN ISPITIVANJA / EXAMINATION DAY	KISELINSKI BROJ / ACID VALUE	PEROKSIDNI BROJ / PEROXIDE NUMBER
4. dan/day	3,67 mg KOH/g	0,00 mmol/kg
8. dan/day	3,74 mg KOH/g	0,00 mmol/kg

Prosečna pH vrednost ćevapčića u toku ispitivanja iznosila je  $5,57 \pm 0,08$  uz koeficijent varijacije od 1,45%.

Za razliku od naših rezultata *Yilmaz i Demirci* (2010) su kod ćevapčića upakovanih u modifikovanu atmosferu sa 65% N<sub>2</sub> i 35% CO<sub>2</sub> ustanovili pad pH vrednosti u toku celog perioda skladištenja.

Osmog dana ispitivanja vrednost kiselinskog broja ukazuje da nije došlo do hidrolitičkih promena lipida uzoraka ćevapčića u odnosu na četvrti dan ispitivanja, dok vrednosti peroksidnog broja pokazuju da nije došlo do oksidativnih promena lipida.

*Ozlem i dr.* (2011) su zaključili da se pakovanjem mlevenog goveđeg mesa u modifikovanoj atmosferi sa 50% O<sub>2</sub>, 30% CO<sub>2</sub> i 20% N<sub>2</sub> postiže najmanji stepen oksidacije lipida. *Jakobsen i Bertelsen* (2000) su ustanovili da temperature ispod +4°C, kod svežeg mesa pakovanog u modifikovanu atmosferu, preveniraju oksidaciju lipida, što je u saglasnosti sa našim rezultatima.

## Literatura

- Borch E., Kant-Muermans M. L., Blixt Y., 1996.** Bacterial spoilage of meat and cured meat product. *International Journal of Food Microbiology*, 33, 103–120.
- Ellis D. I., Goodacre R., 2000.** Rapid and quantitative detection of the microbial spoilage of muscle foods: current status and future trends. *Trends in Food Science and Technology* 12, 414–424.
- 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.
- Gram L., Ravn L., Rasch M., Bruhn J. B., Christensen A. B., Givskov M., 2002.** Food spoilage – interaction between food spoilage bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, 78, 79–97.
- 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.
- ISO 13722, 1996.** Meat and meat products – Enumeration of *Brochothrix thermosphacta* - Colony-count technique.
- 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.
- Jakobsen M., Bertelsen G., 2000.** Color stability and lipid oxidation of fresh beef. Development of a response surface model for predicting the effects of temperature, storage time and modified atmosphere composition. *Meat Science*, 54, 49–57.
- Jay J. M., Vilai J. P., Hughes M. E., 2003.** Profile and activity of the bacterial biota of ground beef held from freshness to spoilage at 5–7°C. *International Journal of Food Microbiology*, 81, 105–111.
- Klettner P. G., 2004.** Schutzgasverpackung bei Frischfleisch (Rückenmuskulatur von Schwein und Rind) unter besonderer Berücksichtigung von Kohlenmonoxid. *Mitteilungsblatt der Fleischforschung, Kulmbach*, 43, 166, 331–342.
- Koutsoumanis K. P., Stamatou A. P., Drosinos E. H., Nychas G. J. E., 2008.** Control of spoilage microorganisms in minced pork by a self-developed modified atmosphere induced by the respiratory activity of meat microflora. *Food Microbiology*, 25, 915–921.
- Labadie J., 1999.** Consequences of packaging on bacterial growth. Meat is an ecological niche. *Meat Science*, 52, 299–305.

## Zaključak

Ukupan broj aerobnih psihrofilnih bakterija tokom ispitivanog perioda od deset dana nije prelazio vrednost od 1 log cfu/g. Kod bakterija iz familije *Enterobacteriaceae*, bakterija mlečne kiseline, kao i *Bronchothrix thermosphacta* utvrđen je postepen rast do desetog dana skladištenja.

Na osnovu vrednosti kiselinskog i peroksidnog broja može se zaključiti da nije došlo do hidrolitičkih i oksidativnih promena lipida u uzorcima ćevapčića tokom skladištenja. Takođe, ni senzorskim ocenjivanjem nisu utvrđene promene u smislu uže-glosti, a ćevapčići su bili prihvatljivi u pogledu boje, mirisa, ukusa i konzistencije sve vreme skladištenja.

Na osnovu dobijenih rezultata, naročito na osnovu preporučenog ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija, koji ne bi trebalo da bude veći od 7 log cfu/g i na osnovu senzorskih karakteristika, ćevapčići upakovani u modifikovanu atmosferu sa 70% kiseonika i 30% ugljen-dioksida su bili održivi sedam dana.

- Limbo S., Torri L., Sinelli N., Franzetti L., Casiraghi E., 2010.** Evaluation and predictive modeling of shelf life of minced beef stored in high-oxygen modified atmosphere packaging at different temperatures. *Meat Science* 84, 129–136.
- Martínez L., Djenane D., Cilla I., Beltrán J. A., Roncales P., 2006.** Effect of varying oxygen concentrations on the shelf life of fresh pork sausages packaged in modified atmosphere. *Food Chemistry*, 94, 219–225.
- Milijašević M., Velebit B., Turubatović L., Jovanović J., Babić J., 2008.** Uticaj različitih smeša gasova na održivost svežeg junećeg mesa. *Tehnologija mesa*, 49, 5–6, 161–164.
- Ozlem K. E., Irkin R., Degirmencioglu N., Degirmencioglu A., 2011.** The effects of modified atmosphere gas composition on microbiological criteria, color and oxidation values of minced beef meat. *Meat Science*, 88, 221–226.
- Pin C., García de Fernando G., Ordonez J. A., 2002.** Effect of modified atmosphere composition on the metabolism of glucose by *Brochothrix thermosphacta*. *Applied and Environmental Microbiology*, 68, 4441–4447.
- Radetić P., Milijašević M., Jovanović J., Velebit B., 2007.** Pakovanje svežeg mesa u modifikovanoj atmosferi – trend koji traje. *Tehnologija mesa* 48, 1–2, 99–108.
- 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 broja mikroorganizama – Tehnika brojanja kolonija na 30°C.
- SRPS EN ISO 6888-2, 2009.** Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za određivanje broja koagulaza-pozitivnih stafilokoka (*Staphylococcus aureus* i druge vrste) – Deo 2: Tehnika upotrebom agara sa plazmom kunića i fibrinogenom.
- SRPS ISO 16649-2, 2008.** Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za određivanje broja  $\beta$ -glukuronidaza pozitivne *Escherichia coli* – Deo 2: Tehnika brojanja kolonija na 44°C pomoću 5-bromo-4-hloro-3-indolil  $\beta$ -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 2917, 2004.** Određivanje pH vrednosti.
- SRPS ISO 3960, 2001.** Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla – Određivanje peroksidnog broja.
- SRPS ISO 3972, 2002.** Metode utvrđivanja osećaja ukusa. Metodologija.
- SRPS ISO 5496, 2002.** Iniciranje i obuka ocenjivača u otkrivanju i prepoznavanju mirisa, Metodologija.
- SRPS ISO 6579, 2008.** Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za otkrivanje *Salmonella* spp.
- SRPS ISO 660, 2000.** Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla – Određivanje kiselinskog broja i kiselosti.
- SRPS ISO 6658, 2002.** Kvantitativni deskriptivni test. Opšte uputstvo.
- Yilmaz I., Demirci M., 2010.** Effect of different packaging methods and storage temperature on microbiological and physicochemical quality characteristics of meatball. *Food Science and Technology International*, 16, 259–267.
- Zakrys P. I., Hogana S. A., O’Sullivan M. G., Allen P., Kerry J. P., 2008.** Effects of oxygen concentration on the sensory evaluation and quality indicators of beef muscle packed under modified atmosphere. *Meat Science*, 79, 648–655.
- Zhou G. H., Xu X. L., Liu Y., 2010.** Preservation technologies for fresh meat – A review. *Meat Science* 86, 119–128.

## The influence of modified atmosphere packaging on shelf life of „ćevapčići“

Babić Jelena, Matekalo-Sverak Vesna, Borović Branka, Velebit Branko, Karan Dragica, Milijašević Milan, Trbović Dejana

Modified atmosphere packaging (MAP) could extend the shelf life of the meat products “ćevapčići”. Gas mixtures with higher level of oxygen ( $O_2$ ) have favourable impact on maintenance of bright red color as most important sensory characteristic of fresh meat in the retail. Modified atmosphere packaging of “ćevapčići” is rarely present on Serbian market.

The aim of this study was to determine the microbiological, sensory and chemical changes of MAP packaged “ćevapčići” in gas mixture consisting of 70%  $O_2$  and 30%  $CO_2$ . Such packaged samples were stored for 10 days at +3°C. Microbiological examination comprised determination of pathogenic microorganisms (*Salmonella* spp, coagulase positive staphylococci, *E. Coli* and *Listeria monocytogenes*) as well as indicators of hygiene and spoilage (Total Viable Count, Psychrotrophic Bacteria, *Enterobacteriaceae*, Lactic Acid Bacteria and *Bronchothrix thermosphacta*). The samples were examined every day. Using quantitative-descriptive test with grading scale from one to five sensory properties of “ćevapčići” were assessed (color and odour in raw condition and odour, consistency and taste after roasting) on 1<sup>st</sup>, 4<sup>th</sup>, 6<sup>th</sup>, 8<sup>th</sup> and 10<sup>th</sup> day. Regarding the chemical parameters, every day during the experiment pH value was examined and on 4<sup>th</sup> and 8<sup>th</sup> day examination included acid value and peroxid number.

On the basis of the obtained results, as well as based on the recommended Total Viable Count, which should not be higher than 7 log cfu/g, and taking into consideration sensory properties, we can conclude that “ćevapčići” packed in the modified atmosphere containing 70%  $O_2$  and 30%  $CO_2$  had shelf life of 7 days.

**Keywords:** „ćevapčići“, shelf life, modified atmosphere.

Rad primljen: 21.11.2011.

Rad ispravljen: 26.03.2012.

Rad prihvaćen: 29.03.2012.

# Senzorske osobine levačke kobasice proizvedene na tradicionalan način

Karan Dragica<sup>1</sup>, Vesković-Moračanin Slavica<sup>1</sup>, Babić Jelena<sup>1</sup>, Parunović Nenad<sup>1</sup>, Okanović Đorđe<sup>2</sup>, Džinić Natalija<sup>3</sup>, Jakanović Marija<sup>3</sup>

*S a d r Ź a j:* U radu su prikazani rezultati ispitivanja senzorskih osobina levačke kobasice, izrađene u skladu sa tradicionalnim načinom proizvodnje, kao i rezultati instrumentalnog određivanja boje i čvrstoće.

Kobasice su proizvedene u tri ogleđa: I ogleđ (kobasice proizvedene u prve tri nedelje septembra); II ogleđ (kobasice proizvedene u prve tri nedelje oktobra); III (kobasice proizvedene u poslednjoj nedelji oktobra i prvoj polovini novembra). Pomoću kvantitativnog deskriptivnog testa, na numeričko-deskriptivnoj skali, ocenama od 1 do 10, na kraju fermentacije, ocenjena su senzorska svojstva kobasica (boja, miris, kvalitet masnog tkiva, sočnost, nežnost, ukus, naknadni ukus i ukupna prihvatljivost).

Ukupna prihvatljivost levačke kobasice iz III ogleđa ( $8,00 \pm 0,00$ ), bolje je ocenjena od ukupne prihvatljivosti levačke kobasice iz I ogleđa ( $5,20 \pm 0,45$ ), a razlika je bila statistički veoma značajna ( $p < 0,001$ ). Poređenjem ukupne prihvatljivosti levačke kobasice iz III ogleđa ( $8,00 \pm 0,00$ ) i levačke kobasice iz II ogleđa ( $6,90 \pm 0,22$ ) razlika je takođe bila statistički veoma značajna ( $p < 0,001$ ).

Rezultati instrumentalnog određivanja boje preseka pokazuju da uzorci kobasice iz ogleđa III ( $45,40 \pm 1,36$ ) i ogleđa I ( $44,17 \pm 1,43$ ) imaju veću  $L^*$  vrednost (intenzitet svetlosti), nego kobasice iz ogleđa II ( $39,27 \pm 0,26$ ), a razlike su statistički vrlo značajne ( $p < 0,01$ ). U boji preseka uzoraka kobasice iz ogleđa I ( $27,83 \pm 0,87$ ) veći je udeo crvene boje ( $a^*$ ) nego u boji preseka kobasica iz ogleđa III ( $23,74 \pm 0,85$ ) i značajno je veći ( $p < 0,01$ ) od udela crvene boje ( $a^*$ ) kod uzoraka kobasice iz ogleđa II ( $21,32 \pm 1,94$ ). U boji preseka kobasica iz ogleđa II ( $24,11 \pm 0,58$ ) i III ( $24,08 \pm 0,54$ ), značajno je manji udeo žute boje ( $b^*$ ), nego kod uzoraka kobasice iz ogleđa I ( $28,77 \pm 0,67$ ), a razlike su statistički veoma značajne ( $p < 0,01$ ).

Instrumentalnim određivanjem čvrstoće kobasice, najveća sila probijanja, izmerena je kod uzoraka kobasica iz I ogleđa ( $17,93 \pm 2,10$ ), nešto niža kod kobasica iz ogleđa III ( $14,38 \pm 0,82$ ), a najniža kod kobasica iz ogleđa II ( $11,16 \pm 1,21$ ). Razlike su statistički značajne ( $p < 0,05$ ). Najveća sila presecanja izmerena je kod uzoraka kobasica iz ogleđa I ( $120,97 \pm 12,58$ ), zatim kod kobasica iz ogleđa III ( $99,40 \pm 7,67$ ), a najniža kod kobasica iz ogleđa II ( $91,45 \pm 4,14$ ), a razlike su statistički značajne ( $p < 0,05$ ).

Rezultati ispitivanja pokazuju da se najbolja senzorska svojstva ove vrste kobasica postižu u kasnu jesen i početkom zime, kada se u našim krajevima proizvodi i proizvodi tradicionalna levačka kobasica.

**Ključne reči:** levačka kobasica, senzorska analiza, instrumentalna analiza boje i čvrstoće.

## Uvod

Levačka kobasica pripada grupi suvih, fermentisanih kobasica, koja, proizvedena na tradicionalan način, ima poželjna senzorska svojstva, što je rezultat nekoliko faktora (korišćenje mesa svinja koje su hranjene raznovrsnom hranom u domaćinstvu, dimljenje kobasica u klasičnim pušnicama, sušenje na vazduhu, mikroklimatski uslovi), (Radetić, 1997; Radovanović i dr., 2005; Ikonić i dr., 2011). Po izgledu i sastavu, slična je sremskoj kobasici, s tim što se u nadev levačke kobasice, pored svinjskog

mesa dodaje i goveđe meso, što doprinosi stvaranju specifične arome. Osnovni sastojci levačke kobasice su više usitnjeni od sremske kobasice, tako da nadev ima izgled finog mozaika, sastavljenog od ujednačenih komadića mesa i masnog tkiva, koji su međusobno dobro povezani. Na kvalitet proizvoda, pa tako i fermentisanih kobasica koje potiču sa određenog geografskog područja, značajno utiču specifični mikroklimatski uslovi (temperatura, relativna vlažnost, cirkulacija vazduha), i enzimi iz mesa, masnog tkiva i mikroorganizama, koji u toku zrenja i sušenja kobasica doprinose stvaranju prijatne, specifične arome

**Napomena:** Presentovani rezultati su deo istraživačkog projekta (Ev. br. III 46009), koji je finansiralo Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije.

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

<sup>2</sup>Institut za prehrambene tehnologije, Bulevar Cara Lazara 1, 2 1000 Novi Sad, Republika Srbija;

<sup>3</sup>Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Bulevar Cara Lazara 1, 21 000 Novi Sad, Republika Srbija.

(Vasilev, 2009; Rašeta i dr., 2010, Karan i dr., 2009; Vesković-Moračanin i Obradović, 2009). U razvijanim zemljama, takvi proizvodi dostižu mnogo veću cenu od onih proizvedenih na industrijski način.

Upotreba komercijalnih starter kultura u proizvodnji fermentisanih kobasica doprinosi formiranju jednoličnog profila arome, bez obzira na zemlju proizvodnje, vrstu sirovine, postupak proizvodnje ili vrstu začina (Vesković-Moračanin i dr., 2008).

Prema podacima iz literature i saznanjima iz prakse, poslednjih godina sve se ozbiljnije izučava mogućnost izolovanja „divljih” sojeva bakterija mlečne kiseline, koje produkuju bakteriocine, iz fermentisanih kobasica proizvedenih na tradicionalan način, kao i njihova primena u industrijskoj proizvodnji kobasica. U eksperimentalnim laboratorijskim i industrijskim uslovima utvrđena je njihova značajna uloga u procesu nastanka zdravstveno bezbednih proizvoda, bez nepoželjnih uticaja na senzorska svojstva (Ambrosiadis i dr., 2004; Morrettia i dr., 2004; Cololin i dr., 2005; Gasparik-Reichardt i dr., 2005; Karolyi i dr., 2005; Petrohilou i Rantsios, 2005; Saičić i dr., 2006; Vesković-Moračanin i dr., 2011).

Da bi se starter kulture i bakteriocini mogli koristiti u proizvodnji suvih fermentisanih kobasica, a u cilju očuvanja tradicije i kvaliteta proizvoda, cilj rada je bio da se utvrdi senzorski kvalitet levačke kobasice na kraju proizvodnje, proizvedene na tradicionalan način.

## Materijal i metode

Levačka kobasica proizvedena je u industrijskom objektu, na tradicionalan način. Izrađena je od svinjskog mesa I (20%) i II kategorije (27%), goveđeg mesa II kategorije (20%), čvrstog masnog tkiva (33%), nitritne soli za salamurenje (2,50%), saharoze (0,33%) i začina (0,25%) (slatka i ljuta mlevena začinska paprika, crni biber i beli luk). Posle postizanja potrebne granulacije osnovnih sastojaka (Ø3 mm) i njihove homogenizacije, nadev je napunjen u svinjska tanka creva (Ø34–36 mm). Temperatura nadeva u momentu punjenja iznosila je 0,5°C. Kobasice su ručno parovane, dužine 19 cm.

Posle punjenja u omotače, kobasice su ostavljene da se cede pri niskoj relativnoj vlažnosti vazduha, da bi se njihova površina zasušila i pripremila za dimljenje. Kobasice su dimljene po hladnom postupku, u klasičnim pušnicama, a za proizvodnju dima korišćeno je bukovo drvo. Proces dimljenja, sušenja i zrenja je trajao 21 dan. Kobasice su proizvedene u tri oglede: prvi ogled – I (prve tri nedelje septembra); drugi ogled – II (prve tri nedelje oktobra); treći ogled – III (poslednja nedelja oktobra i u prva polovina novembra).

Pomoću kvantitativnog deskriptivnog testa (Baltić, 1992; SRPS ISO 6658, 2002), na numeričko-deskriptivnoj skali (tabela 1), ocenama od 1 do 10, na kraju oglada, ocenjena su senzorska svojstva kobasica (boja, miris, kvalitet masnog tkiva, sočnost, nežnost, ukus, naknadni ukus i ukupna prihvatljivost). Grupa od šest ocenjivača činila je panel za ocenu senzorskih svojstava ispitivanih kobasica. 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.** Sistem senzorske ocene kvaliteta levačke kobasice

**Table 1.** Sensory system of evaluation of „Levacka“ sausage quality

Ocene / Grades	Nivoi kvaliteta / Levels of quality
1–2	neprihvatljivo/unacceptable
3–4	slabo prihvatljivo/poorly acceptable
5–6	prihvatljivo/acceptable
7–8	vrlo prihvatljivo/very acceptable
9–10	izuzetno prihvatljivo/exceptionally acceptable

Boja po CIE L\*, a\*, b\* sistemu (L\* = intenzitet svetlosti, a\* = udeo crvene boje, b\* = udeo žute boje) određivana je aparatom Chromameter CR-400 (Minolta Co. Ltd.). Boja preseka merena je na tri sveža preseka, a na svakom preseku su izvršena po tri merenja.

Čvrstoća je određena aparatom Instron 4301, merenjem sile probijanja i presecanja. Za merenje sile probijanja, korišćena je igla sa pet krakova (parametri: upotrebljena sila 0,25 kN, brzina 100 mm/min, debljina uzorka 10 mm). Uzorci za ispitivanje su pripremani sečenjem na kolutove debljine 10 mm. Sila presecanja je određena pomoću kontaktnog nastavka po Warner-Bratzleru (parametri: upotrebljena sila 0,25 kN, brzina 100 mm/min). Uzorci za ispitivanje bili su pripremani tako što je od svake kobasice, pomoću kalupa, isečeno po osam cilindara prečnika 2,54 cm, na kojima su obavljena predviđena merenja.

## Statistička analiza

Rezultati ispitivanja statistički su obrađeni pomoću programa Microsoft Excel 2007.



## Rezultati i diskusija

Rezultati senzorske ocene levačke kobasice na kraju proizvodnje prikazani su u tabeli 2.

Na osnovu prikazanih rezultata može se videti da su kobasice iz sva tri ogleđa imale prihvatljive senzorske osobine. U pogledu ukupne prihvatljivosti, najbolje su ocenjene kobasice iz ogleđa III, zatim iz II F, a nešto nižom ocenom ocenjene su kobasice iz ogleđa I. Ukupna prihvatljivost kobasica iz ogleđa III ( $8,00 \pm 0,00$ ) bolje je ocenjena od ukupne prihvatljivosti kobasica iz ogleđa I ( $5,20 \pm 0,45$ ), a razlika je statistički veoma značajna ( $p < 0,001$ ). Poređenjem ukupne prihvatljivosti kobasica iz ogleđa III ( $8,00 \pm 0,00$ ) i kobasica iz ogleđa II ( $6,90 \pm 0,22$ ) može se konstatovati da je razlika, takođe, statistički veoma značajna ( $p < 0,001$ ). U periodu proizvodnje kobasica iz I F (početak septembra), temperatura vazduha je bila izuzetno visoka (u drugoj nedelji proizvodnje izmereno je  $29^{\circ}\text{C}$ ), što se negativno odrazilo na kvalitet masnog tkiva. Usled visokih temperatura vazduha došlo je do izdvajanja masti iz nadeva što se, naročito, ispoljilo pri narezivanju, a omotač kobasica je bio promašćen. U toku proizvodnje kobasica iz ogleđa II i III izmerene su niže temperature, u skladu sa periodom godine, što se odrazilo i na bolji kvalitet masnog tkiva. Kod kobasica iz ogleđa

II i III utvrđen je značajno bolji kvalitet masnog tkiva ( $7,70 \pm 0,45$ , odnosno  $7,80 \pm 0,45$ ), u odnosu na ogleđ I ( $3,00 \pm 0,00$ ), a razlika između ogleđa II i III, u poređenju sa ogleđom I, bila je statistički veoma značajna ( $p < 0,001$ ).

Boja kod kobasica iz ogleđa I ( $6,90 \pm 0,22$ ) i III ( $6,90 \pm 0,50$ ) ocenjena je kao vrlo prihvatljiva, a kod kobasica iz ogleđa II ( $6,00 \pm 0,00$ ) kao prihvatljiva. Razlika između ogleđa I i ogleđa II je statistički veoma značajna ( $p < 0,001$ ), a između ogleđa II i III, statistički značajna ( $p < 0,05$ ). Karakteristična boja fermentisanih kobasica se formira pri pH vrednosti 5,5, kada u reakciji između mioglobina i nitrita nastaje stabilni pigment nitrozil-mioglobin, a na boju površine kobasica utiče intenzitet, način i vrsta dimljenja, kao i dužina sušenja (Vuković i dr., 2009).

Sočnost je najbolje ocenjena kod kobasica iz ogleđa III ( $7,90 \pm 0,22$ ), dok je kod ogleđa II ( $6,00 \pm 0,00$ ) i I ( $5,90 \pm 0,50$ ) sočnost ocenjena nešto nižim ocenama. Razlika u sočnosti kobasica iz ogleđa III, II i I bila je statistički veoma značajna ( $p < 0,001$ ). Mekoća je, takođe, najbolje ocenjena kod kobasica iz ogleđa III ( $8,00 \pm 0,35$ ), zatim kod ogleđa II ( $5,90 \pm 0,22$ ), a nešto nižom ocenom kod ogleđa I ( $5,20 \pm 0,27$ ), a razlika između svih ogleđa bila je statistički veoma značajna ( $p < 0,001$ ).

**Tabela 2.** Rezultati senzorske ocene levačke kobasice, na kraju procesa proizvodnje

**Table 2.** Results of the sensory evaluation of „Levačka“ sausage, at the end of the production process

Senzorska svojstva/ Sensory properties	Ogled I/Trial I n = 6			Ogled II/ Trial II n = 6			Ogled III/Trial III n = 6		
	$\bar{X}$	Sd	Cv%	$\bar{X}$	Sd	Cv%	$\bar{X}$	Sd	Cv %
Boja/Color	6,90 <sup>α</sup>	± 0,22	3,24	6,00 <sup>α,β</sup>	± 0,00	0,00	6,90 <sup>b</sup>	± 0,50	7,25
Miris/Smell	8,30	± 0,50	6,02	7,70	± 0,45	5,81	7,80	± 0,45	5,73
Kval. mas. tkiva/ Fat quality	3,00 <sup>α</sup>	± 0,00	0,00	7,70 <sup>β</sup>	± 0,45	5,81	7,80 <sup>β</sup>	± 0,45	5,73
Sočnost/Succulence	5,90 <sup>α</sup>	± 0,50	8,47	6,00 <sup>α</sup>	± 0,00	0,00	7,90 <sup>β</sup>	± 0,22	2,83
Nežnost/Tenderness	5,20 <sup>α</sup>	± 0,27	5,27	5,90 <sup>β</sup>	± 0,22	3,79	8,00 <sup>γ</sup>	± 0,35	4,42
Ukus /Taste	5,30 <sup>α</sup>	± 0,45	8,44	6,90 <sup>β</sup>	± 0,22	3,24	7,90 <sup>γ</sup>	± 0,22	2,83
Naknadni ukus/ After taste	5,30 <sup>α</sup>	± 0,45	8,44	6,80 <sup>β</sup>	± 0,45	6,58	8,00 <sup>γ</sup>	± 0,00	0,00
Ukupna prihvatljivost / Overall impression	5,20 <sup>α</sup>	± 0,45	8,60	6,90 <sup>β</sup>	± 0,22	3,24	8,00 <sup>γ</sup>	± 0,00	0,00

### Legenda/ Legend:

$\bar{X}$  – aritmetička sredina/mean

Sd – standardna devijacija/standard deviation

Cv – koeficijent varijacije/coefficient of variation

a, b ( $p < 0,05$ ) – statistički značajna razlika/statistically significant

α,β,γ ( $p < 0,001$ ) – statistički visoko značajna razlika/statistically highly significant

Miris je ocenjen visokim ocenama kod svih oglednih kobasica i kretao se u opsegu od 7,70 do 8,30. Ukus i naknadni ukus su najbolje ocenjeni kod kobasica iz ogleda III ( $7,90 \pm 0,22$  i  $8,00 \pm 0,00$ ), zatim kod kobasica iz ogleda II ( $6,90 \pm 0,22$  i  $6,80 \pm 0,45$ ), dok su kod I, zbog kvaliteta masnog tkiva, ovi parametri ocenjeni nižom ocenom ( $5,30 \pm 0,45$ ), a razlika između ogleda bila je statistički veoma značajna ( $p < 0,001$ ).

Na miris i ukus, kao i ostala svojstva tradicionalno fermentisanih proizvoda, značajno utiču izbor i kvalitet osnovnih sastojaka, metabolička aktivnost prisutne epifitne mikroflore, fizičko-hemijske promene usled sušenja, dimljenja, enzimsko razlaganja proteina i masti, spoljašnji faktori (temperatura, relativna vlažnost i cirkulacija vazduha) i trajanje sušenja i zrenja (Wirth, 1986; Toldra, 1998; Virgili, i dr., 1999; Vuković i dr., 2009). Ambrosiadis i dr. (2004), ispitivali su senzorska svojstva grčkih tradicionalnih fermentisanih suvih kobasica pomoću kvantitativno-deskriptivnog testa, na skali intenziteta od 1–5. Ispitane kobasice su dobile visoke ocene za izgled ( $4,46 \pm 0,63$ ) i ukupan utisak ( $4,12 \pm 0,52$ ), a nešto nižu ocenu za konzistenciju ( $3,80 \pm 0,97$ ).

Prema rezultatima senzorske ocene, kobasice iz trećeg ogleda, proizvedene u poslednjoj nedelji oktobra i prvoj polovini novembra, imale su vrlo prihvatljiva senzorska svojstva. Ovi rezultati su u saglasnosti sa rezultatima ispitivanja grupe

autora (Morrettia, 2004; Rašeta i dr., 2010; Karan i dr., 2010) koji su ustanovili da se najbolja senzorska svojstva tradicionalnih kobasica postižu u hladnom periodu godine, kasna jesen i početak zime, kada je temperatura vazduha niska, a vlažnost visoka, što pogoduje formiranju specifičnih, poželjnih senzorskih svojstava kobasica (Vesković-Moračanin i dr., 2011; Ikonić i dr., 2011).

Rezultati instrumentalnog određivanja boje preseka koji su prikazani u tabeli 3, pokazuju da uzorci kobasice iz ogleda III ( $45,40 \pm 1,36$ ) i I ( $44,17 \pm 1,43$ ) imaju nešto veću  $L^*$  vrednost (intenzitet svetlosti), nego kobasice iz ogleda II ( $39,27 \pm 0,26$ ), a razlike su statistički veoma značajne ( $p < 0,01$ ). U boji preseka uzoraka kobasice iz ogleda I ( $27,83 \pm 0,87$ ) veći je intenzitet crvene boje ( $a^*$ ) nego u boji preseka kobasica iz ogleda III ( $23,74 \pm 0,85$ ) i značajno je veći ( $p < 0,01$ ) od intenziteta crvene boje ( $a^*$ ) kod uzoraka kobasice iz ogleda II ( $21,32 \pm 1,94$ ). U boji preseka kobasica iz ogleda II ( $24,11 \pm 0,58$ ) i III ( $24,08 \pm 0,54$ ), značajno je manji intenzitet žute boje ( $b^*$ ), nego kod uzoraka kobasice iz ogleda I ( $28,77 \pm 0,67$ ), a razlike su bile statistički veoma značajne ( $p < 0,01$ ). Kod različitih vrsta fermentisanih kobasica,  $L^*$  vrednost iznosi od 37,60 do 56,87, dok  $a^*$  vrednost iznosi od 3,79 do 17,70 (Vasilev i dr., 2009), što je u saglasnosti sa dobijenim rezultatima.

**Tabela 3.** Rezultati instrumentalnog određivanja boje preseka uzoraka levačke kobasice iz ogleda I, II i III, CIE Lab sistem

**Table 3.** Results of the instrumental determination of cut surface colour of „Levačka“ sausage from IF, IIF and IIF, CIE Lab system

Uzorci / Samples	$L^*$ – intenzitet svetlosti/ intensity of light			$a^*$ – intenzitet crvene boje / share of red color			$b^*$ – intenzitet žute boje / share of yellow		
	$L^*$	Sd	Cv	$a^*$	Sd	Cv	$b^*$	Sd	Cv
Ogled I / Trial I	44,17 <sup>A</sup>	$\pm 1,43$	3,24	27,83 <sup>A</sup>	$\pm 0,87$	3,13	28,77 <sup>A</sup>	$\pm 0,67$	2,33
Ogled II/ Trial II	39,27 <sup>B</sup>	$\pm 0,26$	0,66	21,32 <sup>B</sup>	$\pm 1,94$	9,10	24,11 <sup>B</sup>	$\pm 0,58$	2,41
Ogled III / Trial III	45,40 <sup>A</sup>	$\pm 1,36$	3,00	23,74 <sup>B</sup>	$\pm 0,85$	3,58	24,08 <sup>B</sup>	$\pm 0,54$	2,24

**Legenda/Legend:**

A, B ( $p < 0,01$ ) – statistički vrlo značajna razlika/statistically very significant

Sd – standardna devijacija/standard deviation

Cv – koeficijent varijacije/coefficient of variation

$L^*$  – intenzitet svetlosti/intensity of light

$a^*$  – udeo crvene boje/share of red color

$b^*$  – udeo žute boje/share of yellow color

**Tabela 4.** Rezultati instrumentalnog određivanja čvrstoće uzoraka levačke kobasice iz ogleđa I, II i III, Instron 4301**Table 4.** Results of the instrumental determination of firmness of „Levačka“ sausage I, II, III, Instron 4301

Uzorci / Samples	Sila probijanja / Penetration force (N)	Sd	Cv	Sila presecanja / Cutting force (N)	Sd	Cv
Ogled I/ Trial I	17,93 <sup>a</sup>	± 2,10	11,71	120,97 <sup>a</sup>	± 12,58	10,40
Ogled II/ Trial II	11,16 <sup>c</sup>	± 1,21	10,84	91,45 <sup>b</sup>	± 4,14	4,53
Ogled III/ Trial III	14,38 <sup>b</sup>	± 0,82	5,70	99,40 <sup>b</sup>	± 7,67	7,72

**Legenda/Legend:**

Sd – standardna devijacija/ standard deviation

Cv – koeficijent varijacije/ coefficient of variation

a, b, c ( $p < 0,05$ ) – statistički značajna razlika/statistically significant

Instrumentalnim određivanjem čvrstoće (tabela 4), najveća sila probijanja izmjerena je kod uzoraka kobasica iz ogleđa I ( $17,93 \pm 2,10$ ), nešto niža kod kobasica iz ogleđa III ( $14,38 \pm 0,82$ ), a najniža kod kobasica iz ogleđa II ( $11,16 \pm 1,21$ ), a razlike su bile statistički značajne ( $p < 0,05$ ). Najveća sila presecanja, izmjerena je kod uzoraka kobasica iz ogleđa I ( $120,97 \pm 12,58$ ), zatim kod kobasica iz ogleđa III ( $99,40 \pm 7,67$ ) a najniža kod kobasica iz ogleđa II ( $91,45 \pm 4,14$ ), a razlike su bile statistički značajne ( $p < 0,05$ ). Čvrstoća suvih fermentisanih kobasica zavisi od sastava, odnosno vrste i količine mesa i masnog tkiva, promera kobasica, dužine zrenja, kao i od mikroklimatskih faktora. Kobasice sa manjim sadržajem masnog tkiva su manje sočne, imaju čvršću konzistenciju, a površina je neravna i naborana (Mendoza i dr., 2001).

**Zaključak**

Senzorskom analizom utvrđeno je da je levačka kobasica iz ogleđa III imala poželjnija senzorska svojstva u odnosu na kobasice iz ogleđa I i II.

Ukupna prihvatljivost kobasica iz ogleđa III ( $8,00 \pm 0,00$ ) bolje je ocenjena od ukupne prihvatljivosti kobasica iz ogleđa I ( $5,20 \pm 0,45$ ), a razlika je statistički veoma značajna ( $p < 0,001$ ). Poređenjem ukupne prihvatljivosti kobasica iz ogleđa III ( $8,00 \pm 0,00$ ) i kobasica iz ogleđa II ( $6,90 \pm 0,22$ ) razlika je, takođe, statistički veoma značajna ( $p < 0,001$ ).

Rezultati instrumentalnog određivanja boje preseka pokazuju da uzorci kobasica iz ogleđa III ( $45,40 \pm 1,36$ ) i I ( $44,17 \pm 1,43$ ) imaju veću L\* vrednost, nego kobasice iz ogleđa II ( $39,27 \pm 0,26$ ), a razlike su statistički veoma značajne ( $p < 0,01$ ). U boji preseka uzoraka kobasica iz ogleđa I ( $27,83 \pm 0,87$ ) veći je intenzitet crvene boje (a\*) nego u boji preseka kobasica iz ogleđa III ( $23,74 \pm 0,85$ ) i značajno je veći ( $p < 0,01$ ) od intenziteta crvene boje (a\*) kod uzoraka kobasica iz ogleđa II ( $21,32 \pm 1,94$ ). U boji preseka kobasica iz ogleđa II ( $24,11 \pm 0,58$ ) i III ( $24,08 \pm 0,54$ ), značajno je manji intenzitet žute boje (b\*), nego kod uzoraka kobasica iz ogleđa I ( $28,77 \pm 0,67$ ), a razlike su statistički veoma značajne ( $p < 0,01$ ).

Instrumentalnim određivanjem čvrstoće, najveća sila probijanja, izmjerena je kod uzoraka kobasica iz ogleđa I ( $17,93 \pm 2,10$ ), nešto niža kod kobasica iz ogleđa III ( $14,38 \pm 0,82$ ), a najniža kod kobasica iz ogleđa II ( $11,16 \pm 1,21$ ), a razlike su statistički značajne ( $p < 0,05$ ). Najveća sila presecanja, izmjerena je kod uzoraka kobasica iz ogleđa I ( $120,97 \pm 12,58$ ), zatim kod kobasica iz ogleđa III ( $99,40 \pm 7,67$ ), najniža kod kobasica iz ogleđa II ( $91,45 \pm 4,14$ ), a razlike su statistički značajne ( $p < 0,05$ ).

Rezultati ispitivanja pokazuju da se najbolja senzorska svojstva ove vrste kobasica postižu u kasnu jesen i početkom zime, kada se u našim krajevima tradicionalno proizvode kobasice i suvo meso.

## Literatura

- Ambrosiadisa J., Soutosa N., Abrahima A., Bloukas J. G., 2004.** Physicochemical, microbiological and sensory attributes for the characterization of Greek traditional sausages. *Meat Science*, 66, 279–287.
- Baltić M., 1992.** Kontrola namirnica. Institut za higijenu i tehnologiju mesa. Beograd, 1–335.
- Cocolin L., Urso R., Rantsiou K., Comi G., 2005.** Identification, Sequencing and Characterization of Lactic Acid Bacteria Genes Responsible for Bacteriocin Production. *Tehnologija mesa*, 3–4, 162–172.
- Gasparik-Reichardt J., Toth Sz., Cocolin G., Comi G., Drosinos E., Cvrtila Z., Kozačinski L., Smajlović A., Saičić S., Borović B., 2005.** Technological, physicochemical and microbiological characteristics of traditionally fermented sausages in Mediterranean and central European countries. *Tehnologija mesa*, 3–4, 143–153.
- Ikonić P. M., Tasić T. A., Petrović L. S., Jokanović M. R., Savatić S. B., Tomović V. M., Džinić N. R., Šojić B. V., 2011.** Effect of drying and ripening methods on proteolysis and biogenic amines formation in traditional dry-fermented sausage Petrovská klobása. *Food and Feed Research*, 38, 1, 1–8.
- Karan D., Vesković-Moračanin S., Parunović N., Rašeta M., Babić J., Đorđević M., Tadić R., 2009.** Senzorske karakteristike tradicionalno fermentisanih kobasica, *Tehnologija mesa*, 5–6, 335–341.
- Karan D., Vesković-Moračanin S., Okanović Đ., Jokanović M., Džinić N., Parunović N., Babić J., 2010.** Colour and texture properties of traditionally fermented „sremska“ sausage / Senzorske karakteristike tradicionalno fermentisane „sremske kobasice“, 12th International Meat Technology symposium „NODA 2010“ „Meat–Technology Quality and Safety“ Novi Sad, 19–21 Oktobar, 2010, 133–139.
- Karolyi D., Salapaj K., Đikić M., Kostelić A., Jurić I., 2005.** Fizikalno kemijske osobine slavonskog kulena. *Meso*, 2, VII, mart-april.
- Mendoza E., Garcia M. L., Casas C., Selgas M. D., 2001.** Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages. *Meat Science*, 57, 387–393.
- Morettia V. M., Madoniab G., Diaferiac C., Mentastia T., Palearia M. A., Panseria S., Pironec G., Gandinia G., 2004.** Chemical and microbiological parameters and sensory attributes of a typical Sicilian salami ripened in different conditions. *Meat Science*, 66, 845–854.
- Petrohilou I., Rantsios A., 2005.** Task and goals of the project: „Safety of traditional fermented sausages: Research on protective cultures and bacteriocins“, funded by the INCO-DEV Programme. *Tehnologija mesa*, 3–4, 138–142.
- Radetić P., 1997.** Sirove kobasice, 1–151. Izdavač: Autor. Beograd.
- Radovanović R., Tomić N., Tomašević I., Rajković A., 2005.** Prinos muskulature namenjene proizvodnji „goveđe užičke pršute“, *Tehnologija mesa* 5–6, 46, 250–260.
- Rašeta M., Vesković-Moračanin S., Borović B., Karan D., Vranić D., Trbović D., Lilić S., 2010.** Mikroklimatski uslovi tokom zrenja kobasica proizvedenih na tradicionalan način, *Tehnologija mesa*, 1, 45–51.
- Saičić S., Karan D., Vesković-Moračanin S., 2006.** „Sremska“ sausage with the addition of protective cultures and bacteriocins. 52<sup>th</sup> International Congress of Meat science and Technology, 13<sup>th</sup> -18<sup>th</sup>. August, Dublin.
- SRPS ISO 3972 2002.** Metoda utvrđivanja osećaja ukusa, Senzorske analize.
- 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.
- Toldra F., 1998.** Proteolysis and lipolysis in flavour development of dry-cured meat products, *Meat Science*, 49, 101–110.
- Vasilev D., Vuković I., Tomović V., Jokanović M., Vasiljević N., Milanović-Stevanović M., Tubić M., 2009.** Važnije fizičke, fizičko-hemijske i senzorne osobine kvaliteta funkcionalnih fermentisanih kobasica, *Tehnologija mesa*, 50, 5–6, 342–350.
- Vesković-Moračanin, S., Turubatović, L., Škrinjar, M., Obradović, D. 2008.** Ispitivanje antilisterijskog efekta bakteriocina *Lactobacillus sakei* I 154 u različitim uslovima. *Tehnologija mesa*, 49, 5–6, 175–180.
- Vesković-Moračanin S., Obradović D. 2009.** Mikrobiološki ekosistem tradicionalnih fermentisanih kobasica u Srbiji – mogućnosti stvaranja sopstvenih starter kultura. *Tehnologija mesa*, 50, 1–2, 60–67.
- Vesković-Moračanin S., Karan D., Okanović Đ., Jokanović M., Džinić N., Parunović N., Trbović D., 2011.** Colour and texture properties of traditionally fermented „sremska“ sausage. *Tehnologija mesa*, 52, 2, 245–251.
- Virgili R., Parolai G., Soresi B.C., Schivazappa C., 1999.** Free amino acids and dipeptides in dry-cured hams. *Journal of Muscle Foods*, 10, 119–130.
- Vuković I., Saičić S., Vasilev D., Tubić M., Vasiljević N., Milanović-Stevanović M., 2009.** Neki parametri kvaliteta i nutritivna vrednost funkcionalnih fermentisanih kobasica. *Tehnologija mesa*, 50, 1–2, 68–74.
- Wirth F., 1986.** Zur Technologie bei rohen Fleischerzeugnissen. *Fleischwirtschaft*, 66, 531–536.

# Sensory properties of traditionally fermented Levačka sausage

Karan Dragica, Vesković-Moračanin Slavica, Babić Jelena, Parunović Nenad, Okanović Đorđe, Džinić Natalija, Jokanović Marija

*Su m m a r y:* In the paper are presented the results of the sensory properties of “levačka” sausage, manufactured in a traditional way of production. Simultaneously, colour and firmness of the sausages were determined instrumentally. Sausages were produced in three intervals: September (the first fermentation – I F), October (the second fermentation – II F) and November (the third fermentation – III F).

Using the quantitative-descriptive test, sausages’ sensory properties were analysed by means of grading on a scale from one to ten (colour, smell, fat quality, juiciness, tenderness, taste, after taste and overall acceptability).

In regard to the overall acceptability, “levačka” sausage in the third fermentation ( $8.00 \pm 0.00$ ) was better evaluated than in the first fermentation ( $5.20 \pm 0.45$ ) and the difference between them was highly statistically significant ( $p < 0.001$ ). Comparing the overall acceptability of “levačka” sausages from the F III ( $8.00 \pm 0.00$ ) and “levačka” sausages from the F II ( $6.90 \pm 0.22$ ), the difference was also statistically highly significant ( $p < 0.001$ ).

The results of cut surface color showed that sausage from III F ( $45.40 \pm 1.36$ ) and I F ( $44.17 \pm 1.43$ ) had higher L-value compared to sausages from II F ( $39.27 \pm 0.26$ ) and differences were statistically significant ( $p < 0.01$ ).

The greatest penetration and cutting force (measure of firmness) were determined in the sausage samples from the I F ( $17.93 \pm 2.10$ ;  $120.97 \pm 12.58$ ), slightly lower in the III F samples ( $14.38 \pm 0.82$ ;  $99.40 \pm 7.67$ ) and the lowest in the II F sausage samples ( $11.16 \pm 1.21$ ;  $91.45 \pm 4.14$ ). Differences were statistically significant ( $p < 0.05$ ).

On the basis of the obtained results it can be concluded that the best sensory properties of fermented sausages can be achieved when production is carried out in late autumn which is the common period for traditional production of “levačka” sausage.

**Key words:** levačka sausage, sensory analysis, instrumental analysis of colour and firmness.

Rad primljen: 13.10. 2011.

Rad ispravljen: 14.04.2012.

Rad prihvaćen: 17.04.2012.

# Utvrdjivanje prisustva stafilokoknih enterotoksina u namirnicama animalnog porekla ELISA testom

Lakićević Brankica<sup>1</sup>, Janković Vesna<sup>1</sup>, Spirić Danka<sup>1</sup>, Matekalo-Sverak Vesna<sup>1</sup>, Mitrović Radmila<sup>1</sup>, Borović Branka<sup>1</sup>, Baltić Tatjana<sup>1</sup>

*S a d r Ź a j:* Mnoge namirnice animalnog porekla predstavljaju odličan supstrat za rast *Staphylococcus aureus* i produkciju stafilokoknih enterotoksina (SE). Kontaminacija namirnica animalnog porekla (mleko i meso) enterotoksigenim sojevima koagulaza pozitivnih stafilokoka, tokom proizvodnog ciklusa dovodi do moguće produkcije SE i pojave alimentarnih intoksikacija, usled konzumiranja kontaminiranog finalnog proizvoda. U cilju objektivne procene potencijalnog mikrobiološkog rizika neophodna je adekvatna kontrola namirnica animalnog porekla na prisustvo *S. aureus* i stafilokoknih enterotoksina. Za određivanje broja koagulaza pozitivnih stafilokoka, korišćena je metoda SRPS EN ISO 6888-1, a za određivanje prisustva stafilokoknog enterotoksina, korišćen je ELISA kit Transia. Od ukupnog broja ispitanih uzoraka proizvoda od mleka (15), u dva uzorka sira i dva uzorka sladoleda utvrđeno je prisustvo koagulaza pozitivnih stafilokoka, u opsegu od  $2,07 \pm 0,06$  do  $6,78 \pm 0,13 \log_{10} \text{cfu/g}$ . Od deset ispitanih uzoraka mesa, u tri uzorka je utvrđen broj koagulaza pozitivnih stafilokoka u opsegu od  $2,60 \pm 0,11$  do  $3,38 \pm 0,14 \log_{10} \text{cfu/g}$ . Prisustvo stafilokoknih enterotoksina, ELISA metodom, utvrđeno je samo u uzorku sladoleda, koji je sadržao  $2,39 \pm 0,03 \log_{10} \text{cfu/g}$  *S. aureus*, u količini 1,56 ng/g.

**Ključne reči:** proizvodi od mleka, meso, koagulaza pozitivne stafilokoke, stafilokokni enterotoksini, ELISA.

## Uvod

Stafilokoke su ubikvitarni mikroorganizmi, a čovek i životinje osnovni izvori, odakle oni, vrlo lako, dospevaju u meso i druge namirnice. Meso, može biti kontaminirano stafilokokama koje mogu opstati, ali je njihov rast vrlo slabog intenziteta i ovakav vid prisutnosti koagulaza pozitivnih stafilokoka retko može dovesti do alimentarnih intoksikacija. Jedan od problema koji stvaraju stafilokoke jeste prisustvo meticilin rezistentnih sojeva. Ovi sojevi *Staphylococcus aureus* su dobro poznati kao vodeći uzroci trovanja hranom širom sveta. Njihov značaj, sa stanovišta bezbednosti hrane, proizilazi iz njihove sposobnosti da, u prehrambenim proizvodima formiraju stafilokokne enterotoksine (SE), koji se još nazivaju superantigenima i superantigenima koji su slični enterotoksinima (SEI), (Fetsch i dr., 2011). Problem predstavljaju uzorci šunke, gde je prisustvo patogena rezultat naknadne procesne kontaminacije, kao i fermentisane kobasice koje u proizvodnom ciklusu nemaju fazu termičke obrade (Bergdoll i dr., 2006).

Uzročnici intoksikacija uzrokovanih stafilokoknim enterotoksinima najčešće se mogu naći u sledećim namirnicama: pekarski proizvodi punjeni kremom i proizvodi od mesa, riba i proizvodi od ribe, sirovo mleko i proizvodi od mleka, salate, pite i sladoledi (Bennet i Monday, 2003).

Sirovo mleko, kao jedna od osnovnih namirnica, mora da bude zdravstveno bezbedno, jer u suprotnom ugrožava zdravlje ljudi. Sadržaj nutritivnih sastojaka mleka, pH vrednost od 6,6 i temperatura vimena od 38°C predstavljaju idealne uslove za rast bakterija. Dominantnu mikrofloru sirovog mleka koja potiče od zdravog vimena čine bakterije koje pripadaju rodovima *Micrococcus*, *Streptococcus* i *Corynebacterium*. Ukoliko dođe do pojave mastitisa, u relativno velikom broju mogu se naći *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus* i koliformne bakterije. Poslednjih deset godina, *S. aureus* je najčešće izolovani uzročnik supkliničkog i kliničkog mastitisa muznih životinja, koji može, u akutnoj formi, da izazove teške, maligne, mastitise u vidu granulomatoznih i nekrotičnih promena (Vakanjac i dr., 2008). Proizvodi od

**Napomena:** Prezentovani rezultati proistekli su iz rada na realizaciji Projekta TR III 46009 koji, u okviru Programa istraživanja u oblasti tehnološkog razvoja, finansira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije.

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

mleka, a naročito nepasterizovani sirevi predstavljaju odličnu podlogu za rast *S. aureus*. Ovom patogenom bakterijom sir može da se kontaminira tokom proizvodnog ciklusa, ili naknadno (*Samaržija i dr.*, 2007).

Meso i proizvodi od mesa se, takođe, mogu kontaminirati bakterijom *S. aureus*. Izvor kontaminacije može biti sam čovek, životinja, ili okolina (*Tasci i dr.*, 2011). *Staphylococcus aureus* se smatra jednim od glavnih uzročnika oboljenja kod ljudi i životinja, kao što su invazivne infekcije, alimentarne intoksikacije i kombinacije pomenutih oboljenja (*Bergdoll i Lee Wong*, 2006).

Kada su alimentarne intoksikacije u pitanju, utvrđeno je da nastaju od 30 min do 8 h nakon konzumiranja kontaminirane namirnice. U odnosu na ostale patogene bakterije, infektivan broj *S. aureus*, neophodan za nastanak bolesti, relativno je visok i iznosi  $10^5$  cfu/mL(g). Razlog tome je činjenica da uzročnik bolesti nije vegetativno telo bakterije, već enterotoksini koje ona stvara (*Lindquist i dr.*, 2002). Veliki broj sojeva *S. aureus* proizvodi ekstraselularne termostabilne stafilokokne enterotoksine, koji svoju biološku aktivnost zadržavaju i nakon termičke obrade (*Fox i dr.*, 2000). Direktnu opasnost po ljudsko zdravlje predstavlja termorezistentnost stafilokoknih enterotoksina i otpornost na većinu proteolitičkih enzima, kao što su tripsin i pepsin, što omogućava njihov prolazak, u netaknutoj formi, kroz digestivni trakt (*Bennett*, 2001). Na osnovu epidemioloških studija, utvrđeno je da infektivna doza stafilokoknih enterotoksina za čoveka iznosi od  $<1$   $\mu$ g do 40  $\mu$ g (*Ikeada i dr.*, 2005).

Svi stafilokokni enterotoksini su proteini relativno male molekulske mase, od 26,9 do 29,6 kDa. Stafilokokni enterotoksini obuhvataju pet glavnih tipova enterotoksina: A, B, C, D i E (SEA – SEE) i odgovorni su za 95% svih stafilokoknih trovanja (*Bergdoll i Lee Wong*, 2006). Do danas je identifikovano i opisano 20 vrsta stafilokoknih enterotoksina: SEA–SEE, SEG–SER i SEU (*Jorgensen i dr.*, 2005; *Hennekinne i dr.*, 2006). U zavisnosti od pH, SEC se svrstava u 3 podgrupe – SEC1, SEC2 i SEC3 (*Kérouanton i dr.*, 2007). Uslovi u kojima ćelija stvara enterotoksine ( $a_w$  vrednost, temperatura, pH, prisustvo ili odsustvo kiseonika) razlikuju se od uslova rasta vegetativne ćelije. *S. aureus* se uništava zagrevanjem hrane na 66°C tokom 12 minuta, ali uništavanje njihovog toksina zahteva zagrevanje na 131°C tokom 30 minuta (*Samaržija*, 2007).

Regulative o mikrobiološkim kriterijumima za hranu, (EC) 2073/2005, (EC) 1441/2007, (EU) 365/2010, Zakon o bezbednosti hrane (*Sl. Glasnik*

RS, 41/2009) i Pravilnik o opštim i posebnim uslovima higijene hrane u bilo kojoj fazi proizvodnje, pretrade i prometa (*Sl. glasnik RS* 72/10) daju pregled odgovarajućih kriterijuma i pravila o bezbednosti hrane, uključujući koagulaza pozitivne stafilokoke i stafilokokne enterotoksine. Zbog objektivne procene potencijalnog mikrobiološkog rizika neophodna je adekvatna kontrola namirnica animalnog porekla na prisustvo *S. aureus* i stafilokoknih enterotoksina, što ujedno predstavlja i cilj ovog rada.

## Materijal i metode

Metodom za određivanje broja koagulaza pozitivnih stafilokoka ispitano je ukupno 25 uzoraka, i to 15 uzoraka proizvoda od mleka (sirevi domaće proizvodnje,  $n = 5$ ; jogurt,  $n = 5$  i sladoled,  $n = 5$ ) i 10 uzoraka mesa. Na prisustvo stafilokoknih enterotoksina, ispitani su samo uzorci u kojima su utvrđene stafilokoke.

## Mikrobiološka ispitivanja

Koagulaza pozitivne stafilokoke ispitane su metodom SRPS EN ISO 6888-1. Po 0,1 mL suspenzije odgovarajućeg decimalnog razređenja uzorka zasejano je na po dve Petri ploče sa Baird Parker podlogom (*Baird-Parker*, 1962). Ploče su inkubirane 24h  $\pm$  2h na 37°C. Ispitivanja su obavljena u tri ponavljanja.

## Detekcija stafilokoknih enterotoksina

Za detekciju stafilokoknih enterotoksina korišćen je ELISA kit Transia (BioControl Systems Inc). Uzorci su pripremljeni u skladu sa uputstvom proizvođača. Princip Transia® ELISA kit zasniva se na sendvič tipu reakcije i omogućava detekciju 5 glavnih enterotoksina (A, B, C, D i E). Postupak koncentrovanja ekstrakta uzorka pomoću creva za dijalizu, omogućava dobijanje ekstrakta u kojem je koncentracija stafilokoknih enterotoksina i do deset puta veća od koncentracije analita u samom uzorku. Vrednosti apsorbanci očitane su na spektrofotometru Multiscan Ascent, na talasnoj dužini 450 nm. Limit detekcije metode je od 0,25 ng/ml. Za potvrđivanje stafilokoknog enterotoksina, korišćena je pozitivna kontrola reagensa iz kita i eksterni standard stafilokoknog enterotoksina A (S9399, Sigma – Aldrich). Ispitivanja su obavljena u duplikatu prema protokolu za kit Transia.

## Rezultati i diskusija

U tabeli 1 prikazani su rezultati ispitivanja prisustva koagulaza pozitivnih stafilokoka u proizvodima od mleka. Na osnovu rezultata prikazanih u tabeli 1 može da se konstatuje da je od ukupnog broja ispitanih proizvoda od mleka (15), u četiri uzorka (26,6%) utvrđeno prisustvo koagulaza pozitivnih stafilokoka. Od pet ispitanih uzoraka sira domaće proizvodnje, u dva (13,33%) je utvrđeno prisustvo *S. aureus*, i to u količini od  $2,07 \pm 0,06 \log_{10}\text{cfu/g/ml}$  (uzorak 4) i  $6,78 \pm 0,129 \log_{10}\text{cfu/g/ml}$  (uzorak 1).

**Tabela 1.** Ukupan broj koagulaza pozitivnih stafilokoka u proizvodima od mleka ( $\bar{X} \pm \text{Sd}$ ,  $\log_{10}\text{cfu/g/ml}$ )

**Table 1.** Total count of *S. aureus* in milk products ( $\bar{X} \pm \text{Sd}$ ,  $\log_{10}\text{cfu/g/ml}$ )

Broj uzorka / Sample number	Vrsta uzorka / Type of sample	<i>S. aureus</i> ( $\bar{X} \pm \text{Sd}$ ) $\log_{10}\text{cfu/g/ml}$
1	Sir/cheese	$6,78 \pm 0,129$
2	Sir/cheese	ND
3	Sir/cheese	ND
4	Sir/cheese	$2,07 \pm 0,06$
5	Sir/cheese	ND
6	Sladoled/ice cream	ND
7	Sladoled/ice cream	$5,64 \pm 0,08$
8	Sladoled/ice cream	$2,39 \pm 0,03$
9	Sladoled/ice cream	ND
10	Sladoled /ice cream	ND
11	Jogurt/yoghurt	ND
12	Jogurt/yoghurt	ND
13	Jogurt/yoghurt	ND
14	Jogurt/yoghurt	ND
15	Jogurt/yoghurt	ND

### Legenda/Legend:

Sd – standardna devijacija/standard deviation;  
ND – nije detektovan/not detected

Ispitivanja su pokazala da pet uzoraka sladoleda imaju istu procentualnu zastupljenost koagulaza pozitivnih stafilokoka u odnosu na broj ispitanih uzoraka kao i sir (13,33%), a utvrđene su

sledeće vrednosti:  $5,64 \pm 0,08 \log_{10}\text{cfu/g}$  (uzorak 7) i  $2,39 \pm 0,03 \log_{10}\text{cfu/g}$  (uzorak 8). Ni u jednom, od pet ispitanih uzoraka jogurta nije utvrđeno prisustvo koagulaza pozitivnih stafilokoka.

U tabeli 2 prikazani su rezultati ispitivanja prisustva koagulaza pozitivnih stafilokoka u uzorcima mesa. Na osnovu dobijenih rezultata za prisustvo koagulaza pozitivnih stafilokoka u mesu, može da se kaže da je u deset uzoraka mesa, *S. aureus* utvrđen u količini  $3,380 \pm 0,14 \log_{10}\text{cfu/g}$  (uzorak br. 16);  $2,62 \pm 0,09 \log_{10}\text{cfu/g}$  (uzorak br. 19) i  $2,60 \pm 0,11 \log_{10}\text{cfu/g}$  (uzorak br. 24).

**Tabela 2.** Broj koagulaza pozitivnih stafilokoka u uzorcima sirovog mesa ( $\bar{X} \pm \text{Sd}$ ,  $\log_{10}\text{cfu/g}$ )

**Table 2.** *S. aureus* in raw meat ( $\bar{X} \pm \text{Sd}$ ,  $\log_{10}\text{cfu/g}$ )

Broj uzorka / Sample number	<i>S. aureus</i> ( $\bar{X} \pm \text{Sd}$ ) $\log_{10}\text{cfu/g/ml}$
16	$3,380 \pm 0,14$
17	ND
18	ND
19	$2,62 \pm 0,09$
20	ND
21	ND
22	ND
23	ND
24	$2,60 \pm 0,11$
25	ND

### Legenda/Legend:

Sd – standardna devijacija/standard deviation;  
ND – nije detektovan/not detected

Uzorci u kojima su dokazane koagulaza pozitivne stafilokoke ispitani su na prisustvo stafilokoknog enterotoksina korišćenjem ELISA metode za detekciju stafilokoknih enterotoksina. U tabeli 3. prikazani su rezultati ispitivanja prisustva stafilokoknih enterotoksina ELISA metodom u sledećim sumnjivim uzorcima: 1, 4, 7, 8, 16, 19 i 24. Prisustvo stafilokoknih enterotoksina, od ispitivanih sedam, potvrđeno je u samo jednom uzorku (uzorak br. 8 – sladoled), u količini  $1,56 \text{ ng/g}$ .



**Tabela 3.** Prisustvo stafilokoknih enterotoksina (ng/ml)**Table 3.** Staphylococcal enterotoxins presence (ng/ml)

Uzorak/ Sample	Koncentracija/ Concentration (ng/ml)
1 Sir/cheese	ND
4 Sir/cheese	ND
7 Sladoled/ice cream	ND
8 Sladoled/ice cream	1,56
16 Sirovo mleko/ Raw milk	ND
19 Sirovo mleko/ Raw milk	ND
24 Sirovo mleko/ Raw milk	ND

**Legenda/Legend:** ND – nije detektovan/not detected

Od ukupno 25 ispitanih uzoraka, kod sedam (28%) je utvrđeno prisustvo koagulaza pozitivnih stafilokoka, dok je samo kod jednog uzorka sladoleda (4%) utvrđeno prisustvo enterotoksina i kao takav se smatra mikrobiološki neispravnim. Primenjene metode i interpretacija rezultata su u skladu sa Regulativom Evropske komisije 2073/2005 i Pravilnikom o opštim i posebnim uslovima higijene hrane u bilo kojoj fazi prerade i prometa (*Službeni glasnik RS*, broj 72/10).

Nekoliko imunoenzimskih metoda (RIA, ELISA, RPLA) koristi se za detekciju enterotoksina. Međutim, za rutinsku detekciju enterotoksina ELISA predstavlja najčešće korišćen metod, prevashodno zbog senzitivnosti i specifičnosti. U nekoliko studija opisano je korišćenje PCR za detekciju SE gena (*Becker i dr.*, 1998; *Mehrotra i dr.*, 2000; *Martin i dr.*, 2006).

Ispitivanje proizvoda od mleka na prisustvo koagulaza pozitivnih stafilokoka i enterotoksina, predmet su mnogih studija (*De Reu i dr.*, 2002; *Demirel i Karapinar*, 2004; *Normanno i dr.*, 2005; *Joffe i Baranovics*, 2006; *Samaržija*, 2007). Sirevi, kao i drugi proizvodi koji sadrže veliku količinu proteina, povoljan su medij za rast većine patogenih bakterija. Osim toga, ni jedna tehnologija proizvodnje sira ne može garantovati potpuno siguran proizvod (*Fox i dr.*, 2000). Međutim, prisutnost i preživljavanje *S. aureus* povezano je sa nizom faktora, kao što su početni broj bakterija, prisutnost drugih bakterijskih

vrsta, fiziološki status patogenih sojeva, koncentracija mlečne kiseline (pH), biohemijske promene tokom zrenja, vrsta i sastav sira i drugo (*Bachmann i Spahr*, 1995).

Nakon ispitivanja 30 uzoraka belog sira domaće proizvodnje, *Bostan i dr.* (2006), su ustanovili prisustvo *S. aureus* u opsegu od < 10 do  $9,2 \times 10^1$  cfu/g, dok ELISA metodom nije utvrđeno prisustvo enterotoksina. *Sancak i dr.* (2006) ispitali su 50 uzoraka sira, a broj *S. aureus* se kretao u rasponu od < 2 do  $4,7 \log_{10}$  cfu/g, dok prisustvo enterotoksina u ovim uzorcima nije utvrđeno.

*Normano i dr.* (2005) su prijavili 23 (6,6%) pozitivna od 350 uzoraka sladoleda ispitanih na prisustvo koagulaza pozitivnih stafilokoka. Četiri ispitana uzorka bila su kontaminirana enterotoksinima (SEA i SEB). *Tasci i dr.* (2011) pratili su broj koagulaza pozitivnih stafilokoka i prisustvo enterotoksina u 50 uzoraka sladoleda. Ukupan broj koagulaza pozitivnih stafilokoka bio je, u proseku, oko  $3,00 \log_{10}$  cfu/g, dok prisustvo enterotoksina nije detektovano ELISA metodom. Naknadna kontaminacija sirovog mleka i proizvoda od mleka moguća je, i to, naročito, prilikom procesa proizvodnje, gde čovek može biti kliconoša, ili zbog samih uslova sredine. Ovakav vid kontaminacije predstavlja značajan rizik po zdravlje potrošača, tako da je neophodno obratiti pažnju na sve vidove bakteriološke kontaminacije mleka (*Tasci i dr.*, 2011).

*Atanassova i dr.* (2001) su, na osnovu (PCR) ispitivanja, utvrdili da je od 135 uzoraka 69 (51,1%) bilo pozitivno na prisustvo *S. aureus*, i to: sirovo svinjsko meso, 62,2%, soljeno meso, 55,6% i dimljena šunka 35,6%. Kada su u pitanju enterotoksini, korišćenjem prajmera za gene enterotoksina A i D, 24 od 135 uzoraka bilo je pozitivno. *Nipa i dr.* (2009) ispitali su 155 uzoraka fermentisanih kobasica i utvrdili da je na prisustvo *S. aureus* bilo pozitivno 39,35% uzoraka, ali prisustvo enterotoksina nije utvrđeno.

## Zaključak

Od ukupnog broja ispitanih uzoraka, po pet uzoraka sira, sladoleda i jogurta, u dva uzorka sira i dva uzorka sladoleda, utvrđeno je prisustvo *S. aureus*. Od ispitanih deset uzoraka sirovog mesa utvrđeno je prisustvo koagulaza pozitivnih stafilokoka u tri uzorka. Od svih ispitanih uzoraka u kojima je ustanovljeno prisustvo *S. aureus*, prisustvo enterotoksina, ELISA metodom, ustanovljeno je samo u jednom ispitivanom uzorku sladoleda. Dobijeni rezultati ukazuju na neophodnost redovne toksikološke analize prisustva stafilokoknih enterotoksina u namirnicama animalnog porekla, u cilju zaštite potrošača.

## Literatura

- Atanassova V., Meindl A., Ring C., 2001.** Prevalence of *S. aureus* and staph. Enterotoxins in raw pork and uncooked smoked ham comparison of classical culturing detection and RFLP PCR. *International Journal of Food Microbiology*, 68, 105–113.
- Bachmann H. P., Spahr U., 1995.** The Fate of Potentially Pathogenic Bacteria in Swiss Hard and Senihard Cheeses Made from Raw Milk. *Journal of Dairy Science*, 78, 476–483.
- Baird-Parker A. C., 1962.** An improved diagnostic and selective medium for isolating coagulase-positive staphylococci. *Journal of Applied Bacteriology*, 25, 12–19.
- Becker K., Roth R., Peters G., 1998.** Rapid and specific detection of toxigenic *S. aureus*: use of two multiplexPCR enzyme immunoassays for amplification and hybridization of staphylococcal enterotoxin genes, exfoliative toxin genes and toxic shock syndrome toxin1 gene. *Journal of Clinical Microbiology*, 36, 2548–2553.
- Bennett R. W., 2001.** *Staphylococcus aureus* in Ronald G. Labbe and Santos Garcia., *Guide To Foodborne Pathogens*, John Wiley and Sons, Inc, New York, NY, 201–220.
- Bennet R. W., Monday S. R., 2003.** *Staphylococcus aureus*, Chapter 4. In: *International Handbook of Foodborne Pathogens*. Miliots M. D, Bier J. W. (eds), Marcel Dekker, Inc., New York, 240–258.
- Bergdoll M. S., Lee Wong A. C., 2006.** Staphylococcal intoxications. In: Rieman, H.P., Cliver, D.O. (Eds.), *Foodborne Infections and Intoxications*. Academic Press, Elsevier Inc., San Diego, California, 523–562.
- Commission Regulation (EC) 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs, 2005.**
- Council Regulation (EEC) 2377/90, 1990.** Laying down a community procedure for the establishment of maximum residue limit of veterinary medicine products in foodstuffs of animal origin.
- De Reu K., Debeuckelaere W., Botteldoorn N., De Block J., Herman L., 2002.** Hygienic parameters, toxins and pathogen occurrence in raw milk cheeses. *Journal of Food Safety*, 22, 183–196.
- Demirel N., Karapinar M., 2004.** Incidence of *Staphylococcus aureus* and its enterotoxins in various cheeses sold at retail markets of Izmir city. *Academic Food Journal*. 10, 25–28.
- Fetsch A., Kraushaar B., Krause G., Guerra-Román B., Alt K., Hammerl J. A., Käsbohrer A., Braeunig J., Appel B., Tenhagen B. A., 2011.** Meticilin-rezistentni sojevi *Staphylococcus aureus*, od farme do trpeze – uticaj na bezbednost hrane. *Tehnologija mesa*, 52, 1, str. 60–65.
- Fox P. F., Guinne, T. P., Cogan T. M., McSweeney P. L. H., 2000.** Pathogens and Food-Poisoning Bacteria in Cheese. IN: *Fundamentals of Cheese Science*, An Aspen Publication, Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland, 484–501.
- Hennekinne A., Guiller F., Perelle S., DE Buyser M. L., Dragacci S., Kryš S., Lombard B., 2006.** Interlaboratory validation according to the EN ISO 16 140 Standards of the Vidas SET2 detection kit for use in official controls of staphylococcal enterotoxins in milk products. *Journal of Applied Microbiology*, 1–11.
- Ikeada T., Tamate N., Yamaguuchi K., Makino S., 2005.** Mass outbreaks of food poisoning disease caused by small amounts of staphylococcal enterotoxins A and H., *Applied and Environmental Microbiology*, 71, 2793–2795.
- Joffe R., Baranovics E., 2006.** Bovine mastitis as the primary contamination source of milk and milk products with *S. aureus* enterotoxins. *Veterinary Medicine and Zootechnics*, 36, 58, 21–26.
- Jorgensen H., Mork T., Rovik L. M., 2005.** The occurrence of *S. aureus* on Farm with Small Scale Production of Raw Milk Cheese. *Journal of Dairy Science*, 88, 3810–3817.
- Kéroutanton A., Hennekinne A., Leterte C., Petit, L., Chesneau O., Brisbois A., DE Buyser M. L., 2007.** Characterization of *Staphylococcus aureus* strains associated with food poisoning outbreaks in France. *International Journal of Food Microbiology*, 23–37.
- Lindqvist R., Sylven S., Vagsholm I., 2002.** Quantitative microbial risk assessment exemplified by *Staphylococcus aureus* in unripened cheese made from raw milk. *International Journal of Food Microbiology*, 78, 155–170.
- Martin B., Garriga M., Hugas M., Bover Cid S., Veciana Nogues M. T., Aymerich T., 2006.** Molecular, technological and safety characterization of Gram positive catalase positive cocci from slightly fermented sausages. *International Journal of Food Microbiology*, 107, 148–158.
- Mehrotra M., Wang G., Johnson W. M., 2000.** Multiplex PCR for detection of genes for *Staphylococcus aureus* enterotoxins, exfoliative toxins, toxic shock syndrome toxin 1 and methicillin resistance. *Journal of Clinical Microbiology*, 38, 1032–1035.
- Nipa C., Sarinya P., Young-Gun Z., Sanit K., Plearnpis L., Srianant W., Valyasevic R., 2009.** Incidence of *Staphylococcus aureus* and associated risk factors in Nham, a Thai fermented pork product, *Food Microbiology* 26, 547–551.
- Normanno G., Firinu A., Virgilio S., Mula G., Dambrosio A., Poggiu A., Decastelli L., Mioni R., Scuota S., Bolzoni G., Di Giannatale E., Salinetti AP., La Salandra G., Bartoli M., Zuccon F., Pirino T., Sias S., Parisi A., Quaglia NC., Celano G. V., 2005.** Coagulase-positive *Staphylococci* and *Staphylococcus aureus* in food products marketed in Italy. *International Journal of Food Microbiology*, 98, 73–79.
- Pravilnik o opštim i posebnim uslovima hrane u bilo kojoj fazi proizvodnje, prerade i prometa 2010.** Službeni glasnik Republike Srbije, br. 72/10.
- Pravilnik o opštim i posebnim uslovima higijene hrane u bilo kojoj fazi prerade i prometa, 2010.** Službeni glasnik Republike Srbije, br. 72/10.
- Samaržija D., Damjanović S., Pogačić T., 2007.** *S. aureus* u siru, *Mljekarstvo*, 57, 1, 31–48.
- Sancak Y. C., Alisarli M., Akkaya L., 2006.** Otlu peynirlerde enterotoksijenik *Staphylococcus aureus* suşları ve enterotoksin varlığı uzerine bir arastirma. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 9, 1, 218–225.
- Tasci F., Sahindokuyucu F., Dilek O., 2011.** Detection of *Staphylococcus* species and staphylococcal enterotoxins by ELISA in ice cream and cheese consumed in Burdur Province. *African Journal of Agricultural Research*, 6, 4, 937–942.
- Vakanjac S., Pavlović M., Pavlović V., Obrenović S., 2008.** Imunoprofilaksa mastitisa krava izazvanog sa *Staphylococcus aureus*, *Acta Veterinaria*, 58, 2–3, 221–230.

## Detection of staphylococcal enterotoxins in foodstuffs of animal origin by ELISA method

Lakićević Brankica, Janković Vesna, Spirić Danka, Matekalo-Sverak Vesna, Mitrović Radmila, Borović Branka, Baltić Tatjana

*S u m m a r y:* Many foods of animal origin represent an excellent substrate for growth of *Staphylococcus aureus* and production of staphylococcal enterotoxins (SE). Contamination of food of animal origin (milk and meat) with enterotoxigenic strains of coagulase positive staphylococci during the production cycle can lead to production of SE and to the occurrence of foodborne intoxication, due to consumption of the contaminated final product. The objective assessment of potential microbiological risk requires an adequate control of food of animal origin for the presence of *S. aureus* and staphylococcal enterotoxin. To determine the number of coagulase positive staphylococci, the EN ISO 6888-1 method was applied. For determination of the presence of staphylococcal enterotoxin the ELISA kit Transia was used. Out of 15 investigated milk products, coagulase-positive staphylococci were determined in two cheese samples and two ice cream samples. Staphylococci strains ranged from  $2.07 \pm 0.06$  to  $6.78 \pm 0.13 \log_{10}$  cfu/g/ml. Out of ten tested meat samples, three samples contained coagulase positive staphylococci, ranging from  $2.60 \pm 0.11$  to  $3.38 \pm 0.14 \log_{10}$  cfu/g. The presence of staphylococcal enterotoxin was determined in one ice cream sample only, in the quantity of 1.56 ng/ml. This sample contained  $2.39 \pm 0.03 \log_{10}$  cfu/g/ml *S. aureus*.

**Key words:** dairy products, raw meat, *Staphylococcus aureus*, staphylococcal enterotoxins, ELISA.

Rad primljen: 2.11.2012.

Rad ispravljen: 27.02.2012.

Rad prihvaćen: 10.04.2012.

# Assessment of mercury intake associated with fish consumption in Serbia

Janković Saša<sup>1</sup>, Antonijević Biljana<sup>2</sup>, Čurčić Marijana<sup>2</sup>, Radičević Tatjana<sup>1</sup>, Stefanović Srđan<sup>1</sup>, Nikolić Dragica<sup>1</sup>, Čupić Vitomir<sup>3</sup>

**Abstract:** Nutritional benefits of fish can be attributed primarily to the content of high-quality proteins, vitamins, elements and omega-3 polyunsaturated fatty acids. On the other hand, fish and fishery products are susceptible to contamination by chemicals that have been recognized as ubiquitous environmental pollutants such as toxic elements and polychlorinated organic compounds. Fish consumption could be therefore considered as one of the major sources of human exposure to all above-mentioned environmental contaminants. This paper is focused on mercury (Hg) that enters the environment by both, natural means (such as volcanic activity, erosions and weathering, factors which contribute to the presence of Hg in water, soil and the atmosphere) and human activities – mining, fossil fuels combustion, industrial emissions, direct application of fertilizers and fungicides as well as disposal of solid waste.

Total concentrations of Hg were measured in fish muscle and canned fish products available on Serbian market. Total of 651 samples were analyzed: 350 samples of marine fish (hake, mackerel, sprat, scorpanea, gilthead, salmon), 34 samples of freshwater fish (trout and carp) and 267 samples of canned fish products (tuna and sardines). Data were collected during 2011. For the purpose of intake assessment, we used the data obtained from the GEMS/Food Consumption Cluster Diets database. According to this source, estimated average weekly consumption of marine fish is 106.4 g/week, while freshwater fish and canned fish contribute to the consumption with 29.4 g and 18.2 g/week respectively.

Mercury concentrations in marine fish were in the range of 0.005–0.208  $\mu\text{gg}^{-1}$  (mean 0.040  $\mu\text{gg}^{-1}$ ); in freshwater fish 0.005–0.099  $\mu\text{gg}^{-1}$  (mean 0.020  $\mu\text{gg}^{-1}$ ) and in canned products they were in the range of 0.005–0.642  $\mu\text{gg}^{-1}$  (mean 0.064  $\mu\text{gg}^{-1}$ ). All analyzed samples contained mercury below the maximum level laid down by the European Union and Serbian regulation. The estimated weekly intake for total mercury, based on mean mercury value in fish and average body mass of 70 kg, was 0.095  $\mu\text{g}/\text{kg b.w.}/\text{week}$ .

Based on FAO/WHO recommended safe limit and on obtained results, we can conclude that the intake of mercury in the case of consuming fish and canned fish products is lower than the safe limit.

**Key words:** intake, fish, mercury.

## Introduction

Health benefits related to fish consumption are primarily due to the presence of proteins, minerals, vitamins and unsaturated essential fatty acids, especially polyunsaturated fatty acids (PUFAs) like omega-3 PUFAs. In contrast to the health benefits of dietary fish intake, an issue of concern related with frequent fish consumption is the risk derived from exposure to persistent environmental contaminants, both carcinogenic (e.g., dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT), polychlorinated biphenyl's (PCBs), dioxin, etc.), and/or non-carcinogenic (e.g., mercury).

Although these contaminants are present in the environment at low levels, they could be taken up by aquatic organisms and undergo bioconcentration and bioaccumulation processes, resulting in progressively higher levels of these compounds in the food chain, particularly in the case of longer-living and predatory fish. Based on literature, fish consumption could be considered as one of the major sources of human exposure to the above-mentioned environmental contaminants (EFSA, 2005a; Storelli, 2008).

Mercury (Hg) enters the environment by both natural sources – volcanic activity, erosions and weathering, factor that contributes to the presence

**Napomena:** Rezultati rada proistekli su iz projekta III 46009, koji, u periodu 2010-2014 godine finansira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije.

<sup>1</sup>Institute of Meat Hygiene and Technology, Kacanskog 13, 11000 Belgrade, Republic of Serbia;

<sup>2</sup>University in Belgrade, Faculty of Pharmacy, Department of Toxicology „Akademik Danilo Soldatovic, Vojvode Stepe 450, 11 221 Belgrade, Republic of Serbia;

<sup>3</sup>University in Belgrade, Faculty of Veterinary Medicine, Bulevar oslobođenja 18, 11000 Belgrade, Republic of Serbia.

**Corresponding author:** Janković Saša, [sasa@inmesbgd.com](mailto:sasa@inmesbgd.com)

of mercury in the water, soil and the atmosphere, and human activities – mining, fossil fuels combustion, industrial emissions, direct application of fertilizers and fungicides as well as disposal of solid waste. Mercury exists in three forms – metallic (elemental), inorganic and organic mercury compounds. The inorganic mercury can be converted to methylated form by microorganisms especially in aquatic systems and this form is predominantly present in fish (Merritt and Amirbahman, 2009; Ersoy and Çelik, 2010; Saei-Dehkordi et al., 2010). Tuna and swordfish are large predatory species that tend to accumulate relatively high levels of methyl mercury (MetHg). In other foods, mercury is mainly present in inorganic form; however, dietary inorganic mercury is of little toxicological concern.

Exposure to high levels of mercury can cause permanent damage to the brain, kidneys, and developing fetus (WHO, 1990; Schantz et al., 2003; Hightower and Moore, 2003; Hites et al., 2004). Effects on brain functioning may manifest as irritability, tremors, changes in vision or hearing, and memory problems. Vomiting, diarrhea, increases in blood pressure or heart rate, skin rashes, and eye irritation can also occur. Young children are more sensitive to mercury than adults. Mercury in the mother's body is transferred to the fetus and may accumulate there. It can also pass to a nursing infant through breast milk. Children poisoned by mercury may develop conditions of nervous and digestive systems, as well as kidney damage. Adequate data on carcinogenicity of Hg are currently unavailable for some of its forms. The U.S. EPA (United States Environmental Protection Agency) has determined that mercury chloride and methyl mercury are possible human carcinogens (Risher and DeWoskin, 1999).

Global fish consumption varies significantly from one country to another depending primarily on geographic position, tradition, economic development, dietary habits etc.

Average annual fish consumption in Serbia is about 5 kg per capita (Baltic et al., 2009), which is significantly lower compared to the global consumption (16.4 kg) or EU average of 11 kg (in Austria) up to 57 kg (in Portugal) (Lekic-Arandjelovic et al., 2008).

Recently, fish consumption has increased in Serbia primarily due to its health benefits (Ćirković et al., 2011; Trbović et al., 2011). Therefore, the aim of this work is quantitative evaluation of the intake of mercury, and assessment of potential health risk related to fish consumption among Serbian population.

## Materials and methods

### Contamination data

Total concentrations of Hg were measured in fish and canned fishery products available on Serbian market. Total of 651 samples were analyzed: 350 samples of marine fish (hake-*Merluccius merluccius*, mackerel-*Scomber scombrus*, sprat-*Sprattus sprattus*, scorpanea-*Scorpaena scrofa*, gilthead-*Sparus aurata*, salmon-*Salmo salar*), 34 samples of freshwater fish (trout-*Salmo irideus* and carp-*Cyprinus carpio*) and 267 samples of canned fish products (tuna and sardines). These data were collected during 2011. Determination was carried in compliance with ISO standard 17025.

Fish was kept frozen at -20 °C before analysis. Edible parts were chopped into 2-3 cm thick portions and homogenized. Samples for Hg analysis were prepared by microwave digestion (ETHOS Milestone). Analyses were carried out on atomic absorption spectrometer Varian "SpectrAA 220" with VGA 77 hydride system. Cold vapor technique was applied. The limit of quantification was 5 ng/g. Analytical quality control was achieved using certified reference material BCR 185R. Replicate analyses were in the range of certified values.

### Intake assessment

Total diet study has not been undertaken in Serbia, so far. Instead of such comprehensive data base, for the purpose of intake assessment, we used the only available surrogate taken from the GEMS/Food Consumption Cluster Diets database (FAO/WHO, 2006). According to this source, estimated average weekly consumption of marine fish is 106.4 g/week, while freshwater fish and canned fish contribute to the consumption with 29.4 g and 18.2 g/week respectively.

The following formula was used for calculation of intake assessment expressed as weekly intake (WI) in µg/kg b.w.:

$$WI = \frac{\text{Weekly consumption data} \times \text{Concentration of compound}}{\text{Body weight}}$$

In order to calculate Hg intake, we have developed four different scenarios, obtained using 2 × 2 design. Namely, two concentration levels of certain contaminants were chosen: an average and a maximal value combined with two body mass values were used: body mass of 70 kg that represents 50<sup>th</sup> percentile of population and body mass of 51 kg that represents 5<sup>th</sup> percent of total population of 808 adult healthy volunteers (395 female and 413 male),

included in national survey from the Department of endocrinology of Clinical center of Novi Sad (Srđić, 2002).

For each of four chosen scenarios, hazard index (HI) was calculated based on formula given below:

$$H = \frac{\text{calculated weekle intake for mercury}}{\text{provisional tolerable weekly intake}}$$

Descriptive statistics was carried out using ORIGIN software (version 7.1).

## Results and discussion

Contents of Hg in fish and fishery products are given in table 1.

In order to protect public health, maximum levels of Hg in fishery products are laid down by the Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 (European Commission, 2006)

and Serbian legislation. Hg limit for fishery products in general is 500 ng/g fresh weight, (1000 ng/g fresh weight for anglerfish, Atlantic catfish, bass, blue ling, bonito, eel, halibut little tuna, marlin, pike, plain bonito, Portuguese dogfish, rays, redfish, sail fish, scabbard fish, shark, snake, mackerel, sturgeon, swordfish and tuna). These limits were not exceeded in any of the analyzed samples.

The highest average mercury concentration was found in canned tuna – 0,075 µgg<sup>-1</sup>. Mean mercury content in marine fish – 0,040 µgg<sup>-1</sup> was two times higher than mean mercury content in freshwater fish – 0,020 µgg<sup>-1</sup>.

Weekly intake of Hg through fish consumption among Serbian population has been calculated by deterministic model using fixed mean or maximum values for contaminants concentrations. The estimated weekly intakes of contaminants by adult male of 70 kg (50<sup>th</sup> percentile) and of 51 kg body (5<sup>th</sup> percentile) weights are summarized in table 2.

**Table 1.** Structure and contents of Hg in a composite fish dish

**Tabela 1.** Struktura i sadržaj Hg u kompozitnom ribljem obroku

Fish/ Riba	Intake (g/week)/ Unos (g/nedelja)	Intake (%)/ Unos (%)	Hg (ng/g)		
			min	max	mean
Marine fish/ Morska riba	106.4	69.09	5	208	40
Freshwater fish/ Slatkovodna riba	29.4	19.09	5	99	20
Canned products/ Riblje konzerve	18.2	11.82	5	642	64
Composite fish dish/ Kompozitni riblji obrok					
<b>Σ</b>	<b>154</b>	<b>100</b>	<b>5</b>	<b>279.4</b>	<b>43.1</b>

**Table 2.** Weekly intakes of Hg via fish consumption

**Tabela 2.** Nedeljni unos Hg preko konzumirane ribe

Weekly intake of Hg (µg/kg b.w.)/ Nedeljni unos Hg (µg/kg telesne težine)	
Mean concentration/ Srednja koncentracija	Maximum concentration/ Maksimalna koncentracija
50 <sup>th</sup> percentile – 70 kg	
0.095	0.615
5 <sup>th</sup> percentile – 51 kg	
0.130	0.844

In the period 2004-2007, several expert opinions concerning human dietary exposure to Hg were issued (EFSA, 2004, 2005a; UK-COT, 2004, 2007; Japan FSC, 2005; Canada BCS, 2007). All these documents indicate that fish and seafood are the major source of Hg intake in humans. Depending on species, MetHg accounts for 70-100% total Hg in fish (EFSA, 2005a). However, for conservative assessment purposes, it is generally assumed that 100% of the Hg found in fish and shellfish is MetHg. According to European Food Safety Authority (EFSA), the range of average fish consumption is from 10 to 80 g per day for six European countries, corresponding to Hg weekly intake from 1.3 to 92 µg, per person (EFSA, 2004). This is similar to the intake values calculated in our study (6.6 – 43 µg, per person). Substantially higher values were reported for Faroe Islands (average 252 µg/week), while in the Seychelles the daily Hg intake was estimated to be 103 µg, assuming annual consumption of fish of 75 kg (205 g per day) per capita (Robinson and Shroff, 2004). The estimated average weekly intake of Hg by the French population is 68 µg for adults aged 15 years or more (corresponding to 1.1 µg/kg b.w. per week for a 60 kg person) and 55 µg for children aged 3-4 years (Leblanc et al., 2005). Estimated weekly intake of total Hg in the population from Catalonia (Bocio et al., 2005) is 148 µg, corresponding to 2.1 µg/kg b.w. per week, and is principally due to the high consumption of fish in this region.

For the purpose of evaluating the health risk, the estimated dietary exposures were compared to the corresponding health based guidance values. The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) established a provisional tolerable weekly intake (PTWI) of 1.6 µg MetHg/kg b.w. (i.e. 0.228 µg/kg b.w./day) based on epidemiological studies that investigated the relationship between maternal exposure to Hg and impaired neurodevelopment in their children (FAO/WHO, 2003).

Calculated HIs, for all four scenarios for Hg are given in table 3 below.

HI values have shown that in all four anticipated scenarios, there is no risk of overexposure to Hg due to fish consumption. In general, human health risk assessment of individual contaminants can be relatively simple procedure, due to establishment of various health based guidance values determined by national and international authorities. However, humans are exposed to a mixture of chemicals at any given time. It should be mentioned that other chemicals such as cadmium, lead, organochlorine insecticides (other than DDT), polychlorinated dibenzo dioxines (PCDDs) and polychlorinated dibenzo furanes (PCDFs) etc. may be also present in fish. It is however, difficult to predict impact to human health from the exposure to all these toxic compounds, particularly in view of the other exposure patterns.

## Conclusion

Contaminant levels of Hg are sufficiently high in some fish to cause adverse human health effects in people consuming large quantities. Although all calculated values of HIs related to fish consumption are below the critical value of 1, without reliable data for dietary exposure, the credible conclusion regarding safe level in Serbian population cannot be drawn. Taking into consideration global decline in contamination levels due to the public awareness on health impacts of these contaminants and consequent restrictions in their production and utilization, the situation in which dietary intake would result in immediate risk, is not likely to occur. Therefore, the current level of total Hg in fish and fishery products available at the Serbian market does not pose a threat to consumers' health. This synergistic effect of risk decline on one side and preservation of well-known benefits from fish consumption on the other, opens a wide array of possibilities for fishery industry to offer higher quantities of reasonably safe and nutritionally beneficial products.

**Table 3.** Hazard indexes for Hg intake

**Tabela 3.** Indeksi opasnosti za unos Hg

Scenario	Mean 50 <sup>th</sup>	Max 50 <sup>th</sup>	Mean 5 <sup>th</sup>	Max 5 <sup>th</sup>
HI	0.059	0.384	0.081	0.528

## References

- Baltić Ž. M., Kilibarda N., Dimitrijević M., 2009.** Činioci od značaja za održivost ribe i odabranih proizvoda od ribe u prometu, *Tehnologija mesa* 50, 2009, 1–2, 166–176.
- Bocio A., Castell V., Falcó G., Gosálbez P., Ramos J. C., 2005.** Chemical Contaminants: A Total Diet Study in Catalonia. *Agencia Catalana de Seguretat Alimentaria*, Barcelona, Spain, 146.
- Canada BCS (Bureau of Chemical Safety), 2007.** Human health risk assessment of mercury in fish and health benefits of fish consumption. *Food Directorate Health Products and Food Branch*, Canada.
- Ćirković M., Trbović D., Ljubojević D., Đorđević V., 2011.** Meat quality of fish farmed in polyculture in carp ponds in Republic of Serbia. *Tehnologija mesa* 52, 1, 106–121.
- EC 1881/2006, 2006.** Commission regulation No 1881/2006 EC of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs, *Official Journal of European Union*, L 364, 5–24.
- EFSA (European Food Safety Authority), 2004.** Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the Commission related to mercury and methylmercury in food (Request N<sub>2</sub> EFSA-Q-2003-030), Adopted on 24 February 2004, *The EFSA Journal*. 34, 1–14.
- EFSA (European Food Safety Authority), 2005a.** Opinion on the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Parliament related to the safety assessment of wild and farmed fish, Adopted on 22 June 2005, *The EFSA Journal*, 236, 1–118.
- EFSA (European Food Safety Authority), 2005b.** Opinion on the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Parliament related to the safety assessment of wild and farmed fish, Adopted on 22 June 2005, *The EFSA Journal*, 236, 1–118.
- Ersoy B., Çelik M., 2010.** The essential and toxic elements in tissues of six commercial demersal fish from eastern Mediterranean Sea. *Food and Chemical Toxicology*, 48, 5, 1377–1382.
- FAO/WHO (Food and Agriculture Organization/World Health Organization), 2003.** Summary and conclusions of the sixty-first meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA), 18–22.
- FAO/WHO (Food and Agriculture Organization/World Health Organization), 2006.** The GEMS/Food Consumption Cluster Diets database, Geneva, Switzerland.
- Hightower J. M., Moore D., 2003.** Mercury levels in high-end consumers of fish. *Environmental Health Perspectives* 111, 604–608.
- Hites R. A., Foran J. A., Carpenter D. O., Hamilton M. C., Knuth B. A., Schwager S. J., 2004.** Global assessment of organic contaminants in farmed salmon. *Science*, 303, 226–229.
- Japan FSC (Food Safety Commission), 2005.** The Contaminant Expert Committee: Food Safety Risk Assessment Related to Methyl mercury in Seafood. 4 August, Japan.
- Leblanc J. C., Guérin T., Noël L., Calamassi-Tran G., Volatier J. L., Verger P., 2005.** Dietary exposure estimates of 18 elements from the 1st French total diet study. *Food Additives and Contaminants*, 22, 7, 624–641.
- Lekic-Arandjelovic I., Kilibarda N., Dimitrijevic M., Karabasil N., 2008.** Fish consumption in the world, the European Union and Serbia, Proceedings and abstracts of the 20th Veterinarian Conference, Zlatibor, Serbia, 94–97.
- Merritt K. A., Amirbahman A., 2009.** Mercury methylation dynamics in estuarine and coastal marine environments – a critical review. *Earth Science Review*, 96, 1–2, 54–66.
- Risher J., DeWoskin, R., 1999.** Toxicological profile for mercury, U.S. Department of health and human services, Public health services, Agency for toxic substances and disease registry.
- Robinson J., Shroff J., 2004.** Observations on the levels of total mercury (Hg) and selenium (Se) in species common to the artisanal fisheries of Seychelles. *Seychelles Medical and Dental Journal*, 7, 1, 56–60.
- Saei-Dehkordi S. S., Fallah A. A., Nematollahi A., 2010.** Arsenic and mercury in commercially valuable fish species from the Persian gulf: Influence of season and habitat. *Food Chemical and Toxicology*, 48, 10, 2945–2950.
- Schantz S. L., Widholm, J. J., Rice D. C., 2003.** Effects of PCB exposure on neuropsychological function in children. *Environmental and Health Perspectives*, 111, 357–376.
- Srdić, B., 2002.** Examination of relationship between anthropometric parameters and body weight in different types of obesity. *Faculty of Medicine, University of Novi Sad*, master thesis.
- Storelli M. M., 2008.** Potential human health risks from metals (Hg, Cd, and Pb) and polychlorinated biphenyls (PCBs) via seafood consumption: Estimation of target hazard quotients (THQs) and toxic equivalents (TEQs). *Food Chemical Toxicology* 46, 8, 2782–2788.
- Trbović D., Janković S., Ćirković M., Nikolić D., Matekalo-Sverak V., Đorđević V., Spirić A., 2011.** Bezbednost i kvalitet mesa nekih slatkodvodnih riba u Srbiji. *Tehnologija mesa* 52, 2, 276–282.
- UK-COT (Committee on Toxicity of Chemicals in Food), 2004.** Consumer Products and the Environment. COT Statement on Twelve Metals and Other Elements in the 2000 Total Diet Study, United Kingdom.
- UK-COT (Committee on Toxicity of Chemicals in Food), 2007.** Committee on Toxicity of Chemicals in Food, Consumer Products and the Environment. Variability and Uncertainty in Toxicology of Chemicals in Food, Consumer Products and the Environment, United Kingdom.
- WHO (World Health Organization), 1990.** International program on chemical safety, *Environmental Health Criteria*, 101: Methyl mercury, Geneva, Switzerland, 1–144.



## Procena unosa žive kroz konzumaciju ribe u Srbiji

Janković Saša, Antonijević Biljana, Ćurčić Marijana, Radičević Tatjana, Stefanović Srđan, Nikolić Dragica, Ćupić Vitomir

*R e z i m e:* Nutritivna korist od konzumacije ribe ogleda se, pre svega u sadržaju visoko vrednih proteina, vitamina, makro i mikroelemenata i omega-3 polinezasićenih masnih kiselina. Sa druge strane, riba i proizvodi od ribe su u značajnoj meri podložni hemijskoj kontaminaciji ubikvitarnim zagađivačima kao što su teški metal i polihlorovana organska jedinjenja. Zbog svega ovoga, konzumacija ribe se smatra jednim od najznačajnijih izvora izloženosti navedenim kontaminentima. U radu je ispitivana kontaminacija živom koja se u spoljašnjoj sredini može naći kao posledica prirodnih procesa (vulkanska aktivnost, erozija tla i klimatska dešavanja koja doprinose prisustvu žive u vodi, zemljištu i atmosferi), kao i aktivnosti čoveka – eksploatacija ruda, sagorevanje fosilnih goriva, emisija industrijskih gasova, direktna primena veštačkih đubriva i fungicida, kao i neadekvatno odlaganje čvrstog otpada.

Sadržaj ukupne žive je određivan u svežoj i konzervisanoj ribi sa srpskog tržišta. Ispitan je 651 uzorak: 350 uzoraka morske ribe (oslić, skuša, sardela, škarpa, orada i losos), 34 uzorka slatkovodne ribe (šaran i pastrmka) i 267 uzoraka konzervisane ribe (tuna i sardela). Svi uzorci su analizirani tokom 2011. godine.

Za procenu unosa korišćeni su podaci iz „GEMS/Food Consumption Cluster Diets database“. Prema ovom izvoru, procenjena prosečna nedeljna konzumacija morske ribe iznosi 106,4 g, slatkovodne 29,4 g dok je ova vrednost za konzervisane proizvode od ribe 18,2 g.

Sadržaj žive u morskoj ribi se kretao u opsegu od 0,005 do 0,208  $\mu\text{gg}^{-1}$  (srednja vrednost 0,040  $\mu\text{gg}^{-1}$ ); u slatkovodnoj ribi 0,005–0,099  $\mu\text{gg}^{-1}$  (srednja vrednost 0,020  $\mu\text{gg}^{-1}$ ), dok se u konzervisanim ribljim proizvodima sadržaj žive kretao od 0,005 do 0,642  $\mu\text{gg}^{-1}$  (srednja vrednost 0,064  $\mu\text{gg}^{-1}$ ). Nivo žive u svim ispitanim uzorcima je bio ispod maksimalno dozvoljenih vrednosti propisanih relevantnom legislativom EU kao i domaćim propisima. Procenjeni nedeljni unos žive baziran na srednjoj vrednosti žive u konzumiranoj ribi i prosečnoj telesnoj težini od 70 kg, bio je 0,095  $\mu\text{g}/\text{kg}$  telesne mase nedeljno.

Na osnovu preporuka FAO/WHO i dobijenih rezultata, može se zaključiti da je unos žive pri konzumaciji morske i slatkovodne ribe i konzervisanih ribljih proizvoda, niži od preporučenih graničnih vrednosti.

**Ključne reči:** unos žive, riba.

Rad primljen: 9.03.2012.

Rad prihvaćen: 12.03.2012.

# Percepcija slanog ukusa i preferenca prema natrijum-hloridu

Lilić Slobodan<sup>1</sup>, Matekalo-Sverak Vesna<sup>1</sup>, Vranić Danijela<sup>1</sup>

*S a d r ž a j:* Natrijum-hlorid je osnovni dodatak hrani, koji doprinosi slanom ukusu, ima konzervišuće efekte i učestvuje u postizanju poželjnih teksturalnih karakteristika hrane. U radu je prikazana osnovna uloga natrijuma u organizmu, kao i mehanizmi regulacije njegovog metabolizma i negativni efekti prekomernog unosa natrijuma. Prekomeran unos natrijuma, jedan je od uzroka esencijalne hipertenzije, direktnog rizika od srčanog udara, hipertrofije leve komore, kliničkih i idiopatskih edema, smanjenja elastičnosti krvnih sudova, proteinurije, rizika za oboljenja srca i bubrega, rizika od nastanka raka želuca, stvaranja kamena u bubregu, smanjenja gustine kostiju, eksacerbacije astmatičnih napada, povećanja insulinske rezistencije i pojave gojaznosti. U radu je, takođe, prikazan razvoj čula ukusa, nervna regulacija ukusa za slano, kao i nastanak preference prema soli, koja nastaje još u ranom detinjstvu, prenosi se preko adolescentnog doba do odraslog čoveka, a može imati posledice za ceo život. Smanjivanje unosa natrijuma, u odnosu na uobičajeni unos koji nam je dostupan hranom, može imati dalekosežne efekte i, samim tim, može formirati čulo ukusa kod dece, na taj način da u odrasloj dobi konzumiraju hranu sa manje natrijum-hlorida. Istraživanja u ovoj oblasti su veoma ograničena, ali je važno naglasiti da ekspozicija prema soli u prvim godinama života, u velikoj meri, određuje preferencu prema soli u odrasloj dobi, što može imati značajne efekte u smislu očuvanja, ili narušavanja zdravlja, zavisno od unosa natrijuma.

**Cljučne reči:** natrijum-hlorid, prekomeran unos natrijuma, ukus.

## So u istoriji čoveka

Istorija soli stara je koliko i istorija ljudskog roda. Otkriće soli omogućilo je da hrana bude duže održiva, dostupna nezavisno od godišnjeg doba i omogućila je njen transport na veće udaljenosti. So je poticala iz mora i iz rudnika. Najstariji rudnici na svetu nalazili su se u brdima, u kojima je so iskopavana, pakovana u kožne vreće, tovarena na životinje i razmenjivana za čilibar, zlato i bakar. Smatra se da je transport soli počeo još u Kini pre 4000 godina (Adshead, 1992).

Bila je jednako važna za Jevreje, Egipćane, Kinzeze, Grke i ostale narode antičkog doba. U Rimskom carstvu kontrolisana je cena soli, korigovana od najviše, kada su zaradu koristili za vođenje rata, do najniže, kada su i siromašni mogli da je kupe. Deo plate rimskih vojnika je, prema uobičajenom verovanju, bila so, a otuda i naziv plate u nekim jezicima, npr. u engleskom „salary“ što odgovara latinskoj reči „salarium“. Takođe, i vojnici u Američkom

građanskom ratu bili su plaćeni solju. Sa razvojem Rima, gradili su se putevi soli koji su omogućavali lakši transport soli od Jadranskog mora, koje je bilo poznato po svom visokom salinitetu. U to doba nastali su poznati putevi soli, kao što su „Via salaria“ u Italiji, „Salzstraße“, od Lüneburga do Lübecka i „zlatna staza“, od Passaua do Böhmena.

So je transportovana i daleko do germanskih plemena, ili od Severne Afrike do sredine i juga kontinenta, kada je 40 hiljada kamila na putu dugom 400 milja prenosilo so koja se razmenjivala, nekada, za istu količinu zlata ili za robove.

So se pominje i u Bibliji. Bila je obavezna za korišćenje prilikom prinošenja žrtava paljenica, a koristila se i u metaforičkom smislu.

Najstariji podaci o primeni soli u medicini datiraju 3000 godina pre nove ere i potiču od egipatskog graditelja i lekara Imothepa, koji navodi da so suši inficiranu ranu i može sprečiti upalni proces, a primenu u medicini nastavlja i Hipokrat u staroj Grčkoj. Paracelzus uvodi so kao treći element alhemije,

**Napomena:** Rad je proistekao iz projekta TR 31083 „Smanjivanje sadržaja natrijuma u proizvodima od mesa – tehnološke mogućnosti, karakteristike kvaliteta i zdravstveni aspekti“, koji finansira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije.

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

pored sumpora i žive, čime prekida dualističku koncepciju i smatra da se samo posoljena hrana može dobro probaviti. On je jedan od prvih koji koristi slane kupke u lečenju kožnih oboljenja.

Najveća potrošnja soli dostignuta je 1870. godine. Pojavom frižidera i zamrzavanja, so više nije bila toliko neophodna za prezervaciju hrane. Tako je bilo do dvadesetog veka kada je shvaćeno da mnogo veći prihod donosi proizvodnja slanih prehrambenih proizvoda. Takođe, so je bila prva funkcionalna namirnica zbog dodavanja joda za sprečavanje gušavosti.

## Uloga natrijum-hlorida u organizmu

Natrijum je katjon ekstracelularne tečnosti i funkcioniše kao osmotski faktor u regulaciji volumena ekstracelularne tečnosti i, shodno tome, volumena krvne plazme. Oko 95% ukupnog sadržaja natrijuma u organizmu, utvrđeno je u ekstracelularnoj tečnosti. Natrijum je važna determinanta potencijala ćelijske membrane i aktivnog transporta molekula kroz nju. Koncentracija natrijuma u ćeliji je manja od 10% i potreban je energetska zavisan proces da održi ovu koncentraciju. Hlor je ekstracelularni anjon koji, u kombinaciji sa natrijumom, učestvuje u održavanju volumena tečnosti i elektrolitičkog balansa, a istovremeno služi za sintezu hlorovodonične kiseline u želucu.

U tankom crevu se apsorbuje približno 98% natrijuma i hlora, a najveći deo unetog natrijum-hlorida izlučuje se urinom i znojem (*Holbrook i dr.*, 1984). Kod ljudi u stanju mirovanja, koji imaju minimalan gubitak natrijuma znojem, u smislu nivoa natrijuma i balansa tečnosti, količina natrijuma izlučena urinom približno je jednaka njegovom nivou u primarnom urinu. Ovaj fenomen se dešava usled kapaciteta bubrega da filtriraju velike količine natrijuma i da ga reapsorbuje preciznim mehanizmom, i to 99% od filtrirane količine (*Valtin i Schafer*, 1995). Natrijum se održava izvan ćelije posredstvom  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ATP-azne (adenozin trifosfatazne) pumpe. Različiti sistemi i hormoni utiču na balans natrijuma i hlora, uključujući renin-angiotenzin-aldosteron sistem, simpatički nervni sistem, atrijski natriuretiki peptid, kalikrein-kinin sistem i različite intrarenalne mehanizme. Angiotenzin II je potencijalni vazokonstriktor kojim se postiže da proksimalni tubuli nefrona povećaju retenciju natrijuma i hlora i da stimulišu oslobađanje aldosterona iz adrenalnog korteksa (*Valtin i Schafer*, 1995). Aldosteron pomaže reapsorpciju natrijuma u distalnim tubulima nefrona posredstvom mineralokortikoid-receptor-medijatorske razmene jona vodonika i kalijuma. Smanjenim uno-

som soli, smanjenim volumenom krvi ili smanjenim krvnim pritiskom, stimuliše se renin-angiotenzin-aldosteron sistem. Kada je ovaj sistem manje reaktivan, u starijem dobu, postoji veća mogućnost snižavanja krvnog pritiska smanjenim unosom soli (*Weinberger i dr.*, 1993).

Atrijski natriuretiki peptid (ANP) oslobađa se kao odgovor na povećani volumen krvi i služi kao protivregulatorni sistem u odnosu na renin-angiotenzin-aldosteron sistem. On smanjuje oslobađanje renina i, shodno tome, oslobađanje angiotenzina II i aldosterona i povećava stepen glomerularne filtracije. Ove akcije doprinose smanjivanju volumena krvi i, sledstveno tome, krvnog pritiska.

Simpatički nervni sistem je drugi važan regulatorni sistem koji reguliše izlučivanje natrijuma i hlora kroz najmanje tri mehanizma: izmena protoka krvi u bubrežnoj srži, oslobađanje renina i direktan efekat na bubrežne tubule. Slično renin-angiotenzin-aldosteron sistemu, simpatički nervni sistem je aktiviran tokom utroška natrijuma i potisnut tokom njegovog prekomernog unosa (*Luft i dr.*, 1979). Sa povećanjem volumena ekstracelularne tečnosti, povećava se protok kroz bubrežnu srž, rezultujući smanjenjem koncentracije tečnosti dopremljene ascedentnom granom Henleove petlje u bubrežnom tubulu. Ovo smanjenje dovodi do smanjene reapsorpcije natrijuma iz bubrežnog nefrona, tako da se više natrijuma isporučuje distalnom tubulu za ekskreciju. Intrarenalni mehanizmi su, takođe, značajni za homeostazu natrijuma i hlora. Ovi mehanizmi uključuju lokalno oslobođene prostaglandine, kinine, angiotenzin, endotelijalni relaksirajući faktor i ostale manje definisane faktore.

## Negativni efekti prekomernog unosa natrijuma

Nekoliko miliona godina, predak čoveka konzumirao je manje od 1 g soli dnevno (*Blackburn i Prineas*, 1983; *Eaton i Conner*, 1985).

Natrijum se, uglavnom, unosi preko natrijum-hlorida (90%), odnosno kuhinjske soli, ali i drugim jedinjenjima natrijuma, kao što su natrijum-bikarbonat, mononatrijum-glutamat, natrijum-fosfat, natrijum-karbonat i natrijum-benzoat. Međutim, utvrđeno je da natrijum poreklom iz npr. natrijum-bikarbonata ne povećava u tolikoj meri krvni pritisak kao natrijum iz kuhinjske soli (*Schorr i dr.*, 1996).

Unos natrijum-hlorida je jedan od nekoliko faktora ishrane koji doprinose povećanju krvnog pritiska. Drugi faktori ishrane koji povećavaju krvni pritisak su: prekomerna telesna masa, neadekvat-

ni unos kalijuma, visok unos alkohola i fizička neaktivnost.

Kao što je već rečeno, krvni pritisak je u direktnoj korelaciji sa unosom natrijuma hranom. Na osnovu ove zavisnosti formiran je termin „natrijum senzibilitet“. Natrijum senzibilne osobe, prema ranijim istraživanjima, bile su one koje su reagovala povećanjem krvnog pritiska prilikom prekomernog unosa natrijuma, odnosno natrijum-hlorida. Međutim, danas se, kao natrijum senzibilne osobe označavaju one koje reaguju značajnim snižavanjem krvnog pritiska posle smanjenog unosa natrijuma hranom. Svakako da uticaj smanjenog unosa natrijuma na snižavanje krvnog pritiska zavisi i od drugih faktora, kao što su genetski faktori, uzrast, hronična oboljenja, šećerna bolest i hronična oboljenja bubrega. Natrijum senzibilne osobe su u povećanom riziku od kardiovaskularnih oboljenja (Morimoto i dr., 1997). Natrijum senzibilitet, čak i kod normotenzivnih osoba, povećava rizik od hipertenzije i kardiovaskularne smrti (Weinberger i dr., 2001). U ovom trenutku ne postoji definicija ni mogućnost da se izmeri natrijum senzibilitet kod ljudi, odnosno još ne postoji praktična strategija da se identifikuju natrijum senzibilne osobe. Jedino što se može učiniti je da se definišu delovi populacije kod kojih sa povećanjem unosa natrijuma dolazi do porasta krvnog pritiska.

Osim pojave hipertenzije, prekomeran unos natrijum-hlorida može dovesti do:

- direktnog rizika od srčanog udara (Perry i Beevers, 1992),
- hipertrofije leve komore (Schmieder i Messerli, 2000),
- retencije natrijuma u ekstracelularnoj tečnosti, odnosno do retencije vode i kliničkih i idiopatskih edema, naročito kod žena (MacGregor i de Wardener, 1997),
- povećanja tvrdoće, odnosno smanjenja elastičnosti zidova krvnih sudova, naročito arterija, nezavisno od krvnog pritiska (Avolio i dr., 1986),
- proteinurije, u prvom redu do urinarne ekskrecije albumina, a time i do povećanog rizika za oboljenja srca i bubrega (Du Cailar i dr., 2002),
- veće mogućnosti infekcije sa *Helicobacter pylori* i rizika od nastanka raka želuca (Tsugane i dr., 2004),
- povećanja urinarne ekskrecije kalcijuma i rizika od stvaranja kamena u bubregu (Capuccio i dr., 2000), zatim rizika od smanjenja gustine kostiju, a shodno tome i od osteoporozе i kompresivnih fraktura kostiju, naročito kod žena u menopauzi (Devine i dr., 1995),

- eksacerbacije (pojačanje, produženje) astmatičnih napada (Mickleborough i dr., 2005), i
- povećanja HOMA (homeostasis model assessment) insulinske rezistencije kod pacijenata sa esencijalnom hipertenzijom, od kojih je većina sa umanjenom tolerancijom na glukozu (Kuroda i dr., 1999);
- posredna pojava gojaznosti usled pojačanog konzumiranja osvežavajućih bezalkoholnih pića.

Zbog negativnih efekata koji nastaju usled prekomernog unosa natrijuma hranom, za koga se smatra da 75% potiče iz proizvoda od mesa (Wirth, 1991), sprovedena su mnoga istraživanja koja se bave utvrđivanjem sadržaja natrijum-hlorida u proizvodima od mesa (Vranić i dr., 2009; Kurćubić i dr., 2011). Takođe, mnoga istraživanja bave se problematikom smanjivanja natrijuma u proizvodima od mesa već decenijama (Sofos, 1983; Pasin i dr., 1989; Riera i dr., 1996; Lilić, 2000; Ruusunen i dr., 2002). Smanjivanje sadržaja natrijuma postalo je jedna od osnovnih strategija savremene industrije hrane, koju je inicirala Svetska zdravstvena organizacija, i već je 11 zemalja Evropske unije potpisalo sporazum o smanjivanju sadržaja natrijuma u hrani (Lilić i Matekalo-Sverak, 2011; Šarčević i dr., 2011).

## Upotreba natrijum-hlorida u ishrani

Dodavanje kuhinjske soli hrani je specifično ponašanje čoveka. Veruje se da se masovni početak upotrebe soli desio pre 5000 do 10000 godina (He i MacGregor, 2007). Mnogi naučnici veruju da je rana upotreba soli služila u svrhu konzervisanja hrane (MacGregor i de Wardener, 1998). Međutim, slan ukus, je jedan od najznačajnijih efekata koji natrijum-hlorid stvara u hrani.

Karakterističan slan ukus je postao očekivan i široko prihvaćen (Multhauf, 1978). Teško je izračunati koliko su soli unosili ljudi u davna vremena. Jedini dobar način da se to izračuna je da se odredi dnevna ekskrecija natrijuma urinom, pošto se uneta so u većoj količini ne deponuje u organizmu, odnosno balans soli se pod normalnim uslovima reflektuje na jednaki unos i ekskreciju. Izračunat je prosečan dnevni unos natrijuma u nekim delovima Kine 300 godina pre nove ere, koji je iznosio 3000 mg dnevno za žene i 5000 mg dnevno za muškarce (Adshead, 1992). Multhauf (1978) je izračunao da je u Francuskoj i Britaniji u devetnaestom veku, unos natrijuma bio 4000–5000 mg dnevno. Ove brojke pokazuju da je unos natrijuma bio sličan kao što je i u današnjem društvu (INTERSALT Cooperative Research Gro-

up, 1988). To znači da razlog povećanom unosu soli ne možemo tražiti u dvadesetom veku, odnosno modernoj proizvodnji hrane, već, umesto toga, moramo potražiti potrebe u proizvodnji hrane koje potiču hiljadama godina unazad, najviše zbog konzervativnog efekta kuhinjske soli. Mora se, takođe, potražiti sličnost u količini unosa soli hranom tokom istorije, jer je utvrđeno da su različiti narodi imali sličan unos soli, odnosno imali slične ili različite fiziološke i nutritivne potrebe, koje su dovele do predispozicije čoveka i želje za unosom velike količine soli (Fessler, 2003; McCarron *i dr.*, 2009). U današnje vreme, dnevni unos natrijum-hlorida je prilično ve-

liki, naročito u razvijenim zemljama, odnosno u populacijama koje konzumiraju uglavnom industrijski proizvedenu hranu. U tabeli 1 prikazani su rezultati istraživanja dnevnog unosa natrijuma (SAD), u zavisnosti od starosti, pola i fiziološkog stanja (Henney *i dr.*, 2010).

Iz tabele 1 može da se vidi da muškarci imaju veći dnevni unos natrijuma u odnosu na žene, kao i trudnice i žene u laktaciji. Prosečan dnevni unos natrijuma od 3614 mg dnevno, koji je utvrđen u svim kategorijama, ukupno kod 16822 osobe, prevazilazi 1500 mg, koliko iznose potrebe bazalnog metabolizma za odraslog čoveka.

**Tabela 1.** Prosečan dnevni unos natrijuma (mg)

**Table 1.** Average daily sodium intake (mg)

	n	Hrana/ Food	So sa stola/ Table salt	Pijaća voda/ Drinking water	Dodaci/ Additives	Svi izvori/ All sources
<b>Svi uzrasti (2+ godine)/ All ages (2+ years)</b>	16822	3407	178	27	2	<b>3614</b>
<b>Deca/Children</b>						
2–3 godine/years	921	2201	28	9	1	<b>2239</b>
4–8 godina/years	1680	2795	49	12	1	<b>2857</b>
<b>Muškarci/Men</b>						
9–13 godina/years	1009	3513	93	17	0	<b>3624</b>
14–18 godina/years	1351	4339	105	27	4	<b>4474</b>
19–30 godina/years	1097	4490	217	32	2	<b>4741</b>
31–50 godina/years	1439	4448	237	32	1	<b>4719</b>
51–70 godina/years	1215	3738	230	28	2	<b>3999</b>
>70 godina/years	808	3000	189	25	3	<b>3217</b>
<b>Žene/Women</b>						
9–13 godina/years	1039	3019	85	16	1	<b>3121</b>
14–18 godina/years	1250	2980	112	20	1	<b>3113</b>
19–30 godina/years	914	3062	207	29	1	<b>3298</b>
31–50 godina/years	1350	3021	215	31	1	<b>3268</b>
51–70 godina/years	1251	2773	197	32	3	<b>3005</b>
>70 godina/years	787	2397	127	26	4	<b>2554</b>
<b>Trudnice/ Pregnant women</b>	623	3541	201	22	1	<b>3765</b>
<b>Žene u laktaciji/ Women in lactation</b>	99	3236	270	28	0	<b>3534</b>

## Čulo ukusa

Čulo ukusa, jedno od pet čula, definisano je na osnovu anatomskih karakteristika. Kod sisara, čulo ukusa je pod uticajem ćelija receptora primarno lokalizovanih u usnoj šupljini na receptorskim kvržicama. Ćelije receptora inervisane su granama sedmog, devetog i desetog kranijalnog nerva koji grade sinapse u moždanom stablu pre slanja poruka u druge delove mozga (*Breslin i Spector, 2008*).

Rezultati mnogih istraživanja ukazuju da je čulo ukusa sastavljeno od malog broja primarnih, ili osnovnih kvaliteta ukusa, koji se sastoje od slatkog, kiselog, slanog, gorkog i umami ukusa (*Bachmanov i Beauchamp, 2007*). Specifične klase ili kategorije ukusa pomažu životinjama da reše dva od mnogih primarnih problema, a to su identifikacija i unos nutrijenata i izbegavanje otrova. Konsekvencija ovih kritičnih funkcija u pozitivnom ili negativnom odgovoru na ukus većinom su genetski determinisane. Tako je sladak ukus generalno prihvaćen od strane herbivora i omnivora i ponekih karnivora (npr. mačke ne prepoznaju sladak ukus), (*Li i dr., 2005*), dok je, suprotno tome, gorak ukus onaj koji se se ne dopada i izbegava, jer je, uglavnom, toksičan (*Breslin i Spector, 2008*). Svaka hrana, ili piće saopštavaju, pored ukusa, i druge čulne senzacije, naročito isparljiva jedinjenja koja određenoj hrani daju specifičan identitet. Ova svojstva prenose čulo mirisa, inervisanom prvim kranijalnim nervom, uglavnom preko retronazalnog ukusa, od grla, preko nosnih šupljina i do mirisnih receptora u gornjim regionima nosne šupljine i osećaj hemestezisa (hemijski senzibilitet kože i sluznice), odnosno iritacijom petog kranijalnog nerva (*Green i dr., 1990*). U uobičajenom ljudskom ponašanju ovi osećaji se definišu kao „ukusno je“.

Natrijum-hlorid ima veoma značajan doprinos, moglo bi se reći i najveći, u poželjnom ukusu hrane. Međutim, ukusu hrane doprinose i mnoge druge čulne senzacije, kojima bi trebalo posvetiti pažnju u cilju razvoja strategija uspešnog smanjenja kuhinjske soli u hrani (*Koza i dr., 2005*). Na primer, neke isparljive komponente, receptori mirisa prepoznaju kao „slatke“ što može doprineti ukupnoj prihvatljivosti hrane (*Schifferstein i Verlegh, 1996*). Analogni fenomen se može desiti i sa slanošću (*Manabe i dr., 2009*). Naučne studije koje se zasnivaju na snimanju mozga (funkcionalna magnetna rezonanca) pokazuju da informacije o ukusu dolaze iz odvojenog senzorskog sistema zajedno sa nekoliko delova mozga koji se nalaze u orbito-frontalnom delu korteksa mozga (*Rolls i dr., 2010*). To znači da je percepcija ukusa unitarna i sastavljena od anatomski nezavisnih senzorskih sistema, a naglašava ulogu opšte

percepcije ukusa u širem smislu (engl. flavour) koja određuje prijatnost konzumiranja određene hrane. Dodavanje određenih sastojaka u kulinarstvu, kao što su sveže biljke, začini, limun, senf i sirće mogu uticati na mogućnost smanjenja soli u ishrani (*Matekalo-Sverak i dr., 2007; Lilić i Matekalo-Sverak, 2007; Ram, 2008*). Prema Ramu, neke kulinarske tehnike, kao što je npr. prženje hrane, mogu smanjiti potrebu za dodavanjem soli, jer tom prilikom dolazi do stvaranja novih ukusa.

Natrijum-hlorid, prototipski molekul slanog ukusa, učestvuje kao skoro čist slan ukus, dok npr. kalijum-hlorid, koji se često koristi kao supstituent natrijum-hlorida u hrani sa smanjenim sadržajem soli (*Lilić i Matekalo-Sverak, 2007*), obično ima i slan i gorak ukus, zbog čega je njegova upotreba ograničena. Svaki molekul ukusa saopštava intenzitet; kako koncentracija raste, tako i slanost raste, do određenog maksimuma, kada se više ne oseća slan ukus. Intenzitet slanog ukusa raste u nekoliko stotina milisekundi i potom rapidno opada. Kritični atribut slanog ukusa je hedonistička dimenzija. Za mnoge vrste hrane, dodavanje soli povećava želju za tom hranom do određenog nivoa. Za svakoga od nas postoji drugačija prihvatljivost stepena slanosti. Za bilo koju hranu postoji individualna suštinska razlika u kojoj leži optimalna tačka, koja se obično označava kao „tačka blaženstva“ (*McBride, 1994*). Neke od ovih razlika nastaju usled razlike u iskustvu sa solju, odnosno slanom hranom, što dovodi do zaključka da se ona može menjati u skladu sa ekspozicijom prema natrijum-hloridu. „Tačka blaženstva“ implicira veoma preciznu tačku, međutim, ona u stvari pokriva širok raspon koncentracije natrijuma u naizgled sličnim kategorijama hrane. Ovaj fenomen može da pomogne u objašnjavanju zašto je relativno lako smanjiti sadržaj soli u hrani bez smanjenja čulnih percepcija. Natrijum-hlorid, ne samo što dovodi do osećaja slanosti, nego u mnogim kategorijama hrane igra i drugu ulogu koja se sastoji u percepciji čvrstoće proizvoda, pojačava sladak ukus, maskira metalni ukus i off notu (nepoželjan ukus) i zaokružuje opšti ukus („flavour“) doprinoseći njegovom intenzitetu (*Gillette, 1985*). Nisu potpuno jasni mehanizmi ovakvog delovanja soli, ali se pretpostavlja da, osim interakcije sa receptorima ukusa, so može aktivirati somatosenzorske (dodir) nervne sisteme. Jedan od mehanizama je, međutim, dobro poznat, a to je supresija gorkog ukusa. Različiti ingredijenti koji sadrže natrijum učestvuju u smanjenju percepcije gorkog ukusa nekih komponenta hrane, uključujući tu i kinin-hidrochlorid, kofein, magnezijum-sulfat i kalijum-hlorid (*Breslin i Beauchamp, 1995*). Dalje, supresija gorkih komponenti hrane može pojačati ukus nekih drugih komponenti.

Na primer, dodavanje natrijum-acetata, koji ima blago slan ukus, u mešavine šećera i gorkih jedinjenja pojačava percepciju slatkog ukusa u mešavini, supresijom gorkog ukusa (Gillete, 1985).

Uticaj aktivnosti vode je drugi preporučeni razlog zbog kojeg se može potencirati „flavor“ u hrani. Upotreba natrijum-hlorida smanjuje aktivnost vode, što može dovesti do efektivnog povećanja koncentracije ukusa i doprineti isparljivosti komponenta ukusa (Hutton, 2002).

Natrijum-hlorid, disosovan u jone doprinosi slanom ukusu. Široko je prihvaćena teorija da joni natrijuma igraju primarnu ulogu u percepciji slanog ukusa, dok joni hlora imaju ulogu modulatora (Bartoshuk, 1980). Ovoj tvrdnji doprinosi činjenica da kod anjona koji su veći od hlorida, npr. acetat ili glukonat, percepcija slanosti je manja.

Pretpostavlja se da su dva ili više tipova receptora u usnoj šupljini, primarno na jeziku, odgovorni kao „okidači“ slanog ukusa (Bachmanov i Beauchamp, 2007), ali su mnoge nedoumice ostale.

Najverovatnija hipoteza, koja je demonstrirana kod miševa i pacova, tvrdi da jedan set receptora igra ulogu u percepciji slanog ukusa, što uključuje jonske kanale (Epithelial sodium (Na) Channels: ENaC). Ovi kanali dozvoljavaju primarno natrijumu (i litijumu) da izađu iz ćelije receptora, da se rastvore u pljuvački i ponovo uđu u ćeliju. Rezultat je povećavanje koncentracije jona natrijuma unutar ćelije ukusa uzrokujući oslobađanje neurotransmitera koji signaliziraju slan ukusu u mozgu (Chandrashekar i dr., 2010). Pošto jedino joni natrijuma i litijuma proizvode skoro čist slan ukus, veruje se da ovi natrijum- i litijum-specifični kanali receptora igraju glavnu ulogu u osećaju slanosti (Beauchamp and Stein, 2008; McCaughey, 2007).

Istraživanja na eksperimentalnim životinjama pokazuju da diuretička komponenta, amilorid, molekul koji blokira natrijumove kanale, smanjuje percepciju slanog ukusa, dok on kod ljudi ima nešto manju ulogu (Halpern, 1998). Ukoliko je ova hipoteza tačna, onda se dolazi do zaključka da nije moguće izvršiti potpunu supstituciju natrijuma u hrani, odnosno da je jedini pravi supstituent litijum, što nije moguće zbog njegove visoke toksičnosti.

Postoje dva uslova prilikom kojih životinje, a i ljudi, odlučuju da konzumiraju so. Prvi je, što je potvrđeno studijama na eksperimentalnim životinjama, kada dođe do potrebe u soli, kod herbivora koji žive u okruženju sa niskim sadržajem natrijuma, što se naziva „potrebom u soli“ (Geerling and Loewy, 2008). Brojni su sistemi koji dovode do ovakvog ponašanja i mogu biti hormonalni, nervni (CNS – centralni nervni sistem) i bihevioralni i udruženi su u slučaju da je organizam u stvarnom deficitu u natri-

jumu, što ih motiviše da traže izvore soli i da obnove svoj balans u natrijumu (Morris i dr., 2008). Životinje koje su utrošile svoje zalihe natrijuma imaju sposobnost da prepoznaju, svojim posebnim ukusom, neophodni nutrijent. Marginalni deficit u nekim mineralima, posebno u kalcijumu, mogu igrati ulogu u stimulaciji čoveka da konzumira slaniju hranu (Tordoff, 1992).

Drugi uslov odgovaran za unos soli dešava se kod mnogih vrsta, uključujući i čoveka, čak i kada ne postoje potrebe za natrijum-hloridom, a to je kada se konzumira više soli u skladu sa telesnim potrebama. Ovo se definiše kao „preferenca prema soli“ (Denton, 1982). Ova preferenca u stvari dovodi do povećanog konzumiranja i uživanja u slanoj hrani. Ovaj fenomen se definiše kao posledica učenja, naročito u detinjstvu ili čak kao navikavanje, odnosno zavisnost (MacGregor i de Wardener, 1998). Suprotno ovom mišljenju, druga istraživanja su pokazala da je evolucija formirala čoveka, ili neke životinje da imaju urođeno dopadanje prema ovom ukusu, čak i kada natrijum nije potreban (Beauchamp, 1991).

Denton (1982) se protivi ovoj tvrdnji i konstatuje da prekomeran unos soli, veći od potreba, ni na koji način ne ublažava takav unos u skladu sa urođenim sklonostima, kao što seksualna aktivnost postoji i kada ne postoji potreba za produženjem vrste. On smatra da prekomeran unos soli nužno obezbeđuje neku vrstu nagrade. Ljude, uglavnom, ne privlači neka supstanca, osim ukoliko ona ne poseduje snažne fiziološke efekte, tako da se nameće potreba da se ispita poreklo preference prema soli tokom ljudskog razvoja.

Iako novorođenčad imaju umerenu potrebu u natrijumu (IOM, 2005), ona su, ili indiferentna prema soli, ili je odbijaju, posebno u koncentracijama višim od onih utvrđenih u krvi (hipertonični rastvori). Od četvrtog do šestog meseca, bebe pokazuju preference (koje odgovaraju običnoj vodi) prema slanim rastvorima koji su izotonični (krv), ili čak hipertonični (Cowart i dr., 2004). Ovaj period odgovara maturaciji ćelija receptora za slan ukus.

Količina soli koju konzumiraju bebe utiče na razvoj preference prema soli, odnosno prema slanom ukusu (Harris i Booth, 1985). U nekim istraživanjima (Geleijnse i dr., 1997) se ukazuje da deca koja su podvrgnuta ishrani sa smanjenim, ili normalnim sadržajem soli tokom prvih šest meseci pokazuju razlike u krvnom pritisku u adolescentom dobu (15 godina), kao grupe ljudi koje konzumiraju hranu sa manje soli i imaju niži krvni pritisak. Ovi podaci su u skladu sa hipotezom da ekspozicija prema manjim količinama soli u prvom periodu života, odnosno kod beba, rezultuje u manjoj preferenci prema

solu i smanjenom unosu natrijuma u narednom periodu života.

Kliničke studije (Leshem, 2009) ukazuju da istinski gubitak natrijuma u ovom periodu može povećati kasnije „dopadanje“ prema soli, koje može biti i permanentno. Slični ogledi izvedeni su na pacovima kod kojih trošenje natrijuma u ranom periodu uzrokuje promene u neuronskom kolu koje posreduje unos soli. Iako je malo evidentno da gubitak natrijuma u zrelom dobu ima komparativne dugotrajne efekte na dopadanje prema soli (Bauchamp i dr., 1990; Leshem, 2009), smatra se da varijacije u ekspoziciji prema soli tokom kritičnog perioda sazrevanja permanentno menjaju periferne i/ili centralne strukture i da su zbog toga posebno važne tokom detinjstva i možda čak određuju unos natrijuma u zrelom dobu.

Utvrđeno je da deca imaju višu preferencu prema soli nego odrasli (Beauchamp i Cowart, 1990; Bauchamp i dr., 1990; Desor i dr., 1975). Bihejvi-

oralna i fiziološka osnova za ovu razliku koja se odnosi na godine još nije razjašnjena. Moglo bi se reći da su deca izložena višem nivou soli nego odrasli, ili da se to odnosi na senzorske ili metaboličke osobine soli za svaku osobu, posebno tokom različitih starnih dobi.

Podaci izneti u radu ističu značaj razumevanja slanog ukusa i preference prema soli kod dece. Može se zaključiti da se tokom infantilnosti i detinjstva stiču određene navike u smislu unosa natrijum-hlorida. Smanjivanje unosa natrijuma u odnosu na uobičajeni unos koji nam je dostupan hranom, može imati dalekosežne efekte i formirati čulo ukusa kod dece, na taj način da u odraslom dobu konzumiraju hranu sa manje natrijum-hlorida. Istraživanja u ovoj oblasti su veoma ograničena, ali je važno naglasiti da ekspozicija prema soli u prvim godinama života u velikoj meri određuje preferencu prema soli u odraslom dobu, što može imati značajne efekte u smislu očuvanja ili narušavanja zdravlja, zavisno od unosa natrijuma.

## Literatura

- Adshead S. A. M., 1992. *Salt and civilization*. Christchurch, New Zealand: Canterbury University Press.
- Avolio A. P., Clyde K. M., Beard T. C., Cooke H. M., Ho K. K., O'Rourke M. F., 1986. Improved arterial distensibility in normotensive subjects on a low salt diet. *Arteriosclerosis*, 6, 166–169;
- Bachmanov A. A., Bauchamp G. K., 2007. Taste receptor genes. *Annual Review of Nutrition*, 27, 389–414.
- Bartoshuk L. M., 1980. Sensory analysis of the taste of NaCl. In *Biological and behavioral aspects of salt intake*, edited by M. R. Kare, M. J. Fregly, and R. A. Bernard. New York: Academic Press, 83–98.
- Beauchamp G. K., Bertino M., Burke D., Engelman K., 1990. Experimental sodium depletion and salt taste in normal human volunteers. *American Journal of Clinical Nutrition*, 51, 5, 881–889.
- Beauchamp G. K., Cowart B. J., 1990. Preference for high salt concentrations among children. *Developmental Psychology*, 26, 4, 539–545.
- Beauchamp G. K., 1991. Salt preference in humans. In *Encyclopedia of human biology*. 1<sup>st</sup> ed. Vol. 6, edited by R. Dulbecco. New York: Academic Press.
- Beauchamp G. K., Stein L. J., 2008. Salt taste. In *The senses: A comprehensive reference*. 6 vols. Vol. 4, edited by A. I. Basbaum. New York: Elsevier, 401–408.
- Blackburn H., Prineas R., 1983. Diet and hypertension: anthropology, epidemiology, and public health implications. *Progress in Biochemical Pharmacology*, 19, 31–79.
- Breslin P. A. S., Bauchamp G. K., 1995. Suppression of bitterness by sodium: Variation among bitter taste stimuli. *Chemical Senses*, 20, 6, 609–623.
- Breslin P. A. S., Spector A. C., 2008. Mammalian taste perception. *Current Biology*, 18, 4, 148–155.
- Cappuccio F. P., Kalaitzidis R., Duneclift S., Eastwood J. B., 2000. Unravelling the links between calcium excretion, salt intake, hypertension, kidney stones and bone metabolism. *Journal of Nephrology*, 13, 169–177;
- Chandrashekar J., Kuhn C., Oka Y., David D. A., Yarmolinsky A., Hummler E., Ryba N. J. P., Zuker C., 2010. The cells and peripheral representation of sodium taste in mice. *Nature*, 464, 7286, 297–301.
- Cowart B. J., Bauchamp G. K., Mennella J. A., 2004. Development of taste and smell in the neonate. In *Fetal and neonatal physiology*. 3rd ed. Vol. 2, edited by R. A. Polin, W. W. Fox, and S. H. Abman. Philadelphia, PA: W.B. Saunders Co. Pp. 1819–1827.
- Denton D., 1982. The hunger for salt: An anthropological, physiological and medical analysis. New York: Springer-Verlag.
- Desor J. A., Greene L. S., Maller O. 1975. Preferences for sweet and salty in 9 to 15 year old and adult humans. *Science*, 190, 4215, 686–687.
- Devine A., Criddle R. A., Dick I. M., Kerr D. A., Prince R. L., 1995. A longitudinal study of the effect of sodium and calcium intakes on regional bone density in postmenopausal women. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 62, 740–745;
- Du Cailar G., Ribstein J., Mimran A., 2002. Dietary sodium and target organ damage in essential hypertension. *Am J Hypertens*, 15, 222–229;
- Eaton S.B., Konner M., 1985. Paleolithic nutrition. A consideration of its nature and current implications. *The New England Journal of Medicine*, 312, 283–289.
- Fessler D. M. T., 2003. An evolutionary explanation of the plasticity of salt preferences: Prophylaxis against sudden dehydration. *Medical Hypotheses*, 61, 3, 412–415.



- Geerling J. C., Loewy A. D., 2008. Central regulation of sodium appetite. *Experimental Physiology*, 93, 2, 177–209.
- Geleijnse J. M., Hofman A., Witteman J. C. M., Hazebroek A. A. J. M., Valkenburg H. A., Grobbee D. E., 1997. Long-term effects of neonatal sodium restriction on blood pressure. *Hypertension*, 29, 4, 913–917.
- Gillette M., 1985. Flavor effects of sodium chloride. *Food Technology*, 39, 6, 47–52.
- Green B. G., Maron J. R., Kare M. R., 1990. *Chemical senses*, 2, New York: Marcel Dekker.
- Halpern B., 1998. Amiloride and vertebrate gustatory responses to NaCl. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 23, 5–47.
- Harris G., Booth D. A., 1985. Sodium preference in food and previous dietary exposure in 6-month old infants. *IRCS Journal of Medical Sciences*, 13, 1178–1179.
- He F. J., MacGregor G. A., 2007. Dietary salt, high blood pressure and other harmful effects on health. In *Reducing salt in foods: Practical strategies*, edited by D. Kilcast and F. Angus. Cambridge, UK: Woodhead., 18–54.
- Henney J. E., Taylor C. L., Boon C. S., 2010. Committee on Strategies to Reduce Sodium Intake Food and Nutrition Board, Strategies to reduce sodium intake in the United States, The national Academic Press, Washington D.C., [www.nap.edu](http://www.nap.edu), 418–419.
- Holbrook J. T., Patterson K. Y., Bodner J. E., Douglas L. W., Veillon C., Kelsay J. L., Mertz W., Smith J. C., 1984. Sodium and potassium intake and balance in adults consuming self-selected diets. *The American Journal Clinical Nutrition*, 40, 786–793.
- Hutton T., 2002. Sodium: Technological functions of salt in the manufacturing of food and drink products. *British Food Journal*, 104, 2, 126–152.
- INTERSALT Cooperative Research Group: Rose G., Stamler J., Stamler R., Elliott P., Marmot M., Pyorala K., Kesteloot H., Joossens J., Hansson L., Mancia G., Dyer A., Kromhout D., Laaser U., Sans S., 1988. Intersalt: An international study of electrolyte excretion and blood pressure. Results for 24-hour urinary sodium and potassium excretion. *British Medical Journal*, 297, 6644, 319–328.
- IOM (Institute of Medicine), 2005. *Dietary Reference Intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate*. Washington, DC: The National Academies Press, 269–423.
- Koza B. J., Cilmi A., Dolese M., Zellner D. A., 2005. Color enhances orthonasal olfactory intensity and reduces retronasal olfactory intensity. *Chemical Senses*, 30, 8, 643–649.
- Kurčić V., Bogosavljević-Bošković S., Petrović M., Mašković P., 2011. Sadržaj natrijum-hlorida i natrijuma u proizvodima od mesa različitih grupa. *Tehnologija mesa* 52, 2, 225–233.
- Kuroda S., Uzu T., Fujii T., Nishimura M., Nakamura S., Inenaga T., Kimura G., 1999. Role of insulin resistance in the genesis of sodium sensitivity in essential hypertension. *Journal of Human Hypertension*, 13, 257–262.
- Leshem M., 2009. Biobehavior of the human love of salt. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 33, 1, 1–17.
- Li X., Li W., Wang H., Cao J., Maehashi K., Huang L., Bachmanov A. A., Reed D. R., Legrand-Defretin, Beauchamp G. K., Brand J. G., 2005. Pseudogenization of a sweetreceptor gene accounts for cats' indifference toward sugar. *PLoS Genetics*, 1, 1, 1–35.
- Lilic S., 2000. Ispitivanje važnijih činilaca od značaja za održivost i kvalitet sušenog svinjskog mesa. Magistarska teza, Fakultet veterinarske medicine, Beograd.
- Lilic S., Matekalo-Sverak V., 2007. Influence of partial replacement of sodium chloride by potassium chloride and adding of rosemary extract on flavour acceptability of ground meat. *Proceedings, „I International congress „Food technology, quality and safety“*, Symposium of Biotechnology and Food Microbiology, Novi Sad, 61–66.
- Lilic S., Matekalo-Sverak V., Borovic B., 2008. Possibility of replacement of sodium chloride by potassium chloride in cooked sausages – sensory characteristics and health aspects. *Biotechnology in Animal Husbandry* 24, 1–2, 133–138.
- Lilić S., Matekalo-Sverak V., 2011. Salt reduction in meat products – challenge for meat Industry. *Tehnologija mesa*, 52, 1, 22–30.
- Luft F. C., 2009. More mixed messages in terms of salt. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 4, 11, 1699–1700.
- Luft F. C., Rankin L. I., Bloch R., Grim C. E., Weyman A. E., Murray R. H., Weinberger M. H., 1979. Plasma and urinary norepinephrine values at extremes of sodium intake in normal man. *Hypertension*, 1, 261–266.
- MacGregor G. A., de Wardener H. E., 1997. Idiopathic edema. In: Schrier, R.W., Gottschalk CW, eds. *Diseases of the Kidney*. Boston, MA: Little Brown and Company, 2343–2352;
- MacGregor G., de Wardener H. E., 1998. Salt, diet and health: Neptune's poisoned chalice: The origins of high blood pressure. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Manabe M., Ishizaki S., Yoshioka T., Oginome N., 2009. Improving the palatability of salt-reduced food using dried bonito stock. *Journal of Food Science*, 74, 7, S315–S321.
- Matekalo-Sverak V., Turubatović L., Baras J., 2007. Biotechnological achievements in the application of ingredients in meat industry, *Tehnologija mesa*, 49, 3–4, 141–146.
- McBride R. L., 1994. The bliss point as a measure of pleasure. In *Pleasure, the politics and the reality*, edited by D. M. Warburton. New York: John Wiley & Sons.
- McCarron D. A., Geerling J. C., Kazaks A., Stern J. S., 2009. Can dietary sodium intake be modified by public policy? *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 4, 1, 1878–1882.
- McCaughy S., 2007. Dietary salt and flavor: Mechanisms of taste perception and physiological controls. In *Reducing salt in foods: Practical strategies*, edited by D. Kilcast and F. Angus. Cambridge, UK: Woodhead., 77–98.
- Mickleborough T. D., Lindley M. R., Ray S., 2005. Dietary salt, airway inflammation, and diffusion capacity in exercise-induced asthma. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37, 904–914.
- Morimoto A., Uzu T., Fujii T., Nishimura M., Kuroda S., Nakamura S., Inenaga T., Kimura G., 1997. Sodium sensitivity and cardiovascular events in patients with essential hypertension. *Lancet*, 350, 1734–1737.
- Morris M. J., Na E. S., Johnson A. K., 2008. Salt craving: The psychobiology of pathogenic sodium intake. *Physiology and Behavior*, 94, 5, 709–721.
- Multhaus R. P., 1978. *Neptune's gift: A history of common salt*. Edited by T. P. Hughes, L. Hannah, M. Kranzberg and L. White. Baltimore, MD: The Johns Hopkins University Press.

- Pasin G., O'Mahony G., York B., Weitzel B., Gabriel L., Zeidler G., 1989.** Replacement of sodium chloride by modified potassium chloride (cocrystallised disodium 5'-inosinate and disodium 5'-guanylate with potassium chloride) in fresh pork sausages. *Journal of Food Science*, 54, 3, 553–555.
- Perry I. J., Beevers, D. G., 1992.** Salt intake and stroke: a possible direct effect. *American Journal of Hypertension*, 6, 23–5.
- Ram C., 2008.** Shaking things up: Low-sodium dishes offer flavor without sacrifice. *Plate*, 59–64.
- Riera J. B., Martinez M. R., Salcedo R. C., Juncosa G. M., Sellart J. C., 1996.** Process for producing a low sodium meat product. US Patent 5534279.
- Rolls E. T., Critchley H. D., Verhagen J. V., Kadohisa M., 2010.** The representation of information about taste and odor in the orbitofrontal cortex. *Chemosensory Perception*, 3, 1, 16–33.
- Ruusunen M., Niemistö M., Puolanne E., 2002.** Sodium reduction in cooked meat products by using commercial potassium phosphate mixtures. *Agricultural and Food Science in Finland*, 11, 199–207.
- Šarčević D., Lilić S., Đorđević V., Milićević D., Vranić D., Lakićević B., Milijašević M., 2011.** The role of consumers' perception and attitude in purchasing of meat and meat products. *Tehnologija mesa*, 2, 2011, 283–290.
- Schiffstein H. N. J., Verlegh P. W. J., 1996.** The role of congruency and pleasantness in odor-induced taste enhancement. *Acta Psychologica*, 94, 1, 87–105.
- Schmieder R. E., Messerli F. H., 2000.** Hypertension and the heart. *Journal of Human Hypertension*, 14, 597–604.
- Schorr U., Distler A., Sharma A. M., 1996.** Effect of sodium chloride- and sodium bicarbonate-rich mineral water on blood pressure and metabolic parameters in elderly normotensive individuals: A randomized double-blind crossover trial. *Journal of Hypertension*, 14, 131–135.
- Sofos J. N., 1983.** Effects of reduced salt levels on sensory and instrumental evaluation of frankfurters. *Journal of Food Science*, 48, 1691–1692.
- Tordoff M. G., 1992.** Influence of dietary calcium on sodium and calcium intake of spontaneously hypertensive rats. *American Journal of Physiology – Regulatory Integrative and Comparative Physiology*, 262, 370–381.
- Tsugane S., Sasazuki S., Kobayashi M., Sasaki S., 2004.** Salt and salted food intake and subsequent risk of gastric cancer among middle-aged Japanese men and women. *British Journal of Cancer*, 90, 128–134.
- Valtin H., Schafer J. A., 1995.** Renal Function: Mechanisms Preserving Fluid and Solute Balance in Health. 3rd ed. Boston: Little Brown.
- Vranić D., Saičić S., Lilić S., Trbović D., Janković S., 2009.** Studija o sadržaju natrijumhlorida i natrijuma u nekim proizvodima od mesa sa tržišta Srbije. *Tehnologija mesa*, 50, 3–4, 249–255.
- Weinberger M. H., Fineberg N. S., Fineberg S. E., Weinberger M., 2001.** Salt sensitivity, pulse pressure, and death in normal and hypertensive humans. *Hypertension*, 37, II429–II432.
- Weinberger M. H., Stegner J. E., Fineberg N. S., 1993.** A comparison of two tests for the assessment of blood pressure responses to sodium. *American Journal of Hypertension*, 6, 1179–1184.
- Wirth F., 1991.** Restricting and dispensing with curing agents in meat products. *Fleischwirtschaft*, 71, 9, 1051–1054.

## Perception of salty taste and preference to sodium chloride

*Lilić Slobodan, Matekalo-Sverak Vesna, Vranić Danijela*

*S u m m a r y:* Sodium chloride is the main food additive contributing to salty taste. It also has preserving effect and participates in acquiring desirable textural characteristics and properties of the food. Main role of sodium in human organism is presented in this paper, as well as mechanisms of the regulation of sodium metabolism and negative effects of excessive intake of sodium. Excessive sodium intake is one of the causes of essential hypertension as direct risk of myocardial infarction, left ventricular hypertrophy, clinical and idiopathic edema, reduced elasticity of blood vessels, proteinuria, risk of coronary and kidney disease, risk of stomach cancer, incidence of renal celluloses, decreased bone density, exacerbation of asthma attacks, increased insulin resistance and incidence of obesity. Also, in this paper, development of the sense of taste is presented, neural regulation of the taste for salt, as well as development of preference to salt occurring in early childhood and transmitted through adolescence to adulthood, which may have lifelong implications. Reduced intake of salt, compared to usual intake available through food, can have long lasting effects and at the same time, it can develop the sense of taste in children in a way that they consume food with less sodium chloride as adults. Studies in this field are very limited, but it is important to point out that exposure to salt in the early years of life greatly determines the preference to salt in the adulthood, which is important from the aspect of, either preservation, or health impairment, depending on the sodium intake.

**Key words:** sodium chloride, excessive sodium intake, taste.

Rad primljen: 17.04.2012.

Rad prihvaćen: 20.04.2012.

# Antimikrobna pakovanja u industriji hrane

Velebit Branko<sup>1</sup>, Petrović Zoran<sup>1</sup>

*S a d r Ź a j:* Naučna i stručna zajednica već duži niz godina pokušava da iskoristi barijerne filmove kao rezervoar za antimikrobna pakovanja. Antimikrobni filmovi dele se u dve grupe: one koji sadrže antimikrobne agense koji migriraju ka površini filma i tako dolaze u kontakt sa hranom i agense koji sprečavaju rast mikroorganizama na površini hrane bez migracije. U industriji hrane najčešće se koriste sledeće supstance sa antimikrobnim delovanjem: organske kiseline, bakteriocini, ekstrakti začina, tiosulfinati, različiti enzimi, peptidi i proteini, izotiocijanati, antibiotici, fungicidi, helatori, metali, parabeni, prirodni aminopolisaharidi. Antimikrobna pakovanja su obećavajući oblik aktivnih pakovanja hrane. Iako je većina hrane termički tretirana, ili poseduju sopstvenu samozaštitu, mikrobiološka kontaminacija se može pojaviti na površini hrane ili njenom delu oštećenom tokom manipulacije pakovanjem. Antimikrobne supstance inkorporisane u materijal za pakovanja mogu kontrolisati mikrobiološku kontaminaciju redukovanjem intenziteta rasta mikroorganizama ili maksimalnim produžavanjem lag faze rasta. U radu je dat kritički osvrt na najčešće supstance koje suzbijaju rast mikroorganizama, a koriste se u industrijskom pakovanju hrane.

**ključne reči:** antimikrobna pakovanja, industrija hrane.

## Uvod

Aktivno pakovanje, poznato kao interaktivno ili „smart“ pakovanje, namenjeno je produženju održivosti i poboljšanju bezbednosti upakovanog proizvoda. Ove aktivnosti ostvaruju se putem detekcije internih ili eksternih promena sredine u kojoj se upakovani proizvod čuva, ali i stvaranjem odgovora na te promene, tako da samo pakovanje menja sopstvene osobine ili atribute.

Aktivno pakovanje prvi put se pominje pre nekoliko decenija, kada je započela masovna upotreba desikanata za pakovanje suvih proizvoda. Desikant se nalazi u hidro-poroznoj kesici, upija vodu paru iz proizvoda putem transmisije kroz strukturu pakovanja. Ovo pakovanje koristi se za pakovanje osetljivih aparata i metalne robe.

Najpoznatija i najčešće korišćena tehnologija aktivnih pakovanja u industriji hrane su specijalna pakovanja koja služe za eliminaciju kiseonika iz unutrašnjosti pakovanja (*oxygen scavenger*). *Oxygen scavengeri* su gas-propustljive, fleksibilne kesice koje sadrže čestice redukovanog gvožđa, tj. gvožđe u delimično oksidisanom stanju, koje se u pakovanje stavljaju nakon vakuumiranja proizvoda, ili nakon ispunjavanja smešom gasova za stvaranje

modifikovane atmosfere (Radetić i dr., 2007; Milijaševići dr., 2008; Milijašević i dr., 2010; Velebit i dr., 2010; Velebit i dr., 2011). Cilj ovih pakovanja je da se spreče, ili u najvećoj mogućoj meri redukuju, oksidacioni procesi, što uključuje i druge mere za sprečavanje naknadnog ulaska kiseonika u pakovanje, kao što su upotreba filmova sa dobrim barijernim svojstvima, tehnika dobrih šavova itd. Kiseonik, svakako, nije jedini vektor koji utiče na kvalitet upakovane hrane. I drugi faktori značajno utiču na pogoršanje održivosti proizvoda, naročito porast ili smanjenje vlage, izloženost svetlosti, mikrobiološki status, enzimska aktivnost samog proizvoda, itd. Kako tehnologija odmiče sa razvojem, na tržištu dominira nekoliko dobrih rešenja za pakovanje hrane. Za velike pošiljke se koriste pakovanja sa povećanim sadržajem ugljen-dioksida, koji, rastvaranjem u vodenoj fazi proizvoda (mesa), obezbeđuje inhibiciju rasta mikroorganizama, zatim korišćenje etilenskih, visoko permeabilnih filmova za sveže povrće, itd.

Poslednjih godina radi se na razvoju pakovanja koja uklanjaju neugodan miris, ali i pakovanja sa antioksidantnim i kiseoničkim interceptorima impregiranim u pakovanje (najčešće vitamin E). Tokoferoli nisu isparljive supstance, pa još uvek ne mogu istisnu-

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

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

ti iz upotrebe butilovane hidroksianizole i hidrokistoluen (BHA/BHT), koji migriraju iz pakovanja u hranu i stvaraju površinski antioksidativni efekat.

Slično antioksidansima, naučna i stručna zajednica već duži niz godina pokušava da iskoristi barijerne filmove kao rezervoar za antimikrobna pakovanja. Do sada se često koristio vitamin C za sprečavanje rasta plesni kod upakovane suve hrane. Međutim, usled toksičnosti pojedinih novosintetisanih jedinjenja penetracija ovih pakovanja na tržište je veoma usporena, osim u Japanu gde je ova grana tehnologije, koja se bavi inkorporacijom bakteriostatskih i baktericidnih materija i fuzionisanjem sa plastičnim materijalima za pakovanje, veoma dinamična. Bez obzira na najbolje barijerne materijale i kontrolisanu procesnu tehnologiju, hrana je veoma osetljiva na biokemijske promene i druge oblike kvara. Na primer, za vreme čuvanja i distribucije, termički stabilisana hrana u hermetičkom pakovanju pod ambijentalnim uslovima podleže i oksidativnim i neoksidativnim promenama. Rezidualni kiseonik unutar hrane i „headspace“ (slobodni prostor) hermetički zatvorenog pakovanja uzrokuju primarnu oksidaciju sastojaka hrane. Istovremeno, neoksidativne reakcije, koje se manifestuju promenom izgleda, ukusa, mirisa, ubrzavaju se porastom temperature i vremena i ugrožavaju senzorski doživljaj hrane (osim za vina i sireve).

U ekstremnim uslovima, čak i u komercijalno sterilnim pakovanjima, termofilni mikroorganizmi, koji su obično beznačajni na sobnoj temperaturi, indukuju kvar hrane pri temperaturama preko 49°C. Ovo naročito važi za fakultativno anaerobne mikro-

organizme, tako da uklanjanje kiseonika ili korišćenje visokobarijernih filmova ne igra odlučujuću ulogu u zaštiti hrane.

Kod većine čvrste ili polučvrste hrane, rast mikroorganizama primarno se odvija na površini hrane, dok je kod mešane hrane rast moguć u bilo kojoj tački mase. Antimikrobni filmovi dele se u dve grupe: one koji sadrže antimikrobne agense, koji migriraju ka površini filma i tako dolaze u kontakt sa hranom i one koji sprečavaju rast mikroorganizama na površini hrane bez migracije. U tabeli 1 prikazani su najčešće korišćene antimikrobne supstance u pakovnju hrane.

Za dobar odabir filmova za pakovanje treba odgovoriti na sledeća pitanja:

- Koji je spektar mikroorganizama na koje pakovanje ispoljava dejstvo?
- Koji su efekti antimikrobnog aditiva na mehanička i fizička svojstva plastičnog materijala?
- Da li se antimikrobna aktivnost pakovanja manifestuje redukcijom rasta mikroorganizama ili uzrokuje ćelijsku smrt?
- U kom stepenu antimikrobni agens difunduje u hranu i ima li toksikoloških podataka o uticaju agensa na zdravlje ljudi?
- Da li ima efekta na sastav proizvoda? Neki agensi su efektivni pri npr. niskom pH, dok drugi zahtevaju posebne uslove za ispoljavanje maksimalnog efekta ( $a_w$ , sadržaj proteina, glukoza).

**Tabela 1.** Najčešće korišćene antimikrobne supstance u pakovanju hrane

**Table 1.** Antimicrobial substances most used in food packaging

Klasa/Class	Primeri/Examples
Organske kiseline/Organic acids	Propionska, benzojeva, sorbatna/Propionic, benzoic, sorbat
Bakteriocini/Bacteriocines	Nizin/Nysine
Ekstrakti začina/Spice extracts	Timol, p-cymen/ Thymol, p-cymene
Tiosulfinati/Thiosulphinates	Alicin/Allicin
Enzimi/Enzymes	Peroksidaza, lizozim/Peroxydase, lysozyme
Proteini/Proteins	Konalbumin/Conalbumine
Izotiocijanati/Isothyocyanates	Alil-tioizocijanat/Allyl-thyioisocyanate
Antibiotici/Antibiotics	Imazalil
Fungicidi/Fungicides	Benomyl
Helatori/Chelators	EDTA
Metali/metals	Srebro/Silver
Parabeni/Parabens	Heptilparaben/Heptyl paraben
Prirodni aminopolisaharidi/ Natural amino-polysaccharides	Hitin, hitozan/Chitin, hitosan

## Anhidridi kiselina kao antimikrobni agensi

Propionska kiselina u slobodnom obliku ispoljava jako antimikotično delovanje, ali kuplova na sa poliolefinim filmovima antimikotična aktivnost opada. Direktna adicija propionske kiseline, ali i benzojeve i askorbinske kiseline, na polimere kao što je LDPE nije efikasna zato što nema kompatibilnosti između polarne kiseline i nepolarnog filma. Ovaj problem je rešen tako što je prethodno sintetisan anhidrid organske kiseline, koji uklanja jonizovane grupe, a istovremeno smanjuje polarnost molekula. Anhidridi kiselina su stabilni u suvom stanju i relativno su termostabilni, ali hidrolizuju u vodenim sredinama, pogotovo ako meso ispušta veće količine mesnog soka. Hidroliza dovodi do stvaranja slobodne kiseline, koja, zauzvrat, migrira sa površine polimera u hranu gde ispoljava svoju antimikotičnu funkciju. U svom istraživanju *Hotchkiss* (1995) je koristio filmove sa integrisanim anhidridima benzojeve kiseline za produženje održivosti sira. Anhidridi su se hidrolizovali nakon 5 sati i detektovani su kao kiselina u Saburo-maltoznom agaru. LDPE filmovi, u koje je inkorporisan 1% anhidrid benzojeve kiseline, u potpunosti su inhibirali rast *Aspergillus toxicarius*, *Penicillium* spp. i *Rhizopus stolonifer*. Niže koncentracije su parcijalno usporavale rast, produžavanjem lag faze rasta, ili smanjenjem brzine rasta. Filmovi sa anhidridima u koncentraciji od 0,5–2% značajno su usporavali pojavu rasta plesni na sirevima. Ovo je tipični primer „aktivnog“ pakovanja; aktivna supstanca se nalazi u filmu sve dok ne dođe u kontakt sa hranom, kada vlaga iz hrane inicira aktivnost zaštitne supstance.

## Joni srebra

Antimikrobni agensi sa najvećim potencijalom za zaštitu hrane su rastvorljive soli srebra i bakra. Njihov efekat odvija se posredstvom oslobađanja malih količina jona. Ovi joni zamenjuju i istiskuju druge jone metala koji služe kao katalizatori enzimskih reakcija u metabolizmu mikroorganizama, remete prirodne biohemijske procese i dovode do uništavanja mikroorganizama. Joni bakra su veoma efiksani u uništavanju bakterija i virusa. Bakar se ne akumulira značajno u tkivima životinja, pa su toksični efekti veoma mali. Međutim, bakar postaje toksičan u kontaktu sa hranom, prvenstveno jer deluje kao oksidativni katalizator i na taj način rapidno ubrzava procese biohemijskog raspada hrane.

Srebro ima najjači antimikrobni efekat od svih metala. Elementarno srebro ne ispušta lako jone u poređenju sa bakrom, tako da u jonskom obliku nije

efikasan za uništavanje mikroorganizama kao u elementarnom metalnom stanju. Srebro je bezbedno i relativno je inertno i često se koristi za izradu predmeta koji dolaze u kontakt sa ljudskom kožom i sluzokožom (tanjiri, kašike, viljuške, noževi, amalgamski ispuni itd.). Koristi se i kao antimikrobni agens u obliku lekova i hidrosolubilnih jedinjenja. Joni srebra lako disosuju u vodi, ali i lako gube aktivnost u kontaktu sa halogenim elementima, zbog čega je i distribucija srebra u prirodi ograničena. Magnezijum-oksidi, glina i organski molekuli veoma jako apsorbuju srebro. U tabeli 2 prikazane su minimalne inhibitorne koncentracije jona metala i nemetala na rast *Salmonella* Typhi.

**Tabela 2.** Minimalne inhibitorne koncentracije jona na rast *Salmonella* Typhi pri temperaturi od 37°C (*Brody i dr.*, 2001)

**Table 2.** Minimum inhibitory ion concentrations on growth of *Salmonella* Typhi at temperature of 37°C (*Brody et al.*, 2001)

Na <sup>+</sup>	1,0%
K <sup>+</sup>	1,0
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	1,0
Li <sup>+</sup>	0,5
Sr <sup>++</sup>	0,5
Ca <sup>++</sup>	0,5
Mg <sup>++</sup>	0,25
Ba <sup>++</sup>	0,25
Mn <sup>++</sup>	0,12
Zn <sup>++</sup>	0,001
Al <sup>+++</sup>	0,001
Fe <sup>++</sup>	0,001
Pb <sup>++</sup>	5,0 × 10 <sup>-4</sup>
Ni <sup>++</sup>	1,2 × 10 <sup>-4</sup>
Co <sup>++</sup>	1,2 × 10 <sup>-4</sup>
Au <sup>++</sup>	1,2 × 10 <sup>-4</sup>
Cd <sup>++</sup>	6,0 × 10 <sup>-5</sup>
Cu <sup>++</sup>	1,5 × 10 <sup>-5</sup>
Ag <sup>++</sup>	2 × 10 <sup>-4</sup>

Podaci o mutagenosti i karcinogenosti srebra još uvek ne postoje. U SAD, maksimalno dozvoljena količina srebra u vodi za piće iznosi 50 µg/kg. Ova koncentracija utvrđena je na osnovu primene lekova koji sadrže srebro i pri toj koncentraciji uzrokuje *anginu pectoris* (*Gulbranson i dr.*, 2000).

Srebro se najčešće koristi u obliku soli, kao srebro-nitrat. Osim baktericidnog efekta, joni srebra, pri niskim koncentracijama, dovode i do denaturacije proteina, zbog čega se i dugi niz godina u bolničkom lečenju koristilo kao antiseptik. Glavni mehanizam antimikrobnog delovanja srebra je interferencija sa metaboličkim funkcijama ćelijskog disanja i transporta elektrona u bakterijskim ćelijama, kao i masovan influx kroz njihove ćelijske membrane. U istraživanjima *Appia-Ayne i dr.* (1999), bakterija *Thiobacillus ferrooxidans* je izložena različitim koncentracijama srebro-nitrata. Pri koncentraciji od 0,1 mg/kg rast je bio blago smanjen, ali je pri koncentraciji od 1 mg/kg rast ovog mikroorganizma bio potpuno inhibiran. Joni srebra su se prvo adsorbovali na površinu bakterije, a zatim inkorporirali unutar bakterijske ćelije. Nakon inkorporacije, interakcijom sa proteinima, joni su inhibirali enzime uključene u metabolizam. Ogledima je dokazano da je ovaj efekat nezavisan od prisustva kiseonika; dakle antimikrobna aktivnost srebra prisutna je i u anaerobnim uslovima. Sem toga, dokazano je da izlaganje svetlosti ne utiče na intenzitet antimikrobnog efekta srebra.

Iako je zaštitni efekat srebra veliki i pokriva širok spektar mikroorganizama, u skorije vreme je utvrđeno da postoje i bakterije rezistentne na srebro jer ga akumuliraju bez poremećaja ćelijske funkcije.

## Zeoliti

U svojoj kristalnoj strukturi mineralni zeoliti sadrže jon natrijuma koji se može zameniti nekim drugim jonom. Da bi se dobio Ag-zeolit, najčešće se koristi srebro. U komercijalnoj upotrebi najviše se koristi sintetički zeolit.

Što je niža koncentracija hranljivih materija u podlozi, za ispoljavanje antimikrobne aktivnosti, neophodna je niža koncentracija jona srebra. Ta aktivnost je uočena i pri koncentracijama od 0,02–0,05 mg/kg jona srebra.

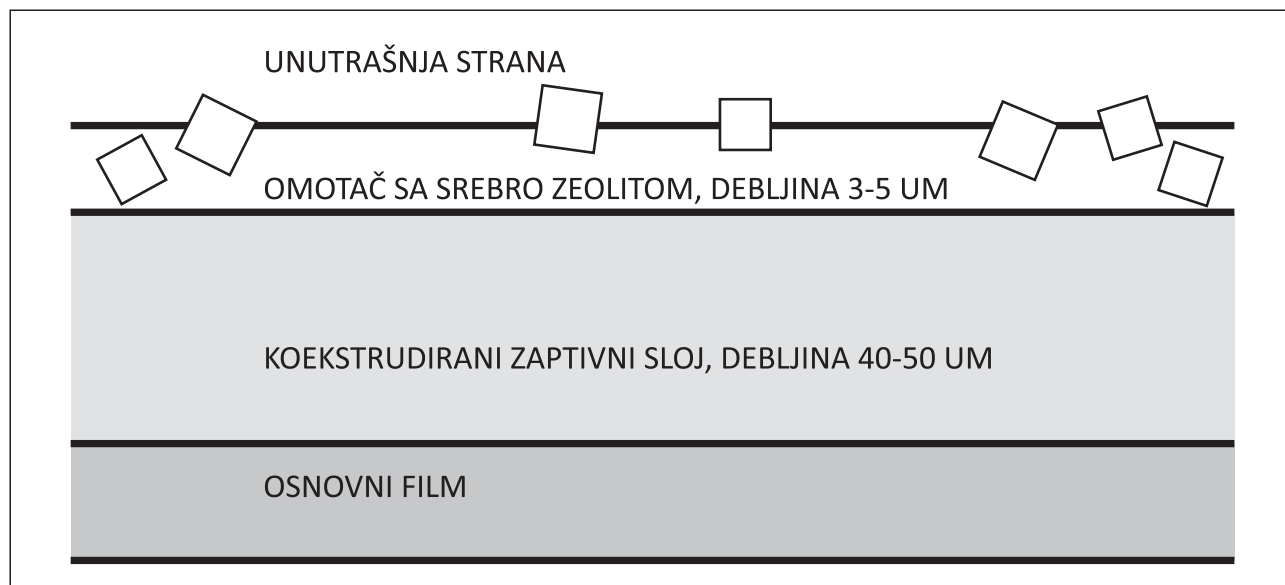
U čistoj vodi nema oslobađanja jona srebra iz zeolita, ali kada se zeolit nađe u hranljivoj podlozi, ili hrani oslobađanje jona je skoro 100%. Nemaju svi joni efektivan učinak, jer se deo jona veže za sumporne grupe iz podloge ili hrane. U Ag-zeolitu, koji efektivno sadrži 2,25 mg/kg srebra, antimikrobni efekat se postiže pri maksimalnoj koncentraciji od 1,5–3,5 mg/kg. Efekti koncentracija srebro zeolita i stepena razređenja na rast *Saharmyces cerevisiae* prikazani su u tabeli 3.

Jedinstvena osobina Ag-zeolita je širok antimikrobni spektar, tj. mala specifičnost bakterijskih rodova. Srebro zeolit je podjednako efikasan prema bakterijama, plesnima i kvascima. Ovo ukazuje da joni srebra deluju na metaboličke funkcije koje su zajedničke za različite mikroorganizme. Nažalost, Ag-zeolit ne ispoljava aktivnost prema sporama termorezistentnih bakterija. To predstavlja ograničavajući faktor kada su npr. klostridije faktor rizika u određenoj vrsti hrane. Još jedna osobina Ag-zeolita je da svoju aktivnost zadržava samo ako su joni srebra unutar skeleta zeolita, tj. sam zeolit nema nikakvu antimikrobnu funkciju, već služi kao nosač aktivnih jona. Aktivnost Ag-zeolita se gubi u hrani, kad se izeluiraju svi joni srebra, ili kada se veći deo jona inaktivnije reagovanjem sa sulfatima i vodonik-sulfidima iz hrane, jer nastaju inertna jedinjenja. Srebro, supstituisano u zeolitu, može se eluirati u prisustvu pojedinih aminokiselina iz hrane, a efekat zavisi od vrste aminokiselina. Aminokiseline glicinskog tipa stimulišu eluciju srebra iz zeolita. Lizin ispoljava jaču inhibi-

**Tabela 3.** Efekti koncentracija Ag-zeolita i stepena razređenja na rast *Saharmyces cerevisiae* (Anonymus, 1991)

**Table 3.** Effects of Ag-zeolite concentrations and degree of dilution on growth of *Saharmyces cerevisiae* (Anonymus, 1991)

Ag-zeolit (ppm)	CFU/G PRI RAZREĐENJU			
	1000	100	10	1
0	$2,8 \times 10^3$	$1,0 \times 10^6$	$2,1 \times 10^7$	
1	$2,9 \times 10^3$			$1,7 \times 10^8$
5	$4,0 \times 10^2$	$1,2 \times 10^4$		
10	BEZ RASTA	$3,0 \times 10^3$	$1,4 \times 10^7$	
100	BEZ RASTA	BEZ RASTA	BEZ RASTA	$9,8 \times 10^7$
1,000			BEZ RASTA	BEZ RASTA
5,000				BEZ RASTA



**Slika 1.** Struktura laminiranog filma sa srebro zeolitom (Vermeiren, 2000)

**Figure 1.** Structure of laminated film with Ag-zeolite (Vermeiren, 2000)

ciju antimikrobnog efekta srebra, dok su aminokiseline cisteinskog tipa najpotentniji inhibitori.

Razvijeno je više vrsta materijala za pakovanje sa antimikrobnim delovanjem, u kojima je Ag-zeolit inkorporisan u plastičnu fazu. S obzirom na to da je veoma skup, debljina zeolita u filmu iznosi tek oko 3–6 μm. Lamina sa Ag-zeolitom okrenuta je ka hrani, tako da deblji filmovi ne uti-

ču na količinu oslobođenog srebra. Obično se dodaje od 1–5% srebra.

Na slici 1 prikazana je struktura laminarnog filma sa srebro zeolitom.

U tabeli 4 prikazan je efekat plastičnog filma koji sadrži srebro zeolit. Prisustvo 1% srebro-zeolita u polietilenskom filmu dovoljno je da redukuje broj mikroorganizama na površini filma sa  $10^5$  i  $10^6$  na 10 cfu/mL (CFU/g – broj kolonija po g), nakon 24 h.

**Tabela 4.** Antimikrobni efekat plastičnog filma koji sadrži srebro zeolit

**Table 4.** Antimicrobial effect of the plastic film containing Ag-zeolite

BAKTERIJA	CFU/G NAKON		
	Film <sup>1</sup>	0 ČASOVA	24 ČASA
<i>Escherichia coli</i>	1	$7,5 \times 10^5$	$1,3 \times 10^6$
	2	$7,5 \times 10^5$	<10
	ref.	$7,5 \times 10^5$	$1,5 \times 10^5$
<i>Staphylococcus aureus</i>	1	$5,8 \times 10^5$	$6,7 \times 10^5$
	2	$5,8 \times 10^5$	<10
	ref.	$5,8 \times 10^5$	$1,5 \times 10^5$
<i>Salmonella gallinarum</i>	1	$5,8 \times 10^5$	$1,5 \times 10^5$
	2	$3,6 \times 10^5$	<10
	ref.	$3,6 \times 10^5$	$4,6 \times 10^6$
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	1	$1,8 \times 10^5$	$7,0 \times 10^5$
	2	$1,8 \times 10^5$	<10
	ref.	$1,8 \times 10^5$	$5,8 \times 10^5$

**Legenda/Legend:**

1 – PE/PE (polietilen) (25 μm/5 μm) / 1 – PE/PE (poly etilene) (25 μm/5 μm)

2 – PE/PE (polietilen) (25 μm/5 μm) sa 1% srebro zeolitom / 2 – PE/PE (poly etilene) (25 μm/5 μm) with 1% Ag-zeolite

REF (referentni film) – PE (polietilen) (30 μm) / REF (reference film) – PE (poly etilene) (30 μm)

CFU/g – broj kolonija po g / CFU/g – colony count per g

## Microban

Microban je antimikrobni agens koji sadrži triklozan (5-hloro-2-(2,4 dihlorofenoksi) fenol). Najčešće se koristi u Velikoj Britaniji, u kombinaciji sa poleolefinima, za pakovanje delikatesa i hrane koja se može podgrevati. Ova supstanca je prvobitno razvijena za upotrebu u medicini, ali danas se koristi, uglavnom, za sanitaciju u hotelima, restoranima i za obradu i pakovanje hrane.

Triklozan se koristi u polimerskim materijalima, tako što se ubacuje u intersticijalne prostore polimernog matriksa (fleksibilni filmovi i rigidna pakovanja) u submikronskim količinama, koje penetriraju u ćelijske membrane bakterija, kvasaca i pljesni i, na taj način, narušavaju njihov rast, respiraciju i reprodukciju. Deluje podjednako i na Gram-pozitivne (*Staphylococcus aureus*) i na Gram-negativne bakterije (*Escherichia coli*). Na ćelije sisara ne deluje, zbog debljine ćelijske membrane, pa se smatra da nije toksičan za ljude.

## Benomyl

Benomyl je jedan od najčešće korišćenih sistemskih fungicida, a njegov proizvod razgradnje, metil-2-benzimidazolkarbammat, je takođe fungicidan. Koristi se, prvenstveno, u Japanu, u obliku jonomernog filma. Amino grupe Benomyl-a se hemijski vezuju za karboksilne slobodne lance polimera namenjenog pakovanju hrane (termoplastična smola). Na taj način, aktivna supstanca čuva svoju aktivnost. Pored benzimidazola, koriste se i ftalimidi i sulfamidni kao aktivni sastojci. Efikasno suzbija rast *Aspergillus flavus* i *Penicillium notatum*. Nažalost, zbog prisustva vezujućeg agensa, dicikloheksilkarbodimida, ovo aktivno pakovanje nije dozvoljeno za korišćenje u Evropi i SAD.

## Sorbatna kiselina

Sorbatna kiselina se godinama koristi kao antimikotički, odnosno mikostatski agens za hranu. Najčešće se koristi kao vodena suspenzija, u kombinaciji sa karboksimetil celulozom, za proizvodnju zaštitnih pakovanja za hleb. Kao polimer se koriste biaksijalno orjentisani PET (polietilentetraftalat), kao i polietilen i polipropilen niske ili visoke gustine. Celuloza je vezujući reagens, koji sprečava raspadanje kristala sorbatne kiseline i njen gubitak sa površine papira. Veličina partikula sorbata je oko 20 µm, a procenat celuloze od 5–15%. Ispitivanjima na Purdue univerzitetu utvrđeno je da kalijum sorbat difunduje kroz

polimerne filmove nezavisno od njegove količine u samom filmu, i to po zakonu Fikijanove distribucije (Floros i dr., 1997). Pri ovim koncentracijama, omogućeno je očuvanje mikrobiološke bezbednosti hleba u toku 6–8 meseci. Međutim, senzorne osobine hleba bile su neprihvatljive posle jednog meseca, odnosno posle tri meseca kod sendviča. Ovo pakovanje ne može da se koristi za čuvanje sira, jer uzrokuje pojavu gorčine, ili smeđih diskoloracija. Danas se radi na povećanju bezbednosti pakovanja sa sorbatnom kiselinom, i to tako što se razvijaju zeolitni filmovi koji mogu da apsorbuju sorbatnu kiselinu.

## Prirodni antimikrobni agensi

Antimikrobni agensi koji se pojavljuju u prirodi, uglavnom su izolovani iz biljnih ili životinjskih izvora. Agensi biljnog porekla uključuju ekstrakte začina kao što su cimet, timijan, detelina, ruzmarin i origano. Ekstrakti pojedinih biljaka (crveni i beli luk, slačica, rotkvica, itd.), takođe, ispoljavaju potentno antimikrobno dejstvo. Ostali antimikrobni agensi potiču od samih mikroorganizama (bakterija i gljivica) koji se nalaze u hrani. Najčešće se pominje polipeptid nizin, a pored njega izolovani su i natamicin, pediocin i druge vrste bakteriocina (Nicholson, 1997). Iako bakteriocini nemaju univerzalnu antimikrobnu aktivnost (njih proizvode različiti sojevi bakterija mlečne kiseline) i predstavljaju samo prirodnu prepreku za rast opšte bakterijske populacije.

Upotreba prirodnih antimikrobnih agenasa u aktivnim pakovanjima može biti usmerena u dva pravca: ka suzbijanju rasta patogenih mikroorganizama i ka suzbijanju rasta mikroorganizama kvara hrane (bakterije mlečne kiseline i *Pseudomonas* spp.). Međutim, upotreba bakteriocina za zaštitu sirovog mesa nema značajan efekat. Naime, proteaze iz mišićnih ćelija uništavaju bakteriocinske kompleksne polipeptide, pre nego što oni ispolje antimikrobni efekat.

Japanska kompanija „Sekisui Juši“ proizvodi antibakterijsko pakovanje koje sadrži ekstrakt iz japanske sorte rotkvice-wasabi. To jedinjenje je, po hemijskom sastavu, alil-izotiocijanat (AIT), a u komercijalnom obliku je inkapsulirano u omotač od cikličnog oligosaharida, koji se aplikuje na polietilenski barijerni film. U Japanu se koriste „šihite“ (paketići) sa ovim jedinjenjem koje se stavljaju između slojeva hrane i, na taj način, se povećava održivost „lunch box“ (lanč paketi) ili „Ready to Eat“ proizvoda (hrana spremna za korišćenje). Osnovni problem kod ovih pakovanja je indukcija jakog iritantnog mirisa („off-odour“) i akridnog ukusa. U toku su pokušaji da se AIT koristi u gasovitom



obliku, umesto kao uljni film koji dolazi u direktan kontakt sa hranom.

## Hlor-dioksid

Hlor-dioksid se koristi još od 50-ih i 60-ih godina 20. veka za kontrolu rasta bakterija, plesni i virusa. Upotrebljava se, primarno, za zaštitu voća i povrća. Njegova prednost je brzo delovanje, nedostatak iritantnog efekta na sisare, kao i netoksičnost, ukoliko se koncentracija održava u propisanim granicama. Značajno je i da ne stvara trihalometane niti dioksine. S obzirom da je njegov mehanizam delovanja oksidativan, a ne halogeni, hlor-dioksid aktivno napada ćelijske membrane i fundamentalne mikrobiološke metaboličke procese, a istovremeno ne stvara rezistentnost kod mikroorganizama.

Optimalna koncentracija hlor-dioksida je 0,5–1 mg/kg, ili više. Sve koncentracije ispod 10 mg/kg ne indukuju pojavu mirisa na hlor. U idealnim pakovanjima gas bi trebalo da se povremeno otpušta iz svog „generatora“, najbolje u časovnim intervalima. Postoji više načina za aplikaciju ovog gasa. Sistem se može ekstrudirati direktno u polimer, ili se može vezati za film. Polimer se, takođe, može naneti u vidu spreja, ili se može laminirati toplotom na kontejner. Alternativni način uključuje adhezenciju „kuponu“ ili „etiketu“ unutar samog pakovanja, tako da se gas lako oslobađa i difunduje u sam proizvod.

## Fotonski aktivirani najlon film

U poslednjih 15 godina radi se na razvoju pakovanja koje ne uzrokuje emitovanje aktivnog sadržaja u samu hranu. Najbolji rezultati, do sada, postignuti su upotrebom najlonskih filmova koji su tretirani sa ultraljubičastim zračenjem, u cilju povećanja broja aktivnih aminskih mesta na filmu. Ova mesta imaju funkciju površinski aktivnih antimikrobnih mesta. *Hagelstein i dr.* je (1995) su izveli ispitivanja sa ovim filmovima i utvrdili da su izuzetno efikasni protiv *S. aureus*, odnosno da je za 6 sati broj *S. aureus* pao za tri decimalne log vrednosti, od početne vrednosti  $8 \times 10^3$  cfu/mL. Nažalost, efikasnost prema *E. faecalis* i *P. aeruginosa* bila je manja. Optimalna temperatura za inaktivaciju površinski aktivnih antimikrobnih mesta je bila 37°C. Korišćen je poliamidni najlon 6,6 film ekscitovan fotonima pri 193 nm i energijom od 200 kW/cm<sup>2</sup> tokom 16 nanosekundi. Kao posledica delovanja fotona, 99% svih amidnih grupa konvertovalo se u aminske aktivne grupe.

## Etanol

Etanol se dugo godina koristi kao agens za sterilizaciju u medicini i farmaciji, a kao isparljivo jedinjenje koristi se poslednjih 100 godina za očuvanje roka održivosti hleba i pekarskih proizvoda. Etanol se inkapsulira, a njegove pare sprečavaju mikrobiološki kvar vlažne hrane, sireva i ostalih proizvoda.

Najveći napredak na polju korišćenja mikroinkapsuliranog etanola je ostvaren u Japanu gde je razvijena kapsula koja sadrži etanol vezan za sicilijumski prah. Sadržaj etanola je 55 vol% i poznat je kao *Ethicap* ili *Antimold 102*. Kada se hrana zapakuje, apsorbuje se vlaga iz nje, a zatim dolazi do otpuštanja etanolnih para koje ispunjavaju slobodan prostor („headspace“) pakovanja, a donekle i difunduju u proizvod. Na ovaj način, proizvod se može očuvati, od nekoliko nedelja do nekoliko meseci. Pored toga, mogu se dodati i posebne arome, koje će blokirati miris etanola iz pakovanja. Najbolji efekat prezervacije ostvaren je kod hrane sa aktivnošću vode od 0,7–0,9.

Pare etanola su efektivne protiv plesni, uključujući *Aspergillus* i *Penicillium*, bakterija, uključujući rodove *Salmonella*, *Staphylococcus* i *Escherichia*, kao i tri vrste kvasaca, uzorkovača kvara.

Istraživanja su pokazala da se deo para etanola gubi i kroz sam barijerni film. Tipični film, kao što je polietilen niske gustine, ima etanolnu permeabilnost od 20–30 g/m<sup>2</sup>, po danu, pri temperaturi od 30°C. PVC-PP-PE (polivinil hlorid-polipropilen polieliten) laminati poseduju permeabilnost koja je 20 puta manja od PE. Daljim eksperimentima utvrđeno je da je rast *S. cerevisiae*, glavnog mikroorganizma uzrokovaca kvara kod voća, u potpunosti inhibiran pri  $a_w$  vrednosti 0,90 i „headspace“ koncentraciji etanola od 1,52%. Da bi se efikasno suzbio miris etanola dovoljno je pakovanje zagrevati tokom nekoliko minuta pri temperaturi od 190°C.

Danas postoje brojne varijante aplikacije etanola: u Holandiji se proizvodi specijalni etanolni gel, koji ispunjava „headspace“. „Micubiši“ je patentirao kesice sa etanolom koje sadrže glukozu, vitamin C, soli gvožđa i fenolno jedinjenje, a ovo pakovanje istovremeno izvlači kiseonik i zamenjuje ga parom etanola. „Ašahi-Denka“ proizvodi ciklodekstrinske mikrokapsule sa etanolom, itd.

## Hitin i hitozan

Hitin je prirodni materijal koji je, po sastavu, acetilovani aminopolisaharid. On formira spoljnu stranu oklopa kod *Crustacea* i insekata i kovalentno se vezuje za proteine i dihidroksi fenilalanine, kao i za neke metale. Hitozan je njegov deacetilova-

ni oblik, koji ima strukturu polikatjionskog polimera sa prirodnim afinitetom za vezivanje za negativno naelektrisane ćelijske membrane.

Osnovna komercijalna namena ovih supstanci je smanjivanje telesne mase kod gojaznih osoba. Međutim, utvrđeno je da hitozanski barijerni filmovi imaju nisku propustljivost za kiseonik (Mayer i dr., 1989), a kombinovani sa lauratima poseduju dobru barijernost za vodenu paru. Pored toga, imaju i odličnu antibakterijsku aktivnost prema nekim vrstama bakterija i plesni (Knorr, 1991; Popper i Knorr, 1990). Smatra se da je mehanizam antimikrobnog delovanja zasnovan na helaciji hitina/hitozana bakterijama preko potrebnog cinka, ali i u aglomeraciji anjonskih fragmenata bakterijskih ćelija.

Hitozan se, naročito, mnogo koristi u američkoj armiji, i to za prezervaciju duboko zamrznutog sirovog mleka, mlečnih kremla, kao i za blanširani surimi. U svakom slučaju, teži se da se dubokim zamrzavanjem razbije masna globula i autooksidabilno mleko izloži delovanju jona metala, ili enzima. Po svojim antioksidativnim svojstvima, hitozan je uporediv sa propil galatom, koji se koristi u pripremi mleka u prahu za posebne namene.

Antimikrobni efekat hitozana ispitan je panelnim esejom od 32 mikroorganizma, tako što je pulverizovani hitozan rastvoren u 0,1% sirćetnoj kiselini i, sa izuzetkom psihrofilnih mikroorganizma, koji se inkubiraju pri temperaturi od 30°C, inkubiran je sa mikroorganizmima pri temperaturi od 37°C. Najbolji inhibicioni efekat postignut je prema rodovima *Bacillus*, *Listeria*, *Shigella*, *Proteus* i *Yersinia*; jak efekat ustanovljen je prema rodovima *Pseudomonas* i *Citrobacter*, a delimični antibakterijski efekat ispoljavan je prema bakterijama roda *Salmonella* (Porter i dr., 1995).

## Literatura

- Anonymous, 1991a.** „Antimicrobial Zeomic.“ Shinagawa Fuel Co., Ltd.
- Appia-Ayne C., Giuliani N., Ratouchniak J., Bonnefoy V., 1999.** Characterization of an operon encoding two c-type cytochrome, an aa3-Type cytochrome oxidase, and rusticyanin in *Thioabacillus ferrooxidans* ATCC 33020. *Apply Environment Microbiology*, 65, 4781–4787.
- Brody A. L., Budny J. A. 1995.** Enzymes as Active Packaging Agents, in: M. L. Rooney (ed.), *Active Food Packaging*. Glasgow, UK, Blackie Academic & Professional, 174–192.
- Brody A. L., Strupinsky E., Kline L., 2001.** Active packaging for food applications. CRC press Washington.
- Floros J. D., Dock L. L., Han J. H., 1997.** Active Packaging Technologies and Applications. *Food, Cosmetic & Drug Packaging*, 20, 1, 10–17.
- Gulbranson S.H., Hud J.A. Jr, Hansen R. C., 2000.** Argiria Following the Use of Dietary Supplements Containing Colloidal Silver Protein. *Cutis*, 2000, 66, 373–376.
- Hagelstein A. E., Hoover D. G., Paik J. S., Kelley M. H., 1995.** Potential of Antimicrobial Nylon as a Food Package. Presented at the annual meeting of Institute of Food Technologists, Anaheim, California, June 3–7.
- Hotchkiss J. W., 1995.** „Influence of New Packaging Technologies on the Microbial Safety of Muscle Foods“. The annual meeting of Institute of Food Technologists, Anaheim, California, June 3–7.
- Knorr D., 1991.** Recovery and Utilization of Chitin and Chitosan in Food Processing Waste Management. Metals adsorption table. *Food Technology*, 45, 1, 114–122.

## Zaključak

Antimikrobna pakovanja su obećavajući oblik aktivnih pakovanja hrane. Iako je većina hrane termički tretirana, ili poseduje sopstvenu samozaštitu, mikrobiološka kontaminacija se može pojaviti na površini hrane, ili oštećenom delu tokom manipulacije pakovanjem. Antimikrobne supstance, inkorporisane u materijal za pakovanja, mogu kontrolisati mikrobiološku kontaminaciju redukovanjem intenziteta rasta mikroorganizama, ili maksimalnim produžavanjem lag faze rasta.

Osim u Japanu, antimikrobna pakovanja još nisu doživela punu komercijalizaciju, prvenstveno zbog dugih ispitivanja eventualno toksičnog efekta jona srebra u zeolitu, alil-izotiocijanata iz rotkvice ili slačice itd. Publikovani rezultati ukazuju na visoku efikasnost ovih jedinjenja i zahtevaju dalja ispitivanja, da bi se potvrdili antimikrobni efekti, kao i da bi se otkrili eventualni sporedni efekti primene. Sadašnji izazov je suzbijanje perzistentnih mirisa koji odvrćaju potencijalne potrošače.

Najbolje efekte u suzbijanju površinske kontaminacije pokazali su materijali koji sadrže soli srebra. Drugi materijali ispoljavaju dubinske efekte, isparavanjem i difundovanjem u vodene ili masne komponente hrane. Hlor-dioksid ima izvrsna svojstva u pogledu antimikrobne zaštite voća i povrća, ali širu primenu ograničavaju zakonski propisi. Etanolna jedinjenja su izvrsna za očuvanje pekarskih proizvoda sa srednjim sadržajem vlage, ali tehnološki izazov predstavlja istovremena primena kontra aroma, koje bi suzbile jak „off-odour“ para etanola.

- Mayer J. M., Wiley B., Henderson K., Kaplan D., 1989.** Physical Properties of Films Produced from the Biopolymers Pullulan and Chitosan Produced by *Aureobasidium pullulans* and *Mucor rouxii*: Oxygen Permeability, Tensile Strength, etc. Abstracts, Annual Meeting. American Society of Microbiologists.
- Milijašević M., Velebit B., Turubatović L., Jovanović J., Babić J., 2008.** Uticaj različitih smeša gasova na održivost svežeg junećeg mesa. *Tehnologija mesa*, 49, 5–6, 161–164.
- Milijašević M., Babić J., Baltić 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, 66–77.
- Nicholson M. D., 1997.** The Role of Natural Antimicrobials in Food/Packaging Preservation. Proceedings of Future Pack '97. George O. Schroeder Associates, Inc., Appleton, Wisconsin.
- Popper L., Knorr D., 1990.** Applications of High-Pressure Homogenization for Food Preservation. *Food Technology*, 44, 7, 84–89.
- Porter W. L., Karen R., Conca R., Lachica V., Mayer J. M., Pariser R. E., 1995.** Chitin and Chitosan as Navel Protective Food Ingredients. Research and Development Associates Annual Meeting, 48, 1.
- 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.
- Velebit B., Lilić S., Borović B., 2010.** Ispitivanje rezistentnosti bakterija *Salmonella* spp. izolovanih sa trupova goveda prema antimikrobnim supstancama. *Tehnologija mesa* 51, 2, 154–158.
- Velebit B., Teodorović V., Borović B., 2011.** Recent advances in understanding the virulence of enterohaemorrhagic *Escherichia coli* in food. *Tehnologija mesa*, 52,1, 52–60.
- Vermeiren L., 2000.** Potential Applications of Antimicrobial Films for Food Packaging. Proceedings, International Conference on Active and Intelligent Packaging. Camden & Chorleywood Food Research Association, U.K.

## Antimicrobial packaging in food industry

*Velebit Branko, Petrović Zoran*

*S u m m a r y: Scientific and technological community has been trying for several years to use barrier films as a reservoir for antimicrobial packaging. Antimicrobial films are divided into two groups: those which contain antimicrobial agents which migrate to the surface of the film coming in contact with food and those which prevent microbiological growth in a gaseous form, i.e. without direct contact. The following substances have been most frequently used in food industry: organic acids, bacteriocines, extract of spices, thiosulphinates, different enzymes, peptides and proteins, isothiocyanates, antibiotics, fungicides, chelators, metals, parabens, natural aminopolysaccharides. Antimicrobial packagings are promising new form of active food packagings. Although most of the foods are thermally treated prior to use, or do possess their own self protection, microbiological contamination can occur on the surface of the food or its part damaged by improper handling during packaging. Antimicrobial substances incorporated into packaging material can effectively control microbial contamination, either by reducing growth rate, or by maximum elongation of the lag growth phase. This paper reviews in critical manner the most common antimicrobial substances being used in food packaging industry.*

**Key words:** antimicrobial packaging, food industry

Rad primljen: 12.03.2012.

Rad prihvaćen: 29.03.2012.

## UPUTSTVO AUTORIMA

„Tehnologija mesa“ je naučni časopis u kome se objavljuju:

1. Originalni naučni radovi (radovi u kojima se navode neobjavljivani rezultati sopstvenih istraživanja naučnom metodom);
2. Pregledni radovi (radovi koji sadrže originalan, detaljan i kritički prikaz istraživačkog problema ili područja u kome je autor ostvario određeni doprinos, uočljiv na osnovu autocitata);
3. Kratka ili prethodna saopštenja (originalni naučni radovi punog formata, ali manjeg obima ili preliminarnog karaktera);
4. Prikazi (knjige, naučni skupovi i slično).

Uže naučne discipline iz kojih se objavljuju radovi su: tehnologija i higijena mesa, tehnologija sporednih proizvoda u industriji mesa, higijena i tehnologija namirnica životinjskog porekla, tehnološka mikrobiologija, metode konzervisanja, mikrobiologija namirnica životinjskog porekla, hemija proizvoda životinjskog porekla, kvalitet i bezbednost hrane životinjskog porekla, kvalitet i bezbednost hrane za životinje i drugo.

Objavljuju se originalni radovi koji prethodno nisu nigde publikovani, saopšteni ili uzeti u razmatranje za objavljivanje u drugoj publikaciji, osim u formi kratkih sadržaja na skupovima. Odgovornost za ispunjenje navedenih uslova snosi glavni autor, koji, takođe, treba da obezbedi saglasnost svih koautora za publikovanje rada.

### Postupak

Radovi podležu anonimnoj recenziji (najmanje dve), a odluku o prihvatanju radova za štampanje donosi glavni i odgovorni urednik, zajedno sa članovima Uređivačkog odbora.

Prihvaćeni radovi za štampanje se lektorišu. Redakcija časopisa zadržava pravo na manje korekcije rukopisa. U slučaju da su potrebne veće izmene, o tome se obaveštava glavni autor, a rad se dostavlja na doradu, sa naznačenim rokom.

### Jezik

Radovi se štampaju na srpskom jeziku (ekavski dijalekt) ili dvojezično – na srpskom i jednom od stranih jezika (engleski, nemački, ruski ili francuski). Ukoliko se radovi štampaju na srpskom jeziku, njihovi rezimeji (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 fustoti, navode se, prema brojčanoj oznaci, naziv i adresa institucije u kojoj su autori zaposleni (italik, veličina slova 10). U novom redu navodi se prezime i ime autora za kontakt i njegova e-mail adresa.

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

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

Ključne reči su termini koji najbolje opisuju sadržaj članka. Ključnih reči ne može da bude više od 10. Ključne reči se daju na svim jezicima na kojima postoje rezimea, neposredno ispod teksta rezimea (italik, veličina slova 12).

Sadržaj i rezime ne smeju da sadrže skraćenice. U 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 (opcionally) i literaturu. Poglavlja se kucaju malim slovima, veličine 12, bold.

1. Uvod: treba da sadrži jasan opis problematike i cilja istraživanja, uz kratak prikaz relevantne literature, ne starije od deset godina;
2. Materijal i metode: ovo poglavlje opisuje materijal i metode koji su korišćeni i način na koji su postavljeni ogledi;
3. Rezultati i diskusija: rezultati treba da budu obrađeni odgovarajućim statističkim metodama za izvedena ispitivanja, prikazani jasno i koncizno, u vidu tabela, grafikona, fotografija, crteža i dru-

go, a isti rezultat ne treba prikazati dvojako, i u vidu tabele i u vidu grafikona. Diskusija treba da se odnosi na prezentovane rezultate, bez ponavljanja ranije navedenih činjenica, uz poređenje dobijenih rezultata i relevantnih podataka iz literature koji se odnose na srodnu grupu proizvoda, sličnu analitičku metodu i drugo.

- U tekstu, citirana literatura označava se prezimenom autora, prezimenom i veznikom „i“ ako su dva autora, ili, ako je više od dva autora, prezimenom prvog autora i dodatkom „i dr.“ (italik) i godinom objavljivanja (sve u zagradi);
  - Slike i crteži se obeležavaju brojem kojim se navode u radu. Nazivi tabele se pišu iznad, a nazivi grafikona i slika ispod (mala slova). Nazive tabele i tekst u tabelama, grafikonima i slikama treba pisati dvojezično, pri čemu je drugi jezik engleski. Tabele, grafikone i slike treba dati u prilogu rada;
  - Pri preuzimanju tabele, grafikona i slika iz literature autor je obavezan da navede izvor (na primer autor, godina objavljivanja, časopis i drugo).
  - Autor treba da se pridržava Međunarodnog sistema jedinica (SI) i važećih zakona o mernim jedinicama i merilima.
4. Zaključak: daje pregled najbitnijih činjenica do kojih se došlo u toku istraživanja.
  5. Napomena (zahvalnica): sadrži naziv i broj projekta, odnosno naziv programa u okviru koga je članak nastao, kao i naziv institucije koja je finansirala projekat ili program. Navodi se na dnu prve strane članka.
  6. Literatura: treba da se složi po abecednom i hronološkom redu objavljivanja, i to: prezime autora, prvo slovo imena, godina objavljenog rada (mala slova veličine 12, bold), a u nastavku, naziv rada u celosti, naziv časopisa ili drugog izvora, volumen i broj časopisa, početna i završna strana rada.

Primer:

**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. 54<sup>th</sup> International Congress of Meat Science & Technology, Proceedings, General Speakers Session, Electronic Copy, Cape Town, South Africa, 10<sup>th</sup>–15<sup>th</sup> 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](mailto:institut@inmesbgd.com)  
[aurelija@inmesbgd.com](mailto: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. 54<sup>th</sup> International Congress of Meat Science & Technology, Proceedings, General Speakers Session, Electronic Copy, Cape Town, South Africa, 10<sup>th</sup>-15<sup>th</sup> 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](mailto:institut@inmesbgd.com)  
[aurelija@inmesbgd.com](mailto: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

